UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Enseñanzas de Grado, Postgrado y Formación Permanente
Secretariado de Enseñanzas de Grado e Innovación Docente

MEMORIA FINAL DE PROYECTO DE INNOVACIÓN DOCENTE

(CONVOCATORIA CURSO 2014/2016)

DATOS DEL/DE LA SOLICITANTE			
Nombre	Javier		
Apellidos	Gámez García		
D.N.I.	[redacted]	**E-mail**	jggarcia@ujaen.es
Centro	EPS Jaén	**Teléfono**	83382
Departamento	Ingeniería Electrónica y Automática		
Categoría	Profesor Titular de Universidad		

DATOS DEL PROYECTO	
Título	Diseño, desarrollo, implementación y evaluación de Laboratorios Web
Línea de actuación	A.Proyecto de Innovación Docente
Titulación/Grado implicado/s	Ingeniería Electrónica y Automática, Didáctica de las Ciencias, Ingeniería de Telecomunicación
Departamento/s implicados	Automática Industrial, Ingeniería de Control, Fundamentos de Control de procesos, Automática Avanzada, Regulación Automática, Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza
Asignatura/s implicada/s	Grado en Ingeniería Mecánica, Grado en Ingeniería en Electrónica Industrial, Grado en Ingeniería Eléctrica, Grado en Ingeniería de Organización Industrial, Master de Control de procesos, Máster de Formación de Profesorado, Grado de Primaria, Curso de Adaptación al Grado
Curso/s implicado/s	2º, 3º, 4º, Máster
Nº aproximado de alumnos afectados	500

MEMORIA DEL PROYECTO

Justificación

Hoy en día se están produciendo numerosos e importantes avances tecnológicos que repercuten en casi todos los aspectos de nuestra vida cotidiana. La integración de determinados recursos tecnológicos a nuestra práctica docente genera innumerables situaciones para la innovación y la mejora de los procesos de enseñanza aprendizaje. Sin embargo, la inclusión de estos avances tecnológicos en el trabajo práctico experimental, puede generar un coste de mantenimiento, de forma que no siempre es fácil de asumir por las entidades responsables, repercutiendo, por tanto en dificultades para disponer de laboratorios correctamente equipados. Las metodologías tradicionales en donde se realizan prácticas presenciales presentan, en algunas ocasiones, determinados obstáculos relacionados con el aprovechamiento de los propios recursos docentes. Entre estos problemas sistémicos, por ejemplo, podríamos mencionar el aforo limitado en determinados espacios docentes, la disponibilidad de determinado equipamiento específico o la necesidad de ofrecer una estricta supervisión del profesorado o el personal responsable.

Una posible solución a estos problemas planteados son los laboratorios virtuales y remotos. Un laboratorio remoto facilita a los estudiantes la utilización de equipos costosos y/o escasos a los que difícilmente podría tener acceso de otra forma. Al mismo tiempo ofrece multitud de beneficios pedagógicos y didácticos, ya que por ejemplo les permite registrar y a analizar aquellos datos experimentales que sirvan para ilustrar conceptos y principios directamente relacionados con los contenidos de las asignaturas que cursa sin estar físicamente presentes, realizar simulaciones, obtener retroalimentación en tiempo real, etc.

Como hemos mencionado anteriormente, en algunas ocasiones la utilización de entornos virtuales se justifica esgrimiendo razones económicas, en términos de gestión de espacios, ahorro en material de laboratorio, optimización de los tiempos de uso y/o inactividad.

Sin embargo este argumento, aunque muy importante, no es el único, y eclipsa uno de las dimensiones que con frecuencia aparece mencionada en las investigaciones educativas: la efectividad del recurso. No ponemos en duda la novedad, el interés y utilidad que se puede ofrecer a través de los laboratorios Web, pero al mismo tiempo (existe multitud de bibliografía al respecto), esta efectividad se da por hecho o solo se evalúa, por ejemplo a través de pruebas finales asociadas a las propias asignaturas.

Las investigaciones en determinadas áreas de tecnología educativa ponen de manifiesto la existencia, en determinadas situaciones, de carencias en relación al estudio de los efectos de la utilización de laboratorios web sobre los resultados de aprendizaje. Para tener una imagen real de los efectos que se producen al introducir las nuevas tecnologías en la enseñanza de ciencias y la tecnología y poder comprender en profundidad el impacto de la incorporación de las tecnologías en el ámbito educativo, particularmente para aquellas relacionadas con la experimentación en laboratorio, los estudios de evaluación (sobre todos aquellos en los que se pretende involucrar a un elevado número de estudiante) han de ser cuidadosamente diseñados. Entre otros aspectos a tener en cuenta se apunta a que estos estudios han de prestar especial atención a diferentes dimensiones de análisis, que en general están íntimamente relacionadas, como son las actitudes y las creencias del alumnado en relación a la utilización del recurso, aspectos motivacionales hacia la asignatura en general y/o hacia determinados contenidos en particular, los propios resultados de aprendizaje esperados, etc.

El consenso en la comunidad científica referente a la utilización de un determinado recurso tecnológico en la enseñanza ha puesto reiteradamente de manifiesto que el potencial del recurso tecnológico, y por lo tanto su efectividad, está directamente vinculado, entre otros factores, a las estrategias didácticas subyacentes en las que se incorpora. No es la mera utilización del recurso en sí mismo la que produce la mejora sino la forma en la que este ha sido adecuadamente integrado en la propuesta didáctica. Es por ello que consideramos que antes de proseguir con el diseño e implantación de nuevos entornos virtuales, hemos de sustentar nuestras propuestas en los hallazgos que la investigación educativa ha mostrado relacionados con la efectividad de los mismos y su conexión con determinado tipo de metodologías docentes utilizadas. En esta misma línea (y ya que parte del proyecto de innovación está enfocado al diseño y desarrollo de los VRL) no podemos olvidar los principios básicos referentes al propio diseño, entre los que podríamos destacar la teoría del aprendizaje multimedia o los principios de diseño aplicados a objetos de aprendizaje.

En la Universidad de Jaén (UJA) ya se han desarrollado e implementado, a través de distintas propuestas didácticas, laboratorios virtuales y remotos (Virtual Remote Laboratory, VRL). Un ejemplo de estos desarrollos es el laboratorio remoto "Modelado de Sistemas Dinámicos: Motor CC" (Figura 1) que permite conectarse y trabajar con las instalaciones que se encuentran en el Laboratorio de Control de Procesos de la EPS de Jaén. Este resultado fue, en parte, fruto del trabajo en el PID "Laboratorio remoto de un sistema de péndulo invertido sobre carro de trayectoria lineal", con código PID44_201214 correspondiente a la convocatoria de PID 2012-14 de la Universidad de Jaén.



Figura 1. Sistema Motor CC, cámara IP y servidor de control/comunicaciones de un laboratorio remoto.

Por todas estas razones creemos que la puesta en marcha de nuevos VRLs en los que se pueda innovar e investigar nuevas metodologías didácticas y al mismo tiempo evaluar su efectividad (desde diversas perspectivas) está plenamente justificado, dentro de estas acciones de innovación docente con el valor añadido de que se trata de innovar en este campo intentando ir más allá de lo conseguido hasta el momento.

Con este proyecto de innovación se pretende dar seguimiento al PID44_201214 y poner en marcha una serie de VRLs incluyéndolos en determinadas propuestas en las que se van a aplicar diferentes metodologías didácticas. Para ello se usará ILIAS, la plataforma de docencia virtual de la UJA, como interfaz de acceso a los mismos por parte de los alumnos.

De esta forma se puede hacer un seguimiento del trabajo realizado por cada alumno en los mismos y facilitar la evaluación y valoración del impacto de los VRLs.

Objetivos conseguidos

Objetivo principal:

Diseñar, desarrollar, implementar y evaluar laboratorios web (virtuales y remotos) para su uso por parte de estudiantes de la Universidad de Jaén.

El objetivo principal **se ha conseguido** al haberse obtenido cinco laboratorios web (cuatro nuevos), los cuales se encuentran en diferentes fases como se señala a continuación:

- WebLab virtual de "Modelado de Sistemas Dinámicos: Motor CC". Ya existente el pasado año. Ha pasado totas las fases y se encuentra en fase de depuración para adaptarse a nuevas metodologías. Ha sido utilizado por los estudiantes de la asignatura "Automática Industrial" que se imparte en varios grados de Ingeniería en la EPSJ.
- WebLab virtual de "Control PID de Motor CC". Ha pasado totas las fases y se encuentra totalmente completado. Ha sido utilizado por los estudiantes de la asignatura "Automática Industrial" que se imparte en varios grados de Ingeniería en la EPSJ.
- WebLab remoto "Comunicaciones SIP". Ha pasado totas las fases y se encuentra totalmente completado. Ha sido utilizado por los estudiantes de la asignatura "Sistemas de Telefonía" que se imparte en el 4º curso del grado de Ingeniería Telemática en la EPSL.
- WebLab híbrido (virtual y remoto) de "Control de Temperatura de un Invernadero Remoto". Se encuentra en fase de evaluación previa a su uso por parte de estudiantes de la EPSJ.
- WebLab híbrido (virtual y remoto) de "Control de Temperatura de un Invernadero Remoto". Se encuentra en fase de preparación previa a su uso por parte de estudiantes de la FHHyCCEE.
- WebLab remoto "Comunicaciones SIP-JS". Se encuentra en fase de preparación, es una nueva versión en JavaScript del laboratorio "Comunicaciones SIP" que además de permitir realizar llamadas SIP de VoIP permite realizar videoconferencias SIP.

A continuación se van a mostrar los objetivos específicos que se indicaron en la solicitud del PID así como su grado de cumplimiento actual:

Objetivos específicos:

- Buscar y analizar propuestas didácticas previas utilizadas con laboratorios web existentes: **Realizado:** Se realizó una búsqueda bibliográfica para obtener artículos y trabajos científicos en los que se analizaron las ideas y propuestas pedagógicas relacionadas con los laboratorios online.
- Identificar las características y rasgos asociados a "buenas prácticas" utilizando laboratorios Web: **Realizado:** Se ha creado una Metodología de creación de laboratorios online con integración en LMS con aprendizaje efectivo que se ha plasmado en una comunicación ya aceptada y sólo en espera de ser publicada en la revista "IEEE Transaction on Learning Technologies", con índice JCR.

- Diseñar nuevos entornos de aprendizaje basados en diferentes secuencias y estrategias didácticas usando laboratorios Web. **Realizado:** Los nuevos laboratorios online han incorporado nuevas propuestas que se encuentran en estado de preparación para obtener datos que corroboren su idoneidad.
- Desarrollar nuevos laboratorios web y aquellos recursos necesarios para su inclusión en ILIAS. **Realizado:** Se han creado nuevos WebLabs que se han alojado en el servidor LMS ILIAS junto a otros recursos con el fin de ofrecer entornos que presentan una secuencia de aprendizaje efectiva, algunos de los entornos han sido utilizados por alumnos y los datos obtenidos evaluados.
- Integrar al alumnado en el diseño y desarrollo de los laboratorios con el fin de obtener un resultado que sea mejor valorado. **Realizado:** Esta integración se realiza en dos vertientes, por un lado los alumnos que participan en los WebLabs realizan encuestas en los que se les pregunta por su valoración del diseño y efectividad de las propuestas. Por otro algunos alumnos participan directamente en la creación de nuevos WebLabs mediante el desarrollo de su Trabajo Fin de Grado.
- Buscar, identificar y analizar aquellos instrumentos validados por la investigación educativa referentes a las diferentes dimensiones de utilización de Laboratorios Virtuales (de diseño, creencias y actitudes del alumnado, profesorado, de resultados de aprendizaje, etc.). **Parcialmente Realizado**
- Adaptar los diferentes instrumentos de evaluación para el proyecto de innovación docente. **Parcialmente Realizado**
- Presentar los nuevos entornos de aprendizaje con laboratorios web a estudiantes de la UJA para que realicen trabajos experimentales dentro de sus programas de formación. **Realizado:** El WebLab virtual de "Modelado de Sistemas Dinámicos: Motor CC" y el WebLab remoto "Comunicaciones SIP" fueron utilizados por estudiantes de grados de las EPSJ y EPSL.
- Recopilar (a través de los instrumentos anteriormente mencionados) datos relacionados con el uso y resultados obtenidos por los alumnos. **Realizado:** Los datos de uso y resultados de encuesta de los laboratorios presentados a los alumnos fueron recopilados y convertidos al formato de hojas Excel.
- Analizar, interpretar y evaluar los datos obtenidos. **Realizado:** Los datos recopilados fueron estudiados, analizados y representados gráficamente cuando los mismos así lo requerían para un mejor entendimiento y comprensión.
- Publicar en revistas y conferencias/congresos de prestigio los resultados obtenidos. **Realizado (parte en desarrollo):** Algunos de los resultados obtenidos se han presentado en congresos de ámbito nacional (Jornadas de Automática 2016 en Madrid) e internacional (IBCE 2015 en Brescia, Italia) y otros se han incorporado a publicaciones que están aceptadas y pendientes de publicar en revistas de ámbito científico internacional con índice JCR (IEEE Access, IEEE TLT y RIAI).

Objetivos extra: Además de estos objetivos se han conseguido otros objetivos no contemplados inicialmente:

- **Montaje de una estructura para la ubicación protegida de los laboratorios remotos**.

Dicha estructura se encuentra en el Laboratorio de Control de procesos (dependencia A3-467), ya se ha realizado el traslado de los laboratorios remotos existentes y se prevé que en la misma se produzca la instalación de los nuevos laboratorios remotos que se diseñen. La Figura 2 muestra una fotografía de la estructura cerrada y la Figura 3 otra fotografía de su interior en la que se puede observar los equipos actualmente instalados.



Figura 2. Estructura de protección de los laboratorios remotos en A3-467 (cerrada).



Figura 3. Estructura de protección de los laboratorios remotos en A3-467 (abierta con detalle de equipos instalados).

- **Prueba de reutilización de WebLab SCORM en distintas plataformas**: Se creó una versión en SCORM 1.2 del WebLab virtual de "Control PID de Motor CC" que fue probada con éxito en el LMS ILIAS de la UJA y el LMS Moodle de UniLabs.

Contenidos desarrollados

A continuación se enumeran los contenidos que se pretendían desarrollar y su grado de cumplimiento:

- Guía de buenas prácticas en laboratorios Web: **Reformulado:** Se ha creído más necesario en este PID realizar una propuesta metodológica para la creación de los laboratorios online con integración en LMS y aprendizaje efectivo. La síntesis de la misma de ha incluido en una de las publicaciones aceptadas.
- Adaptar Laboratorios Web existentes: **En proceso:** En proceso de adaptación
- Nuevos Laboratorios Web; simulados y remotos. **En proceso:** (se han obtenido cuatro laboratorios pero no todos se han completado).
- Recursos auxiliares (Manuales de uso, Documentes de ayuda, etc.). **Parcialmente:** (se han realizado diversos recursos aunque no para todos los WebLab debido a no haberse completado todos en su totalidad)
- Herramientas de validación. **Parcialmente:** (se han realizado diversos recursos aunque no para todos los WebLab debido a no haberse completado todos en su totalidad)
- Memorias de progreso y final del PID. **Realizado:** En julio del 2015 se realizó y presentó la memoria de progreso y el presente documento constituye lo que quedaba pendiente, la memoria final.
- Publicaciones y presentaciones (si fuera necesario) de divulgación en foros internacionales del trabajo desarrollado. **Realizado:** Se han escrito publicaciones en revistas con JCR, comunicaciones y presentaciones en congresos.

  Publicaciones en revistas con JCR:
  - Ruano Ruano, I.; Gámez García, J.; Gómez Ortega, J. **"Laboratorio Web SCORM de Control PID con Integración Avanzada".** Revista Iberoamericana de Automática e Informática industrial-RIAI-ISSN 1697-7912. Aceptado-Pendiente de publicación (Ref. RIAI-D-15-00066R2). JCR(2015): 0,475
  - Ruano-Ruano, I., Gámez-Garcia, J., Bencomo, S. D., & Gómez Ortega, J. "**A methodology to Obtain Learning Effective Laboratories with Learning Managament System Integration**". IEEE Transaction on Learning Technologies. Aceptado (Minor revision). JCR(2015): 1,129
  - Ruano-Ruano, I.; Cano-Marchal, P.; Gámez-García, J.; Gómez-Ortega, J. "**Advanced LMS Integration of SCORM Web Laboratories**". IEEE Access. Aceptado, doi:10.1109/ACCESS.2016.2587805. JCR(2015): 1,249

  Comunicaciones y presentaciones en Congresos:
  - **3rd IFAC Workshop on Internet Based Control Education, IBCE 2015, (Brescia, Italia).** Comunicación y presentación powerpoint del trabajo realizado por Ruano-Ruano, I.; Cano-Marchal, P.; Gámez-García, J. y Gómez-Ortega, J. titulado "**PID Control WebLab with LMS Integration Using SCORM**". Publicado en IFAC-PapersOnLine Vol.48, Issue 29, 2015, P.301–306. doi: 10.1016/j.ifacol.2015.11.252 Disponible online: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405896315025100.

- **XXXVII Jornadas de Automática, JA2016, (Madrid, España).** Comunicación vídeo y poster del trabajo realizado por Ruano-Ruano, I.; Gámez-García, J. y Gómez-Ortega, J. titulado "Modos de integración de Laboratorios Online en Sistemas de Gestión de Aprendizaje". A celebrar en septiembre de 2016.

Descripción global de la experiencia

Una vez realizada la concesión del PID se realizaron diversas reuniones entre los miembros para establecer las líneas de actuación y repartir trabajo.

Entre otras cosas se decidió involucrar a estudiantes para obtener unos laboratorios más efectivos, por ello se hicieron diversas propuestas de Trabajo Fin de Grado (TFG) en las Escuelas Politécnicas Superiores de Jaén y de Linares de forma que el trabajo que realizaran los estudiantes también les sirviera a ellos para obtener una fase de su recorrido universitario.

De este modo los miembros del presente PID se dedicaron a la tutoría de los TFG relacionados.

Por otro lado, y en paralelo, también otros trabajos:

- Búsqueda de información y estudio de trabajos previos sobre WebLabs.
- Asistencia a talleres relacionados con el tema y mantenimiento de reuniones con expertos en la materia:
  - II Seminario CEA de Innovación Docente en Automática desarrollado los días 15 y 16 de enero de 2015 en la Universidad Loyola de Andalucía (Anexo 1).
  - Taller sobre uso de sensores para potenciar la comprensión y aplicación de ideas científicas realizado el 19 de mayo de 2015 en el Parque de las Ciencias de Granada.
  - Reunión con D. Carlos Sampedro Matarín, profesor titular del departamento de Electrónica y Tecnología de Computadores de la Universidad de Granada, para analizar y discutir la utilización de diferentes sensores con fines didácticos realizado el 19 de mayo de 2015 en la Universidad de Granada. Conexión con diferentes proyectos de investigación e innovación.
- Elaboración de documentación para crear la guía de buenas prácticas en WebLab.
- Desarrollo de WebLab basada en la información recopilada como base de pruebas.
- Análisis de datos de WebLabs desarrollados en PC usando ILIAS, la plataforma de docencia virtual de la UJA y programas ofimáticos.
- Estancia de Investigación de uno de los miembros del presente PID con el Catedrático Sebastián Dormido Bencomo, Investigador principal del Grupo de Investigación "Modelado, Simulación y Control de Procesos" y Coordinador de Programa de Doctorado de "Ingeniería de Sistemas y de Control" en la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED) durante un mes y medio (1-02-2016 a 15-03-2016).
- Asistencia de uno de los miembros del presente PID al Workshop IBCE 2015 organizado por el IFAC (Federación Internacional de Control Automático) en Brescia (Italia) en el que se mantuvieron reuniones con expertos en laboratorios online de nivel mundial.

- Asistencia prevista de dos de los miembros del presente PID a las XXXVII Jornadas de Automática a celebrar del 7 al 9 de septiembre de 2016 en Madrid.

Metodología empleada

(sesiones de trabajo, actividades, recursos didácticos, cronograma, etc)

Todos los miembros del grupo de trabajo que constituyen los participantes en este proyecto han trabajado conjuntamente con el fin de lograr todos los objetivos propuestos. Para ello se han utilizado las siguientes metodologías:

- Trabajos "de campo" en los laboratorios implicados (tanto de ajuste de parámetros e instalaciones en PC como de instalación y manejo del software y los sistemas implicados).
- Trabajo de pruebas de comunicaciones remotas mediante el uso de PC conectados en red.
- Trabajo en PC propio de programación de modelos, diseño de los entornos de aprendizaje análisis de datos, interpretación de los resultados, elaboración de informes de resultados.
- Reuniones presenciales periódicas entre los participantes del proyecto.
- Reuniones virtuales a través de SW de videoconferencia entre los participantes del proyecto.
- Asistencias a Seminarios y Talleres de información y formación sobre temáticas relacionadas con diferentes aspectos del PID.
- Reuniones con expertos en el tema de otras universidades.
- Sesiones de trabajo con los alumnos en sesiones de explicación de recursos, modo de funcionamiento de los laboratorios y tutorización en sus TFG.

Los recursos utilizados hasta el momento para la realización de este proyecto, aparte de los humanos, han sido:

Hardware

- PCs personales de los miembros (ya disponibles).
- 3 PCs servidores (uno de ellos de nueva adquisición que ha dado de baja a uno existente).
- Tarjeta de adquisición de datos (ya disponibles).
- Sistemas experimentales Motor de CC (ya disponibles).
- 2 Sistemas Arduino Mega.3 Cámaras IP (una de ellas de nueva adquisición).
- Diversos sensores y actuadores así como el cableado y tarjetas de conexionado necesarias.
- 2 peceras usadas como invernaderos.
- Estructura de aluminio y metacrilato con baldas de madera para ubicar laboratorios,

Software

- EJS (Easy Java Simulations), de libre distribución.
- Sistema de base de datos MySQL.
- Sistema de desarrollo de Arduino.
- JAVA y paquetes JAVA.
- JS y librerías JavaScript.

- Paquete ofimático Microsoft Office.
- Adobe Connect.
- ILIAS, ya instalado y funcionando en la UJA, de libre distribución.
- Servidor SIP PUCS.

Otros

- Direcciones IP de acceso libre desde el exterior de la UJA para el PC servidor y las cámaras IP, a suministradas por los Servicios Centrales de Informática de la UJA.
- Espacio virtual para el grupo en ILIAS, la plataforma de docencia virtual de la UJA.
- Certificado de firma de código de COMODO para la obtención de Applets Java seguros.

Resultados obtenidos

(materiales/documentos producido en la experiencia deben presentarse en forma de anexo)

Resultados obtenidos el primer año:

El principal resultado ha sido la obtención de los cuatro WebLabs nuevos. Cada uno de ellos ha requerido la creación para su elaboración (y evaluación cuando la ha habido) de distintos recursos que se enumeran a continuación:

- WebLab virtual de "**Control PID de Motor CC**". Se han creado dos espacios Virtuales en ILIAS para su presentación a los alumnos de la asignatura "Automática Industrial" de la EPS de Jaén en el curso 2014-15 estableciéndose dos grupos entre todos los alumnos dados de alta en ILIAS con fines de investigación y evaluación:
  - Grupo de control (WebLab de 1 Página, sin recursos de aprendizaje asociados) en la dirección web: http://dv.ujaen.es/docencia/goto_docencia_grp_612301.html (Figura 4).



Figura 4. Captura de pantalla del espacio virtual del grupo de Control (1P) en ILIAS.

  - Elementos incluidos en el grupo de Control:
    - Test previo a WebLab de PID de motor CC. Test ILIAS para evaluar el conocimiento previo a la ejecución del WebLab del alumnado del grupo de control (Anexo 2).
    - Pasos Previos a Ejecución de WebLab. Módulo ILIAS con recomendaciones y consejos a los alumnos que van a ejecutar el WebLab para no tener problemas con su ejecución (Anexo 3).
    - WebLab PID Motor CC. Módulo SCORM de 1 página que incluye guiones de prácticas y Applet java con el simulador que deben usar los alumnos (Anexo 4).

- Test Final de WebLab de PID de Motor CC. Test ILIAS con las mismas preguntas que el "Test previo a WebLab de PID de motor CC" que sirve para evaluar la mejora del conocimiento obtenida en los alumnos del grupo de control (Anexo 2).
- Encuesta WebLab PID Motor CC. Encuesta ILIAS para recabar opinión del alumnado sobre el WebLab PID Motor CC de una página (Anexo 5).
- Foro de dudas del WebLab. Foro ILIAS para resolver dudas a los alumnos sobre el WebLab de una página (Anexo 6).
- Grabación de la Solución al WebLab de control PID de Motor CC. Módulo ILIAS con vídeo grabado (Anexo 7) con el programa Adobe Connect de una explicación de la solución del WebLab que incluye una presentación PowerPoint y un ejemplo de uso del WebLab (Figura 5).

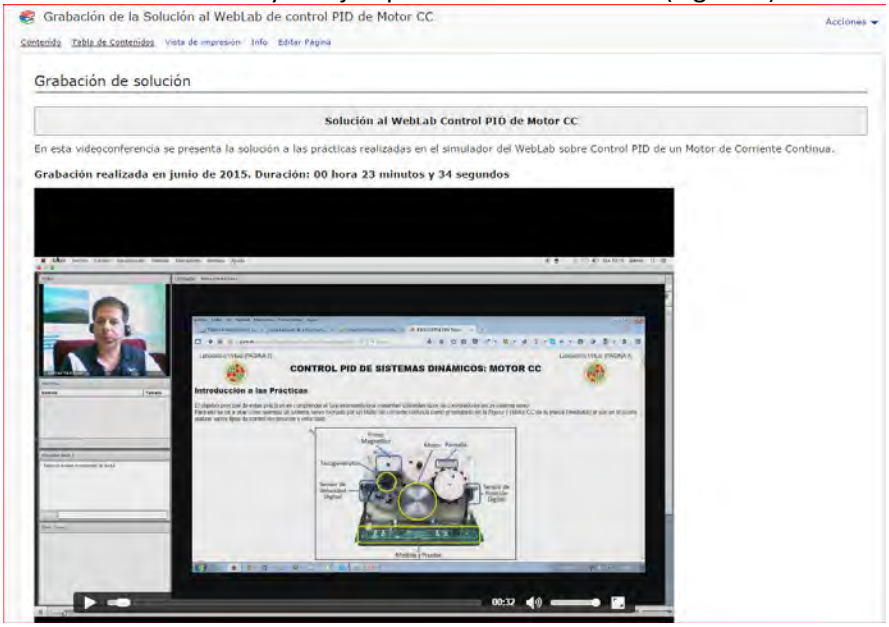


Figura 5. Captura de pantalla del módulo ILIAS con la grabación de la solución al WebLab.

- Grupo experimental (WebLab de 3 Páginas y recursos de aprendizaje asociados) en la dirección web: http://dv.ujaen.es/docencia/goto_docencia_grp_612301.html. Elementos:
  - Test previo a WebLab de PID de motor CC. Es el mismo Test ILIAS previo incluido en el espacio del grupo de control (Anexo 2).
  - Pasos Previos a Ejecución de WebLab. Es el mismo módulo ILIAS incluido en el espacio del grupo de control (Anexo 3).
  - WebLab PID Motor CC. Módulo SCORM de 3 páginas (Anexo 8) que incluye:
    - Página 1: Introducción y explicación del WebLab
    - Página 2: Teoría y test de comprobación de adquisición de conocimientos necesarios para trabajar en el VRL.

- Página 3: Guiones de prácticas y Applet java con el simulador que deben usar los alumnos (Figura 6).

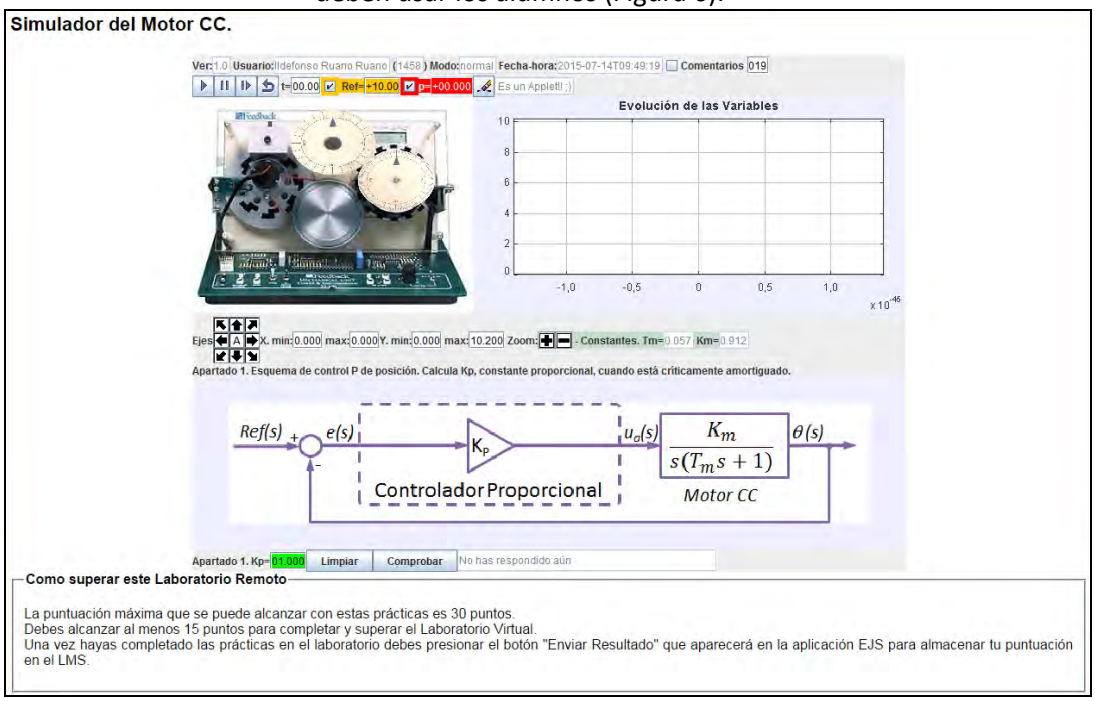


Figura 6. Captura de pantalla de la página mostrando el Applet del simulador del Motor CC con control PID.

- Test Final de WebLab de PID de Motor CC. Es el mismo Test ILIAS final incluido en el espacio del grupo de control (Anexo 2).
- Encuesta WebLab PID Motor CC. Encuesta ILIAS para recabar opinión del alumnado sobre el WebLab PID Motor CC de tres páginas (Anexo 9).
- Foro de dudas del WebLab. Foro ILIAS para resolver dudas a los alumnos sobre el WebLab de tres páginas (Anexo 10).
- Grabación de la solución al WebLab de control PID de Motor CC. Es el mismo módulo ILIAS incluido en el grupo de control (Anexo 7).

Una versión de este laboratorio se adaptó a la versión SCORM 1.2 de SCORM2004 v4 y se probó su reutilización en distintas plataformas: el LMS ILIAS de la UJA y el LMS Moodle de UniLabs (http://unilabs.dia.uned.es/course/view.php?id=35)

En el curso 2015-16 este mismo laboratorio fue presentado de la misma forma a los alumnos que cursaron la asignatura "Automática Industrial" en la EPS de Linares (EPSL). Se estableció un grupo de control con un WebLab de 2 páginas (la del laboratorio y el test final que fue incluido en el SCORM) y otro experimental con el WebLab completo de 4 páginas (las 3 indicadas en la experiencia realizada en la EPSJ el curso anterior más el test final). Para ello se hicieron copias de los recursos desarrollados en el curso anterior (Anexos 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10) modificando los paquetes SCORM para incluir el test final (Anexo 2) en los WebLab PID Motor CC de 1 página (Anexo 4) y 3 páginas (Anexo 8).

Estos recursos se ofrecen en http://dv.ujaen.es/docencia/goto_docencia_fold_710011.html, una carpeta situada en el espacio virtual de la asignatura en ILIAS (Figura 7). No se han incluido anexos de los resultados del uso de este WebLab por ser muy similares a los obtenidos el curso pasado con las diferencias antes señaladas y el hecho de que el número de alumnos es bastante menor.



Figura 7. Captura de pantalla del espacio virtual de entrada a los grupos de Control (2P) y experimental en ILIAS.

- WebLab remoto "**Comunicaciones SIP**". Este WebLab es fruto del trabajo realizado al amparo de un Trabajo Fin de Grado (TFG) realizado por el alumno del Grado de Ingeniería Telemática D. Ismael Malpica Herrera en la EPSL con la tutorización del profesor Ildefonso Ruano Ruano titulado "WEBLAB SIP-JAVA BASADO EN SCORM". El TFG fue defendido en la convocatoria extraordinaria de julio de 2015 alcanzando la calificación de sobresaliente. Una versión operativa ha sido presentada y utilizada por alumnos matriculados el curso 2015/16 en la asignatura "Sistemas de Telefonía" del Grado de Ingeniería Telemática impartida en la EPS de Linares. El WebLab dispone de un espacio virtual que se ofreció al alumno para su trabajo en la dirección http://dv.ujaen.es/docencia/goto_docencia_fold_660419.html de la plataforma ILIAS de la UJA (Figura 8) que contiene:
    - Pasos Previos a Ejecución de WebLab. Módulo ILIAS con recomendaciones y consejos a los alumnos que van a ejecutar el WebLab para no tener problemas con su ejecución (Anexo 3).



Figura 8. Captura de pantalla de la carpeta asignada para contenidos del WebLab de SIP

- Comunicaciones SIP. Módulo SCORM de 4 páginas (Anexo 11) que incluye:
  - Página 1: Introducción y explicación del WebLab
  - Página 2: Teoría y test de comprobación de adquisición de conocimientos necesarios para trabajar en el VRL.
  - Página 3: Guiones de prácticas y 2 Applets java con el software de laboratorio remoto que deben usar los alumnos (Figura 9, softphone y servidor proxy SIP) pudiendo conectarse con otros compañeros.
  - Página 4. Test final de comprobación de conocimientos adquiridos.
- Encuesta WebLab. Encuesta ILIAS para recabar opinión del alumnado sobre el WebLab SIP de cuatro páginas (Anexo 12).

- WebLab híbrido (virtual y remoto) de "Control de Temperatura de un Invernadero Remoto". Se encuentra en fase de evaluación previa a su uso por parte de estudiantes de la Escuela Politécnica Superior de Jaén. Este WebLab es fruto del trabajo realizado al amparo de un Trabajo Fin de Grado (TFG) realizado por el alumno del Grado de Ingeniería Industrial D. Juan Francisco Vico Zafra en la EPSJ con la co-tutorización de Elisabeth Estévez Estévez (participante en este PID) que tiene por título "DESARROLLO DE LABORATORIO WEB (WEBLAB) BASADO EN SCORM CON CAPACIDAD DE INTERACCIONAR CON LMS".

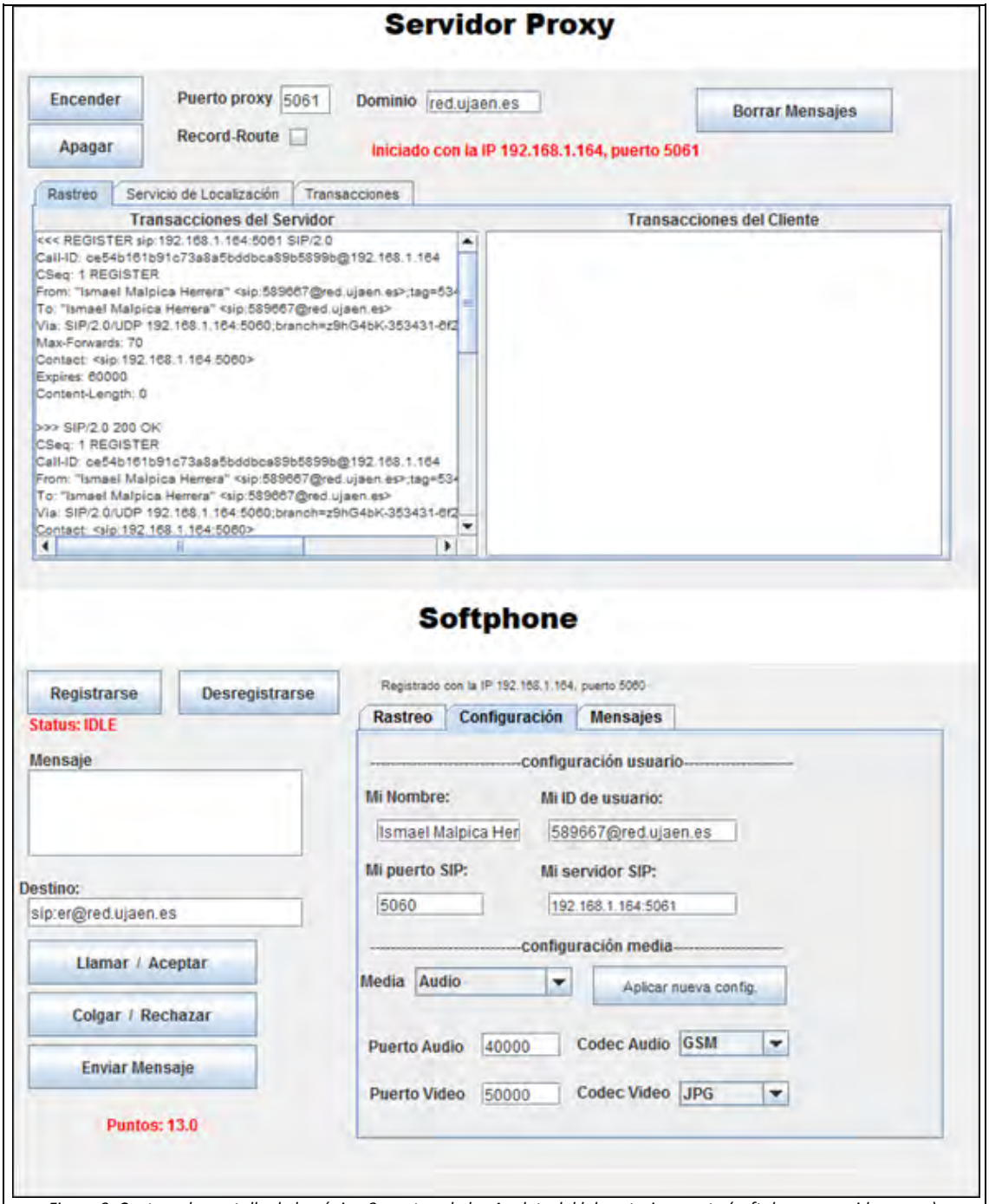


Figura 9. Captura de pantalla de la página 3 mostrando los Applets del laboratorio remoto (softphone y servidor proxy).

El TFG ha sido defendido en la convocatoria extraordinaria de julio de 2015 alcanzando la calificación de sobresaliente. Actualmente existe una versión del WebLab (Anexo 13) en el espacio virtual que se dio al alumno para su trabajo en la plataforma ILIAS de la UJA que contiene:

- Pasos Previos a Ejecución de WebLab. Módulo ILIAS con recomendaciones y consejos a los alumnos que van a ejecutar el WebLab para no tener problemas con su ejecución (Anexo 3).
- WebLab Control de Temperatura de un Invernadero remoto. Módulo SCORM de 5 páginas (Anexo 13) que incluye:
  - Página 1: Introducción y explicación del WebLab
  - Página 2: Teoría y test de comprobación de adquisición de conocimientos necesarios para trabajar en el VRL.
  - Página 3: Guiones de prácticas y un Applet java con el software del laboratorio virtual que deben usar los alumnos (simulador de invernadero).
  - Página 4: Guiones de prácticas y un Applet java con el software del laboratorio remoto que deben usar los alumnos para conectarse con el invernadero, verlo en tiempo real (gracias a una cámara IP) e interactuar con el mismo pudiendo visualizar los datos del mismo de forma gráfica (Figura 10).
  - Página 5. Test final de comprobación de conocimientos adquiridos.

- WebLab híbrido (virtual y remoto) de "**Fotosíntesis**". Se encuentra en fase de preparación previa a su uso por parte de estudiantes de la FHHyCCEE. Una versión preliminar del WebLab le fue dada al alumno de Ingeniería Industrial Alberto Vela Ruiz para que le sirvió como base para formar parte de su TFG titulado "Desarrollo de Laboratorio Web (WebLab) basado en SCORM con capacidad de interaccionar con LMS". Dicho TFG fue co-tutorizado por la profesora Elisabeth Estévez Estévez (participante en este PID) y defendido en la convocatoria extraordinaria de septiembre de 2015 alcanzando la calificación de sobresaliente. El WebLab obtenido como fruto de este TFG se encuentra en ILIAS en la dirección http://dv.ujaen.es/docencia/goto_docencia_fold_622499.html (Anexo 14). Tiene 5 páginas:
  - Página 1: Introducción y explicación del WebLab
  - Página 2: Cuestionario de comprobación de ideas previas preestablecidas.
  - Página 3: Guiones de prácticas y dos Applets java con el software del laboratorio virtual (Figura 11) y el laboratorio remoto (Figura 12) que deben usar los alumnos.
  - Página 4: Evaluación de las prácticas mediante cuestiones tipo test.
  - Página 5: Teoría asociada a los cuestionarios que se han trabajado en este WebLab. Resumen de los aspectos más importantes tratados.

  En este laboratorio se han aplicado nuevas teorías didácticas en la que se ha cambiado la estructura utilizada hasta ahora para el diseño del Weblab basada en 4 páginas (1: Introducción, 2: teoría y test pre-VRL, 3: Guiones de prácticas y VRL y 4: Evaluación final) por la que se acaba de explicar basada en 5 páginas.

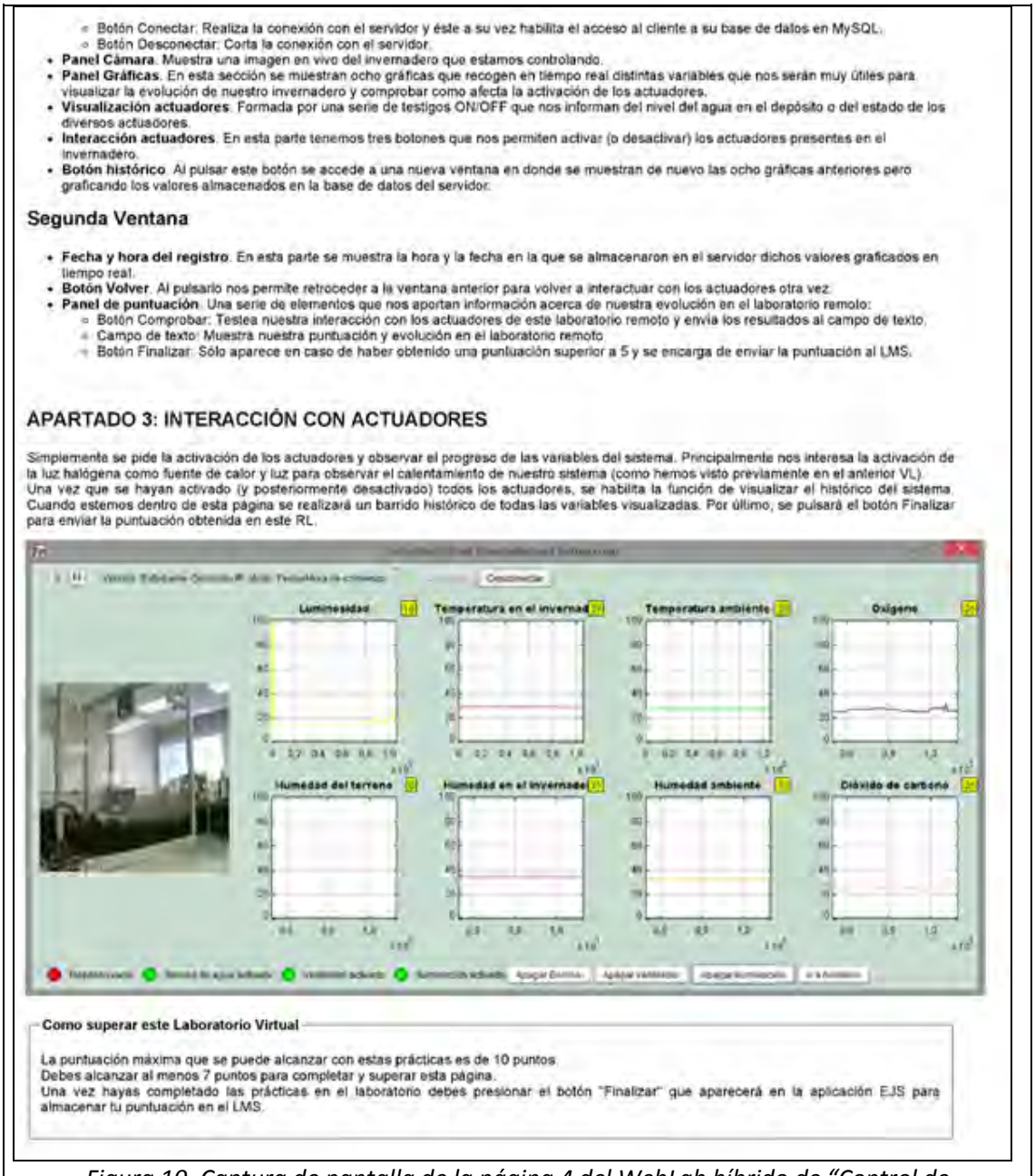


Figura 10. Captura de pantalla de la página 4 del WebLab híbrido de "Control de Temperatura de un Invernadero Remoto" mostrando el Applet del laboratorio remoto.

El motivo de este cambio es ofrecer en el último bloque la teoría asociada a los cuestionarios que se han trabajado en el WebLab. Dicha teoría debería ser ya conocida por el alumno, pero para afianzar los conocimientos adquiridos en este WebLab se muestra un resumen de los aspectos más importantes tratados. El alumno deberá leer detenidamente este resumen para comprobar si sus ideas

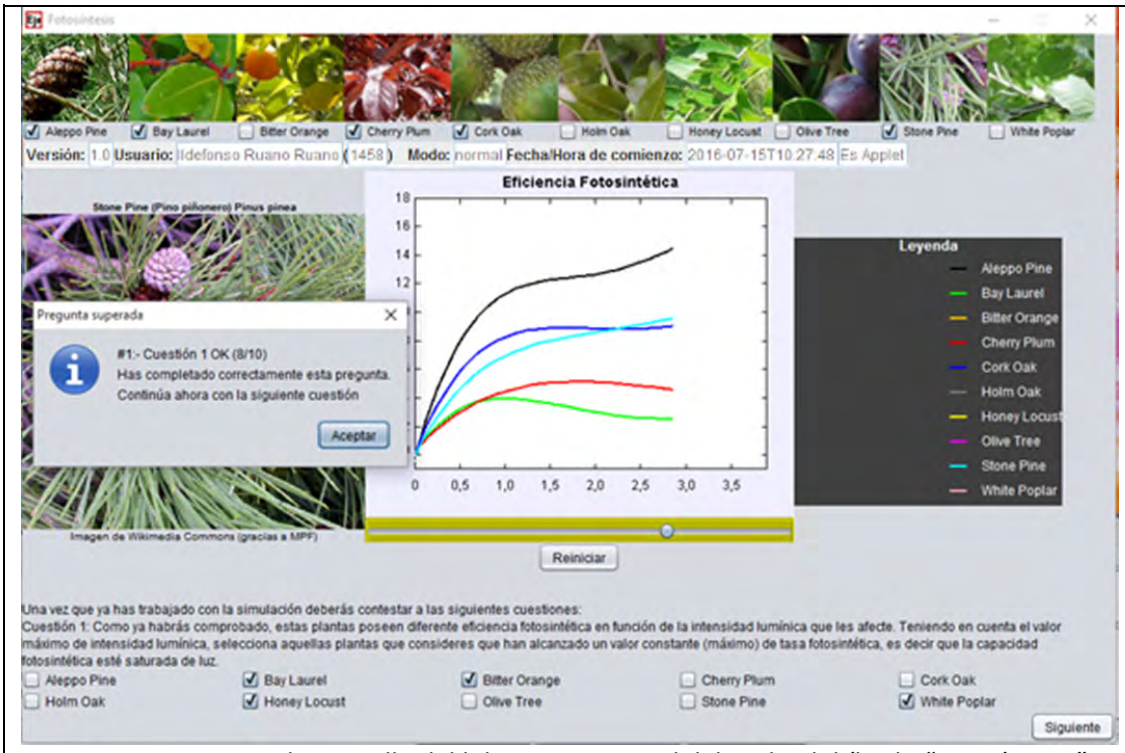


Figura 11. Captura de pantalla del laboratorio virtual del WebLab híbrido "Fotosíntesis".

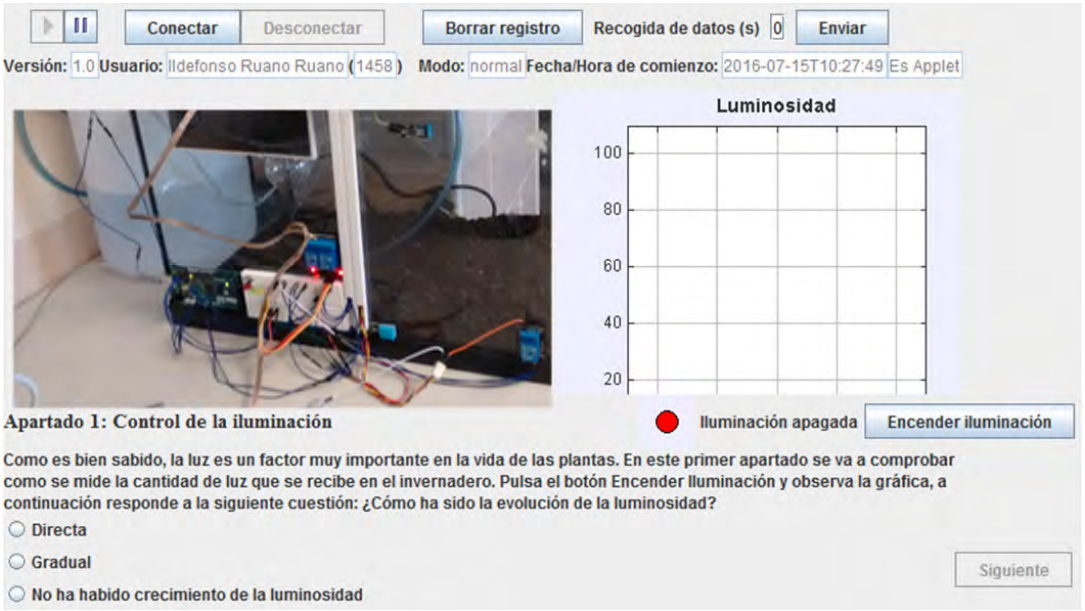


Figura 12. Captura de pantalla del laboratorio remoto del WebLab híbrido "Fotosíntesis".

preconcebidas (y las adquiridas tras trabajar en el entorno de investigación de la página 3) concuerdan con la realidad.

- Fichero Excel de resultados de uso del WebLab virtual de "Control PID de Motor CC" en el curso 2014-15 (Anexo 15). Los resultados del curso 2015-16 no se han incluido por ser similares a los del curso pasado.

- Resultados de las encuestas del WebLab virtual de "Control PID de Motor CC"
  - Grupo de Control: resultados de Encuesta WebLab (Anexo 16).
  - Grupo Experimental: resultados de Encuesta WebLab (Anexo 17).

- Documento "Datos y Conclusiones del uso del WebLab Control PID de Motor CC". Tras analizar los datos de uso de los recursos asociados a este WebLab, los resultados obtenidos por los alumnos que han hecho uso del mismo y los resultados de las encuestas de evaluación se ha elaborado un documento que resalta los datos más relevantes incluyendo gráficas. Estas conclusiones se basan en los datos obtenidos para el grupo base y el grupo de control comparando los resultados de cada uno con el fin de confirmar la efectividad del WebLab en su versión propuesta. También se incluyen comparativas de los resultados que obtienen los alumnos que han trabajado y terminado el WebLab (1P y 3P) en la evaluación final de la asignatura "Automática Industrial" frente a calificaciones medias de la asignatura (Anexo 18).

- Fichero Excel de resultados de uso del WebLab remoto de "Comunicaciones SIP" en el curso 2015-16 (Anexo 19). En el mismo documento se han añadido datos de los resultados conseguidos por los alumnos en el presente curso académico en la parte práctica y en la evaluación final de la asignatura "Sistemas de Telefonía"

- Resultados de las encuestas del WebLab remoto de "Comunicaciones SIP" (Anexo 20).

- La asistencia a congresos y Jornadas también ha generado resultados importantes con los que se ha mostrado el trabajo realizado al amparo de este PID:
  - **3rd IFAC Workshop on Internet Based Control Education, IBCE 2015, (Brescia, Italia)**. Comunicación (Anexo 21) y presentación powerpoint (Anexo 22) del trabajo realizado por Ruano-Ruano, I.; Cano-Marchal, P.; Gámez-García, J. y Gómez-Ortega, J. titulado "PID Control WebLab with LMS Integration Using SCORM". Publicado en IFAC-PapersOnLine Vol.48, Issue 29, 2015, P.301–306. doi: 10.1016/j.ifacol.2015.11.252 Disponible online: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405896315025100.
  - **II Jornadas Doctorales del Programa TIC, (Baeza, España).** Presentación (Anexo 23) de la investigación realizada por el profesor Ildefonso Ruano-Ruano, titulado "Integración de Laboratorios online de Automática y Telecomunicación en los Sistemas de Gestión de Aprendizaje mediante SCORM". Junio 2016.

- **XXXVII Jornadas de Automática, JA2016, (Madrid, España).** Comunicación (Anexo 24), vídeo (Anexo 25) y poster (Anexo 26) del trabajo realizado por Ruano-Ruano, I.; Gámez-García, J. y Gómez-Ortega, J. titulado "Modos de integración de Laboratorios Online en Sistemas de Gestión de Aprendizaje". A celebrar en septiembre de 2016.

- Finalmente, los últimos resultados reseñables obtenidos en este PID son las publicaciones 3 Publicaciones conseguidas en revistas indexadas en el sistema JCR:
  - Publicación 1 (Anexo 27): **"Laboratorio Web SCORM de Control PID con Integración Avanzada"**
    - Autores: Ruano Ruano, I.; Gámez García, J.; Gómez Ortega, J.
    - Revista: Revista Iberoamericana de Automática e Informática industrial-RIAI-ISSN 1697-7912.
    - Estado: Aceptado-Pendiente de publicar (Anexo 28. Ref. RIAI-D-15-00066R2).
    - JCR(2015): 0,475-Q4
  - Publicación 2 (Anexo 29): "**A methodology to Obtain Learning Effective Laboratories with Learning Management System Integration**"
    - Autores: Ruano-Ruano, I., Gámez-Garcia, J., Bencomo, S. D., & Gómez Ortega, J.
    - Revista: IEEE Transaction on Learning Technologies.
    - Estado: Aceptado, en espera de prueba de impresión (Anexo 30).
    - JCR(2015): 1,129-Q3
  - Publicación 3 (Anexo 31): "**Advanced LMS Integration of SCORM Web Laboratories"**
    - Autores: Ruano-Ruano, I.; Cano-Marchal, P.; Gámez-García, J.; Gómez-Ortega, J.
    - Revista: IEEE Access.
    - Estado: Aceptado, doi:10.1109/ACCESS.2016.2587805. En prueba de impresión (Anexo 32).
    - JCR(2015): 1,249-Q2

Evaluación de la innovación

(instrumentos y recursos previstos)

Como ya se indicó en la solicitud de este PID. La evaluación de la innovación se ha realizado en base a los siguientes factores e instrumentos:

A. Resultados de encuestas de satisfacción/uso/evaluación del alumnado.
B. Uso y resultados obtenidos por los alumnos en los laboratorios Web.
C. Foros/Congresos en los que se logre realizar publicaciones basadas en los trabajos realizados en este PID.

En el apartado Evaluación del proceso y Autoevaluación se muestran los resultados obtenidos en cada uno de los factores e instrumentos utilizados.

Proyección e Impacto

(transferencia de los resultados y mejoras en el aprendizaje demostrables)

Este proyecto de innovación docente ha tenido una repercusión inmediata en todo el alumnado matriculado en las asignaturas en las que se han desarrollado los laboratorios afectados.

Las metodologías, herramientas y diseños obtenidos se han reutilizado y podrán ser usados en futuras realizaciones de laboratorios Web.

Esta experiencia y los resultados que se han obtenido, se han compartido en encuentros de diverso ámbito:

- Internacional, como el "3rd IFAC Workshop on Internet Based Control Education", IBCE 2015, celebrado en Brescia (Italia) en noviembre de 2015.
- Nacional, como las "II Jornadas Doctorales del Programa TIC", celebradas en Baeza (España) en junio de 2016 y las XXXVII Jornadas de Automática, JA2016, que se celebrarán en Madrid, (España) en septiembre de 2016.

Además, al haber realizado publicaciones sobre estas experiencias en congresos y/o revistas nacionales e internacionales se podrán aprovechar de los resultados en universidades españolas, de habla hispana y a toda la comunidad internacional:

- Publicaciones en español:
  - "Laboratorio Web SCORM de Control PID con Integración Avanzada". Con la referencia RIAI-D-15-00066R2 que se publicará en la revista "Revista Iberoamericana de Automática e Informática industrial" (RIAI) con ISSN 1697-7912 y JCR(2015): 0,475-Q4.
  - "Modos de integración de Laboratorios Online en Sistemas de Gestión de Aprendizaje". Se publicará en el libro de actas de las XXXVII Jornadas de Automática, JA2016.

- Publicaciones en inglés:
  - "PID Control WebLab with LMS Integration Using SCORM". Publicado en IFAC-PapersOnLine Vol.48, Issue 29, 2015, P.301–306. Disponible online: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405896315025100. doi: 10.1016/j.ifacol.2015.11.252.
  - "A methodology to Obtain Learning Effective Laboratories with Learning Management System Integration". Que se publicará en la revista "IEEE Transaction on Learning Technologies" (IEEE ToLT), con JCR(2015): 1,129-Q3.
  - "Advanced LMS Integration of SCORM Web Laboratories". Con doi:10.1109/ACCESS.2016.2587805 que se publicará en la revista "IEEE Access", con JCR(2015): 1,249-Q2.

Evaluación del proceso y Autoevaluación

(instrumentos y recursos empleados)

A continuación se pasa a mostrar cada uno de los factores/instrumentos utilizados en la evaluación de la innovación:

A. Resultados de encuestas de satisfacción/uso/evaluación del alumnado.

Tras la presentación de los WebLabs a los alumnos se han puesto a su disposición unas encuestas con las que han podido expresar su satisfacción respecto a diversos aspectos relacionados con los laboratorios online y sobre él mismo en general.

A continuación se muestran a modo de ejemplo algunos de ellos, como los gráficos de las opiniones finales sobre los WebLab por grupo del WebLab "Control PID de Motor CC" (valores de media en tanto por 5):

1. Opinión de los alumnos del Grupo de Control sobre distintos aspectos del WebLab:

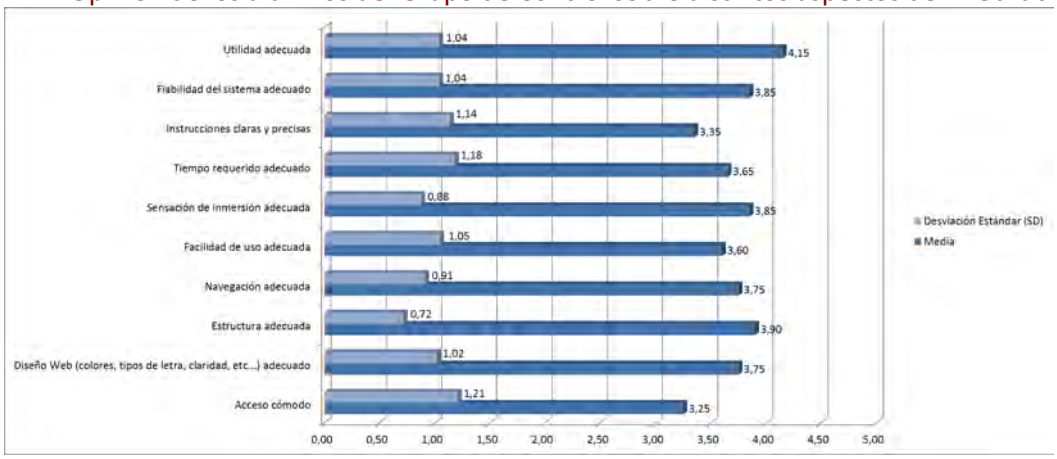


Figura 13. Opinión de los alumnos del Grupo de Control

2. Opinión de los alumnos del Grupo Experimental sobre distintos aspectos del WebLab.

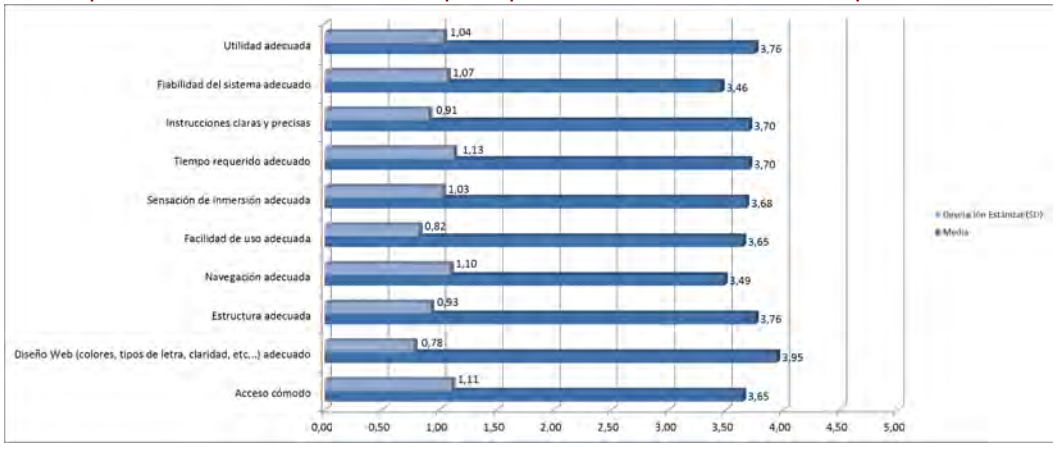


Figura 14. Opinión de los alumnos del Grupo Experimental

3. Opinión final general de los alumnos del Grupo de Control sobre el WebLab (1P):

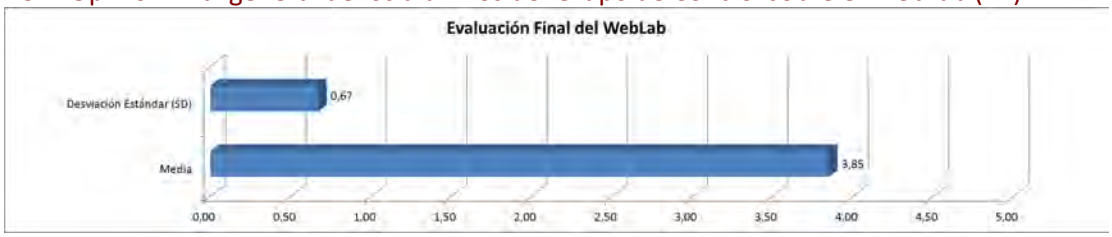


Figura 15. Opinión final de los alumnos del Grupo de Control

4. Opinión final general de los alumnos del Grupo Experimental sobre el WebLab (3P):



Figura 16. Opinión final de los alumnos del Grupo Experimental

Las figuras 17, 18 y 19 muestran los resultados obtenidos en el WebLab "Comunicaciones SIP".

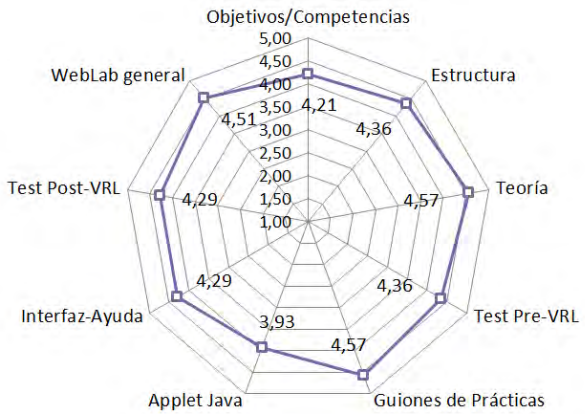


Figura 17. Opinión de los alumnos sobre componentes del WebLab "Comunicaciones SIP".

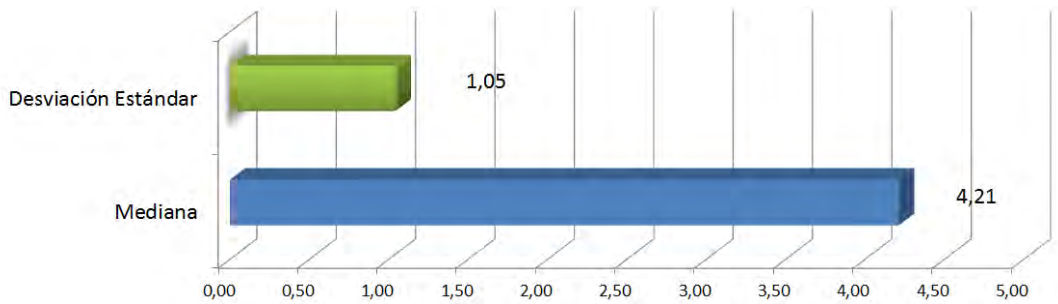


Figura 18. Opinión final de los alumnos del WebLab "Comunicaciones SIP".

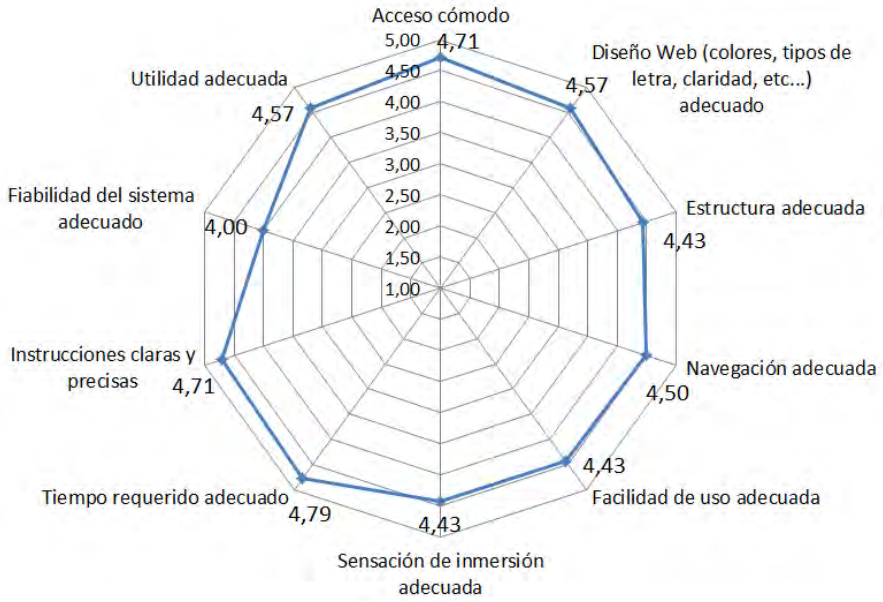


Figura 19. Opinión de alumnos sobre distintos aspectos del WebLab "Comunicaciones SIP".

Los resultados completos se encuentran en los anexos correspondientes:

- Anexo 16: Resultados de Encuesta WebLab PID Motor CC en el Grupo de Control.
- Anexo 17: Resultados de Encuesta WebLab PID Motor CC en el Grupo Experimental.
- Anexo 20: Resultados de Encuesta WebLab "Comunicaciones SIP".

Se puede concluir que la valoración dada por los estudiantes al resultado principal de este PID, que son los WebLabs (hasta el momento WebLab de Control PID de Motor CC, utilizado en 2 ocasiones, y WebLab Comunicaciones SIP) ha sido muy positiva.

B. Uso y resultados obtenidos por los alumnos en los laboratorios Web.

- Uso y resultados obtenidos por los alumnos en el WebLab "Control PID de Motor CC":
  - Los datos promedio temporales no son muy fiables: la desviación estándar es muy elevada. Debe ser debido a que hay alumnos que entran en las páginas y después de trabajar no las cierran y las dejan contando un tiempo que no es real, de ahí la desviación tan grande.
  - Acceso inicial escaso: Realizan el test previo (primer recurso) 71 alumnos de 170 en el grupo Control (41,76%) y 69 de 169 en el grupo Experimental (40,82%).
  - Nivel de conocimiento inicial escaso en ambos grupos: Nota media obtenida en el test previo de 4,16 (SD 0,85) en el grupo de control y 4,49 (SD 2,15) en el grupo Experimental. Alumnos que superan el test:
    - Grupo Control: 22 (30,99% de los que acceden al test) con nota media de 6,36 (SD 0,85)
    - Grupo Experimental: 29 (42,03% de los que acceden al test) con nota media de 6,60 (SD 1,17)

- Acceso al WebLab muy escaso en ambos grupos: Entran 50 alumnos de 170 en el grupo Control (29,41%, 70,4% de los que hicieron el test previo) y 57 de 169 en el grupo Experimental (33,73%, 82,6% de los que hicieron el test previo).
- Mejores resultados en el laboratorio virtual de los alumnos del grupo Experimental. Lo superan más alumnos y con mejor nota:
  - Grupo Control: 22 (44% de los que entran en el WebLab, 31% de los que hicieron el test inicial) con nota media de 6,36 (SD 0,85)
  - Grupo Experimental: 41 (71,93% de los que entran en el WebLab, 59,4% de los que hicieron el test inicial) con nota media de 9,18 (SD 0,68)

- **Buen nivel de conocimiento alcanzado por los alumnos que llegaron a realizar el test final en ambos grupos**, pero con mejores resultados en el grupo Experimental: Nota media obtenida en el test final de 6,88 (SD 2,32) en el grupo de control y 7,35 (SD 2,49) en el grupo Experimental. Alumnos que superan el test:
  - Grupo Control: 16 (72,73% de los que acceden al test) con nota media de 7,95 (SD 1,73)
  - Grupo Experimental: 32 (78,05% de los que acceden al test) con nota media de 8,39 (SD 1,65)
- **Aumenta al menos un 20% el nivel de conocimiento final alcanzado por los alumnos que llegaron a realizar el test final en ambos grupos:**
  - Grupo Control: Mejora Promedio de 2,01 (SD 3,29) (Mejora de 20,13%)
  - Grupo Experimental: Mejora Promedio de 2,23 (SD 2,8) (Mejora de 22,30%)
- El número de alumnos que completa toda la propuesta didáctica superando el test final es bajo aunque **el número de alumnos que supera toda la propuesta didáctica fue muy superior en el grupo experimental** respecto al grupo de control:
  - Grupo Control: 16 (32% de los que acceden al WebLab, 22,5% de los que accedieron al test previo)
  - Grupo Experimental: 32 (57,14% de los que acceden al WebLab, 46,4% de los que accedieron al test previo)
- La asistencia al examen de la primera convocatoria de la asignatura no ha sido muy alta, 197 de 340 alumnos (57,94%), y los resultados no han sido muy positivos ya que sólo aprobaron 61 (17,94%) con una nota media de 6,52 (SD 0,76).
- **Los alumnos que trabajaron algún recurso asociado al WebLab (al menos el test previo) obtuvieron mejores resultados que la media del curso:**
  - Grupo Control: 23 alumnos superaron el examen (38,33% de los que se presentaron) con una nota media de 6,4 (SD 2,18)
  - Grupo Experimental: 20 alumnos superaron el examen (37,04% de los que se presentaron) con una nota media de 6,73 (SD 0,92)
- **Los alumnos que superaron el WebLab y el test final de evaluación obtuvieron los mejores resultados:**
  - Grupo Control: 9 alumnos superaron el examen (64,29% de los que se presentaron) con una nota media de 6,84 (SD 0,47)
  - Grupo Experimental: 14 alumnos superaron el examen (50% de los que se presentaron) con una nota media de 6,88 (SD 1,02)

- Gráfico Resumen de resultados de alumnos en Grupo de Control:

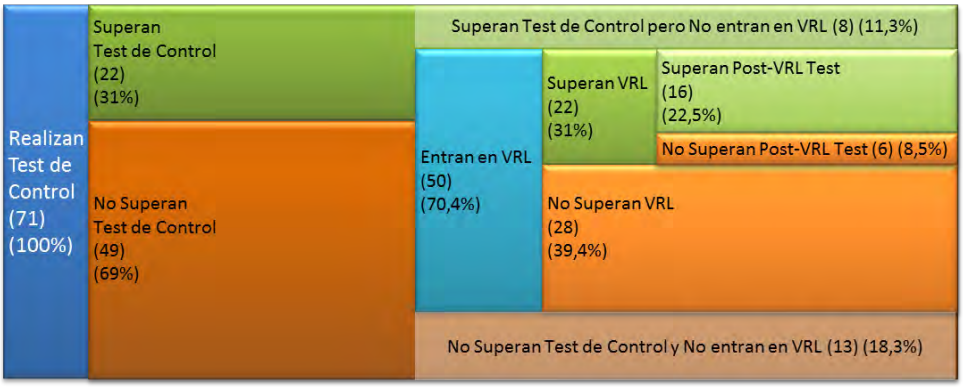


Figura 20. Resultados Grupo de Control.

- Gráfico Resumen de resultados de alumnos en Grupo Experimental:

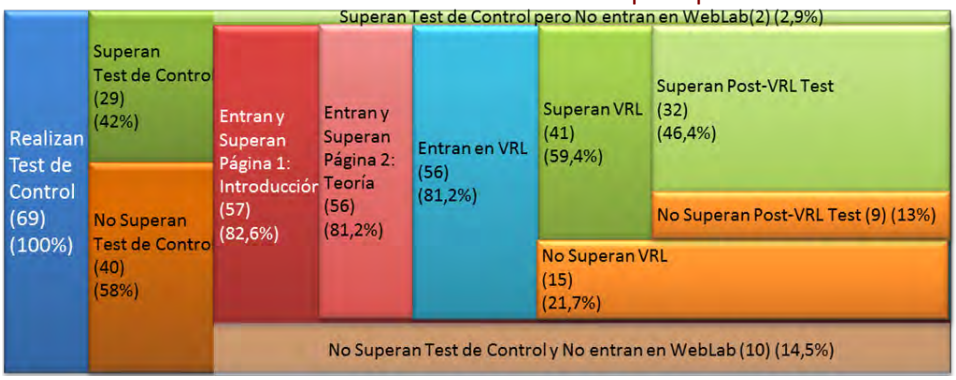


Figura 21. Resultados Grupo Experimental.

- Gráfico de Resultados finales de los alumnos en la asignatura y WebLab:

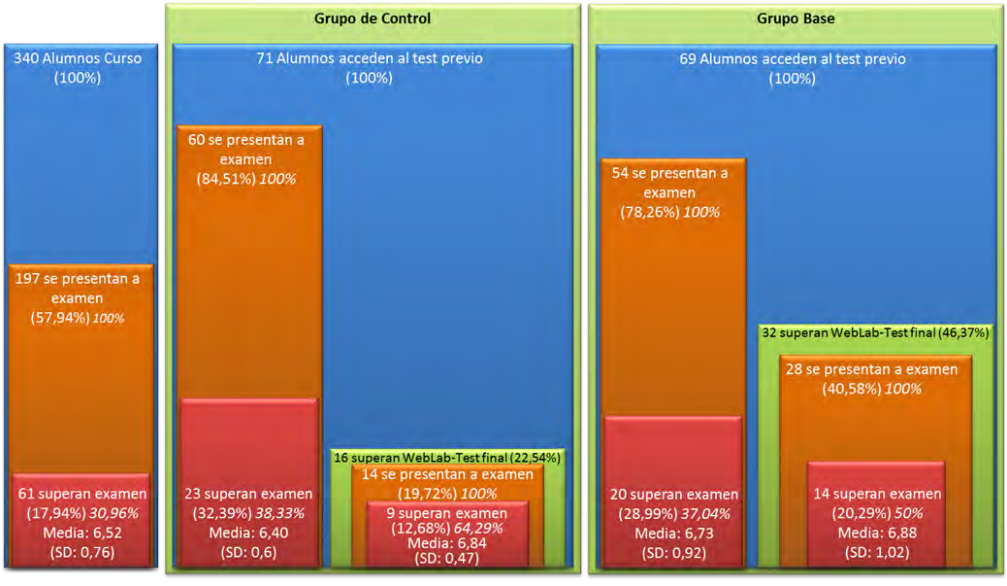


Figura 22. Resultados WebLab vs Asignatura.

- Uso y resultados obtenidos por los alumnos en el WebLab "Comunicaciones SIP":

Debido al reducido número de alumnos de esta asignatura (14) se decidió no se vio conveniente hacer dos grupos para evaluar la experiencia ya que el escaso número de datos hace irrelevante los resultados. Estos son los resultados obtenidos en el laboratorio por los alumnos que lo ejecutaron y su relación con la nota de prácticas y final de la asignatura:

#	Último acceso	Intentos	SCO1	SCO2		SCO3		SCO4		TOTAL			Nota Prácticas Conv1 2015-15	Nota Asignatura Conv1 2015-16
			Tpo	Tpo	Pts	Tpo	Pts	Tpo	Pts	Tpo	Pts	Nota		
1	18. Dic 2015, 18:46	5	2	10	23	29	24	12	24	53	71	8,45	6,75	3,90
2	18. Dic 2015, 18:54	5	4	5	28	82	24	9	18	100	70	8,33	9,25	8,50
3	18. Dic 2015, 19:29	2	4	18	24	56	24	10	18	88	66	7,86	9,50	9,26
4	18. Dic 2015, 18:45	4	5	12	23	76	26	11	23	104	72	8,57	7,00	7,22
5	18. Dic 2015, 18:54	11	1	16	28	79	24	9	23	105	75	8,93	9,25	7,99
6	18. Dic 2015, 19:27	3	4	12	23	39	24	9	18	64	65	7,74	9,50	8,14
7	18. Dic 2015, 18:55	11	4	11	23	91	24	9	28	115	75	8,93	9,75	9,28
8	18. Dic 2015, 18:54	14	3	12	18	109	24	9	23	133	65	7,74	9,75	8,62
9	18. Dic 2015, 18:40	6	1	12	28	70	24	6	28	89	80	9,52	9,75	7,79
10	18. Dic 2015, 18:35	4	3	7	28	43	28	11	28	64	84	10,00	9,50	8,80
11	18. Dic 2015, 19:18	20	1	11	28	97	24	14	13	123	65	7,74	9,75	7,19
12	18. Abr 2016, 13:37	11	1	16	28	61	28	16	23	94	79	9,40	9,50	8,05
13	18. Dic 2015, 19:00	6	1	8	18	143	26	2	28	154	72	8,57	9,50	7,10
14	18. Dic 2015, 19:01	4	3	20	23	37	24	14	23	74	70	8,33	7,00	7,73
	Promedios	7,57	2,64	12,14	24,50	72,29	24,86	10,07	22,71	97,14	72,07	8,58	8,98	7,83
	SD	5,11	1,45	4,19	3,61	31,56	1,51	3,50	4,60	28,37	5,99	0,71	1,13	1,33

Nota media Prácticas	8,17	8,83	8,98
SD	0,59	2,66	1,13
Curso académico	2013-14	2014-15	2015-16
	Nota Prácticas Conv1		

7,11	7,21	7,83	Nota media Asignatura
0,72	2,24	1,33	SD
2013-14	2014-15	2015-16	Curso Académico
Nota Asignatura Conv1			

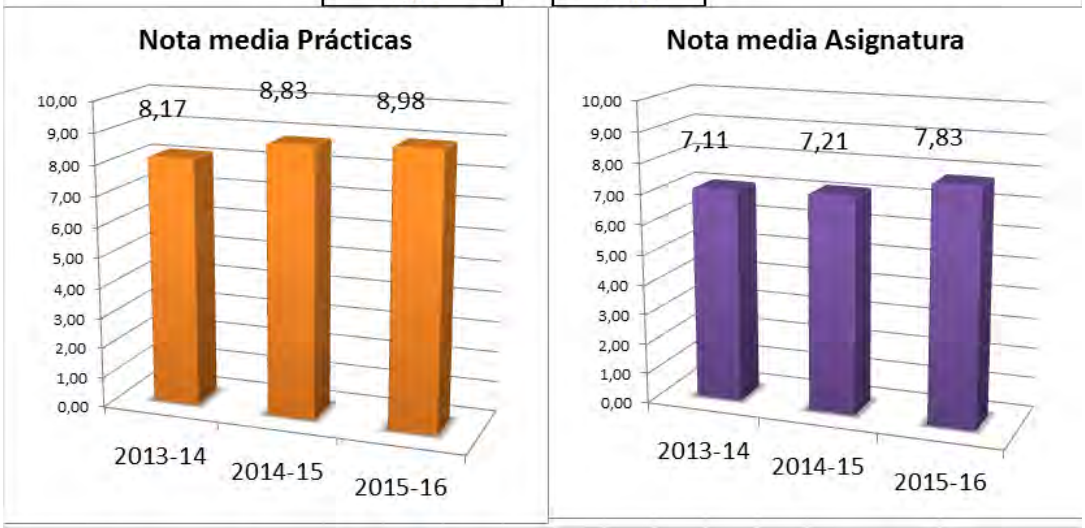


Figura 23. Resultados WebLab Comunicaciones SIP (vs Prácticas/Asignatura).

En este caso los resultados son escasos y aunque positivos no se puede concluir que el WebLab haya sido determinante en su consecución.

Los resultados completos se encuentran en los anexos correspondientes:

- Anexo 15: Fichero Excel de resultados de uso del WebLab virtual de "Control PID de Motor CC".
- Anexo 18: Datos y Conclusiones del uso del WebLab "Control PID de Motor CC".
- Anexo 19: Fichero Excel de resultados de uso del WebLab remoto de "Comunicaciones SIP".

Se puede concluir que los resultados obtenidos por los alumnos en los WebLabs ha sido positivo, sin embargo se hace necesario repetir la experiencia durante una serie de años y con un número suficiente de alumnos para poder obtener conclusiones mejor cimentadas. De cualquier forma sí se puede concluir que la experiencia ha sido positiva para los alumnos que han ejecutado los WebLab y que sus calificaciones no han empeorado respecto a los que no lo han ejecutado y han sido en todo caso muy buenas.

C. Foros/Congresos en los que se logre realizar publicaciones basadas en los trabajos realizados en este PID.

Las publicaciones asociadas a este PID han sido las siguientes:

- "Laboratorio Web SCORM de Control PID con Integración Avanzada". Con la referencia RIAI-D-15-00066R2 que se publicará en la revista "Revista Iberoamericana de Automática e Informática industrial" (RIAI) con ISSN 1697-7912 y JCR(2015): 0,475-Q4.
- "Modos de integración de Laboratorios Online en Sistemas de Gestión de Aprendizaje". Se publicará en el libro de actas de las XXXVII Jornadas de Automática, JA2016.
- "PID Control WebLab with LMS Integration Using SCORM". Publicado en IFAC-PapersOnLine Vol.48, Issue 29, 2015, P.301–306. Disponible online: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405896315025100. doi: 10.1016/j.ifacol.2015.11.252.
- "A methodology to Obtain Learning Effective Laboratories with Learning Management System Integration". Que se publicará en la revista "IEEE Transaction on Learning Technologies" (IEEE ToLT), con JCR(2015): 1,129-Q3.
- "Advanced LMS Integration of SCORM Web Laboratories". Con doi:10.1109/ACCESS.2016.2587805 que se publicará en la revista "IEEE Access", con JCR(2015): 1,249-Q2.

Las 5 comunicaciones son de reconocido prestigio, 4 de ellas internacionales de las cuales 3 se han realizado en revistas incluidas en la indexación JCR por lo que se puede asegurar que la calidad del trabajo realizado en el ámbito de este PID está asegurada.

Otras consideraciones

No procede.

Gastos generados en el segundo año	
Fungibles	2 Conectores BTC (British Telecom Conector) analógicos Vernier 6P6C para conexionado de sensores de CO_2 y O_2 en placa ..... 50,46 €
Inventariables	
Viajes/Actividades	1 Inscripción XXXVII Jornadas de Automática..... 290 € 1 Gastos dieta viaje a Madrid (Pendiente de realizar)..... €
Otros	1 Estructura de aluminio y metacrilato con baldas de madera para instalación y protección de los laboratorios remotos ..... 884,97 € 1 Edición del artículo "Advanced LMS integration of SCORM Web Laboratories" (IEEE Access) para comprobación de traducción y arreglo por parte de AJE (American Journal Experts) ..... 247,18 €
Justificación	**Fungibles**: La puesta en marcha de los Laboratorios remotos exige la compra de elementos necesarios para conexión de sensores que permitan la recogida y monitorización de datos. **Viajes/Actividades:** Asistencia a las XXXVII Jornadas de Automática (JA2016), las cuales constituyen una forma de mostrar y proyectar el trabajo realizado (publicación ya mencionada). Además las JA2016 constituyen un foro de intercambio de opiniones e ideas con los expertos en laboratorios online más destacados de España. **Otros**: La estructura con paneles de metacrilato transparentes para ubicar los laboratorios remotos se hace necesaria por tres motivos: • Ofrecer seguridad a los equipos utilizados. • Permitir visión a las instalaciones de laboratorios remotos. • Mantener todos los equipos concentrados en una ubicación desde la cual el acceso a Internet proporcionado por los Servicios Centrales de Informática de la UJA está controlado. El pago a un servicio de comprobación del arreglo del artículo a publicar por el IEEE Access se hizo necesario ya que tras realizar el envío nos fue indicado por mail que era necesario realizar tales comprobaciones debido a errores encontrados. También nos fue recomendado el servicio prestado por AJE, con la cual se contrató (Anexo 33).

UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Enseñanzas de Grado, Postgrado y Formación Permanente
Secretariado de Enseñanzas de Grado e Innovación Docente

DATOS DE LOS MIEMBROS DEL GRUPO			
Nombre	Marta		
Apellidos	Romero Ariza		
D.N.I.	[redacted]	**E-mail**	mromero@ujaen.es
Centro	Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación	**Teléfono**	81970
Departamento	Departamento de Didáctica de las Ciencias		
Asignatura impartida	Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza II, Educación Ambiental, Aprendizaje y Enseñanza de las materias de Biología y Geología II.		
Curso	4º, master		
Categoría	Profesora Contratada Doctor	**Firma**	[redacted]

Nombre	Antonio		
Apellidos	Quesada Armenteros		
D.N.I.	[redacted]	**E-mail**	antquesa@ujaen.es
Centro	Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación	**Teléfono**	81973
Departamento	Departamento de Didáctica de las Ciencias		
Asignatura impartida	Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza II, Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza I, Aprendizaje y Enseñanza de las materias de Biología y Geología II.		
Curso	3º, 4º, Máster		
Categoría	Titular de Universidad	**Firma**	[redacted]

Nombre	Elisabeth		
Apellidos	Estévez Estévez		
D.N.I.	[redacted]		eestevez@ujaen.es
Centro	EPS Jaén	**Teléfono**	82167
Departamento	Ingeniería Electrónica y Automática		
Asignatura impartida	Automática Industrial, Fundamentos de control de procesos, ingeniería de Control, Regulación Automática, Automática y Control		
Curso	2º, 3º, master		
Categoría	Profesora contratada Doctor	**Firma**	[redacted]

UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Enseñanzas de Grado, Postgrado y Formación Permanente
Secretariado de Enseñanzas de Grado e Innovación Docente

DATOS DE LOS MIEMBROS DEL GRUPO			
Nombre	Alejandro		
Apellidos	Sánchez García		
D.N.I.	[redacted]		asgarcia@ujaen.es
Centro	EPS de Jaén	**Teléfono**	83380
Departamento	Ingeniería Electrónica y Automática		
Asignatura impartida	Control por computador, Automática avanzada, Automática industrial		
Curso	2º, 3º y 4º		
Categoría	Profesor Contratado Doctor	**Firma**	[redacted]

DATOS DE LOS MIEMBROS DEL GRUPO			
Nombre	Ildefonso		
Apellidos	Ruano Ruano		
D.N.I.	[redacted]		alonso@ujaen.es
Centro	EPS Linares	**Teléfono**	88627
Departamento	Ingeniería de Telecomunicación		
Asignatura impartida	Sistemas de Telefonía, Redes Basadas en dispositivos móviles, Fundamentos en Ingeniería Telemática, Fundamentos de las redes de telecomunicación.		
Curso	2º, 4º		
Categoría	Profesor Colaborador	**Firma**	[redacted]

DATOS DE LOS MIEMBROS DEL GRUPO			
Nombre	Juan		
Apellidos	Gómez Ortega		
D.N.I.	[redacted]		juango@ujaen.es
Centro	EPS de Jaén	**Teléfono**	82443
Departamento	Ingeniería Electrónica y Automática		
Asignatura impartida	Control Automático y Electrónica programada, Robótica Industrial		
Curso	4º, master		
Categoría	Catedrático de Universidad	**Firma**	

UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Enseñanzas de Grado, Postgrado y Formación Permanente
Secretariado de Enseñanzas de Grado e Innovación Docente

DATOS DE LOS MIEMBROS DEL GRUPO			
Nombre	Javier		
Apellidos	Gámez García		
D.N.I.	[redacted]		jggarcia@ujaen.es
Centro	EPS Jaén	**Teléfono**	83382
Departamento	Ingeniería Electrónica y Automática		
Asignatura impartida	Robótica		
Curso	4º		
Categoría	Titular de Universidad	**Firma**	

El/La abajo firmante se compromete a entregar el informe de resultados alcanzados con la valoración de los mismos.

Jaén, a de Julio de 2016

Fdo.:

ANEXOS DE MEMORIA DE PROGRESO DE PROYECTOS DE INNOVACIÓN DOCENTE
CONVOCATORIA PERIODO 2014/2016

ANEXO 1	
Título	Certificado de asistencia a "II Seminario CEA de Innovación Docente en Automática" desarrollado los días 15 y 16 de enero de 2015 en la Universidad Loyola de Andalucía
ANEXO 2	
Título	Test previo a WebLab de PID de motor CC. Test ILIAS para evaluar el conocimiento previo a la ejecución del WebLab "Control PID de Motor CC" del alumnado.
ANEXO 3	
Título	Pasos Previos a Ejecución de WebLab. Módulo ILIAS con recomendaciones y consejos a los alumnos que van a ejecutar el WebLab para no tener problemas con su ejecución
ANEXO 4	
Título	WebLab PID Motor CC. Módulo SCORM de 1 página que incluye guiones de prácticas y applet java con el simulador que deben usar los alumnos.
ANEXO 5	
Título	Encuesta WebLab PID Motor CC. Encuesta ILIAS para recabar opinión del alumnado sobre el WebLab PID Motor CC de una página (Anexo 5).
ANEXO 6	
Título	Foro de dudas del WebLab. Foro ILIAS para resolver dudas a los alumnos sobre el WebLab de una página
ANEXO 7	
Título	Grabación de la Solución al WebLab de control PID de Motor CC. Módulo ILIAS con vídeo grabado con el programa Adobe Connect de una explicación de la solución del WebLab que incluye una presentación PowerPoint y un ejemplo de uso del WebLab. Al tener un tamaño excesivo (101MB) se añade enlace para su descarga: http://tv.ujaen.es/almacen/downloads/94/1956.mp4
ANEXO 8	
Título	WebLab PID Motor CC. Módulo SCORM de 3 páginas: Introducción, Teoría y VL.
ANEXO 9	
Título	Encuesta WebLab PID Motor CC. Encuesta ILIAS para recabar opinión del alumnado sobre el WebLab PID Motor CC de tres páginas
ANEXO 10	
Título	Foro de dudas del WebLab. Foro ILIAS para resolver dudas a los alumnos sobre el WebLab de tres páginas
ANEXO 11	
Título	Comunicaciones SIP. Módulo SCORM de 4 páginas
ANEXO 12	
Título	Encuesta WebLab SIP. Encuesta ILIAS para recabar opinión del alumnado sobre el WebLab SIP de cuatro páginas
ANEXO 13	
Título	WebLab Control de Temperatura de un Invernadero remoto. Módulo SCORM de 5 páginas
ANEXO 14	
Título	WebLab Fotosíntesis. Módulo SCORM de 5 páginas
ANEXO 15	
Título	Fichero Excel de resultados de uso del WebLab virtual de "Control PID de Motor CC"
ANEXO 16	
Título	Resultados de Encuesta WebLab PID Motor CC en el Grupo de Control
ANEXO 17	
Título	Resultados de Encuesta WebLab PID Motor CC en el Grupo Experimental
ANEXO 18	
Título	Datos y Conclusiones del uso del WebLab "Control PID de Motor CC"

ANEXO 19	
Título	Fichero Excel de resultados de uso del WebLab remoto de "Comunicaciones SIP"
ANEXO 20	
Título	Resultados de Encuesta WebLab "Comunicaciones SIP"
ANEXO 21	
Título	Comunicación "PID Control WebLab with LMS Integration Using SCORM" presentada en el 3rd IFAC Workshop on Internet Based Control Education, IBCE 2015, (Brescia, Italia)
ANEXO 22	
Título	Presentación de Comunicación "PID Control WebLab with LMS Integration Using SCORM" presentada en el 3rd IFAC Workshop on Internet Based Control Education, IBCE 2015, (Brescia, Italia)
ANEXO 23	
Título	Presentación de investigación "Integración de Laboratorios online de Automática y Telecomunicación en los Sistemas de Gestión de Aprendizaje mediante SCORM" presentada en las II Jornadas Doctorales del Programa TIC, (Baeza, España).
ANEXO 24	
Título	Comunicación "Modos de integración de Laboratorios Online en Sistemas de Gestión de Aprendizaje" a presentar en las XXXVII Jornadas de Automática, JA2016, (Madrid, España).
ANEXO 25	
Título	Vídeo "Modos de integración de Laboratorios Online en Sistemas de Gestión de Aprendizaje" a presentar en las XXXVII Jornadas de Automática, JA2016, (Madrid, España). Al tener un tamaño excesivo (13,9MB) se añade enlace para su descarga: https://youtu.be/mcNfHh0-J8c
ANEXO 26	
Título	Póster "Modos de integración de Laboratorios Online en Sistemas de Gestión de Aprendizaje" a presentar en las XXXVII Jornadas de Automática, JA2016, (Madrid, España).
ANEXO 27	
Título	Publicación en Revista Iberoamericana de Automática e Informática industrial (RIAI): "Laboratorio Web SCORM de Control PID con Integración Avanzada"
ANEXO 28	
Título	Mail de aceptación de artículo RIAI: "Laboratorio Web SCORM de Control PID con Integración Avanzada"
ANEXO 29	
Título	Publicación en Revista IEEE Transaction on Learning Technologies: "A methodology to Obtain Learning Effective Laboratories with Learning Management System Integration"
ANEXO 30	
Título	Mail de aceptación de artículo IEEE ToLT: "A methodology to Obtain Learning Effective Laboratories with Learning Management System Integration"
ANEXO 31	
Título	Publicación en Revista IEEE Access: "Advanced LMS Integration of SCORM Web Laboratories"
ANEXO 32	
Título	Mail de revisión de prueba final de impresión tras aceptación de artículo IEEE Access: "Advanced LMS Integration of SCORM Web Laboratories"
ANEXO 33	
Título	Certificado de AJE de la edición y corrección del artículo "Advanced LMS Integration of SCORM Web Laboratories" en lenguaje inglés.

Los Anexos no se han podido entregar en la copia digital por ocupar un tamaño mayor (150MB) que el tamaño máximo permitido para la entrega telemática (4MB).

Estos Anexos se han entregado en la copia impresa por secretaría salvo los vídeos que están accesibles vía web.

ANEXO 1	
Título	Certificado de asistencia a "II Seminario CEA de Innovación Docente en Automática" desarrollado los días 15 y 16 de enero de 2015 en la Universidad Loyola de Andalucía

UNIVERSIDAD LOYOLA ANDALUCÍA

Comité Español de Automática
Universidad Loyola Andalucía
Campus Palmas Altas. Energía Solar, 1. 41014 Sevilla

II SEMINARIO CEA DE INNOVACIÓN DOCENTE EN AUTOMÁTICA

CERTIFICADO DE ASISTENCIA

Los organizadores del "II Seminario CEA de Innovación Docente en Automática", con una duración de 20 horas y desarrollado durante los días 15 y 16 de enero de 2015 en la Universidad Loyola Andalucía, certifican la asistencia de

ildefonso Ruano Ruano

a dicho evento.

UNIVERSIDAD LOYOLA ANDALUCÍA

Fdo: Fabio Gómez-Estern Aguilar
Coordinador Grupo Educación en Automática
Comité Español de Automática

ANEXO 2	
Título	Test previo a WebLab de PID de motor CC. Test ILIAS para evaluar el conocimiento previo a la ejecución del WebLab “Control PID de Motor CC” del alumnado.

Vista de impresión de test y encuestas

Test Previo a WebLab de PID de Motor CC

Fecha: mar 21 jul 2015 12:10:07 CEST Máxima puntuación: 28

1. Sistema Subamortiguado *(4 Puntos)* [ID: 1548378]

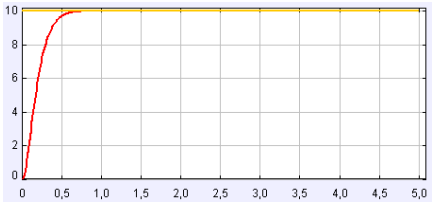
Las siguientes imágenes se corresponden con la señal de salida de un mismo sistema controlado mediante un controlador proporcional en el que se ha estado cambiando el valor de la constante proporcional K_P con el fin de obtener distintos comportamientos.

Señalar cual de las siguientes figuras se corresponde con el del **sistema Subamortiguado**:

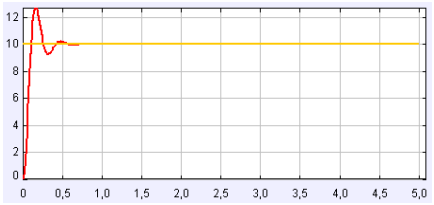
○ *(0 Puntos)*

No sabe/No Contesta

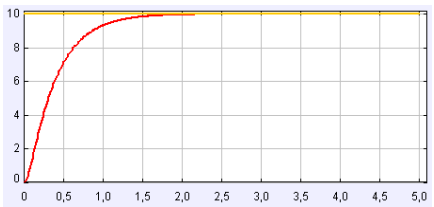
○ *(-1 Puntos)*



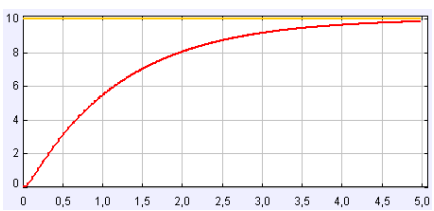
◉ *(4 Puntos)*



○ *(-1 Puntos)*



○ *(-1 Puntos)*



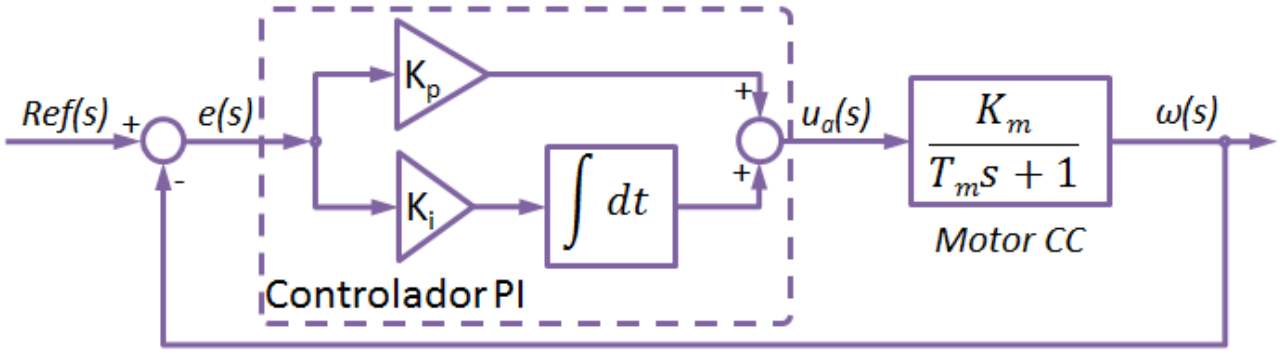
2. Tiempo de establecimiento al X% *(4 Puntos)* [ID: 1548379]

Señala la definición correcta de tiempo de establecimiento al X% del error:

- ○ No Sabe/No Contesta *(0 Puntos)*
- ○ Es el tiempo que tarda la señal de control en alcanzar el X% del valor de la señal en régimen permanente. *(-1 Puntos)*
- ○ Es el tiempo que tarda la señal de control en alcanzar el (100-X)% del valor de la señal en su régimen permanente. *(-1 Puntos)*
- ◉ Es el tiempo que tarda la respuesta del sistema en alcanzar el (100-X)% del valor de la señal en régimen permanente. *(4 Puntos)*
- ○ Es el tiempo que tarda la respuesta del sistema en alcanzar el X% del valor de la señal en régimen permanente. *(-1 Puntos)*

3. Función de transferencia simplificada *(4 Puntos)* [ID: 1548380]

Se tiene el siguiente esquema de un Motor CC al que se le está realizando un control de tipo PI:



Para trabajar con este sistema se ha usado el criterio de cancelación cero-polo por el que se elimina un polo del denominador de la función de transferencia eligiendo valores de las constantes K_P y K_I de forma que se cumpla siempre que $K_P = K_I * T_m$. De esta forma la función de transferencia del sistema presenta una forma más sencilla.

Señala cual es la función de transferencia del sistema en bucle cerrado cuando se cumple el criterio de cancelación de cero-polo:

(Recuerda que la función de transferencia de un sistema en bucle abierto es GBA=A/B y la función de transferencia en bucle cerrado con realimentación negativa es GBC=A/(A+B))

○ *(0 Puntos)*

No Sabe/No Contesta

○ *(-1 Puntos)*

$$G_{BC}(s)=\frac{(K_P+K_I\frac{1}{s})K_m}{T_m s+1}$$

◉ *(4 Puntos)*

$$G_{BC}(s)=\frac{1}{\frac{1}{K_I K_m}s+1}$$

○ *(-1 Puntos)*

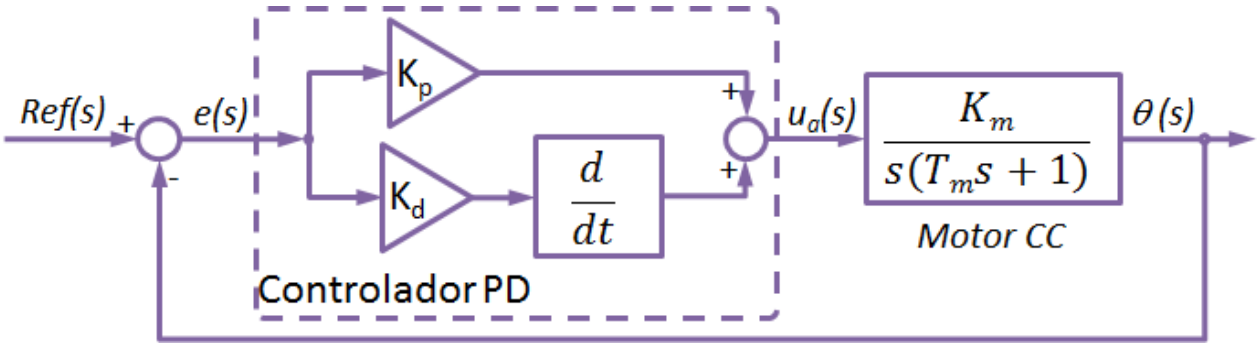
$$G_{BC}(s)=\frac{K_m K_P s+K_m K_I}{T_m s^2+(1+K_m K_P)s+K_m K_I}$$

○ *(-1 Puntos)*

$$G_{BC}(s)=\frac{K_I K_m}{s}$$

4. Función de transferencia de un sistema *(4 Puntos)* [ID: 1548381]

Se tiene el siguiente esquema de un Motor CC al que se le está realizando un control de tipo PD:



Señala cual es la función de transferencia del sistema en bucle abierto:

(0 Puntos)

No Sabe/No Contesta

(-1 Puntos)

$$G_{BA}(s)=\frac{1}{\frac{1}{K_P K_m}s+1}$$

(-1 Puntos)

$$G_{BA}(s)=\frac{K_m K_D s+K_m K_P}{T_m s^2+(1+K_m K_D)s+K_m K_P}$$

(-1 Puntos)

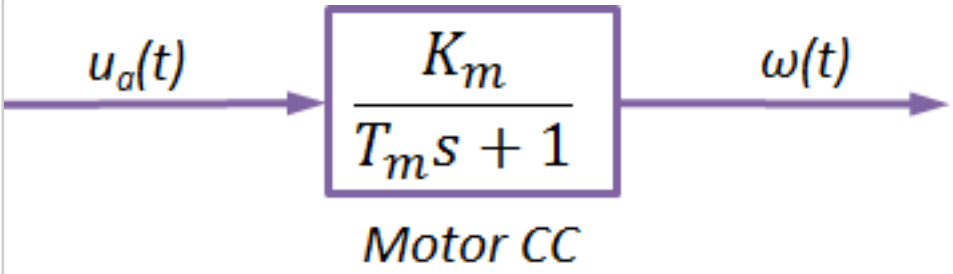
$$G_{BA}(s)=\frac{K_P K_m}{s}$$

(4 Puntos)

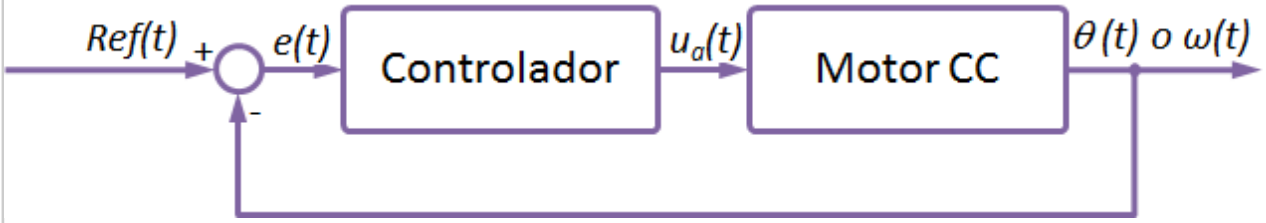
$$G_{BA}(s)=\frac{K_P K_m(1+\frac{K_D}{K_P}s)}{s(T_m s+1)}$$

5. Control de velocidad *(4 Puntos)* [ID: 1548382]

Se tiene un sistema motor de CC en el que a partir de una entrada $u_a(t)$ de tensión se tiene como salida la velocidad angular de un eje w*(t)* con la siguiente función de transferencia:



Se quiere realizar un control del sistema cerrando el lazo mediante un esquema como el siguiente:



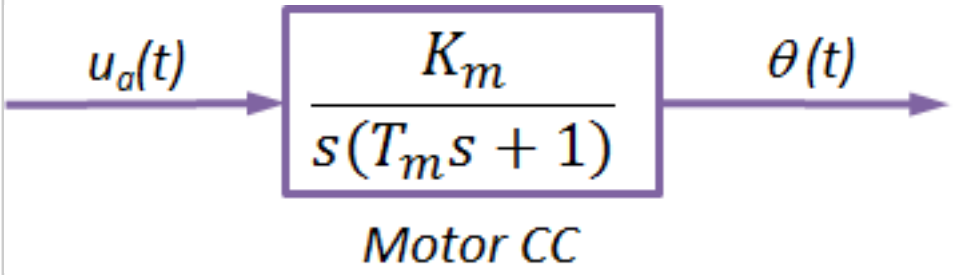
El propósito de control consiste en alcanzar una determinada velocidad.

Señala el tipo de controlador más simple con el que se puede lograr este objetivo:

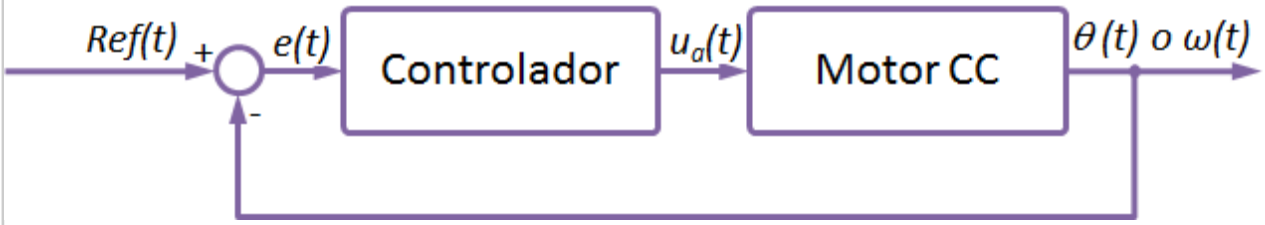
○ Control P	*(-1 Puntos)*
○ Control PD	*(-1 Puntos)*
○ No sabe/No contesta	*(0 Puntos)*
◉ Control PI	*(4 Puntos)*
○ Control PID	*(-1 Puntos)*

6. Control de posición *(4 Puntos)* [ID: 1548383]

Se tiene un sistema motor de CC en el que a partir de una entrada $u_a(t)$ de tensión se obtiene como salida la posición angular de un eje *Θ(t)* con la siguiente función de transferencia:



Se quiere realizar un control del sistema cerrando el lazo mediante un esquema como el siguiente:



El propósito de control consiste en obtener una determinada posición.

Señala el tipo de controlador más simple con el que se puede lograr este objetivo:

- ○ No sabe/No contesta *(0 Puntos)*
- ○ Control PD *(-1 Puntos)*
- ○ Control PID *(-1 Puntos)*
- ◉ Control P *(4 Puntos)*
- ○ Control PI *(-1 Puntos)*

7. Constantes de un PID *(4 Puntos)* [ID: 1548384]

Se está aplicando la siguiente ley de control a un sistema de Motor CC:

$$u(t) = 25e(t) + 12{,}5\frac{de(t)}{dt} + 5\int_0^t e(t)dt$$

Señala la opción correcta en la que se definen las constantes de la ley de control:

- ○ *(-1 Puntos)*

  K_P=25, T_D=5 y T_I=12,5

- ◉ *(4 Puntos)*

  K_P=25, T_D=0,5 y T_I=5

- ○ *(-1 Puntos)*

  K_P=25, T_D=0,5 y T_I=0,5

(-1 Puntos)

K_P=25, T_D=12,5 y T_I=5

(0 Puntos)

No Sabe/No Contesta

ANEXO 3	
Título	Pasos Previos a Ejecución de WebLab. Módulo ILIAS con recomendaciones y consejos a los alumnos que van a ejecutar el WebLab para no tener problemas con su ejecución

Pasos Previos a Ejecución de WebLab

Instrucciones de verificación, instalación y configuración de JAVA para la ejecución de applets (con imágenes y enlaces)

Tabla de Contenidos

Instrucciones

Instrucciones

El Laboratorio Web está incrustado en un formato SCORM en forma de un applet de JAVA. Para que se pueda ejecutar es necesario tener instalado JAVA en el equipo con la configuración adecuada.

Para ello hay que seguir los siguientes pasos:

1. ### Comprobación de la versión de JAVA instalada.
   - Entrar en la dirección: http://www.java.com/es/download/installed.jsp. Aparecerá una pagina similar a esta:



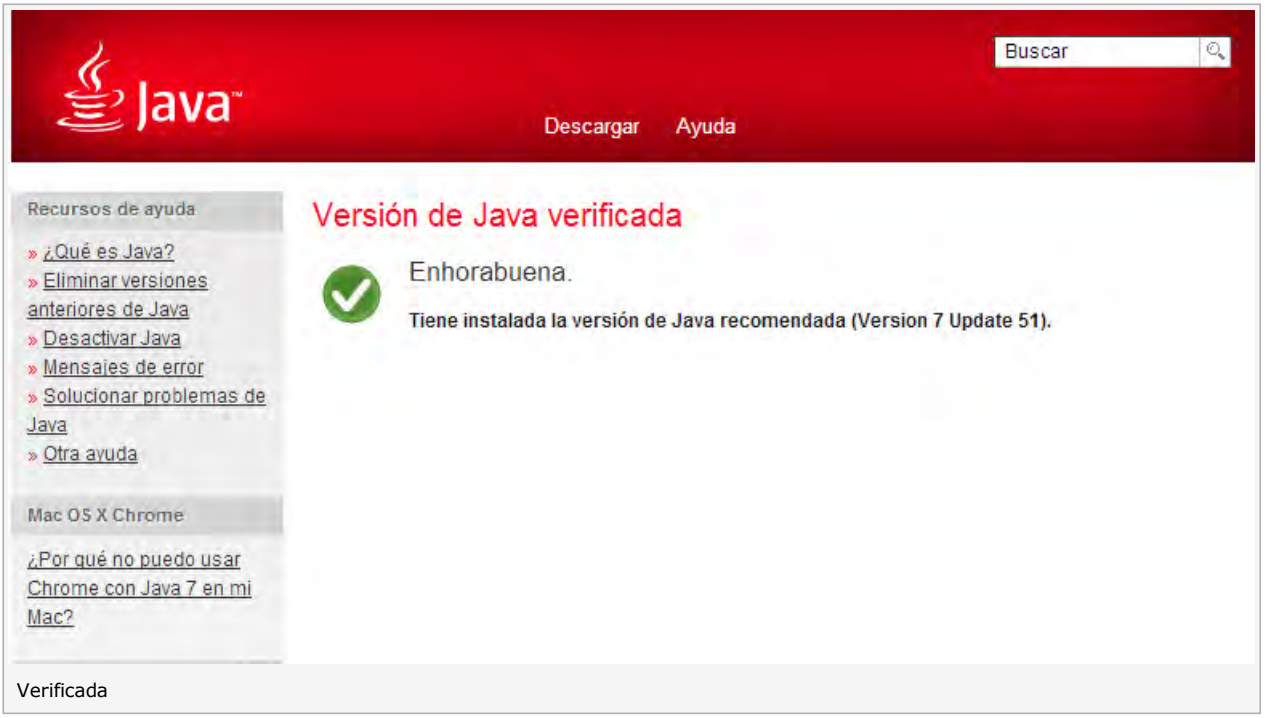
Verificar JAVA

   - Pulsar sobre la opción "Verificar la versión de JAVA". Se abrirá una venta emergente o aparecerá un mensaje en el que se pida la activación de JAVA. Se deberá aceptar.
   - Se le abrirá otra ventana emergente en el que se le preguntará: ¿Desea ejecutar esta aplicación?. Se deberá aceptar.



Ejecutar

- En este momento se ejecutará un applet que verificará la versión de JAVA instalada. Si JAVA está correctamente instalado se mostrará un mensaje indicándolo. Además se mostrará la versión disponible en el equipo como se muestra a continuación (conviene tener siempre la última versión disponible):



Si se ha realizado bien este punto deberá ir al paso 3, en caso contrario deberá ir al paso 2.

2. Instalación de JAVA en el equipo (Opcional, sólo si el paso 1 no se realizó correctamente).

Si tiene alguna versión de JAVA instalada en el equipo y no se ejecutó correctamente el paso 1 deberá desinstalarla.
Para ello siga las instrucciones del siguiente enlace:
http://www.java.com/es/download/faq/remove_olderversions.xml

Para instalar JAVA debe ir a este enlace: https://www.java.com/es/download/
Seleccionar su S.O. y seguir las instrucciones que se indican.

3. Permitir la ejecución de Applets en la plataforma de la UJA.

Hay que agregar el servidor web de la plataforma de docencia virtual de la UJA en la que se encuentra el laboratorio virtual a la lista de sitios de confianza JAVA, de este modo se podrán ejecutar los applets de laboratorios web sin problemas.
Para ello hay que configurar la seguridad del Panel de Control de JAVA.

Búsqueda del panel de control de Java

Windows 8

- Utilice la búsqueda para encontrar el Panel de control
- Pulse la tecla con el logotipo de Windows + W para abrir el acceso a Buscar y buscar la configuración, o bien arrastre el puntero del mouse hasta la esquina inferior derecha de la pantalla y luego haga clic en el icono Buscar.
- En el cuadro de búsqueda, escriba Panel de control de Java
- Haga clic en el icono de Java para abrir el panel de control de Java.

Windows 7, Vista

- Haga clic en el botón Inicio y, a continuación, en la opción Panel de control.
- En el cuadro de búsqueda del panel de control, escriba Panel de control de Java.
- Haga clic en el icono de Java para abrir el panel de control de Java.

Windows XP

- Haga clic en el botón Inicio y, a continuación, en la opción Panel de control.
- Haga doble clic en el icono de Java para abrir el Panel de control de Java.

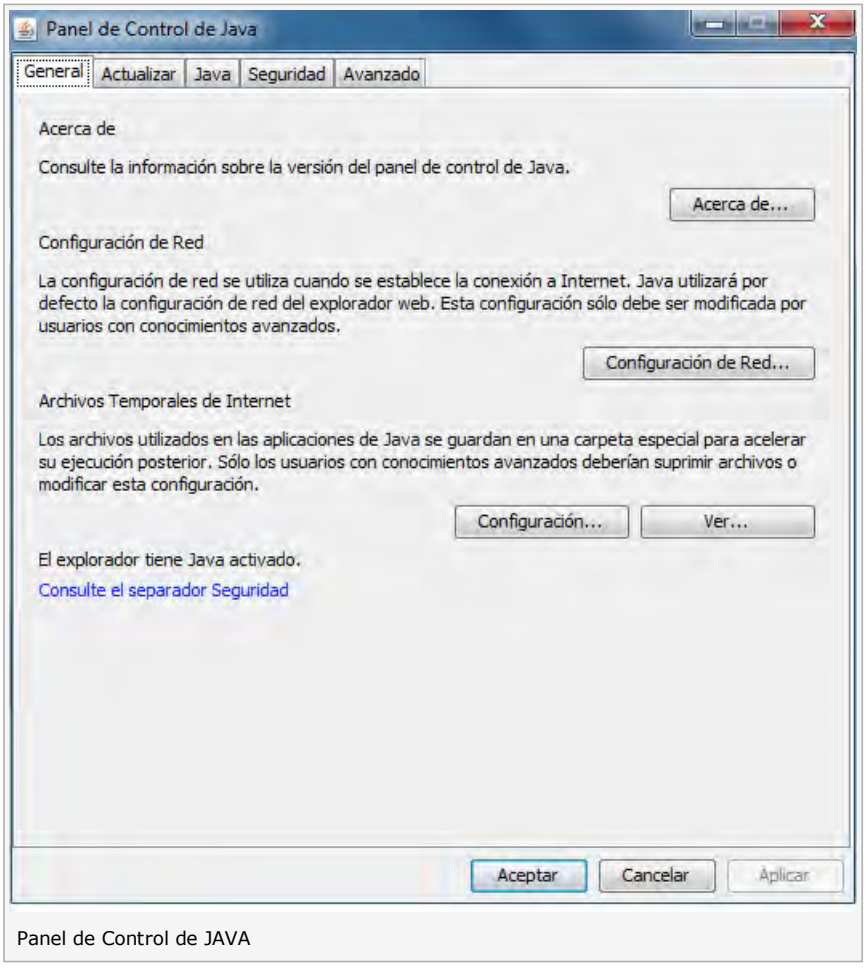
Mac OS X 10.7.3 y versiones posteriores

- Haga clic en el icono de Apple en la esquina superior izquierda de la pantalla.

- Vaya a Preferencias del sistema.
- Haga clic en el icono de Java para acceder al Panel de control de Java.

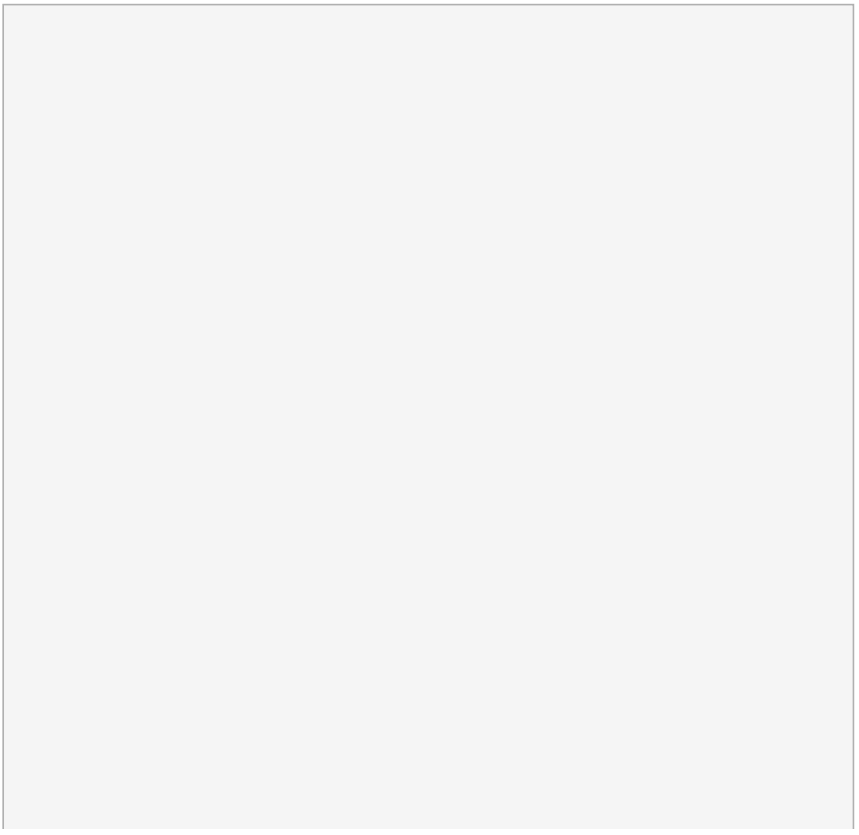
Configuración de Seguridad en el Panel de Control de JAVA

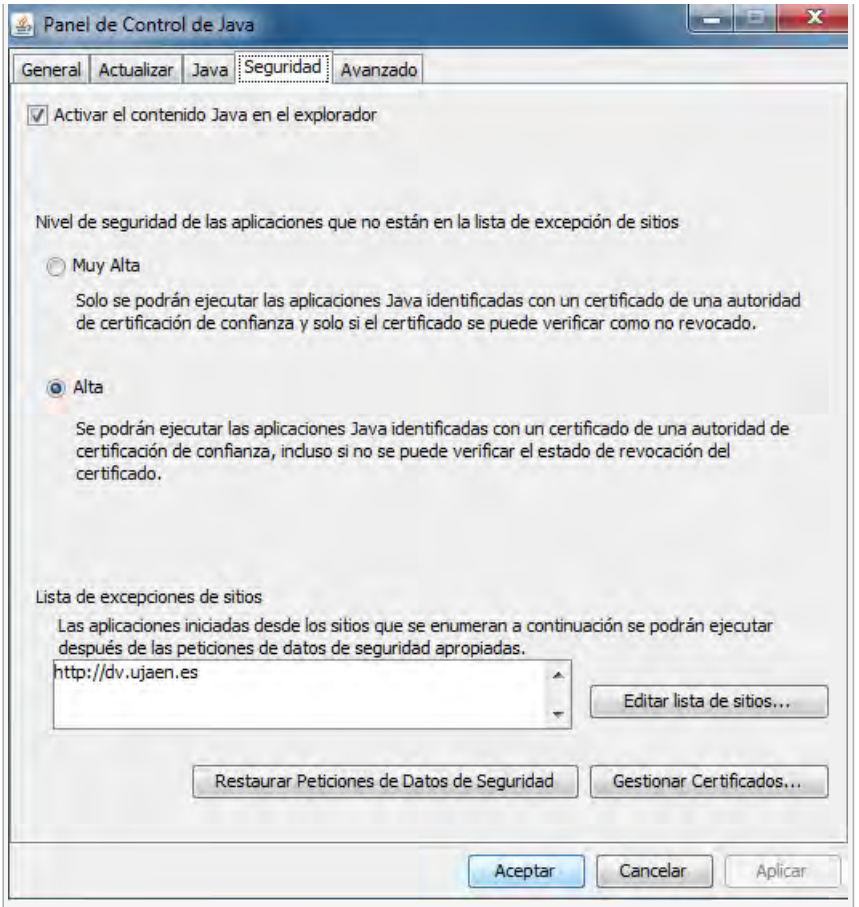
Este es el aspecto que muestra el panel de control de JAVA una vez abierto:



Panel de Control de JAVA

- Seleccionar la pestaña "Seguridad".
- Pulsar sobre el botón "Editar lista de sitios...".
- En la ventana emergente que aparece se deberá pulsar sobre el botón "Agregar", añadir a la lista la dirección http://dv.ujaen.es y pulsar "Aceptar.





Pestaña seguridad

4. ## Extensiones de JAVA.

Java necesita ser activado en los navegadores. Para ello, según el que se use deberá habilitarse el correspondiente complemento siguiendo los siguientes pasos.

Habilitar JAVA

Firefox

- En la parte derecha del navegador, seleccionar la pestaña "Herramientas".
- Pulsar sobre la opción "Complementos".
- En la pestaña de Plugins, seleccionar el plugin Java(TM) Platform (Windows) o Java Applet Plug-in (Mac OS X).
- Comprobar que está seleccionada la opción "Preguntar antes de activar" o "Activar siempre".
- En caso de que no se encuentre dicho complemento, usar el buscador situado en la parte superior, descargarlo y activarlo.

Google Chrome

- Introducir la siguiente URL en el navegador: chrome://flags/#enable-npapi.
- Pulsar la opción "Habilitar" situada dentro del submenú "Habilitar NPAPI".
- Pulsar el botón "Reiniciar ahora" que aparece en la parte inferior de la página.
- Introducir la siguiente URL en el navegador: about:plugins.
- En la lista de complementos, buscar Java y comprobar que está activado (si aparece el enlace "Deshabilitar", significa que Java ya está activado.
- Seleccionar "Habilitar" (si está disponible).
- (Opcional) Activar la casilla "Siempre permitido para ejecutarse" para detener las advertencias adicionales de Chrome al ejecutar contenido Java.

Internet Explorer

- Seleccionar "Herramientas" y a continuación "Opciones de Internet".
- Seleccionar la petaña "Seguridad" y pulsar el botón "Nivel personalizado".
- Buscar "Automatización de los applets de Java".
- Seleccionar "Habilitar y pulsar Aceptar para guardar la configuración.
- Una vez cargado el applet, seleccionar la opción "Permitir contenido bloqueado".

Safari

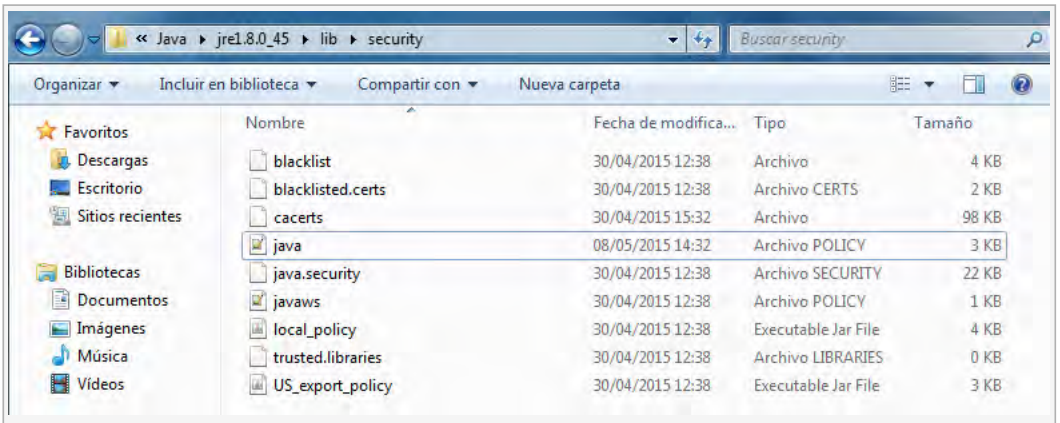
- Hacer click en Safari y seleccionar "Preferencias".
- Seleccionar la opción "Seguridad".
- Seleccionar "Permitir complementos" y, a continuación, pulsar en "Administrar configuración de sitio

web".
- Pulsar en el elemento Java, seleccionar una opción (Preguntar, Permitir o Permitir siempre) de la lista desplegable "Al visitar otros sitios web".
- Pulsar en "Listo" y, a continuación, cerrar la ventana de preferencias de Safari.

5. Permisos.

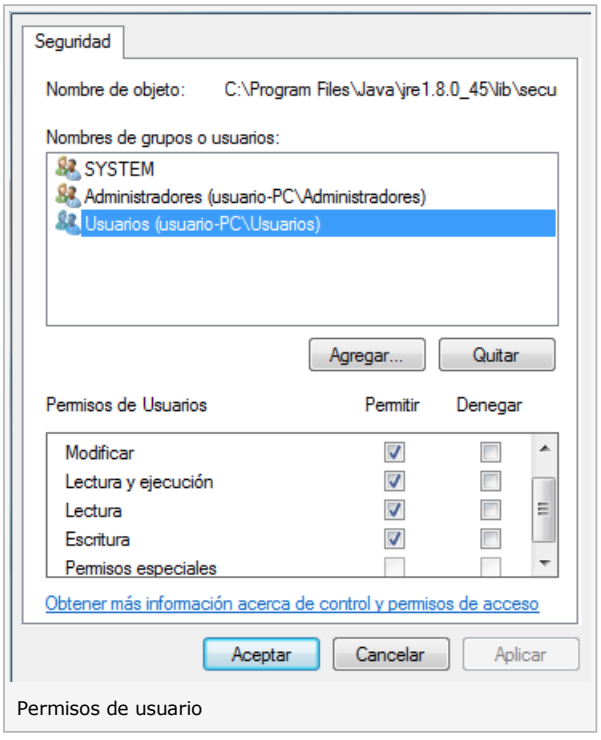
Para que los applets funcionen correctamente, es necesario otorgar unos permisos a la política de Java. Realizaremos los siguientes pasos:

- Ir hasta la ruta donde se tenga instalado Java, por defecto C:\Program Files\Java.
- Entrar en la carpeta de la versión instalada de JRE (Java Runtime Environment).
- Entrar en la carpeta "lib".
- Entrar en la carpeta "security".



Carpeta security

- Hacer click con el segundo botón del ratón en el archivo java.policy y seleccionar "Propiedades".
- Seleccionar la pestaña "Seguridad" y pulsar el botón "Editar".
- Seleccionar "Usuarios" y, en "Permisos", marcar las casillas de Modificar, Lectura y ejecución, Lectura y Escritura.
- Pulsar Aceptar para guardar los cambios.



Permisos de usuario

- Abrir el archivo java.policy con cualquier editor de textos.
- Al final de todos los permisos, antes de la última llave, introducir la línea "permission java.security.AllPermission;".

```
45          permission java.util.PropertyPermission "java.vm.version", "read";
46          permission java.util.PropertyPermission "java.vm.vendor", "read";
47          permission java.util.PropertyPermission "java.vm.name", "read";
48
49          permission java.security.AllPermission;
50
51  };
```

Permisos java.policy

Una vez realizados estos pasos ya se podrá ejecutar el applet del Weblab sin problemas aunque, cuando se muestre la página web donde se encuentra, se tendrá que pulsar el icono de "Activar Java" situado en el applet (si se está usando Firefox), activar la opción "Permitir siempre complementos en ..." (si se está usando Chrome) o seleccionar la opción "Permitir contenido bloqueado" (si está usando Internet Explorer). Hecho esto, aparecerán ventanas de confirmación de ejecución que habrá que aceptar.

ANEXO 4	
Título	WebLab PID Motor CC. Módulo SCORM de 1 página que incluye guiones de prácticas y applet java con el simulador que deben usar los alumnos.

CONTROL PID DE SISTEMAS DINÁMICOS: MOTOR CC

Laboratorio Virtual
(PAGINA 3)

Introducción a las Prácticas

El objetivo principal de estas prácticas es comprender el funcionamiento que presentan diferentes tipos de controladores en un sistema servo.
Para ello se va a usar como ejemplo un sistema servo formado por un Motor de corriente continua como el mostrado en la Figura 1 (Motor CC de la marca Feedback) al que se le quiere realizar varios tipos de control (en posición y velocidad).

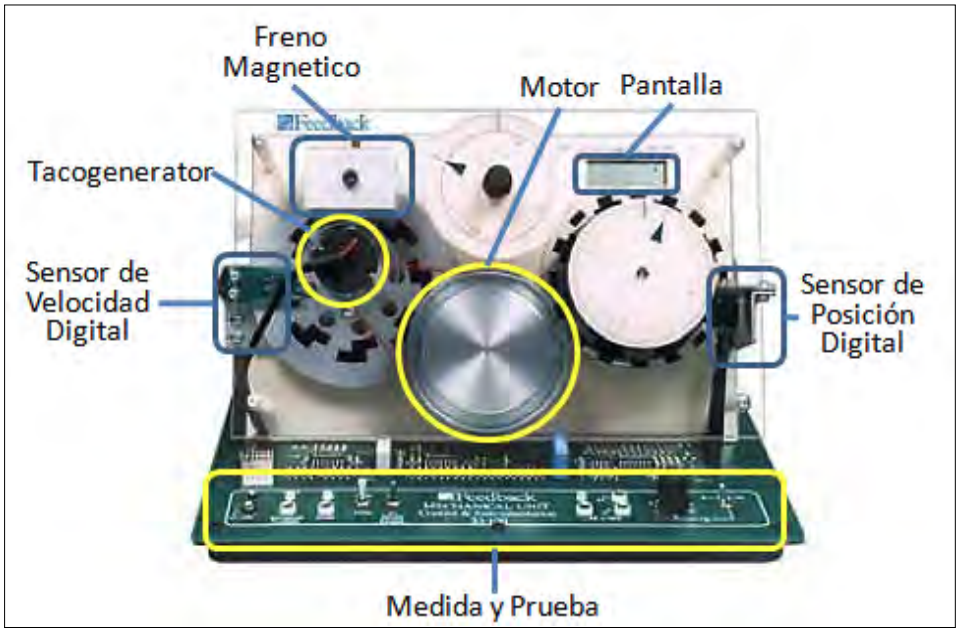


Figura 1. Motor de corriente continua (CC).

Sistema en Lazo cerrado. Al introducir un controlador en el sistema se trata de conseguir que la señal de salida del sistema, θ(t) o ω(t) (posición o velocidad respectivamente), sea igual que la señal de referencia, Ref(t). De este modo se cierra un bucle (lazo) como el que se muestra en la Figura 2:

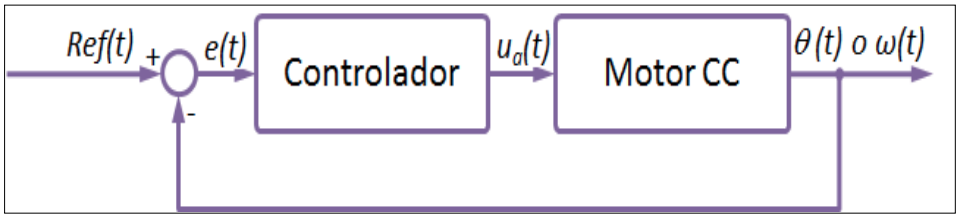


Figura 2. Sistema en Lazo cerrado.

Apartado 0: Breve Manual de Uso del Software.

En la parte inferior de esta página se encuentra embebido el applet Java del simulador con el que se tiene que trabajar (tras los guiones de los apartados de prácticas a realizar), tiene el mismo aspecto que el mostrado por la Figura 3.
Este software simula un motor de CC modelado por un sistema de primer orden cuya ganancia estática (K_m) y constante de tiempo (T_m) son parámetros cuyo valor diferirá en función del usuario autenticado.

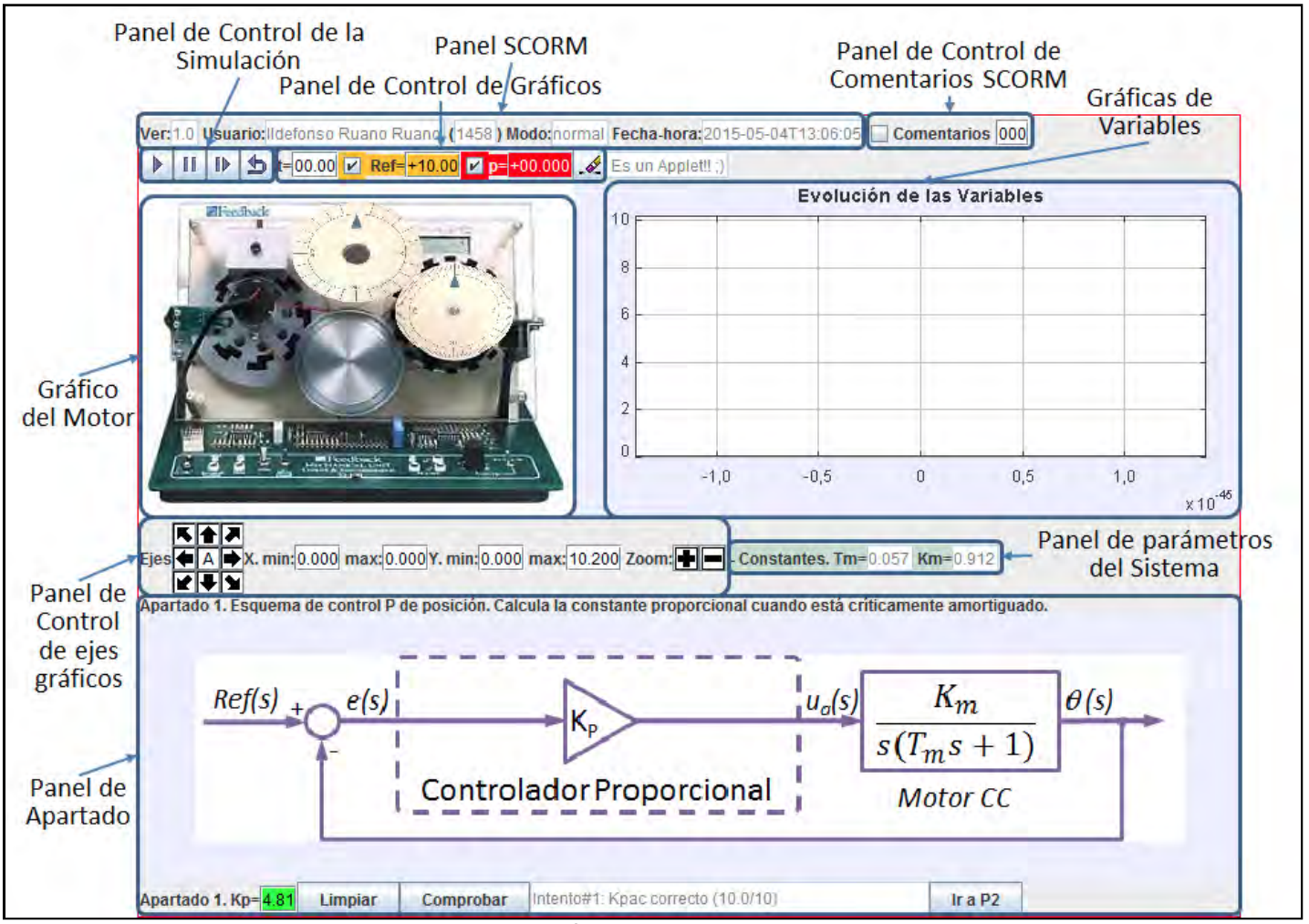


Figura 3. Interfaz del simulador (apartado 1).

Se debe dominar la interfaz que se ofrece en el software del simulador.

Debes saber que todos los elementos del interfaz tienen un texto de ayuda asociado. Esta ayuda se muestra en forma de texto emergente que aparecerá cuando el puntero del ratón se sitúa inmovil sobre cada uno de los elementos durante un tiempo (aproximadamente un segundo).

Debes adquirir familiaridad con el simulador y conocer su manejo. Para ello debes aprender las distintas zonas que existen:

- Panel SCORM. Muestra información intercambiada entre el software del simulador (applet java) y la plataforma de docencia virtual (ILIAS):
  - Ver: Versión de comunicaciones del sistema SCORM.
  - Estudiante: Nombre completo del estudiante que ha ejecutado el módulo (identificador en ILIAS).
  - Modo: Modo de entrada al módulo SCORM (normal o revisión).
- Panel de control de comentarios. Permite controlar la visualización de comentarios que el simulador graba en la plataforma cada vez que se supera un apartado correctamente:
  - Casilla de verificación de ventana comentarios: Si se activa aparece una ventana donde se pueden ver los comentarios guardados en la plataforma.
  - Comentarios: Indica el número de comentarios almacenados en el sistema.
- Panel de control de la simulación. Una serie de botones que permiten controlar la ejecución del simulador:
  - Botón ejecutar. Ejecuta simulación.
  - Botón pausa. Pausa simulación.
  - Botón paso a paso. Ejecuta un paso en la simulación.
  - Botón reiniciar. Reinicia toda la simulación (PRECAUCIÓN: Si se pulsa se reinician todos los valores menos los comentarios, el trabajo realizado hasta entonces se perderá).
- Panel de control de Gráficos. Se distinguen 3 zonas:
  - Tiempo. Muestra el valor de la variable tiempo del sistema.
  - Señal de referencia. mediante la casilla de verificación se puede controlar la aparición o no del gráfico de la señal de referencia del sistema, se muestra su valor y se permite modificarlo al valor deseado.
  - Señal de salida del sistema: θ(t) (p en simulador) o ω(t) (w en simulador), posición o velocidad angular respectivamente). mediante la casilla de verificación se puede controlar la aparición o no del gráfico de la señal de salida del sistema y se muestra su valor.
- Gráfico del Motor. Esta zona permite observar la evolución en tiempo real del gráfico del sistema en el que se encuentra el Motor CC con el que se puede ver el movimiento del motor y por tanto la evolución de la variable controlada (posición o velocidad).
- Gráficas de Variables. Esta zona muestra la señal de referencia (en color naranja) y de la variable controlada (en color rojo, posición o velocidad angular).
- Panel de control de ejes Gráficos. Este panel permite definir los límites de los ejes de coordenadas donde se muestran los gráficos de forma automática (por defecto) o manual (en este caso se debe pulsar el botón "A" y se podrán

definir los límites inferior y superior de los ejes "x", tiempo, e "y", señales de referencia y de salida del sistema). También se puede hacer zoom para acercar o alejar la vista y moverse por el gráfico, estas opciones son muy útiles cuando se quiera observar una sección de una gráfica con más detalle (por ejemplo para realizar medidas exactas).

- Panel de parámetros del sistema. Esta zona muestra la ganancia estática (K_m) y la constante de tiempo (T_m) del sistema motor CC. Son parámetros cuyo valor diferirá en función del usuario autenticado.
- Panel de Apartado. Esta zona muestra información relativa al apartado en el que se está trabajando en cada momento
  - Zona superior. Muestra el título del apartado y el trabajo que debe realizarse.
  - Zona media. Muestra un gráfico con el esquema del sistema que se está simulando en dicho apartado.
  - Zona inferior. Muestra varios elementos:
    - Uno o dos campos para poder responder a las cuestiones pedidas en el apartado.
    - Un botón para "Limpiar" los gráficos y poner a cero las variables afectadas para volver a hacer una prueba en el mismo apartado.
    - Un botón para "Comprobar" si la respuesta dada es correcta (CUIDADO!!:hay apartados en los que el número de intentos está limitado).
    - Un campo que muestra información sobre la comprobación realizada y el número de intento.
    - Un botón para acceder al siguiente apartado ("Ir a PN") o terminar el laboratorio si es el último. Sólo aparece cuando se ha dado una respuesta correcta en el apartado (valoración de apartado mayor o igual a 5 sobre 10).

MUY IMPORTANTE: Cómo insertar o cambiar un campo del simulador

Para insertar o cambiar el valor de un campo en el simulador hay que seguir los siguientes pasos:

1. Poner el puntero del ratón en el campo que se quiere insertar o modificar
2. Borrar el valor anterior (si lo hubiera)
3. Escribir el nuevo valor (si es decimal se debe usar el punto y no la coma)
4. Pulsar la tecla Intro o Enter del teclado.

Apartado 1: Control de la posición angular del Motor CC.

La primera práctica es un control basado en posición en el que el propósito de control consiste en obtener un determinado comportamiento de la posición que adopta el motor CC. En la Figura 4 se puede ver la función de transferencia del motor CC cuando la señal de salida tenida en cuenta es la posición.

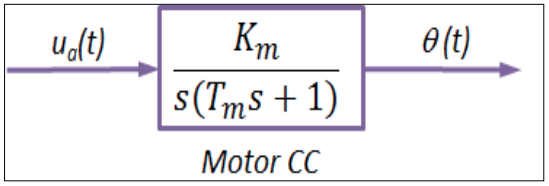


Figura 4. Sistema en Lazo abierto (sin bloque de control).

Como el proceso tiene un polo en el origen y la consigna es una señal escalón, para conseguir alcanzar la posición deseada es suficiente un controlador proporcional, quedando por tanto el esquema de la Figura 5:

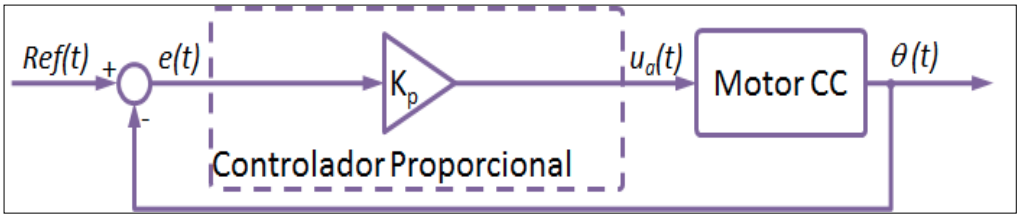


Figura 5. Sistema de control proporcional en posición del Motor CC.

A continuación se van a realizar unas acciones que ayudan a entender cómo afecta a la salida del sistema la aplicación de un control proporcional con K_P=1.

Acciones a realizar en el Laboratorio Virtual

1. Comprobar que la señal de referencia tiene el valor 10. En caso contrario introducir Ref(t)=10 (pulsar el botón intro/enter del teclado).
2. Comprobar que la constante de control proporcional es 1: K_P=1. (Si K_P=0 entonces la entrada al motor CC sería 0 y la salida también).
3. Pulsar el botón de ejecución:

Esperar unos segundos hasta que el sistema alcance un régimen permanente en el que la señal de salida se hace constante (θ(t), la posición angular del motor llamada "p" en el simulador que se muestra en la gráfica con color rojo).

4. Pulsar el botón de pausa.:

Observaciones en el Laboratorio Virtual

Cuando el bucle está cerrado, la tensión de entrada del motor es: $u_a(t) = K_P.e(t) = K_P.(Ref(t)-\theta(t))$.
Este valor no sólo depende de la señal de referencia, sino que depende también del valor de θ(t) por lo que también va a depender de los parámetros K_m y T_m del Motor CC.
Se puede observar que al tener el lazo cerrado con control P (K_P=1) llega a conseguir un valor constante igual a Ref(t) alcanzando un régimen permanente pasado un tiempo.

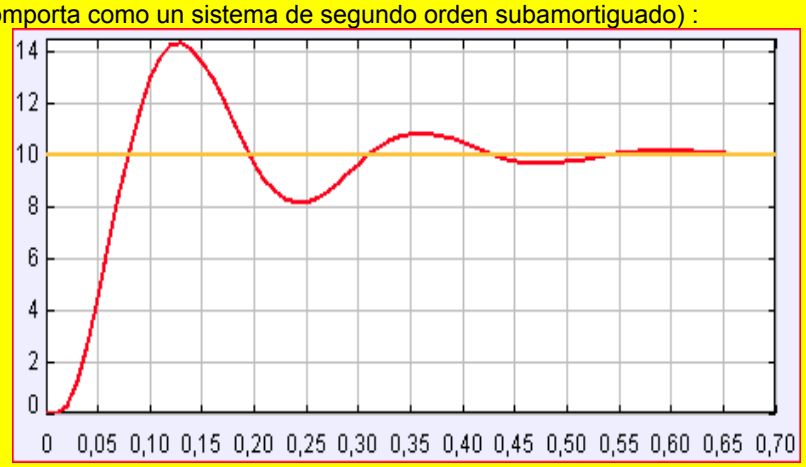
Acciones a realizar en el Laboratorio Virtual

1. Comprobar que la entrada al sistema (señal de referencia) tiene el valor 10. En caso contrario introducir Ref(t)=10 (pulsar el botón intro/enter del teclado).
2. Comprobar que la constante de control proporcional es 1: K_P=1. (Si K_P=0 entonces la entrada al motor CC sería 0 y la salida también).
3. Pulsar el botón de ejecución: 
4. Observar las gráficas que muestran el comportamiento del sistema.
5. Pulsar el botón "Limpiar" que está justo a la derecha de K_P para borrar las gráficas, ajustar los ejes y reiniciar valores antes de introducir un nuevo valor de K_P: 

6. Cambiar el valor de K_P aumentando su valor (P.e. 2 - 4 - 8 - 10 - 20 - 50 ... pulsar el botón intro/enter del teclado cada vez que se modifique el valor para que tenga efecto en la aplicación), y repetir los pasos dados hasta que quede claro el comportamiento del sistema.

Observaciones en el Laboratorio Virtual

Al aumentar el valor de K_P se consigue que la señal de salida θ(t) alcance antes en un régimen permanente el valor de la señal de Referencia Ref(t).
Cuando el valor de K_P crece llega un momento en el que se produce sobrepasamiento (sobreimpulso) y oscilaciones en la señal de salida como se puede ver en la siguiente gráfica (Esto es debido a que el sistema en lazo cerrado se comporta como un sistema de segundo orden subamortiguado) :



Si se desea que la variable controlada (posición) alcance el valor de la señal de referencia lo antes posible sin sobreoscilaciones en el régimen transitorio el sistema ha de ser críticamente amortiguado.

Evaluación del Apartado 1

Calcular el valor de K_P con el que el sistema está críticamente amortiguado cuando la entrada de referencia es una señal escalón de amplitud 10.
Introducir el valor calculado (K_{pca}) y pulsar el botón de comprobación para validar el resultado.



Para ello recordar las condiciones del sistema críticamente amortiguado que se explicaron en la teoría de la asignatura, calcular la función de transferencia del sistema en bucle cerrado (con el control P) y calcular que valor debe tener K_P para que se den estas condiciones (constante de amortiguamiento = 1).
Dependiendo de lo cerca que esté el valor introducido en K_P del valor teórico real se obtendrá una calificación para este apartado (máximo de 10). Si el valor introducido es lo suficientemente cercano al valor teórico real será considerado como correcto, obtendrá una calificación entre 5 y 10 puntos (10 si se introduce el valor exacto) y aparecerá el botón "Ir a P2" para acceder al siguiente apartado.

En este apartado no hay límite en el número de intentos, se pueden introducir valores erróneos de K_P

múltiples veces sin consecuencias negativas.

Este simulador está limitado a un valor máximo de K_P=300. Normalmente todos los sistemas tienen un valor límite que no se puede sobrepasar sin dañarlo. En los simuladores puede llegar un momento en el que el sistema se vuelva inestable (la señal de salida, θ(t), oscila de forma creciente). Sin embargo, un sistema como éste (de segundo orden) es siempre estable. Si el sistema se mostrara inestable es por errores de discretización del simulador.

Apartado 2: Control de la posición del Motor CC con restricciones temporales: Controlador PD.

La segunda práctica es también un control basado en posición en el que el propósito de control consiste en obtener un determinado comportamiento de la posición que adopta el motor CC (Figura 4).

Si se aplica un control proporcional derivativo (lazo cerrado) el esquema del sistema sería el mostrado en la Figura 6:

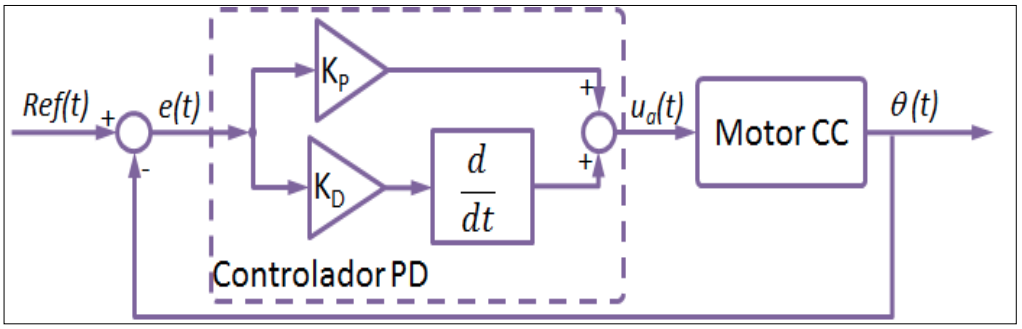
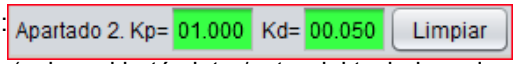


Figura 6. Sistema de control proporcional integral en posición angular del Motor CC.

La ecuación de transferencia que define el comportamiento de este sistema es de segundo orden, por eso se suele buscar situaciones en las que se pueda simplificar la ecuación resultante.
En este apartado el simulador va a trabajar suponiendo que se presenta una de estas situaciones, en concreto se está simulando una situación en la que se cumple el criterio de cancelación cero-polo.
Consiste en que al añadir el controlador se pueda anular un polo del denominador del sistema en lazo abierto. De este modo la ecuación del sistema se simplifica obteniéndose una ecuación de primer orden (en este caso ocurre cuando $K_D=T_m*K_P$).
Recordar que si no se cumple este criterio el simulador no funcionará y mostrará un aviso).

A continuación se van a realizar unas acciones que ayudan a entender cómo afecta a la salida del sistema la aplicación de un control proporcional derivativo haciendo uso del criterio de cancelación cero-polo.

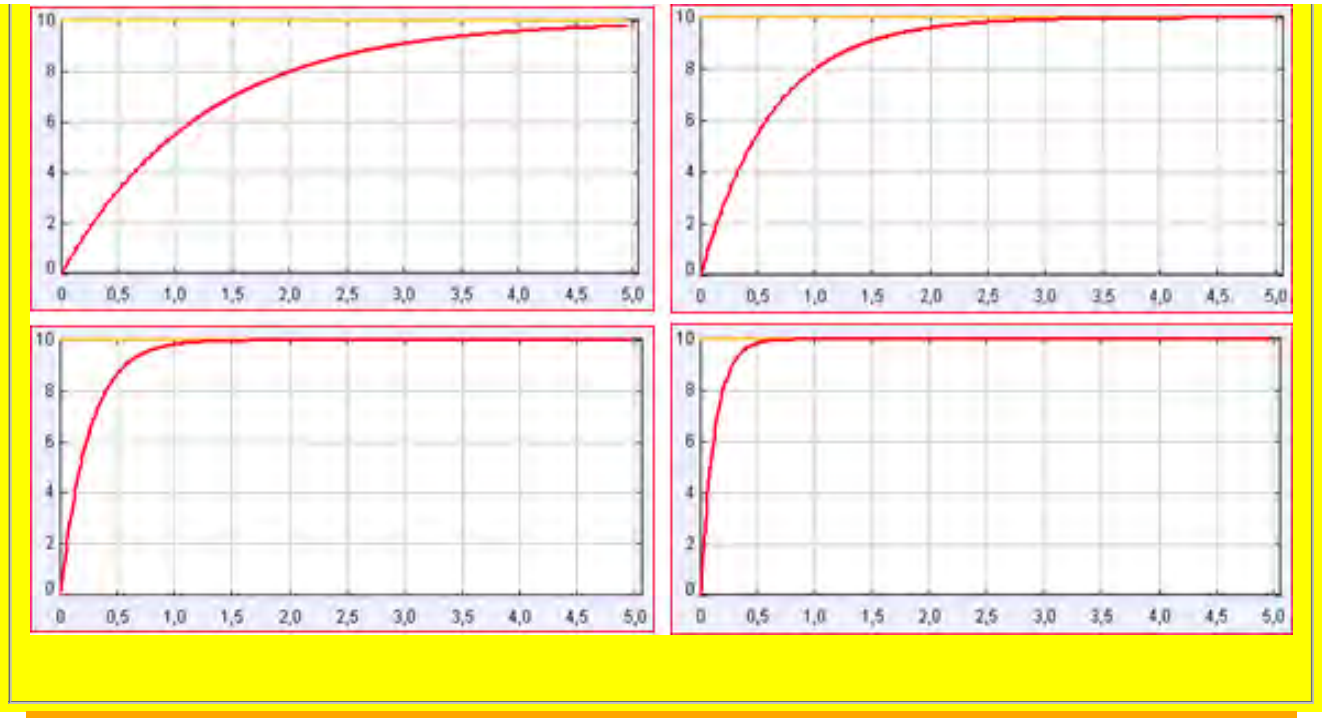
Acciones a realizar en el Laboratorio Virtual

1. Comprobar que la entrada al sistema (señal de referencia) tiene el valor 10. En caso contrario introducir Ref(t)=10 (pulsar el botón intro/enter del teclado).
2. Comprobar que la constante de control proporcional es 1: K_P=1. En caso contrario introducirlo en el campo correspondiente (pulsar el botón intro/enter del teclado).
3. Calcular el valor de la constante de control derivativo teniendo en cuenta la condición del criterio de cancelación cero-polo y escribir el valor de K_D en el campo correspondiente (pulsar el botón intro/enter del teclado).
4. Pulsar el botón de ejecución: 
5. Observar las gráficas que muestran el comportamiento del sistema.
6. Pulsar el botón "Limpiar" que está justo a la derecha de K_D para borrar las gráficas, ajustar los ejes y reiniciar valores antes de introducir un nuevo par de valores de K_P y K_D: 

7. Cambiar el valor de K_P y K_D modificando sus valores (pulsar el botón intro/enter del teclado cada vez que se modifique un valor para que tenga efecto en la aplicación), y repetir los pasos dados hasta que quede claro el comportamiento del sistema.

Observaciones en el Laboratorio Virtual

Al aumentar el valor de los pares K_P-K_D se consigue que la señal de salida θ(t) alcance antes en un régimen permanente el valor de la señal de Referencia Ref(t).
La siguiente gráfica muestra esta característica:



Evaluación del Apartado 2

Se desea alcanzar la posición de referencia en el tiempo máximo indicado por el simulador (puede ser al 2% o al 5% del error, también es indicado por el simulador: $t_{s2\%}$ o $t_{s5\%}$). Este tiempo de establecimiento es distinto para cada usuario.
Calcular el valor del par K_P y K_D con el que el sistema de control PD en posición cumple el criterio de cancelación cero-polo y alcanza la posición de referencia cumpliendo el tiempo de establecimiento indicado.
Introducir los valores calculados (K_P y K_D) y pulsar el botón de comprobación para validar el resultado.

Apartado 2. Kp= 2 Kd= 0.1 Limpiar Comprobar

Para ello recordar las condiciones del criterio de cancelación cero-polo, los tiempos de establecimiento al 2% y 5% de un sistema de primer orden y la ecuación resultante del sistema que debes calcular de forma teórica para el sistema en cuestión (incluyendo el control) y/o las acciones realizadas anteriormente para poder observar el comportamiento del sistema.
De este modo podrÃ¡s calcular que valores deben tener K_P y K_D de forma teórica, debes usarlos para comprobar en el simulador si son correctos y cuando lo tengas claro podrás pulsar el botón "Comprobar"
Dependiendo de lo cerca que estén los valores introducidos en K_P y K_D de los valores teóricos se obtendrá una calificación para este apartado (máximo de 10). Si el valor calculado es correcto la calificación será al menos 5 (valor lo suficientemente cercano al valor teórico real) y aparecerá el botón "Ir a P3" para acceder al siguiente apartado.

En este apartado hay un límite de 3 en el número de intentos, se pueden introducir hasta 2 pares de valores erróneos de K_P y K_D pero si se introducen 3 pares incorrectos el simulador le llevará de nuevo a realizar el apartado 1.

Apartado 3: Control de la velocidad angular del Motor CC.

El tercer y último apartado es un control basado en velocidad en el que el propósito de control consiste en obtener un determinado comportamiento de la velocidad que adopta el motor CC. En la Figura 7 se puede ver la función de transferencia del motor CC cuando la señal de salida tenida en cuenta es la velocidad.

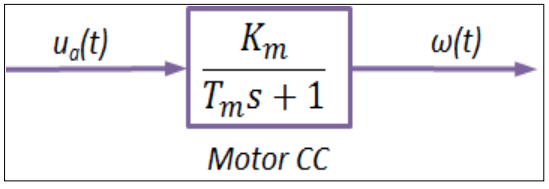


Figura 7. Sistema en Lazo abierto (sin bloque de control).

Como la dinámica del proceso es un primer orden que no tiene polos en el origen, para que el motor alcance la velocidad de referencia (suponiendo una entrada escalón), es necesario utilizar un controlador Proporcional Integral (PI). El bucle generado es el mostrado en la Figura 8:

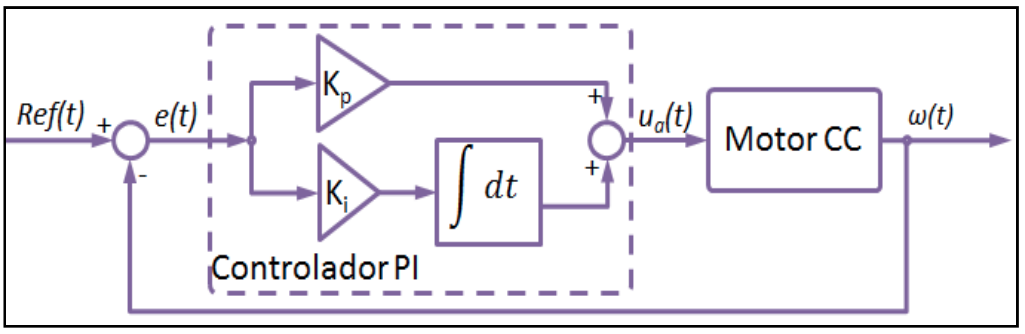
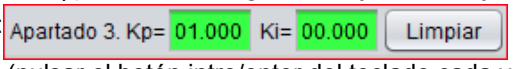


Figura 8. Sistema de control Proporcional-Integral en posición del Motor CC.

La ecuación de transferencia que define el comportamiento de este sistema en bucle cerrado tendrá 2 polos y un cero, por eso se suele buscar situaciones en las que se pueda simplificar la ecuación resultante.
En este apartado el simulador va a trabajar de forma general y tendremos que forzar una de estas situaciones, en concreto se tratará de hacerlo funcionar ante una situación en la que se cumple el criterio de cancelación de cero-polo Consiste en que al añadir el controlador se pueda anular un polo del denominador del sistema en lazo abierto (en este caso ocurre cuando $K_P=K_I*T_m$).
De este modo la ecuación del sistema se simplifica obteniéndose una ecuación de primer orden que es conveniente calcular para realizar este apartado.
Recordar que en este caso, el sistema no va a mostrar el comportamiento de un sistema de primer orden si no se trabaja bajo el criterio de cero-polo, pudiendo mostrar, en caso de no cumplirse las condiciones necesarias, el comportamiento normal de un sistema controlado PI.

A continuación se van a realizar unas acciones que ayudan a entender cómo afecta a la salida del sistema la aplicación de un control proporcional integral haciendo uso del criterio de cancelación cero-polo.

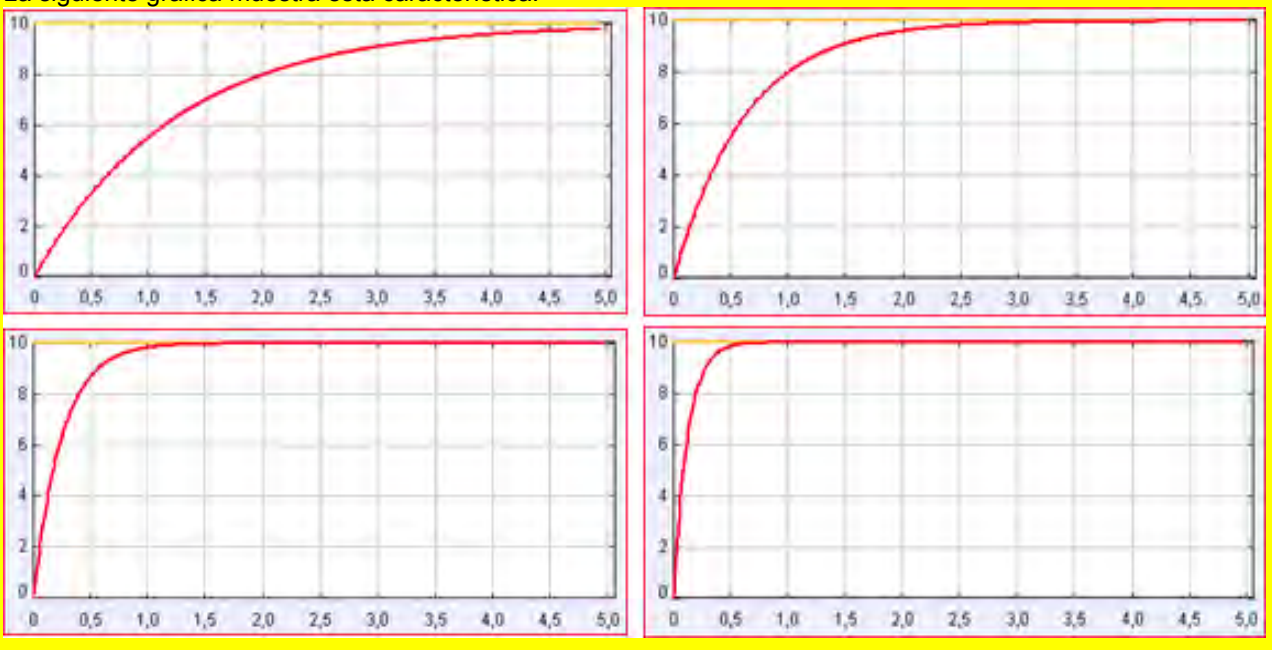
Acciones a realizar en el Laboratorio Virtual

1. Comprobar que la señal de referencia tiene el valor 10. En caso contrario introducir Ref(t)=10 (pulsar el botón intro/enter del teclado).
2. Comprobar que la constante de control proporcional es 1: $K_P=1$. En caso contrario introducirlo en el campo correspondiente (pulsar el botón intro/enter del teclado).
3. Calcular el valor de la constante de control integral teniendo en cuenta la condición del criterio de cancelación cero-polo y escribir el valor de K_I en el campo correspondiente (pulsar el botón intro/enter del teclado).
4. Pulsar el botón de ejecución: 
5. Observar las gráficas que muestran el comportamiento del sistema.
6. Pulsar el botón "Limpiar" que está justo a la derecha de K_I para borrar las gráficas, ajustar los ejes y reiniciar valores antes de introducir un nuevo par de valores de K_P y K_I: 

7. Cambiar el valor de K_P y K_I modificando sus valores (pulsar el botón intro/enter del teclado cada vez que se modifique un valor para que tenga efecto en la aplicación), y repetir los pasos dados hasta que quede claro el comportamiento del sistema.

Observaciones en el Laboratorio Virtual

Al aumentar el valor de los pares K_P-K_I se consigue que la señal de salida ω(t) alcance antes en un régimen permanente el valor de la señal de Referencia Ref(t).
La siguiente gráfica muestra esta característica:



Evaluación del Apartado 3

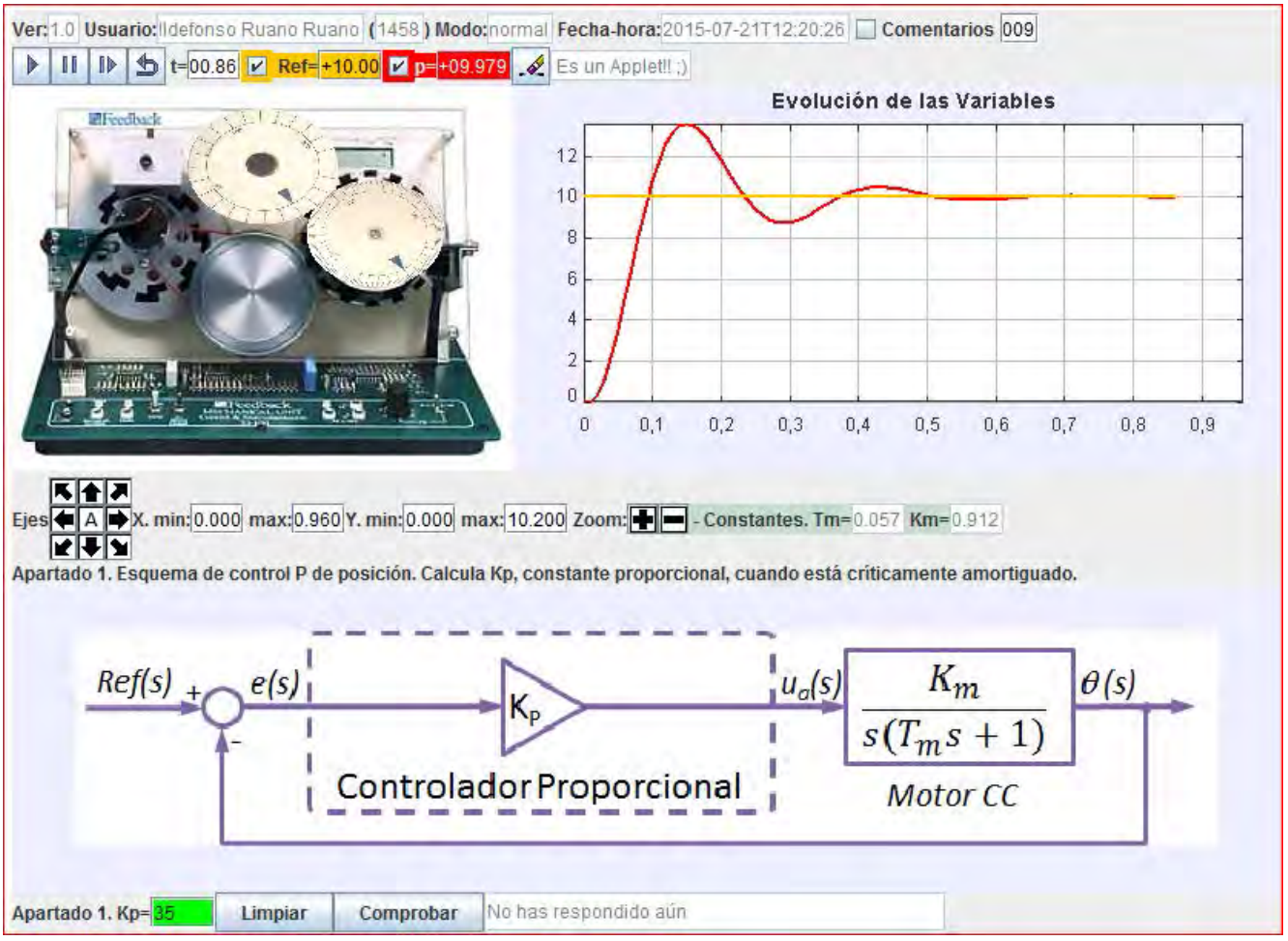
Se desea alcanzar la velocidad de referencia en el tiempo máximo indicado por el simulador (puede ser al 2% o al 5% del error, también es indicado por el simulador: $t_{s2\%}$ o $t_{s5\%}$). Este tiempo de establecimiento es distinto para cada usuario.
Calcular el valor del par K_P y K_I con el que el sistema de control PI en velocidad cumple el criterio de cancelación cero-polo y alcanza la velocidad de referencia cumpliendo el tiempo de establecimiento indicado.
Introducir los valores calculados (K_P y K_I) y pulsar el botón de comprobación para validar el resultado.

Apartado 3. Kp= 01.000 Ki= 00.000 Limpiar Comprobar

Para ello recordar las condiciones del criterio de cancelación cero-polo, los tiempos de establecimiento al 2% y 5% de un sistema de primer orden y la ecuación resultante del sistema que debes calcular de forma teórica para el sistema en cuestión (incluyendo el control) y/o las acciones realizadas anteriormente para poder observar el comportamiento del sistema.
De este modo podrÃ¡s calcular que valores deben tener K_P y K_I de forma teórica, debes usarlos para comprobar en el simulador si son correctos y cuando lo tengas claro podrás pulsar el botón "Comprobar"
Dependiendo de lo cerca que estén los valores introducidos en K_P y K_I de los valores teóricos se obtendrá una calificación para este apartado (máximo de 10). Si el valor calculado es correcto la calificación será al menos 5 (valor lo suficientemente cercano al valor teórico real) y aparecerá el botón "Finalizar" que deberás presionar para almacenar en el LMS la puntuación que has alcanzado y finalizar las prácticas.

En este apartado hay un **límite de 3 en el número de intentos**, se pueden introducir hasta 2 pares de valores erróneos de K_P y K_I pero si se introducen 3 pares incorrectos el simulador le llevará de nuevo a realizar el apartado 1.

Simulador del Motor CC.



Como superar este Laboratorio Remoto

La puntuación máxima que se puede alcanzar con estas prácticas es 30 puntos.
Debes alcanzar al menos 15 puntos para completar y superar el Laboratorio Virtual.
Una vez hayas completado las prácticas en el laboratorio debes presionar el botón "Enviar Resultado" que aparecerá en la aplicación EJS para almacenar tu puntuación en el LMS.

ANEXO 5	
Título	Encuesta WebLab PID Motor CC. Encuesta ILIAS para recabar opinión del alumnado sobre el WebLab PID Motor CC de una página.

01.Edad

Señala cual es tu edad *

- menos de 20
- 20-24
- 25-29
- 30-35
- 35-40
- más de 40

02.Sexo

Indica tu sexo *

- Hombre
- Mujer

03.Grado

Indica el grado en el que estás matriculado en la asignatura "Automática Industrial" *

- Grado en Ingeniería Eléctrica
- Grado en Ingeniería Electrónica Industrial
- Grado en Ingeniería Mecánica
- Grado en Ingeniería de organización Industrial
- Grado en Ingeniería Química Industrial
- Otro. Indica cual:

04.Ejecutar WebLab

¿Has ejecutado (abierto y entrado) el WebLab "WebLab PID Motor CC" en su versión española o inglesa? *

- Sí
- No

05.Estudiado Tema7

¿Has leído el tema Tema 7. Diseño del controlador PID de la asignatura "Automática Industrial"? *

- Sí
- No

06.Asistir clase Tema7

¿Has asistido a la/s clase/s presenciales en las que se explicó el tema Tema 7. Diseño del controlador PID de la asignatura "Automática Industrial"? *

- Sí, a todas.
- Sí, pero no a todas.
- No.
- No recuerdo.

07.Terminar WebLab

¿Has terminado (por tanto superado) el WebLab "WebLab PID Motor CC" en su versión española o inglesa? *

- Sí
- No

08.Repetir WebLab

¿Has ejecutado el WebLab "WebLab PID Motor CC" en su versión española o inglesa más de una vez?
Señala el número de ejecuciones que has realizado.

*

- 1

- 2
- 3
- 4
- 5
- entre 6 y 10
- más de 10

14. Guiones Prácticas

¿Has leído y comprendido los guiones de prácticas que se encuentran en la página 3 del WebLab "WebLab PID Motor CC"?

Apartado 1: Control de la posición angular del Motor CC.

La primera práctica es un control basado en posición en el que el propósito de control consiste en obtener un determinado comportamiento de
CC. En la *Figura 4* se puede ver la función de transferencia del motor CC cuando la señal de salida tenida en cuenta es la posición.

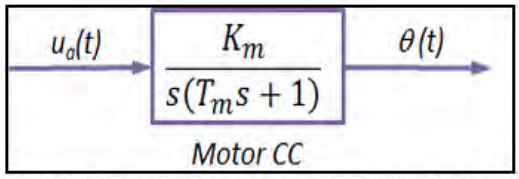


Figura 4. Sistema en Lazo abierto (sin bloque de control).

Como el proceso tiene un polo en el origen y la consigna es una señal escalón, para conseguir alcanzar la posición deseada es suficie
quedando por tanto el esquema de la *Figura 5*:

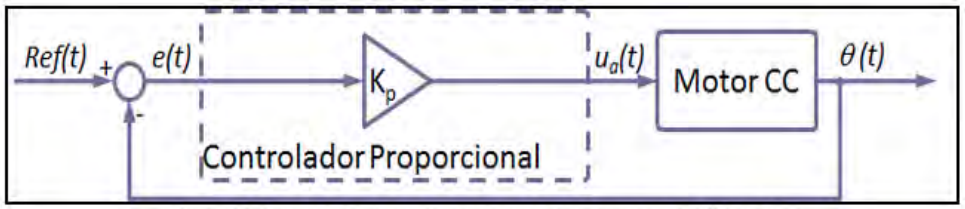


Figura 5. Sistema de control proporcional en posición del Motor CC.

A continuación se van a realizar unas acciones que ayudan a entender cómo afecta a la salida del sistema la aplicación de un control proporcio

Acciones a realizar en el Laboratorio Virtual

1. Comprobar que la señal de referencia tiene el valor 10. En caso contrario introducir Ref(t)=10 (pulsar el botón intro/enter del teclado).
2. Comprobar que la constante de control proporcional es 1: K_P=1. (Si K_P=0 entonces la entrada al motor CC sería 0 y la salida también).
3. Pulsar el botón de ejecución:

*

- Sí
- Sí, pero no del todo
- No

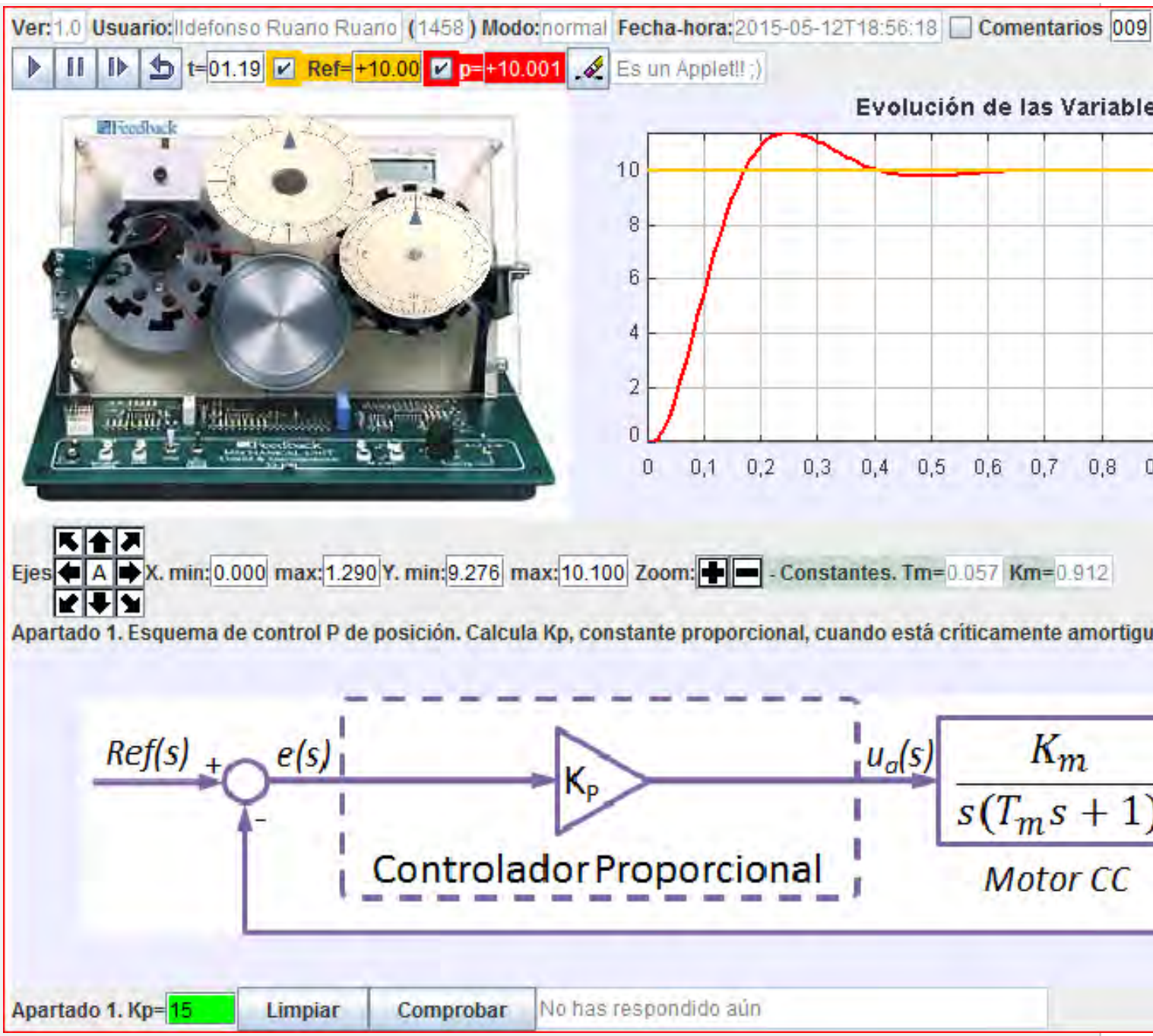
14A.Op Guiones prácticas

¿Crees que los guiones de prácticas incluidos en la Página 3 del WebLab "WebLab PID Motor CC" han sido adecuados para poder realizar las prácticas propuestas?
1 (Totalmente en Contra) - 5 (Totalmente de Acuerdo)
*

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

15A.Op VL (Virtual Lab)

¿Crees que la aplicación JAVA del laboratorio incluido en la Página 3 del WebLab "WeLab PID Motor CC" es adecuada?
1 (Totalmente en Contra) - 5 (Totalmente de Acuerdo)



*

1 2 3 4 5

16A.Op VL Interfaz-Ayuda del Laboratorio Virtual

¿Crees que el interfaz y la ayuda de la aplicación JAVA del laboratorio incluido en la Página 3 del WebLab "WebLab PID Motor CC" ha sido adecuada?
1 (Totalmente en Contra) - 5 (Totalmente de Acuerdo)
*

1 2 3 4 5

17A.Op Test final

¿Crees que el Test "Test Final de WebLab de PID de Motor CC" asociado al WebLab "WebLab PID Motor CC" ha sido el adecuado para evaluar el trabajo realizado en todo el WebLab?
1 (Totalmente en Contra) - 5 (Totalmente de Acuerdo)
*

1 2 3 4 5

18A.Op Generales WebLab

Valora los siguientes aspectos referidos al WebLab "WebLab PID Motor CC" en general
1 (Totalmente en contra) - 5 (Totalmente de acuerdo)
*

		1	2	3	4	5	
Acceso cómodo	Muy Mal	○	○	○	○	○	Muy Bien
Diseño Web (colores, tipos de letra, claridad, etc...) adecuado		○	○	○	○	○	
Estructura adecuada		○	○	○	○	○	
Navegación adecuada		○	○	○	○	○	
Facilidad de uso adecuada		○	○	○	○	○	
Sensación de inmersión adecuada		○	○	○	○	○	
Tiempo requerido adecuado		○	○	○	○	○	
Instrucciones claras y precisas		○	○	○	○	○	
Fiabilidad del sistema adecuado		○	○	○	○	○	
Utilidad adecuada		○	○	○	○	○	

Valoración Final WebLab

Valoración de 1 a 5 el WebLab "WebLab PID Motor CC"
(1:Mal-5:Bien)
*

1	2	3	4	5
○	○	○	○	○

Mejora WebLab

En tu opinión, ¿Qué aspectos del WebLab deberían mejorarse?
Respuesta:

ANEXO 6	
Título	Foro de dudas del WebLab. Foro ILIAS para resolver dudas a los alumnos sobre el WebLab de una página

Asunto: Duda sobre resultados test
Foro: Foro de dudas del WebLab
Creado por: Juan Jose Torres Ceacero (jjtc0002)
Mensajes: 8
Visitas: 41

- 

  Juan Jose Torres Ceacero | jjtc0002 | 24. May 2015, 02:09

  Registrado desde 19. Sep 2009, 11:15
  Todos los mensajes: 2

  Duda sobre resultados test

  Buenas, me gustaría saber por qué me salen los test, (tanto el inicial como el final) como no superados, cuando he realizado toda la práctica, y he respondido a todas las preguntas sin problema alguno.

  Gracias.

- 

  Amador Cano Fernández | acf00005 | 24. May 2015, 23:44
  Edición activa: 25. May 2015, 20:28 - por Amador Cano Fernández | acf00005
  Registrado desde 11. Oct 2005, 13:55
  Todos los mensajes: 3

  Duda sobre resultados test

  Y a mi me ha sucedido algo parecido, obtuve 20 puntos y me aparece tambien como no superado y no puedo hacer el test.

- 

  Ildefonso Ruano Ruano | alonso (Moderador) | 25. May 2015, 09:56
  Edición activa: 25. May 2015, 09:56 - por Ildefonso Ruano Ruano | alonso
  Registrado desde 20. Oct 2005, 19:10
  Todos los mensajes: 7

  Duda sobre resultados test

  Hola Amador,

  Tienes razón, aunque tienes una puntuación de superado te aparece como fallado. Es raro. He quitado el requerimiento de superar el WebLab para hacer el test.

  Y no te preocupes que aunque el WebLab te aparezca como fallado lo que se tiene en cuenta son los 20 puntos y está superado.

- 

  Amador Cano Fernández | acf00005 | 25. May 2015, 20:27

  Registrado desde 11. Oct 2005, 13:55
  Todos los mensajes: 3

Duda sobre resultados test

Sin problemas con el test.

Tengo una duda, mañana creo que solo me presentare a la parte de practica ya que no he tenido mucho tiempo para prepararme la asignatura porque decidi dedicarle mas tiempo a otras en esta convocatoria. Mi duda es si se tendra en cuenta los resultados del WebLab para la convocatoria extraordinaria de Julio y ya por curiosidad como de positivamente puntuaria esto :P

Gracias por todo.

Un saludo

- 

  Ildefonso Ruano Ruano | alonso (Moderador) | 26. May 2015, 11:25

  Registrado desde 20. Oct 2005, 19:10
  Todos los mensajes: 7

  Duda sobre resultados test

  Amador esta pregunta se la debes hacer a Eli, Alejandro o el profesor que imparte el resto de docencia, siento no haber podido ayudarte, saludos

- 

  Ildefonso Ruano Ruano | alonso (Moderador) | 25. May 2015, 09:47

  Registrado desde 20. Oct 2005, 19:10
  Todos los mensajes: 7

  Duda sobre resultados test

  Hola Juan José, si te aparece como no superado es porque no has alcanzado el 50% de la puntuación que podías haber obtenido con los mismos (cada uno de forma independiente).

- 

  Juan Jose Torres Ceacero | jjtc0002 | 25. May 2015, 10:23

  Registrado desde 19. Sep 2009, 11:15
  Todos los mensajes: 2

  Duda sobre resultados test

  Entonces no he superado la práctica? Me parece raro porque las respuestas diría que sí están bien....

  Como influye eso en la evaluacion respecto a la asignatura ¿?

- 

  Ildefonso Ruano Ruano | alonso (Moderador) | 25. May 2015, 13:24

  Registrado desde 20. Oct 2005, 19:10
  Todos los mensajes: 7

  Duda sobre resultados test

No es que no la hayas superado, el weblab lo has hecho muy bien (27 puntos de 30) pero el test final no se te ha dado muy bien (el primero no importa) y no has llegado al 5 pero has sacado más de 4. Simplemente las respuestas que has dado se ve que no las has pensado todo lo que debieras, habiéndo sacado 27 en el laboratorio deberías haber sacado más en el test pero no resta nada a la asignatura. Sólo puede sumar. Tranquilo.

Asunto: Ejemplos de la pagina de teoria del WebLab
Foro: Foro de dudas del WebLab
Creado por: Amador Cano Fernández (acf00005)
Mensajes: 2
Visitas: 38

- 

  Amador Cano Fernández | acf00005 | 21. May 2015, 23:46

  Registrado desde 11. Oct 2005, 13:55
  Todos los mensajes: 3

  Ejemplos de la pagina de teoria del WebLab

  Hola,

  En el texto de las evaluaciones de los diferentes apartados se habla de unos ejemplos de la pagina teoria del WebLab para ayudarnos a resolver lo que se nos pide, ¿donde se encuentra dicha pagina?

- 

  Ildefonso Ruano Ruano | alonso (Moderador) | 22. May 2015, 10:44
  Edición activa: 22. May 2015, 10:47 - por Ildefonso Ruano Ruano | alonso
  Registrado desde 20. Oct 2005, 19:10
  Todos los mensajes: 7

  Ejemplos de la pagina de teoria del WebLab

  Ese texto está mal, debería decir que se miren los apuntes de las clases de teoría de la asignatura en donde se explica que es un sistema críticamente amortiguado y que condiciones se deben dar en función de la ecuación de transferencia que se tiene (en el caso del apartado 1), las definiciones de tiempo de amortiguamiento al 2% o 5% del error en sistemas de 1 y/o 2 grados sabiendo que hay criterios de cancelación cero-polo que consiste en elegir las constantes del controlador para que se simplifique la ecuación resultante (en el caso de los apartados 2 y 3).

  Como ves todo pasa por calcular las ecuaciones de transferencia de los sistemas (en cada apartado hay una diferente dependiendo del tipo de controlador usado) de forma teórica y después aplicar el criterio particular de cada caso.

  Por ejemplo en el apartado 1 hay que calcular la función de transferencia del sistema en bucle cerrado. Cuando lo hagas obtendrás un denominador de 2º orden, para que el sistema sea críticamente amortiguado el coeficiente de amortiguamiento debe ser 1. En este caso esto significa que los polos deben coincidir y esto ocurre bajo ciertas condiciones que hay que calcular que es cuando la Kp tiene un valor determinado. Primero lo calculas de forma teórica y después lo aplicas en el simulador para comprobar que se cumple.

  Si crees que está bien metes ese valor y ya le das al botón de comprobar.

  Suerte!!

Si tienes más preguntas no dudes en seguir preguntando.

Asunto: Error al instalar Java
Foro: Foro de dudas del WebLab
Creado por: Cristóbal Ibañez López (cil00002)
Mensajes: 3
Visitas: 49

- 

  Cristóbal Ibañez López | cil00002 | 13. May 2015, 23:53

  Registrado desde 02. Oct 2011, 15:57
  Todos los mensajes: 1

  Error al instalar Java

  Buenas noches,

  He seguido los pasos con los siguientes inconvenientes:

  - Chromen no funciona con Java, he utilizado Explorer. Desinstalado versiones antiguas y reinstalado la nueva.

  - El buscador de Windows 8.1 no encuentra el panel de contro de java, pero desde -archivo de programas, bin, javacpl.exe- he podido acceder.

  He dado permisos, he modificado el archivo, habilitado el navegador y no funciona, he vuelto a repetir los pasos y revisado, pero sigue sin funcionar.

  Alguna sugerencia?

- 

  Pablo Rodríguez Moral | prm00019 | 14. May 2015, 10:12

  Registrado desde 01. Oct 2013, 22:57
  Todos los mensajes: 1

  R - Error al instalar Java

  Yo tuve problemas similares. Con MozillaFirefox se instala correctamente, ¿has dado permiso al java para que dvujaen pueda acceder?

- 

  Ildefonso Ruano Ruano | alonso (Moderador) | 14. May 2015, 10:50

  Registrado desde 20. Oct 2005, 19:10
  Todos los mensajes: 7

  Error al instalar Java

  Para hacer funcionar Chrome con java debes seguir los pasos particulares que se indican en Pasos Previos a Ejecución de WebLab para Chrome:

  Google Chrome

- Introducir la siguiente URL en el navegador: chrome://flags/#enable-npapi.
- Pulsar la opción "Habilitar" situada dentro del submenú "Habilitar NPAPI".
- Pulsar el botón "Reiniciar ahora" que aparece en la parte inferior de la página.
- Introducir la siguiente URL en el navegador: about:plugins.
- En la lista de complementos, buscar Java y comprobar que está activado (si aparece el enlace "Deshabilitar", significa que Java ya está activado.
- Seleccionar "Habilitar" (si está disponible).
- (Opcional) Activar la casilla "Siempre permitido para ejecutarse" para detener las advertencias adicionales de Chrome al ejecutar contenido Java.

Después es conveniente reiniciar el sistema para que los cambios funcionen correctamente.

Yo he logrado hacerlo funcionar con Chrome pero si quieres evitar tanto jaleo (es el más problemático) te aconsejo que uses Firefox.

Asunto: POR FAVOR LEER: Recomendaciones de uso de este Foro
Foro: Foro de dudas del WebLab
Creado por: Ildefonso Ruano Ruano (alonso)
Mensajes: 1
Visitas: 56

- 

  Ildefonso Ruano Ruano | alonso (Moderador) | 12. May 2015, 19:54

  Registrado desde 20. Oct 2005, 19:10
  Todos los mensajes: 7

  POR FAVOR LEER: Recomendaciones de uso de este Foro

  Instrucciones que hay que cumplir antes de escribir un mensaje en este foro:

  1. **Comprueba si existe ya una cadena que trate el tema sobre el que quieres escribir.**

  - **Opción 1. Existe una cadena que trata sobre el mismo tema de mi duda.** Debes leer los mensajes que se han dado y asegurarse de que no se ha planteado ya tu duda en los mensajes que se han escrito anteriormente. **Si se ha planteado tu duda** comprueba si se le ha dado respuesta, si es así ya tendrás la solución. **Si no se ha dado respuesta a tu duda** en la cadena relacionada o no te convence las respuestas dadas entonces puedes escribir un nuevo mensaje como respuesta al último de la cadena explicando tus problemas y subscribirte a la cadena para que recibas un aviso cuando se le de respuesta.
  - **Opción 2. No Existe ninguna cadena que trate sobre el mismo tema de mi duda.** Debes iniciar una nueva cadena escribiendo en el asunto de un nuevo mensaje el tema del que trata tu duda de forma clara y concisa. En el cuerpo del mensaje debes explicar claramente tu duda incluyendo todos los detalles (incluso imágenes si fuera el caso).

  2. **Activa las notificaciones si quieres ser avisado sobre las respuestas a tus preguntas o a temas que te interesen**. Al entrar en el foro hay un icono de una campana gris en la zona superior derecha que tiene un enlace con el texto "Acciones" donde se puede activar las notificaciones del foro (si se hace la campana cambiará de color). Después podrás activar las notificaciones en los asuntos y mensajes del foro que te interesen y ser avisado por mail.

ANEXO 7	
Título	Grabación de la Solución al WebLab de control PID de Motor CC. Módulo ILIAS con vídeo grabado con el programa Adobe Connect de una explicación de la solución del WebLab que incluye una presentación PowerPoint y un ejemplo de uso del WebLab. Al tener un tamaño excesivo (101MB) se añade enlace para su descarga: http://tv.ujaen.es/almacen/downloads/94/1956.mp4

ANEXO 8	
Título	WebLab PID Motor CC. Módulo SCORM de 3 páginas: Introducción, Teoría y VL.

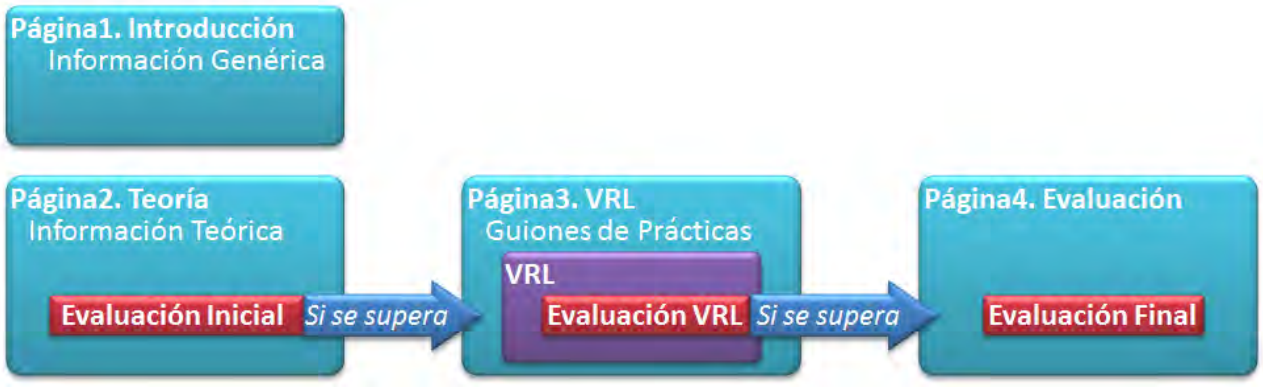
Introducción al WebLab
(PAGINA 1)

CONTROL PID DE SISTEMAS DINÁMICOS: MOTOR CC

UNIVERSIDAD:	UNIVERSIDAD DE JAEN
TITULACIONES:	GRADOS EN INGENIERIA INDUSTRIAL, MECANICA, ELECTRICA, ORGANIZACION INDUSTRIAL Y ELECTRONICA
ASIGNATURA:	AUTOMATICA INDUSTRIAL (NIVEL BASICO)
PLANIFICACION:	2° CURSO // 2° CUATRIMESTRE
TIPO DE EJERCICIO/EXPERIMENTO:	LABORATORIO VIRTUAL
CONTEXTO DEL EJERCICIO:	BLOQUE III. METODOS DE CONTROL TEMA 7. DISEÑO DEL CONTROLADOR PID.
OBJETIVOS Y ---------- COMPETENCIAS:	• GLOBALES: ◦ Conocimiento básico de control automático y su aplicación a la automatización industrial. ◦ Aprender para qué sirve un regulador (controlador). • ESPECIFICOS: ◦ Conocer y comprender los reguladores de tipo P, PD, PI y PID. ◦ Aprender técnicas de ajuste de los parámetros de estos reguladores. ◦ Consolidar en concepto de tiempo de establecimiento a un % de error de la señal de un sistema. ◦ Sintonizar un controlador para un sistema servo con un motor de corriente continua (motor CC).
TEORIA:	Enlace a la carpeta de teoría: BLOQUE III. METODOS DE CONTROL

Estructura del WebLab (Laboratorio Web) y Modo de superarlo

Este WebLab se ha creado utilizando el formato SCORM. La siguiente figura muestra la organización básica que se utiliza en el departamento para diseñar Laboratorios Web en un paquete SCORM:



El Contenido se estructura en 4 secciones (páginas web):

- PAGINA 1.Introducción (Esta Página): Proporciona información general sobre el WebLab y se enmarca dentro de los estudios de grado.
- PAGINA 2.Teoría (Página siguiente): Proporciona información teórica relacionada con el control de los sistemas dinámicos, especialmente sobre el control PID de un sistema de Motor CC. También contiene un test inicial que trata de asegurar que se han asimilado los conceptos teóricos explicados antes de acceder al laboratorio en sí con el objetivo de que no pueda acceder al laboratorio alguien que no ha adquirido los conocimientos necesarios para usarlo y aprovecharlo.
- PAGINA 3.VRL: (Para acceder a este sección es necesario haber superado el test inicial de la sección PAGINA 2.Teoría). Proporciona los guiones de las prácticas que se deben realizar con el laboratorio y el propio VRL (Virtual Remote Lab, Laboratorio Virtual o Remoto) en el que se podrá trabajar con el fin de superar las prácticas propuestas. El VRL realiza una evaluación automática del trabajo realizado por cada alumno.

- PAGINA 4.Evaluación (Última página): (Para acceder a esta sección es necesario haber superado la evaluación automática de la sección PAGINA 3.VRL). Muestra un test final relacionado con todo el trabajo e información previa incluida en el WebLab que los estudiantes deben superar.

Para superar el WebLab se debe llegar hasta la sección PAGINA 4.Evaluación y superar el test de evaluación final.

Sin embargo esta es un versión de investigación del paquete SCORM que forma el WebLab y se ha reducido a 3 páginas. La página 4 se ha sustituido por un test ILIAS que debes realizar al terminar de trabajar con el simulador en la página 3: Test Final de WebLab de PID de Motor CC.
La siguiente figura muestra la organización que se ha usado:



Pulsar para Continuar a PAGINA 2.Teoria



CONTROL PID DE SISTEMAS DINÁMICOS: MOTOR CC

Teoría del WebLab
(PAGINA 2)



Introducción

Un controlador automático compara el valor real de la salida de una planta con la entrada de referencia (el valor deseado), determina el error entre ambas señales (e(t)=referencia(t)-salida(t)) y produce una señal de control que reduce la diferencia a cero o a un valor pequeño.
La acción de control es la forma con la cual el controlador automático produce la señal de control. La figura siguiente muestra el diagrama de bloques de un sistema de control industrial que consiste en un controlador automático, un actuador, una planta y un sensor (elemento de medición).

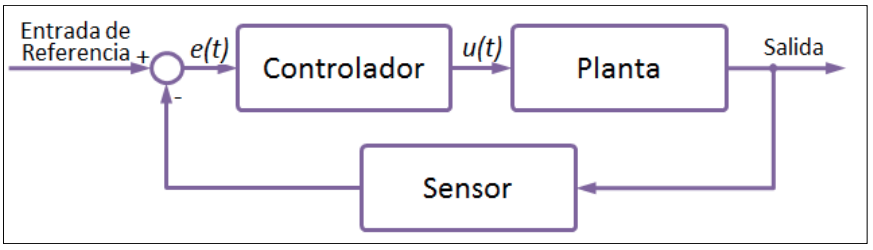


Figura 1. Esquema de Bloques de un Controlador.

Por un lado, la salida del controlador se alimenta a un actuador, como por ejemplo una válvula. Mientras que el sensor, o elemento de medición, es un dispositivo que convierte una magnitud en una señal, por ejemplo un desplazamiento en metros pasaría a una señal en voltios, mA o % del alcance del sensor.

Tipos de Controladores

Los controladores industriales más importantes se clasifican en función de las acciones de control que implementan del siguiente modo:

- Controladores On-off.
- Controladores Proporcionales.
- Controladores Proporcionales-Derivativos (PD).
- Controladores Proporcionales-Integrales (PI).
- Controladores Proporcionales-Integrales-Derivativos (PID).

Controlador Proporcional

Para un controlador con una única acción proporcional, la relación entre la salida del controlador u(t) y la señal del error e(t) es:

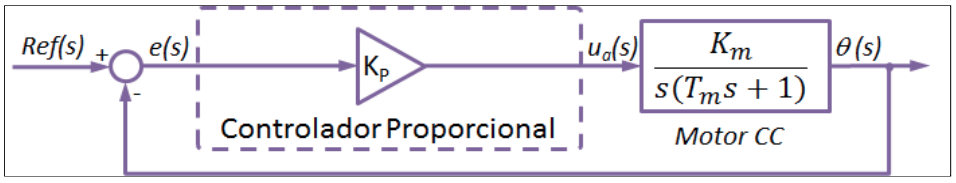
$$u(t) = K_p e(t) \quad \text{(Ec.1)}$$

la cual, utilizando la transformada de Laplace, se convierte en:

$$u(s) = K_p e(s) \quad \text{(Ec.2)}$$

De las ecuaciones anteriores se puede observar claramente que el controlador proporcional es utilizado para "controlar teniendo en cuenta el presente", es decir, el error actual es multiplicado por una ganancia constante (K_p) y aplicado al actuador. Como es obvio, cuando el error es cero, la salida de este regulador también es cero, por lo que junto a la señal de control proporcional habría que añadir un offset, o también conocido como bias, que permitiese al valor de salida seguir a la señal de referencia.

Ejemplo: Control Proporcional de Motor CC en posición
Supongamos que se tiene el siguiente sistema:



(Sistema ejemplo)

Las siguientes ecuaciones muestran las funciones de transferencia del sistema en bucle abierto (G_{BA}) y en bucle cerrado (G_{BC}):

$$G_{BA}(s) = \frac{K_P K_m}{s(T_m s+1)}; \quad G_{BC}(s) = \frac{K_P K_m}{s(T_m s+1)K_P K_m} = \frac{\frac{K_p K_m}{T_m}}{s^2+\left(\frac{1}{T_m}\right)s+\frac{K_p K_m}{T_m}}$$

(Ecuaciones del sistema)

La función de transferencia del sistema en bucle cerrado (G_{BC}) es un sistema de segundo orden como el siguiente:

$$G(s) = \frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{K\omega_n^2}{s^2 + 2\delta\omega_n s + \omega_n^2}$$ (Sistema genérico de 2° orden)

Donde se definen los siguientes parámetros:

- K: Ganancia estática del sistema.
- δ: Coeficiente de amortiguamiento del sistema.
- ω_n: Frecuencia propia no amortiguada o Frecuencia natural del sistema.

Que aplicados al ejemplo del motor CC muestran los siguientes valores:

$$K = 1;\ \omega_n = \sqrt{\frac{K_P K_m}{T_m}};\ \delta = \frac{1}{2\sqrt{K_P K_m T_m}};\ \delta\omega_n = \frac{1}{2T_m}$$

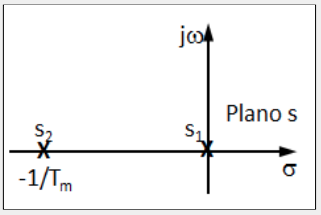
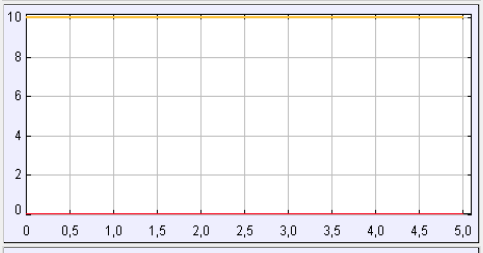
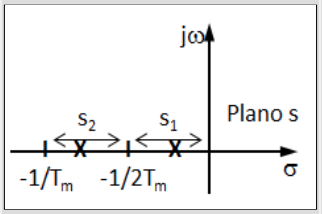
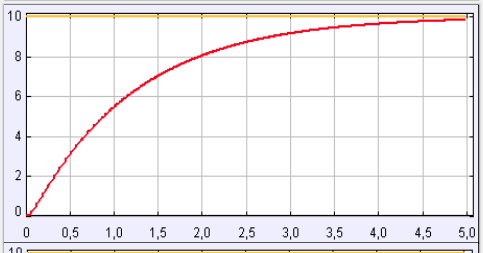
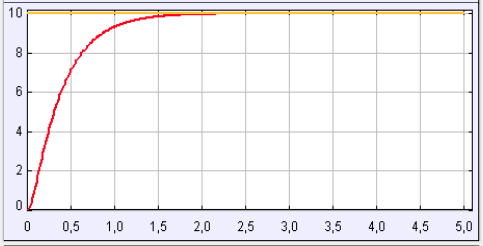
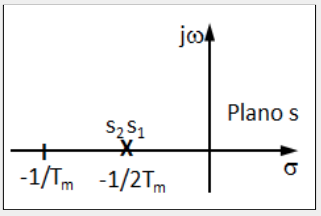
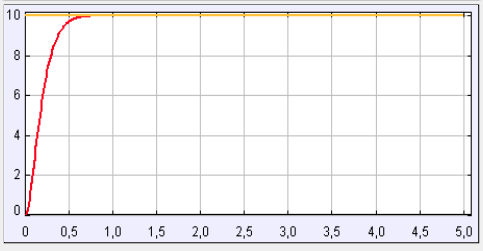
Estos parámetros son muy útiles para el cálculo de otros, por ejemplo el tiempo de establecimiento:
$t_{sx\%}$: Tiempo de establecimiento al x%, es el tiempo que tarda la respuesta del sistema en alcanzar el (100-x)% del valor de la señal en régimen permanente.
Como ejemplos:

- $t_{s2\%}$, tiempo de establecimiento al 2% del error, tiempo que tarda la respuesta del sistema en alcanzar el 98% de su valor final. En un sistema de 2° orden como el del ejemplo es: $t_{s2\%}=4/(\delta*\omega_n)$. Para el ejemplo del motor cc $t_{s2\%}=8*T_m$
- $t_{s5\%}$, tiempo de establecimiento al 5% del error, tiempo que tarda la respuesta del sistema en alcanzar el 95% de su valor final. En un sistema de 2° orden como el del ejemplo es: $t_{s5\%}=3/(\delta*\omega_n)$. Para el ejemplo del motor cc $t_{s2\%}=6*T_m$

Las posición de las raices del denominador (polos) son:

$$s = -\frac{1}{2T_m} \mp \frac{1}{2T_m}\sqrt{1 - 4K_P K_m T_m}$$ (Soluciones a las raices del sistema)

La posición de los polos determina la forma de la salida del sistema. En la siguiente tabla se ilustra la evolución de la salida ante una entrada de tipo escalón cuando el sistema es de segundo orden. En concreto se representa la evolución de la posición del motor en función de la posición de los polos, la cual es dependiente de las características del propio motor (constantes T_m y K_m) y así como de la acción proporcional (K_P) del sistema de control.

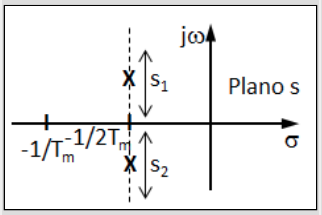
POLOS Y COMPORTAMIENTO DEL SISTEMA EN FUNCIÓN DE K_P			
Kp	Polos	Polos en plano s	Comportamiento del sistema Referencia (Naranja) y Posición angular (Rojo)
$K_P = 0$	$s_1 = -\frac{1}{2T_m} + \frac{1}{2T_m} = 0$ $s_2 = -\frac{1}{2T_m} - \frac{1}{2T_m} = -\frac{1}{T_m}$		
Sistema Sobreamortiguado δ>1 $0 < K_P < \frac{1}{4K_m T_m}$	$s_1 = -\frac{1}{2T_m} + \frac{1}{2T_m}\sqrt{1 - 4K_P K_m T_m}$ $s_2 = -\frac{1}{2T_m} - \frac{1}{2T_m}\sqrt{1 - 4K_P K_m T_m}$		 
Sistema Críticamente Amortiguado δ=1 $K_P = \frac{1}{4K_m T_m}$	$s_1 = s_2 = -\frac{1}{2T_m}$		

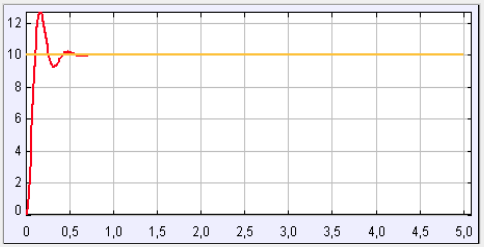
Sistema Subamortiguado δ<1

$$K_P > \frac{1}{4K_mT_m}$$

$$s_1 = -\frac{1}{2T_m} + j\frac{1}{2T_m}\sqrt{1-4K_PK_mT_m}$$

$$s_2 = -\frac{1}{2T_m} - j\frac{1}{2T_m}\sqrt{1-4K_PK_mT_m}$$





Controlador Proporcional-Derivativo (PD)

En un controlador proporcional-derivativo, la acción de control se define mediante:

$$u(t) = K_P e(t) + K_P T_D \frac{de(t)}{dt} = K_P e(t) + K_D \frac{de(t)}{dt} \quad \text{(Ec.7)}$$

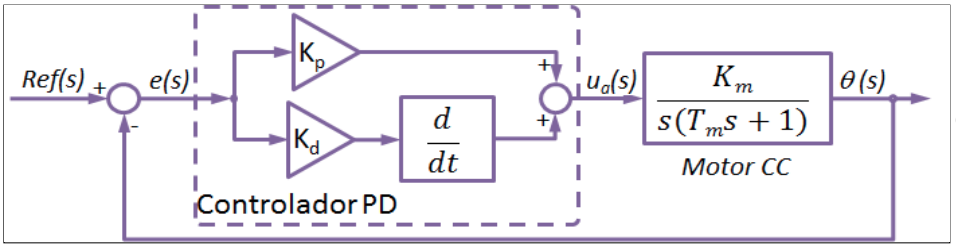
y la función de transferencia es:

$$\frac{U(s)}{E(s)} = K_P(1 + T_D s) = K_P + K_D s \quad \text{(Ec.8)}$$

donde T_D es el tiempo derivativo (K_D es una ganancia ajustable: $K_D=K_PT_D$).

En este caso, la acción derivativa pretende controlar el sistema "teniendo en cuenta el futuro" puesto que tomamos la derivada del error con respecto del tiempo (su variación) y se multiplica por una constante.
El término derivativo se utiliza para modificar la respuesta temporal del controlador ante cambios del sistema. De esta forma, mientras mayor es la variación del error, mayor será la acción de control derivativa; sin embargo, conforme la derivada del error disminuye (significando que el error tiende a cero), menor es su acción de control. Dicha acción, por tanto, ayuda a disminuir la variabilidad de la salida en su régimen transitorio.

Ejemplo: Control Proporcional-Derivativo de Motor CC en posición
Supongamos que se tiene el siguiente sistema:



(Sistema ejemplo)

Las siguientes ecuaciones muestran las funciones de transferencia del sistema en bucle abierto (G_{BA}) y en bucle cerrado (G_{BC}):

$$G_{BA}(s) = \frac{K_P(1+\frac{K_D}{K_P}s)K_m}{s(T_ms+1)}; \quad G_{BC}(s) = \frac{K_P(1+\frac{K_D}{K_P}s)K_m}{s(T_ms+1)+K_P(1+\frac{K_D}{K_P}s)K_m} = \frac{K_mK_Ds+K_mK_P}{T_ms^2+(1+K_mK_D)s+K_mK_P}$$

(Ecuaciones del sistema)

La función de transferencia del sistema en bucle cerrado (G_{BC}) es un sistema de segundo orden como el mostrado en el ejemplo anterior (controlador P). Los parámetros de este sistema son:

$$K = 1; \quad \omega_n = \sqrt{K_mK_P}; \quad \delta = \frac{1+K_mK_D}{2\sqrt{K_mK_P}}; \quad \delta\omega_n = \frac{1+K_mK_D}{2}$$

Para trabajar con este sistema se pueden buscar situaciones en las que las ecuaciones se simplifiquen, por ejemplo, haciendo uso del criterio de cancelación cero-polo se elimina un polo de la ecuación del sistema:

Concretamente, para este ejemplo (motor CC) haciendo que $T_m = \frac{K_D}{K_P}$, entonces la ecuación del sistema se simplifica obteniéndose la siguiente ecuación:

$$G_{BA}(s) = \frac{K_PK_m}{s}; \quad G_{BC}(s) = \frac{K_PK_m}{s+K_PK_m} = \frac{1}{\frac{1}{K_PK_m}s+1}$$

(Ecuaciones simplificadas del sistema cuando $T_m = \frac{K_D}{K_P}$)

Que se corresponde con una ecuación de primer orden como la siguiente:

$$G_{Ordenl}(s) = \frac{K}{\tau s + 1}$$

Donde se definen los siguientes parámetros:

- K: Ganancia estática del sistema, que en este sistema en concreto es K=1
- τ: Constante de Tiempo del sistema, que en este sistema en concreto es $\tau = 1/(K_P K_m)$

Los tiempos de establecimiento al 2% y 5% para un sistema de primer orden son los siguientes:

- $t_{s2\%} = 4\tau$ y en este sistema en concreto es $t_{s2\%} = 4/(K_P K_m)$
- $t_{s5\%} = 3\tau$ y en este sistema en concreto es $t_{s5\%} = 3/(K_P K_m)$

Controlador Proporcional-Integral (PI)

En un controlador proporcional-integral, la acción de control se define mediante:

$$u(t) = K_P e(t) + \frac{K_P}{T_I}\int_0^t e(t)dt = K_P e(t) + K_I \int_0^t e(t)dt \quad \text{(Ec.5)}$$

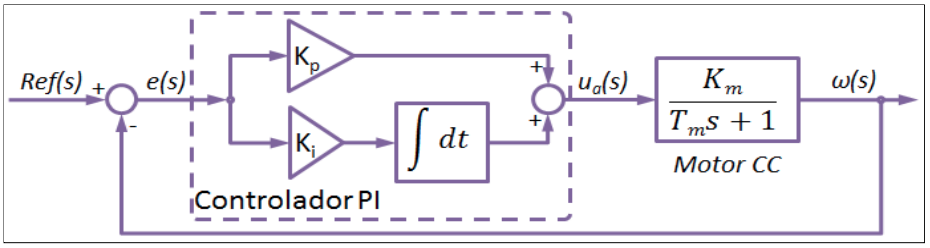
donde K_I es una ganancia ajustable ($K_i = K_P/T_I$, T_I es el tiempo integral). Siendo la función de transferencia del controlador:

$$\frac{U(s)}{E(s)} = K_P\left(1 + \frac{1}{T_I s}\right) = K_P + \frac{K_I}{s} \quad \text{(Ec.6)}$$

El término integral de un controlador pretende "controlar teniendo en cuenta el pasado" debido a que el error es integrado (o sumado) hasta el tiempo actual, y entonces multiplicado por una ganancia.

Si utilizásemos exclusivamente el controlador proporcional normalmente aparecería un error en estado estacionario, es por ello que se suele utilizar el término integral. Imaginemos por ejemplo un tanque en el que podemos controlar el flujo de entrada mientras que el de salida es constante. En esta situación, con un simple controlador proporcional más un término bías podríamos mantener una referencia de nivel. Sin embargo, si el flujo de salida variase (imaginemos que se obstruye la tubería de salida), el nivel de referencia no se mantendría existiendo un error en estado estacionario.
Este problema se resolvería simplemente con cambiar el término bias con una acción integral, la cual ajustaría su valor eliminando los errores que han permanecido durante cierto tiempo. En este sentido podríamos decir que la parte integral equivaldría a un offset auto-ajustable.

Ejemplo: Control Proporcional-Integral (PI) de Motor CC en velocidad
Supongamos que se tiene el siguiente sistema:



(Sistema ejemplo)

Al realizar un control integral podemos asegurar que el error en régimen permanente ante una entrada escalón es 0 ($e_{ssp}=0$).
Las siguientes ecuaciones muestran las funciones de transferencia del sistema en bucle abierto (G_{BA}) y en bucle cerrado (G_{BC}):

$$G_{BA}(s) = \frac{(K_P + K_I\frac{1}{s})K_m}{T_m s + 1}; \quad G_{BC}(s) = \frac{(K_P + K_I\frac{1}{s})K_m}{T_m s + 1 + (K_P + K_I\frac{1}{s})K_m} = \frac{K_m K_P s + K_m K_I}{T_m s^2 + (1 + K_m K_P)s + K_m K_I}$$

(Ecuaciones del sistema)

La función de transferencia del sistema en bucle cerrado (G_{BC}) es un sistema de segundo orden como los mostrados en los ejemplos anteriores (controlador P y PD). Los parámetros de este sistema son:

$$K = 1; \quad \omega_n = \sqrt{\frac{K_m K_I}{T_m}}; \quad \delta = \frac{1 + K_m K_P}{2\sqrt{T_m K_m K_I}}; \quad \delta\omega_n = \frac{1 + K_m K_P}{2T_m}$$

Para trabajar con este sistema se pueden buscar situaciones en las que las ecuaciones se simplifiquen, por ejemplo, haciendo uso del criterio de cancelación cero-polo se elimina un polo de la ecuación del sistema:

Concretamente, para este ejemplo (motor CC) haciendo que $T_m = \frac{K_P}{K_I}$, entonces la ecuación del sistema se simplifica obteniéndose la siguiente ecuación:

$$G_{BA}(s) = \frac{K_I K_m}{s}; \quad G_{BC}(s) = \frac{K_I K_m}{s + K_I K_m} = \frac{1}{\frac{1}{K_I K_m} s + 1}$$ (Ecuaciones simplificadas del sistema cuando $T_m = \frac{K_P}{K_I}$)

Que se corresponde con una ecuación de primer orden como la siguiente:

$$G_{Orden1}(s) = \frac{K}{\tau s + 1}$$

Donde se definen los siguientes parámetros:

- K: Ganancia estática del sistema, que en este sistema en concreto es K=1
- τ: Constante de Tiempo del sistema, que en este sistema en concreto es $\tau = 1/(K_I K_m)$

Los tiempos de establecimiento al 2% y 5% para un sistema de primer orden son los siguientes:

- $t_{s2\%}=4\tau$ y en este sistema en concreto es $t_{s2\%}=4/(K_I K_m)$
- $t_{s5\%}=3\tau$ y en este sistema en concreto es $t_{s5\%}=3/(K_I K_m)$

Controlador Proporcional-Integral-Derivativo (PID)

La combinación de las acciones de control proporcional, derivativa e integral da lugar al controlador PID o controlador proporcional-integral-derivativo. Esta acción combinada tiene las ventajas de cada una de las tres acciones de control individuales. La ecuación del controlador viene dada por:

$$u(t) = K_P e(t) + \frac{K_P}{T_I}\int_0^t e(t)dt + K_P T_D \frac{de(t)}{dt}$$ (Ec.9)

la cual también se puede escribir de la siguiente forma:

$$u(t) = K_P e(t) + K_I \int_0^t e(t)dt + K_D \frac{de(t)}{dt}$$ (Ec.10)

y la función de transferencia es:

$$\frac{U(s)}{E(s)} = K_P\left(1 + \frac{1}{T_I s} + T_D s\right) = K_P + \frac{K_I}{s} + K_D s$$ (Ec.11)

Test previo al Laboratorio (Evaluación Inicial)

MUY IMPORTANTE, LEER ANTES DE EMPEZAR A RESPONDER EL TEST

- Presta atención a las siguientes preguntas, lee tranquilamente el enunciado y contesta con tranquilidad.
- El objetivo de las mismas es saber si has asimilado correctamente los conocimientos que debes obtener para acceder al laboratorio.
- Fíjate en que si respondes correctamente recibirás 4 puntos por cada pregunta, pero si lo haces de forma incorrecta te restará un punto.
- También tienes la opción de responder señalando la opción "No sabe/No contesta", en cuyo caso no se sumará ni se restará ningún punto.
- Para poder superar el test es necesario que obtengas al menos 14 puntos (máximo 28).
- Sólo se tiene una oportunidad para contestar a cada una de las preguntas, una vez pulses el botón "Contestar" ya no podrás volver a hacerlo.
- Si has señalado una opción pero te has arrepentido y deseas dejar la respuesta en blanco pulsa sobre "Reiniciar" o la opción "No sabe/No contesta".
- Al final de la página debes pulsar sobre el botón "Contestar Todo y Enviar" para mostrar tus resultados finales y enviarlos al LMS.
- Debes contestar a todas las preguntas.
- No actualices el contenido de la página en el navegador, si lo haces se cargará de nuevo el PAGINA 1-Introducción y deberás volver a empezar el WebLab.

Pregunta 1

PREGUNTA 1: Linealidad del Sistema.
(Bien:4 puntos - Error:-1 punto)

¿Qué es e(t)?

- e(t) es la señal de referencia (valor deseado).
- e(t) es la diferencia que existe entre la variable controlada y la señal de referencia.
- e(t) es la diferencia que existe entre la variable controlada y la entrada del sistema a controlar.
- e(t) es la entrada del sistema a controlar.
- No sabe/No contesta.

Enviar Reiniciar

Resultado de pregunta 1

Pregunta 2

PREGUNTA 2: Constantes del Controlador PID.
(Bien:4 puntos - Error:-1 punto)

Suponiendo que la ley de control de un controlador PID es $u(t) = 33e(t) + 66\frac{de(t)}{dt} + 66\int_0^t e(t)dt$ indica la opción correcta referida a sus constantes

- A: K_P=33, T_D=66 y T_I=66.
- B: K_P=33, T_D=2 y T_I=66.
- C: K_P=33, T_D=0.5 y T_I=0.5.
- D: K_P=33, T_D=2 y T_I=0.5.
- E: No Sabe/No Contesta.

Enviar Reiniciar

Resultado de pregunta 2

Pregunta 3

PREGUNTA 3: Controlador PD.
(Bien:4 puntos - Error:-1 punto)

Indica que opción muestra la función de transferencia de un controlador PD.

- A: $\frac{U(s)}{E(s)} = K_P\left(1 + \frac{1}{T_I s} + T_D s\right) = K_P + \frac{K_I}{s} + K_D s$
- B: $\frac{U(s)}{E(s)} = K_P$
- C: $\frac{U(s)}{E(s)} = K_P\left(1 + \frac{1}{T_I s}\right) = K_P + \frac{K_I}{s}$
- D: $\frac{U(s)}{E(s)} = K_P(1 + T_D s) = K_P + K_D s$
- E: No sabe/No contesta.

Enviar Reiniciar

Resultado de pregunta 3

Pregunta 4

PREGUNTA 4: Tiempo de establecimiento.
(Bien:4 puntos - Error:-1 punto)

Señala la opción que muestra correctamente el tiempo de establecimiento (criterio al 5%) de un sistema de primer orden:

- $t_{s5\%}=4\tau$
- $t_{s5\%}=3\tau$
- $t_{s5\%}=4/(\delta\omega_n)$
- $t_{s5\%}=3/(\delta\omega_n)$
- E: No sabe/No contesta.

Enviar Reiniciar

Resultado de pregunta 4

Pregunta 5

PREGUNTA 5: Control considerando el pasado y el presente.
(Bien:4 puntos - Error:-1 punto)

Indica la opción que muestra el tipo de control que funciona "teniendo en cuenta sólo el pasado y el presente"

- Controlador PI.
- Controlador PD.
- Controlador P.
- Controlador PID.
- No sabe/No contesta.

Enviar Reiniciar

Resultado de pregunta 5

Pregunta 6

PREGUNTA 6: Offset autoajustable.
(Bien:4 puntos - Error:-1 punto)

¿Qué parte de la siguiente ecuación $u(t) = K_P e(t) + \frac{K_P}{T_I}\int_0^t e(t)dt + K_P T_D \frac{de(t)}{dt}$ es equivalente a un offset autoajustable?

- A: $K_p T_d \frac{d\,e(t)}{dt}$
- B: $K_p e(t)$
- C: $\frac{K_p}{T_i}\int_0^t e(t)\,dt$
- D: $K_P e(t) + \frac{K_P}{T_I}\int_0^t e(t)dt$
- E: No sabe/No contesta.

Enviar Reiniciar

Resultado de pregunta 6

Pregunta 7

PREGUNTA 7: Acción contra los cambios.
(Bien:4 puntos - Error:-1 punto)

Si se quiere modificar la respuesta temporal del controlador ante cambios del sistema se debe añadir un término de tipo ...

- ... proporcional.

- ... derivativo.
- ... integral.
- ... pretérito.
- No sabe/No contesta.

Enviar Reiniciar

Resultado de pregunta 7

Como superar esta sección

Puedes superar esta sección (PAGINA 2-Teoría) si lees el contenido de esta página, respondes a las preguntas y alcanzas al menos 14 de los 28 puntos posibles que se pueden obtener como máximo.
Usa el tiempo que necesites para leer y comprender el funcionamiento teórico de los distintos tipos de controladores mostrados ya que serán usados en este laboratorio virtual
Estos contenidos te ayudarán en la realización de los ejercicios prácticos que deberás llevar a cabo en las próximas secciones (Laboratorio virtual de Control PID de un motor CC).
Si completas satisfactoriamente esta parte se te permitirá acceder a la siguiente sección (PAGINA 3-VRL) y realizar las prácticas asociadas al laboratorio virtual.

Puedes comprobar el tiempo que has empleado en esta página y el resultado que has obtenido en la evaluación inicial de esta sección (PAGINA 2-Teoría) si pulsas el siguiente botón:

Comprobar, Enviar resultados al LMS y Continuar

Hora de entrada en el PAGINA 2-Teoría: 2015-07-21T12:44:26

CONTROL PID DE SISTEMAS DINÁMICOS: MOTOR CC

Laboratorio Virtual
(PAGINA 3)

Introducción a las Prácticas

El objetivo principal de estas prácticas es comprender el funcionamiento que presentan diferentes tipos de controladores en un sistema servo.
Para ello se va a usar como ejemplo un sistema servo formado por un Motor de corriente continua como el mostrado en la Figura 1 (Motor CC de la marca Feedback) al que se le quiere realizar varios tipos de control (en posición y velocidad).

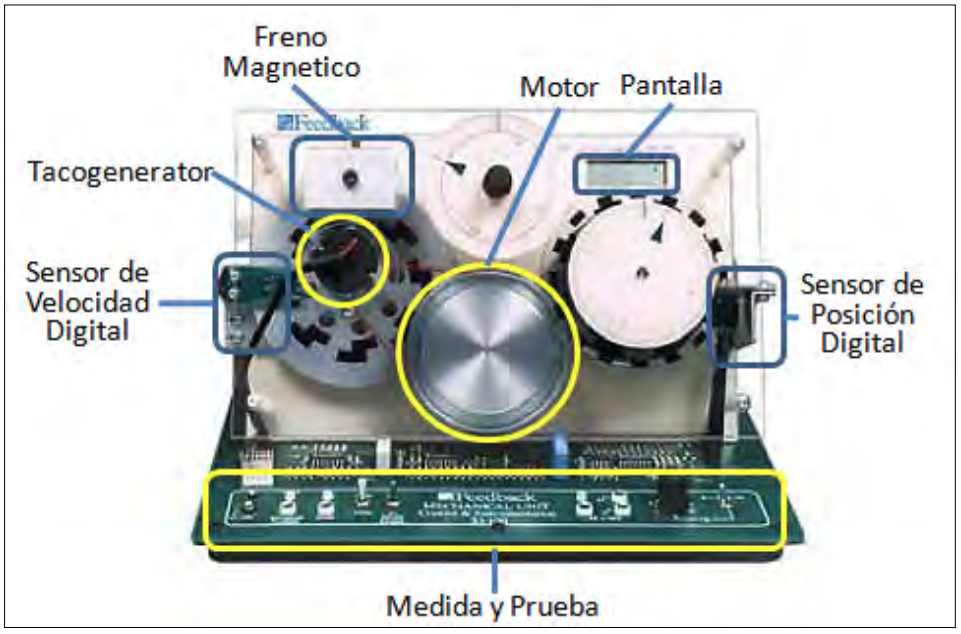


Figura 1. Motor de corriente continua (CC).

Sistema en Lazo cerrado. Al introducir un controlador en el sistema se trata de conseguir que la señal de salida del sistema, θ(t) o ω(t) (posición o velocidad respectivamente), sea igual que la señal de referencia, Ref(t). De este modo se cierra un bucle (lazo) como el que se muestra en la Figura 2:

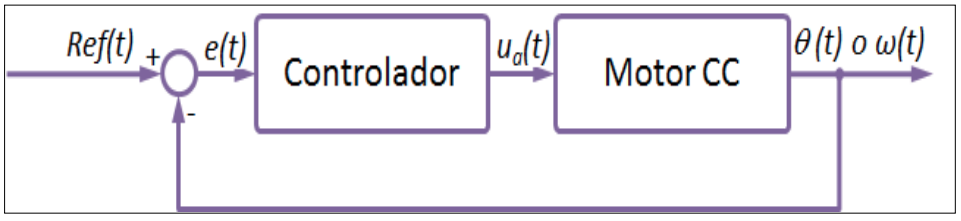


Figura 2. Sistema en Lazo cerrado.

Apartado 0: Breve Manual de Uso del Software.

En la parte inferior de esta página se encuentra embebido el applet Java del simulador con el que se tiene que trabajar (tras los guiones de los apartados de prácticas a realizar), tiene el mismo aspecto que el mostrado por la Figura 3.
Este software simula un motor de CC modelado por un sistema de primer orden cuya ganancia estática (K_m) y constante de tiempo (T_m) son parámetros cuyo valor diferirá en función del usuario autenticado.

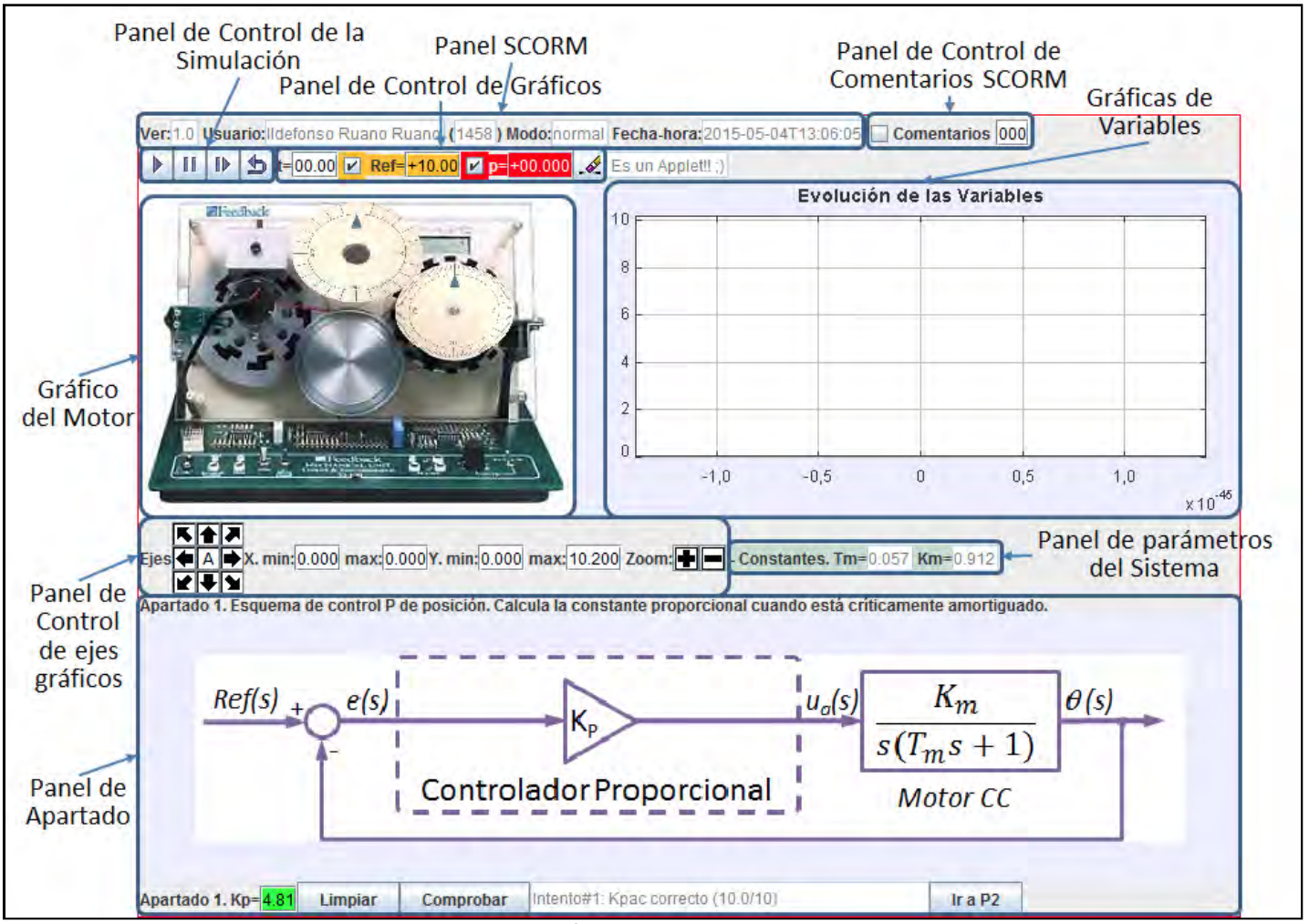


Figura 3. Interfaz del simulador (apartado 1).

Se debe dominar la interfaz que se ofrece en el software del simulador.

Debes saber que todos los elementos del interfaz tienen un texto de ayuda asociado. Esta ayuda se muestra en forma de texto emergente que aparecerá cuando el puntero del ratón se sitúa inmovil sobre cada uno de los elementos durante un tiempo (aproximadamente un segundo).

Debes adquirir familiaridad con el simulador y conocer su manejo. Para ello debes aprender las distintas zonas que existen:

- Panel SCORM. Muestra información intercambiada entre el software del simulador (applet java) y la plataforma de docencia virtual (ILIAS):
  - Ver: Versión de comunicaciones del sistema SCORM.
  - Estudiante: Nombre completo del estudiante que ha ejecutado el módulo (identificador en ILIAS).
  - Modo: Modo de entrada al módulo SCORM (normal o revisión).
- Panel de control de comentarios. Permite controlar la visualización de comentarios que el simulador graba en la plataforma cada vez que se supera un apartado correctamente:
  - Casilla de verificación de ventana comentarios: Si se activa aparece una ventana donde se pueden ver los comentarios guardados en la plataforma.
  - Comentarios: Indica el número de comentarios almacenados en el sistema.
- Panel de control de la simulación. Una serie de botones que permiten controlar la ejecución del simulador:
  - Botón ejecutar. Ejecuta simulación.
  - Botón pausa. Pausa simulación.
  - Botón paso a paso. Ejecuta un paso en la simulación.
  - Botón reiniciar. Reinicia toda la simulación (PRECAUCIÓN: Si se pulsa se reinician todos los valores menos los comentarios, el trabajo realizado hasta entonces se perderá).
- Panel de control de Gráficos. Se distinguen 3 zonas:
  - Tiempo. Muestra el valor de la variable tiempo del sistema.
  - Señal de referencia. mediante la casilla de verificación se puede controlar la aparición o no del gráfico de la señal de referencia del sistema, se muestra su valor y se permite modificarlo al valor deseado.
  - Señal de salida del sistema: θ(t) (p en simulador) o ω(t) (w en simulador), posición o velocidad angular respectivamente). mediante la casilla de verificación se puede controlar la aparición o no del gráfico de la señal de salida del sistema y se muestra su valor.
- Gráfico del Motor. Esta zona permite observar la evolución en tiempo real del gráfico del sistema en el que se encuentra el Motor CC con el que se puede ver el movimiento del motor y por tanto la evolución de la variable controlada (posición o velocidad).
- Gráficas de Variables. Esta zona muestra la señal de referencia (en color naranja) y de la variable controlada (en color rojo, posición o velocidad angular).
- Panel de control de ejes Gráficos. Este panel permite definir los límites de los ejes de coordenadas donde se muestran los gráficos de forma automática (por defecto) o manual (en este caso se debe pulsar el botón "A" y se podrán

definir los límites inferior y superior de los ejes "x", tiempo, e "y", señales de referencia y de salida del sistema). También se puede hacer zoom para acercar o alejar la vista y moverse por el gráfico, estas opciones son muy útiles cuando se quiera observar una sección de una gráfica con más detalle (por ejemplo para realizar medidas exactas).

- Panel de parámetros del sistema. Esta zona muestra la ganancia estática (K_m) y la constante de tiempo (T_m) del sistema motor CC. Son parámetros cuyo valor diferirá en función del usuario autenticado.
- Panel de Apartado. Esta zona muestra información relativa al apartado en el que se está trabajando en cada momento
  - Zona superior. Muestra el título del apartado y el trabajo que debe realizarse.
  - Zona media. Muestra un gráfico con el esquema del sistema que se está simulando en dicho apartado.
  - Zona inferior. Muestra varios elementos:
    - Uno o dos campos para poder responder a las cuestiones pedidas en el apartado.
    - Un botón para "Limpiar" los gráficos y poner a cero las variables afectadas para volver a hacer una prueba en el mismo apartado.
    - Un botón para "Comprobar" si la respuesta dada es correcta (CUIDADO!!:hay apartados en los que el número de intentos está limitado).
    - Un campo que muestra información sobre la comprobación realizada y el número de intento.
    - Un botón para acceder al siguiente apartado ("Ir a PN") o terminar el laboratorio si es el último. Sólo aparece cuando se ha dado una respuesta correcta en el apartado (valoración de apartado mayor o igual a 5 sobre 10).

MUY IMPORTANTE: Cómo insertar o cambiar un campo del simulador

Para insertar o cambiar el valor de un campo en el simulador hay que seguir los siguientes pasos:

1. Poner el puntero del ratón en el campo que se quiere insertar o modificar
2. Borrar el valor anterior (si lo hubiera)
3. Escribir el nuevo valor (si es decimal se debe usar el punto y no la coma)
4. Pulsar la tecla Intro o Enter del teclado.

Apartado 1: Control de la posición angular del Motor CC.

La primera práctica es un control basado en posición en el que el propósito de control consiste en obtener un determinado comportamiento de la posición que adopta el motor CC. En la Figura 4 se puede ver la función de transferencia del motor CC cuando la señal de salida tenida en cuenta es la posición.

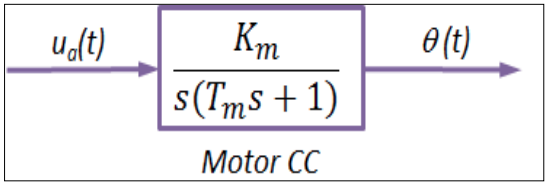


Figura 4. Sistema en Lazo abierto (sin bloque de control).

Como el proceso tiene un polo en el origen y la consigna es una señal escalón, para conseguir alcanzar la posición deseada es suficiente un controlador proporcional, quedando por tanto el esquema de la Figura 5:

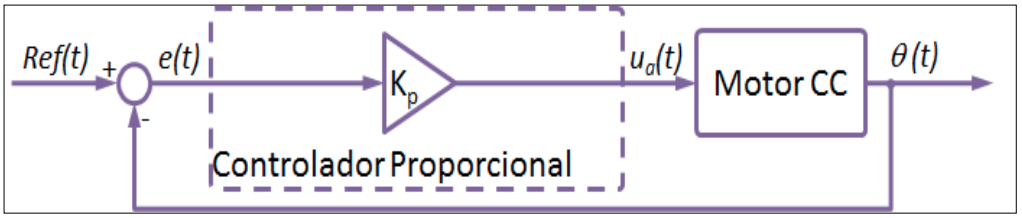


Figura 5. Sistema de control proporcional en posición del Motor CC.

A continuación se van a realizar unas acciones que ayudan a entender cómo afecta a la salida del sistema la aplicación de un control proporcional con K_P=1.

Acciones a realizar en el Laboratorio Virtual

1. Comprobar que la señal de referencia tiene el valor 10. En caso contrario introducir Ref(t)=10 (pulsar el botón intro/enter del teclado).
2. Comprobar que la constante de control proporcional es 1: K_P=1. (Si K_P=0 entonces la entrada al motor CC sería 0 y la salida también).
3. Pulsar el botón de ejecución:

Esperar unos segundos hasta que el sistema alcance un régimen permanente en el que la señal de salida se hace constante (θ(t), la posición angular del motor llamada "p" en el simulador que se muestra en la gráfica con color rojo).

4. Pulsar el botón de pausa.:

Observaciones en el Laboratorio Virtual

Cuando el bucle está cerrado, la tensión de entrada del motor es: $u_a(t) = K_P.e(t) = K_P.(Ref(t)-\theta(t))$.
Este valor no sólo depende de la señal de referencia, sino que depende también del valor de θ(t) por lo que también va a depender de los parámetros K_m y T_m del Motor CC.
Se puede observar que al tener el lazo cerrado con control P (K_P=1) llega a conseguir un valor constante igual a Ref(t) alcanzando un régimen permanente pasado un tiempo.

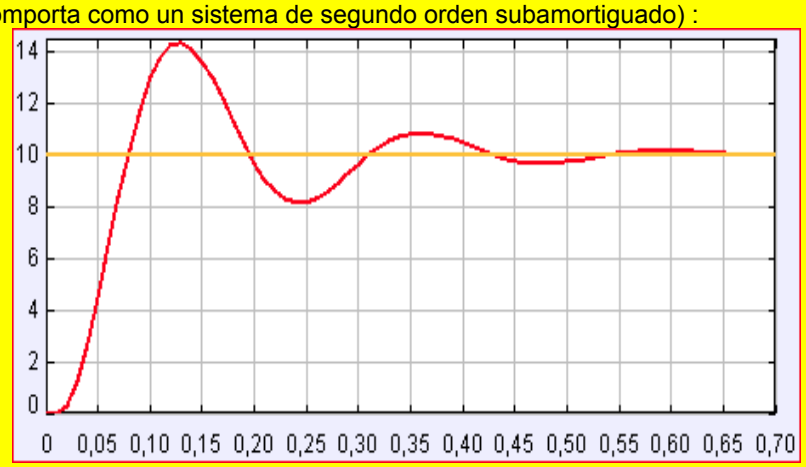
Acciones a realizar en el Laboratorio Virtual

1. Comprobar que la entrada al sistema (señal de referencia) tiene el valor 10. En caso contrario introducir Ref(t)=10 (pulsar el botón intro/enter del teclado).
2. Comprobar que la constante de control proporcional es 1: K_P=1. (Si K_P=0 entonces la entrada al motor CC sería 0 y la salida también).
3. Pulsar el botón de ejecución: 
4. Observar las gráficas que muestran el comportamiento del sistema.
5. Pulsar el botón "Limpiar" que está justo a la derecha de K_P para borrar las gráficas, ajustar los ejes y reiniciar valores antes de introducir un nuevo valor de K_P: 

6. Cambiar el valor de K_P aumentando su valor (P.e. 2 - 4 - 8 - 10 - 20 - 50 ... pulsar el botón intro/enter del teclado cada vez que se modifique el valor para que tenga efecto en la aplicación), y repetir los pasos dados hasta que quede claro el comportamiento del sistema.

Observaciones en el Laboratorio Virtual

Al aumentar el valor de K_P se consigue que la señal de salida θ(t) alcance antes en un régimen permanente el valor de la señal de Referencia Ref(t).
Cuando el valor de K_P crece llega un momento en el que se produce sobrepasamiento (sobreimpulso) y oscilaciones en la señal de salida como se puede ver en la siguiente gráfica (Esto es debido a que el sistema en lazo cerrado se comporta como un sistema de segundo orden subamortiguado) :



Si se desea que la variable controlada (posición) alcance el valor de la señal de referencia lo antes posible sin sobreoscilaciones en el régimen transitorio el sistema ha de ser críticamente amortiguado.

Evaluación del Apartado 1

Calcular el valor de K_P con el que el sistema está críticamente amortiguado cuando la entrada de referencia es una señal escalón de amplitud 10.
Introducir el valor calculado (K_{pca}) y pulsar el botón de comprobación para validar el resultado.



Para ello recordar las condiciones del sistema críticamente amortiguado que se explicaron en la teoría de la asignatura, calcular la función de transferencia del sistema en bucle cerrado (con el control P) y calcular que valor debe tener K_P para que se den estas condiciones (constante de amortiguamiento = 1).
Dependiendo de lo cerca que esté el valor introducido en K_P del valor teórico real se obtendrá una calificación para este apartado (máximo de 10). Si el valor introducido es lo suficientemente cercano al valor teórico real será considerado como correcto, obtendrá una calificación entre 5 y 10 puntos (10 si se introduce el valor exacto) y aparecerá el botón "Ir a P2" para acceder al siguiente apartado.

En este apartado no hay límite en el número de intentos, se pueden introducir valores erróneos de K_P

múltiples veces sin consecuencias negativas.

Este simulador está limitado a un valor máximo de K_P=300. Normalmente todos los sistemas tienen un valor límite que no se puede sobrepasar sin dañarlo. En los simuladores puede llegar un momento en el que el sistema se vuelva inestable (la señal de salida, θ(t), oscila de forma creciente). Sin embargo, un sistema como éste (de segundo orden) es siempre estable. Si el sistema se mostrara inestable es por errores de discretización del simulador.

Apartado 2: Control de la posición del Motor CC con restricciones temporales: Controlador PD.

La segunda práctica es también un control basado en posición en el que el propósito de control consiste en obtener un determinado comportamiento de la posición que adopta el motor CC (Figura 4).

Si se aplica un control proporcional derivativo (lazo cerrado) el esquema del sistema sería el mostrado en la Figura 6:

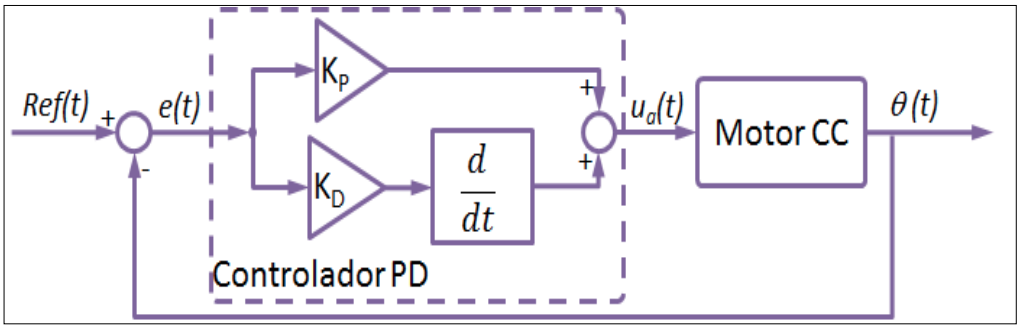
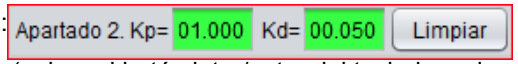


Figura 6. Sistema de control proporcional integral en posición angular del Motor CC.

La ecuación de transferencia que define el comportamiento de este sistema es de segundo orden, por eso se suele buscar situaciones en las que se pueda simplificar la ecuación resultante.
En este apartado el simulador va a trabajar suponiendo que se presenta una de estas situaciones, en concreto se está simulando una situación en la que se cumple el criterio de cancelación cero-polo.
Consiste en que al añadir el controlador se pueda anular un polo del denominador del sistema en lazo abierto. De este modo la ecuación del sistema se simplifica obteniéndose una ecuación de primer orden (en este caso ocurre cuando $K_D=T_m*K_P$).
Recordar que si no se cumple este criterio el simulador no funcionará y mostrará un aviso).

A continuación se van a realizar unas acciones que ayudan a entender cómo afecta a la salida del sistema la aplicación de un control proporcional derivativo haciendo uso del criterio de cancelación cero-polo.

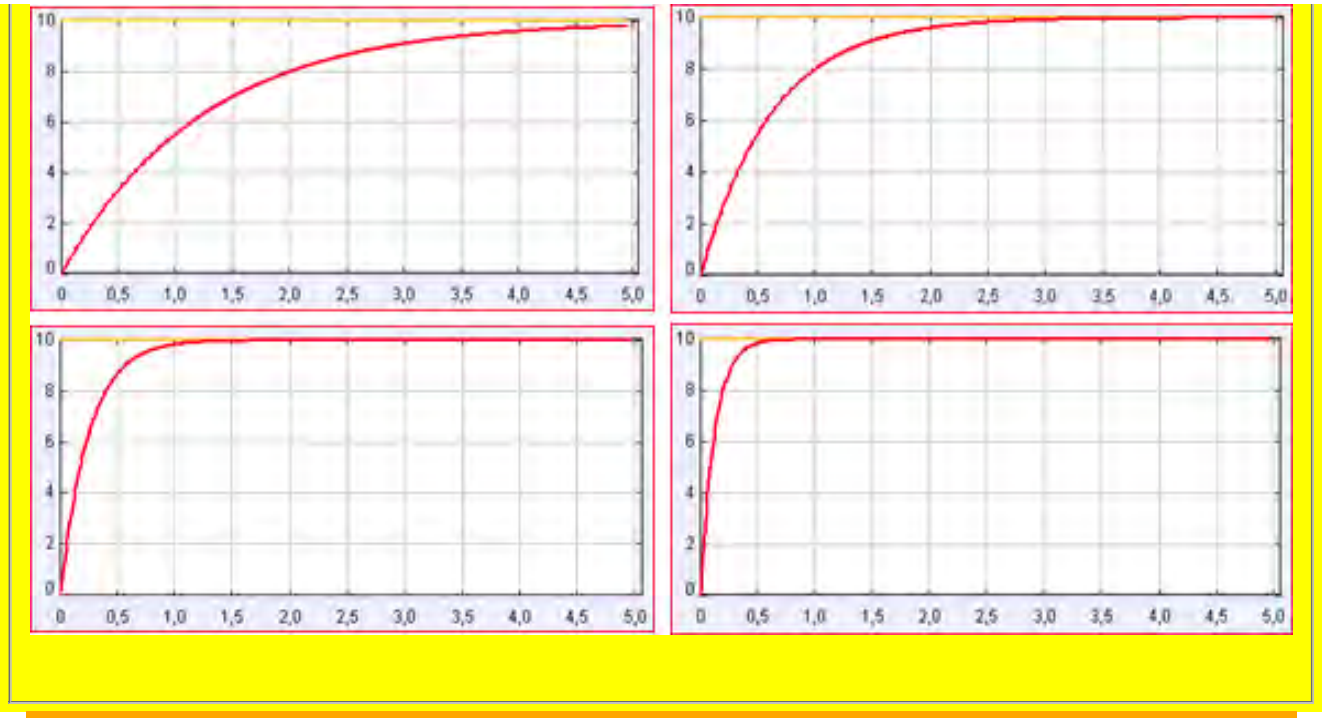
Acciones a realizar en el Laboratorio Virtual

1. Comprobar que la entrada al sistema (señal de referencia) tiene el valor 10. En caso contrario introducir Ref(t)=10 (pulsar el botón intro/enter del teclado).
2. Comprobar que la constante de control proporcional es 1: K_P=1. En caso contrario introducirlo en el campo correspondiente (pulsar el botón intro/enter del teclado).
3. Calcular el valor de la constante de control derivativo teniendo en cuenta la condición del criterio de cancelación cero-polo y escribir el valor de K_D en el campo correspondiente (pulsar el botón intro/enter del teclado).
4. Pulsar el botón de ejecución: 
5. Observar las gráficas que muestran el comportamiento del sistema.
6. Pulsar el botón "Limpiar" que está justo a la derecha de K_D para borrar las gráficas, ajustar los ejes y reiniciar valores antes de introducir un nuevo par de valores de K_P y K_D: 

7. Cambiar el valor de K_P y K_D modificando sus valores (pulsar el botón intro/enter del teclado cada vez que se modifique un valor para que tenga efecto en la aplicación), y repetir los pasos dados hasta que quede claro el comportamiento del sistema.

Observaciones en el Laboratorio Virtual

Al aumentar el valor de los pares K_P-K_D se consigue que la señal de salida θ(t) alcance antes en un régimen permanente el valor de la señal de Referencia Ref(t).
La siguiente gráfica muestra esta característica:



Evaluación del Apartado 2

Se desea alcanzar la posición de referencia en el tiempo máximo indicado por el simulador (puede ser al 2% o al 5% del error, también es indicado por el simulador: $t_{s2\%}$ o $t_{s5\%}$). Este tiempo de establecimiento es distinto para cada usuario.
Calcular el valor del par K_P y K_D con el que el sistema de control PD en posición cumple el criterio de cancelación cero-polo y alcanza la posición de referencia cumpliendo el tiempo de establecimiento indicado.
Introducir los valores calculados (K_P y K_D) y pulsar el botón de comprobación para validar el resultado.

Apartado 2. Kp= 2 Kd= 0.1 Limpiar Comprobar

Para ello recordar las condiciones del criterio de cancelación cero-polo, los tiempos de establecimiento al 2% y 5% de un sistema de primer orden y la ecuación resultante del sistema que debes calcular de forma teórica para el sistema en cuestión (incluyendo el control) y/o las acciones realizadas anteriormente para poder observar el comportamiento del sistema.
De este modo podrÃ¡s calcular que valores deben tener K_P y K_D de forma teórica, debes usarlos para comprobar en el simulador si son correctos y cuando lo tengas claro podrás pulsar el botón "Comprobar"
Dependiendo de lo cerca que estén los valores introducidos en K_P y K_D de los valores teóricos se obtendrá una calificación para este apartado (máximo de 10). Si el valor calculado es correcto la calificación será al menos 5 (valor lo suficientemente cercano al valor teórico real) y aparecerá el botón "Ir a P3" para acceder al siguiente apartado.

En este apartado hay un límite de 3 en el número de intentos, se pueden introducir hasta 2 pares de valores erróneos de K_P y K_D pero si se introducen 3 pares incorrectos el simulador le llevará de nuevo a realizar el apartado 1.

Apartado 3: Control de la velocidad angular del Motor CC.

El tercer y último apartado es un control basado en velocidad en el que el propósito de control consiste en obtener un determinado comportamiento de la velocidad que adopta el motor CC. En la Figura 7 se puede ver la función de transferencia del motor CC cuando la señal de salida tenida en cuenta es la velocidad.

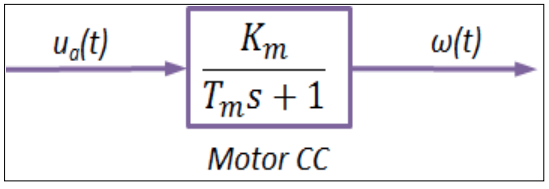


Figura 7. Sistema en Lazo abierto (sin bloque de control).

Como la dinámica del proceso es un primer orden que no tiene polos en el origen, para que el motor alcance la velocidad de referencia (suponiendo una entrada escalón), es necesario utilizar un controlador Proporcional Integral (PI). El bucle generado es el mostrado en la Figura 8:

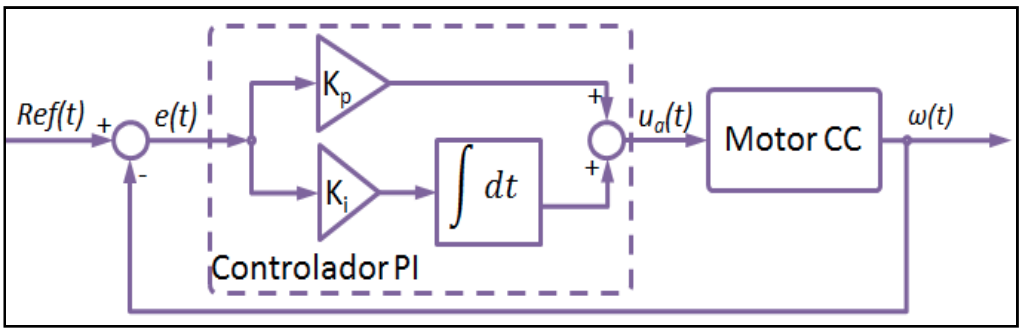
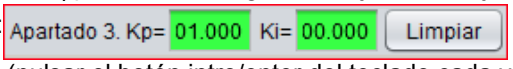


Figura 8. Sistema de control Proporcional-Integral en posición del Motor CC.

La ecuación de transferencia que define el comportamiento de este sistema en bucle cerrado tendrá 2 polos y un cero, por eso se suele buscar situaciones en las que se pueda simplificar la ecuación resultante.
En este apartado el simulador va a trabajar de forma general y tendremos que forzar una de estas situaciones, en concreto se tratará de hacerlo funcionar ante una situación en la que se cumple el criterio de cancelación de cero-polo Consiste en que al añadir el controlador se pueda anular un polo del denominador del sistema en lazo abierto (en este caso ocurre cuando $K_P=K_I*T_m$).
De este modo la ecuación del sistema se simplifica obteniéndose una ecuación de primer orden que es conveniente calcular para realizar este apartado.
Recordar que en este caso, el sistema no va a mostrar el comportamiento de un sistema de primer orden si no se trabaja bajo el criterio de cero-polo, pudiendo mostrar, en caso de no cumplirse las condiciones necesarias, el comportamiento normal de un sistema controlado PI.

A continuación se van a realizar unas acciones que ayudan a entender cómo afecta a la salida del sistema la aplicación de un control proporcional integral haciendo uso del criterio de cancelación cero-polo.

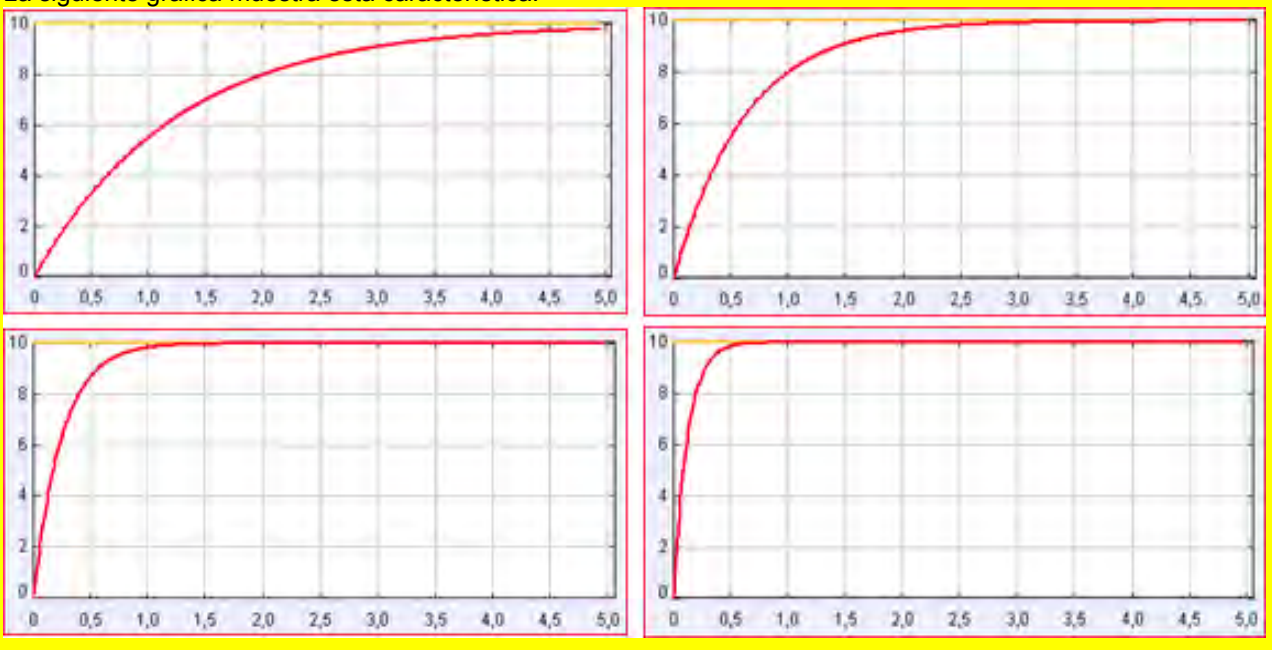
Acciones a realizar en el Laboratorio Virtual

1. Comprobar que la señal de referencia tiene el valor 10. En caso contrario introducir Ref(t)=10 (pulsar el botón intro/enter del teclado).
2. Comprobar que la constante de control proporcional es 1: $K_P=1$. En caso contrario introducirlo en el campo correspondiente (pulsar el botón intro/enter del teclado).
3. Calcular el valor de la constante de control integral teniendo en cuenta la condición del criterio de cancelación cero-polo y escribir el valor de K_I en el campo correspondiente (pulsar el botón intro/enter del teclado).
4. Pulsar el botón de ejecución: 
5. Observar las gráficas que muestran el comportamiento del sistema.
6. Pulsar el botón "Limpiar" que está justo a la derecha de K_I para borrar las gráficas, ajustar los ejes y reiniciar valores antes de introducir un nuevo par de valores de K_P y K_I: 

7. Cambiar el valor de K_P y K_I modificando sus valores (pulsar el botón intro/enter del teclado cada vez que se modifique un valor para que tenga efecto en la aplicación), y repetir los pasos dados hasta que quede claro el comportamiento del sistema.

Observaciones en el Laboratorio Virtual

Al aumentar el valor de los pares K_P-K_I se consigue que la señal de salida ω(t) alcance antes en un régimen permanente el valor de la señal de Referencia Ref(t).
La siguiente gráfica muestra esta característica:



Evaluación del Apartado 3

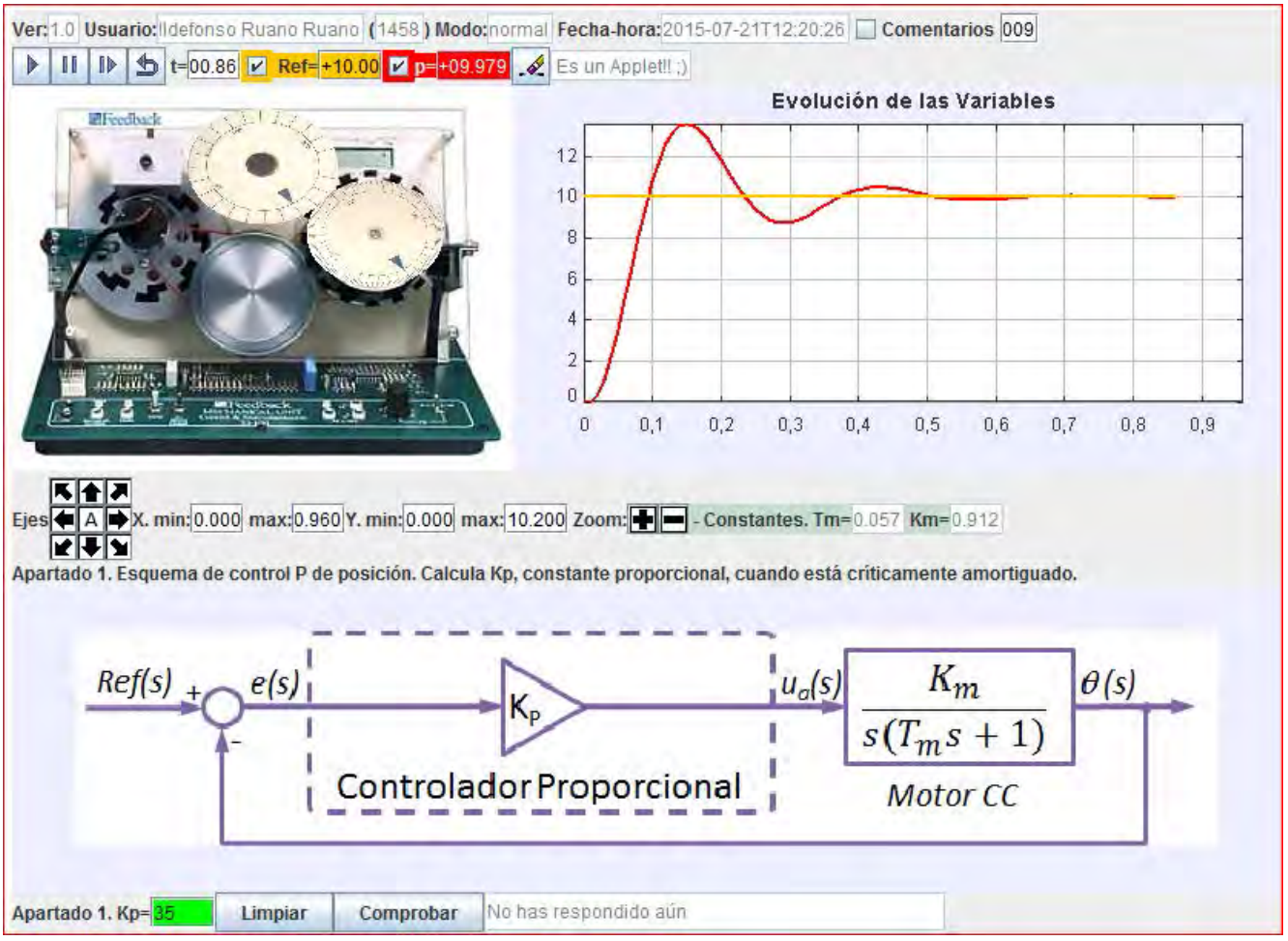
Se desea alcanzar la velocidad de referencia en el tiempo máximo indicado por el simulador (puede ser al 2% o al 5% del error, también es indicado por el simulador: $t_{s2\%}$ o $t_{s5\%}$). Este tiempo de establecimiento es distinto para cada usuario.
Calcular el valor del par K_P y K_I con el que el sistema de control PI en velocidad cumple el criterio de cancelación cero-polo y alcanza la velocidad de referencia cumpliendo el tiempo de establecimiento indicado.
Introducir los valores calculados (K_P y K_I) y pulsar el botón de comprobación para validar el resultado.

Apartado 3. Kp= 01.000 Ki= 00.000 Limpiar Comprobar

Para ello recordar las condiciones del criterio de cancelación cero-polo, los tiempos de establecimiento al 2% y 5% de un sistema de primer orden y la ecuación resultante del sistema que debes calcular de forma teórica para el sistema en cuestión (incluyendo el control) y/o las acciones realizadas anteriormente para poder observar el comportamiento del sistema.
De este modo podrÃ¡s calcular que valores deben tener K_P y K_I de forma teórica, debes usarlos para comprobar en el simulador si son correctos y cuando lo tengas claro podrás pulsar el botón "Comprobar"
Dependiendo de lo cerca que estén los valores introducidos en K_P y K_I de los valores teóricos se obtendrá una calificación para este apartado (máximo de 10). Si el valor calculado es correcto la calificación será al menos 5 (valor lo suficientemente cercano al valor teórico real) y aparecerá el botón "Finalizar" que deberás presionar para almacenar en el LMS la puntuación que has alcanzado y finalizar las prácticas.

En este apartado hay un **límite de 3 en el número de intentos**, se pueden introducir hasta 2 pares de valores erróneos de K_P y K_I pero si se introducen 3 pares incorrectos el simulador le llevará de nuevo a realizar el apartado 1.

Simulador del Motor CC.



Como superar este Laboratorio Remoto

La puntuación máxima que se puede alcanzar con estas prácticas es 30 puntos.
Debes alcanzar al menos 15 puntos para completar y superar el Laboratorio Virtual.
Una vez hayas completado las prácticas en el laboratorio debes presionar el botón "Enviar Resultado" que aparecerá en la aplicación EJS para almacenar tu puntuación en el LMS.

ANEXO 9	
Título	Encuesta WebLab PID Motor CC. Encuesta ILIAS para recabar opinión del alumnado sobre el WebLab PID Motor CC de tres páginas

01.Edad

Señala cual es tu edad *

- menos de 20
- 20-24
- 25-29
- 30-35
- 35-40
- más de 40

02.Sexo

Indica tu sexo *

- Hombre
- Mujer

03.Grado

Indica el grado en el que estás matriculado en la asignatura "Automática Industrial" *

- Grado en Ingeniería Eléctrica
- Grado en Ingeniería Electrónica Industrial
- Grado en Ingeniería Mecánica
- Grado en Ingeniería de organización Industrial
- Grado en Ingeniería Química Industrial
- Otro. Indica cual:

04.Ejecutar WebLab

¿Has ejecutado (abierto y entrado) el WebLab "WebLab PID Motor CC" en su versión española o inglesa? *

- Sí
- No

05.Estudiado Tema7

¿Has leído el tema Tema 7. Diseño del controlador PID de la asignatura "Automática Industrial"? *

- Sí
- No

06.Asistir clase Tema7

¿Has asistido a la/s clase/s presenciales en las que se explicó el tema Tema 7. Diseño del controlador PID de la asignatura "Automática Industrial"? *

- Sí, a todas.
- Sí, pero no a todas.
- No.
- No recuerdo.

07.Terminar WebLab

¿Has terminado (por tanto superado) el WebLab "WebLab PID Motor CC" en su versión española o inglesa? *

- Sí
- No

08.Repetir WebLab

¿Has ejecutado el WebLab "WebLab PID Motor CC" en su versión española o inglesa más de una vez?
Señala el número de ejecuciones que has realizado.

*

- 1

- 2
- 3
- 4
- 5
- entre 6 y 10
- más de 10

10.Objetivos Competencias

Después de acceder a la primera página del laboratorio,
¿Has entendido cuales eran los objetivos y competencias que podías obtener si trabajabas el WebLab "WebLab PID Motor CC" y dónde se enmarcaba su contenido en tus estudios?

Introducción al WebLab (PAGINA 1)



CONTROL PID DE SISTEMAS DINÁMICOS: MOTOR CC

UNIVERSIDAD:	UNIVERSIDAD DE JAEN
TITULACIONES:	GRADOS EN INGENIERIA INDUSTRIAL, MECANICA, ELECTRICA, ORGANIZACION INDUSTRIAL Y ELECTRONICA
ASIGNATURA:	AUTOMATICA INDUSTRIAL (NIVEL BASICO)
PLANIFICACION:	2° CURSO // 2° CUATRIMESTRE
TIPO DE EJERCICIO/EXPERIMENTO:	LABORATORIO VIRTUAL
CONTEXTO DEL EJERCICIO:	BLOQUE III. METODOS DE CONTROL TEMA 7. DISEÑO DEL CONTROLADOR PID.
OBJETIVOS Y COMPETENCIAS:	• **GLOBALES:** ◦ Conocimiento básico de control automático y su aplicación a la automatización industrial. ◦ Aprender para qué sirve un regulador (controlador). • **ESPECIFICOS:** ◦ Conocer y comprender los reguladores de tipo P, PD, PI y PID. ◦ Aprender técnicas de ajuste de los parámetros de estos reguladores. ◦ Consolidar en concepto de tiempo de establecimiento a un % de error de la señal de un sistema. ◦ Sintonizar un controlador para un sistema servo con un motor de corriente continua (motor CC).
TEORIA:	Enlace a la carpeta de teoria: BLOQUE III. METODOS DE CONTROL

*

- Sí
- No

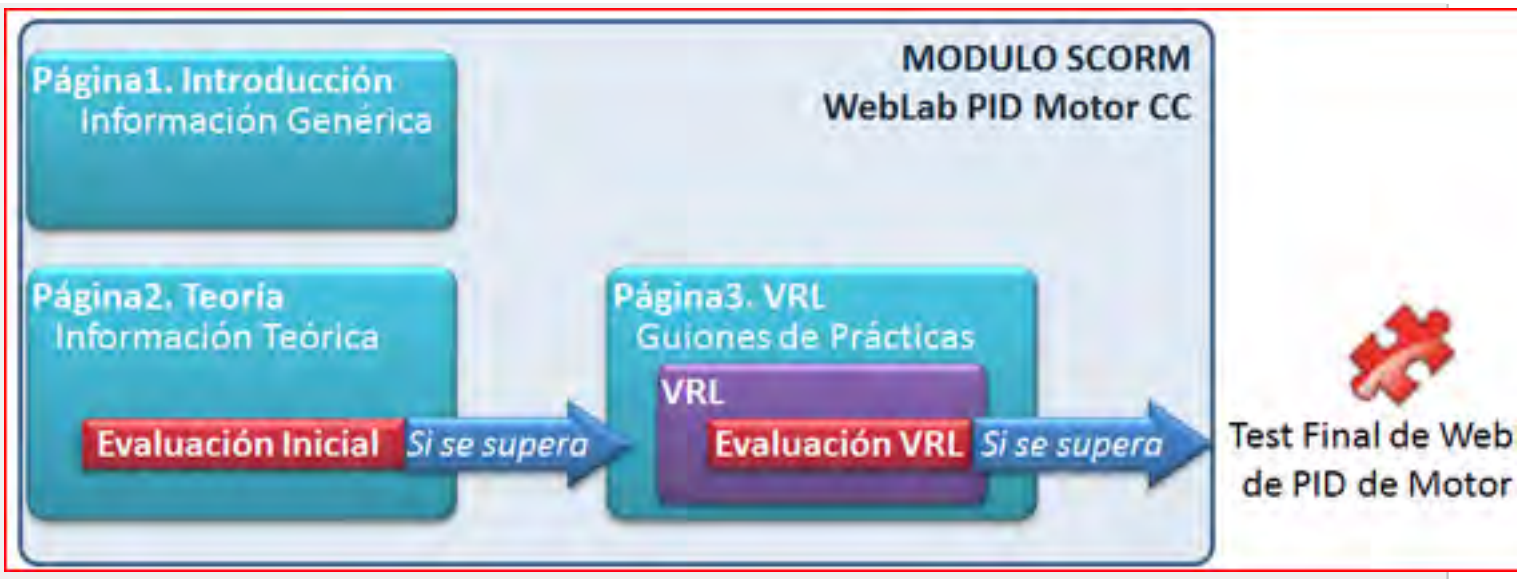
10A.Op Objetivos Competencias

¿Crees que el WebLab "WebLab PID Motor CC" ha sido adecuado para que obtengas los objetivos y competencias propuestos?
1 (Totalmente en Contra) - 5 (Totalmente de Acuerdo)
*

1	2	3	4	5
○	○	○	○	○

11.Estructura WebLab

Después de acceder a la primera página del laboratorio,
¿Has entendido cuál es la estructura del WebLab "WebLab PID Motor CC"?



*

- Sí
- No

11A.Op Estructura WebLab

¿Crees que la estructura del WebLab "WebLab PID Motor CC" ha sido correcta?
1 (Totalmente en Contra) - 5 (Totalmente de Acuerdo)
*

1	2	3	4	5

12.Teoría

¿Has estudiado y comprendido la teoría sobre el laboratorio que se encontraba en la página 2 del WebLab "WebLab PID Motor CC"?

Teoría del WebLab
(PAGINA 2)

CONTROL PID DE SISTEMAS DINÁMICOS: MOTOR CC

Introducción

Un controlador automático compara el valor real de la salida de una planta con la entrada de referencia (el valor deseado), determina (*e(t)=referencia(t)-salida(t)*) y produce una señal de control que reduce la diferencia a cero o a un valor pequeño.
La **acción de control es la forma con la cual el controlador automático produce la señal de control. La figura siguiente muestra e sistema de control industrial que consiste en un controlador automático, un actuador, una planta y un sensor (elemento de medición)**

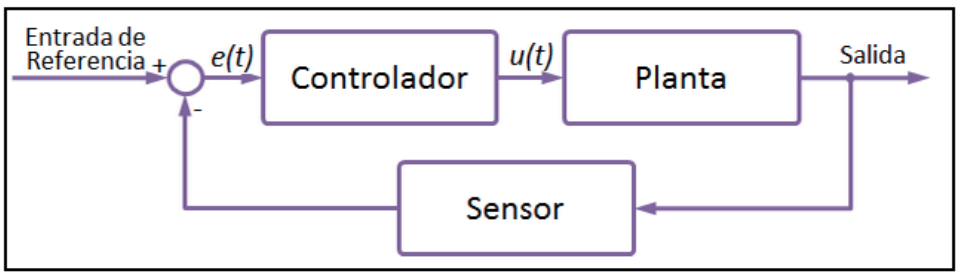


Figura 1. Esquema de Bloques de un Controlador.

Por un lado, la salida del controlador se alimenta a un actuador, como por ejemplo una válvula. Mientras que el sensor, o elemento que convierte una magnitud en una señal, por ejemplo un desplazamiento en metros pasaría a una señal en voltios, mA o % del alcan

*

- Sí
- Sí, pero no del todo
- No

12A.Op Teoría

¿Crees que la Teoría incluida en la Página 2 del WebLab "WebLab PID Motor CC" ha sido correcta para poder superarlo?
1 (Totalmente en Contra) - 5 (Totalmente de Acuerdo)

*

1 2 3 4 5

13A.Op Test inicial

¿Crees que el Test Inicial incluido en la Página 2 del WebLab "WebLab PID Motor CC" ha sido el adecuado para comprobar si has entendido bien la Teoría incluida en la misma página?
1 (Totalmente en Contra) - 5 (Totalmente de Acuerdo)
*

1 2 3 4 5

14. Guiones Prácticas

¿Has leído y comprendido los guiones de prácticas que se encuentran en la página 3 del WebLab "WebLab PID Motor CC"?

Apartado 1: Control de la posición angular del Motor CC.

La primera práctica es un control basado en posición en el que el propósito de control consiste en obtener un determinado comportamiento de
CC. En la *Figura 4* se puede ver la función de transferencia del motor CC cuando la señal de salida tenida en cuenta es la posición.

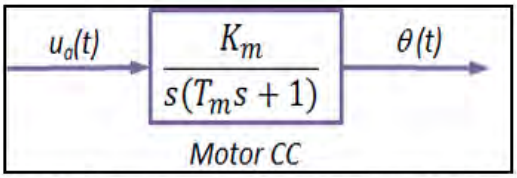


Figura 4. Sistema en Lazo abierto (sin bloque de control).

Como el proceso tiene un polo en el origen y la consigna es una señal escalón, para conseguir alcanzar la posición deseada es suficie
quedando por tanto el esquema de la *Figura 5*:

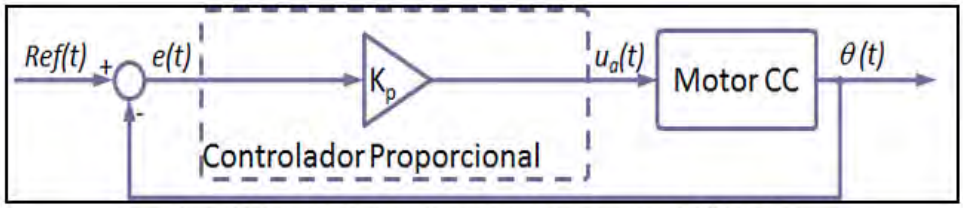


Figura 5. Sistema de control proporcional en posición del Motor CC.

A continuación se van a realizar unas acciones que ayudan a entender cómo afecta a la salida del sistema la aplicación de un control proporcio

Acciones a realizar en el Laboratorio Virtual

1. Comprobar que la señal de referencia tiene el valor 10. En caso contrario introducir Ref(t)=10 (pulsar el botón intro/enter del teclado).
2. Comprobar que la constante de control proporcional es 1: K_P=1. (Si K_P=0 entonces la entrada al motor CC sería 0 y la salida también).
3. Pulsar el botón de ejecución:

*

Sí Sí, pero no del todo No

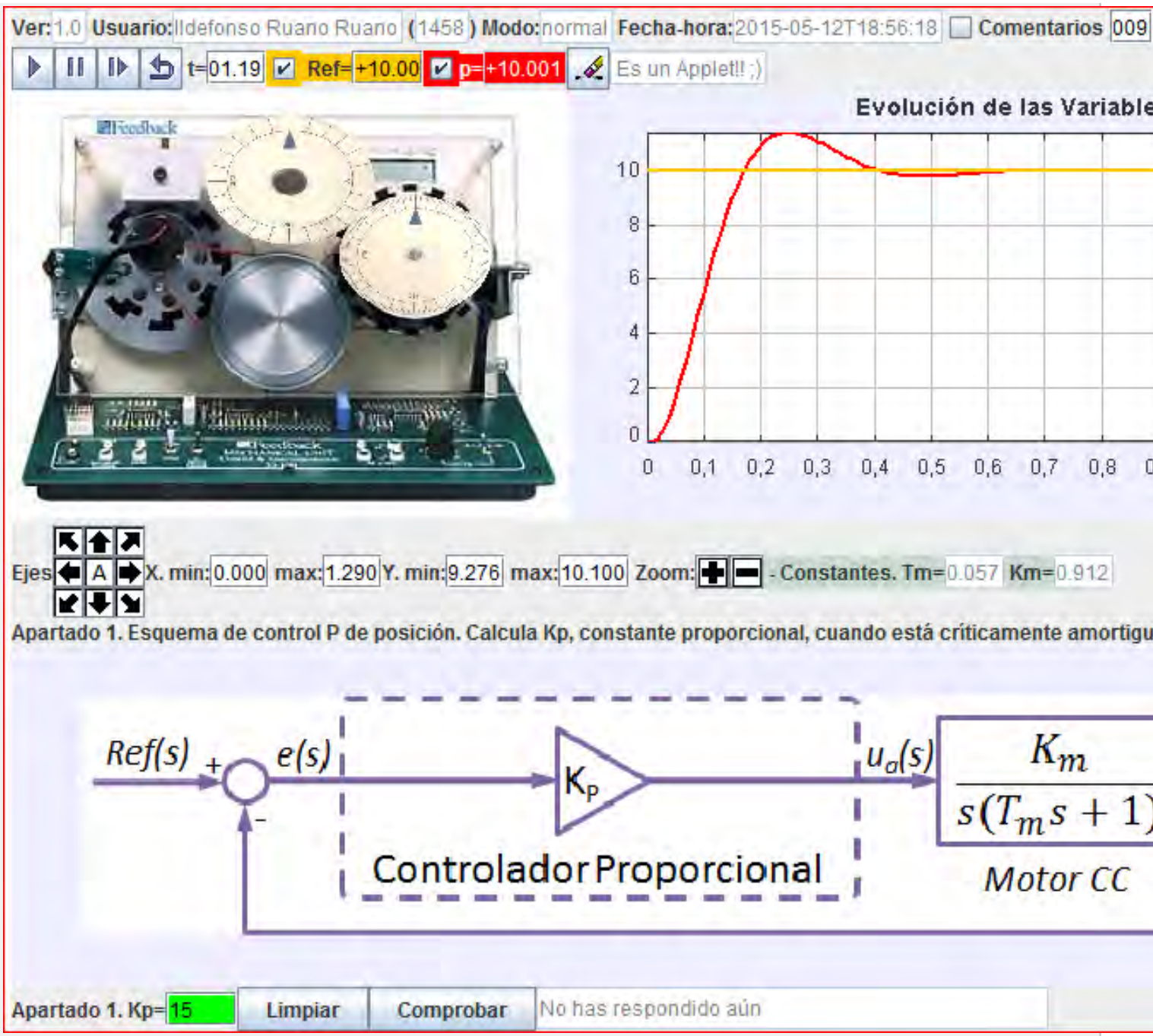
14A.Op Guiones prácticas

¿Crees que los guiones de prácticas incluidos en la Página 3 del WebLab "WebLab PID Motor CC" han sido adecuados para poder realizar las prácticas propuestas?
1 (Totalmente en Contra) - 5 (Totalmente de Acuerdo)
*

1 2 3 4 5

15A.Op VL (Virtual Lab)

¿Crees que la aplicación JAVA del laboratorio incluido en la Página 3 del WebLab "WeLab PID Motor CC" es adecuada?
1 (Totalmente en Contra) - 5 (Totalmente de Acuerdo)



*

1 2 3 4 5

16A.Op VL Interfaz-Ayuda del Laboratorio Virtual

¿Crees que el interfaz y la ayuda de la aplicación JAVA del laboratorio incluido en la Página 3 del WebLab "WebLab PID Motor CC" ha sido adecuada?
1 (Totalmente en Contra) - 5 (Totalmente de Acuerdo)
*

1 2 3 4 5

17A.Op Test final

¿Crees que el Test "Test Final de WebLab de PID de Motor CC" asociado al WebLab "WebLab PID Motor CC" ha sido el adecuado para evaluar el trabajo realizado en todo el WebLab?
1 (Totalmente en Contra) - 5 (Totalmente de Acuerdo)
*

1 2 3 4 5

18A.Op Generales WebLab

Valora los siguientes aspectos referidos al WebLab "WebLab PID Motor CC" en general
1 (Totalmente en contra) - 5 (Totalmente de acuerdo)
*

		1	2	3	4	5	
Acceso cómodo	Muy Mal	○	○	○	○	○	Muy Bien
Diseño Web (colores, tipos de letra, claridad, etc...) adecuado		○	○	○	○	○	
Estructura adecuada		○	○	○	○	○	
Navegación adecuada		○	○	○	○	○	
Facilidad de uso adecuada		○	○	○	○	○	
Sensación de inmersión adecuada		○	○	○	○	○	
Tiempo requerido adecuado		○	○	○	○	○	
Instrucciones claras y precisas		○	○	○	○	○	
Fiabilidad del sistema adecuado		○	○	○	○	○	
Utilidad adecuada		○	○	○	○	○	

Valoración Final WebLab

Valoración de 1 a 5 el WebLab "WebLab PID Motor CC"
(1:Mal-5:Bien)
*

1	2	3	4	5
○	○	○	○	○

Mejora WebLab

En tu opinión, ¿Qué aspectos del WebLab deberían mejorarse?
Respuesta:

ANEXO 10	
Título	Foro de dudas del WebLab. Foro ILIAS para resolver dudas a los alumnos sobre el WebLab de tres páginas

Asunto: Navegador para ejecutar la aplicación.
Foro: Foro de dudas del WebLab
Creado por: Álvaro Borrego Robles (abr00014)
Mensajes: 2
Visitas: 42

- 

  Álvaro Borrego Robles | abr00014 | 30. May 2015, 01:49
  Edición activa: 09. Jun 2015, 12:41 - por Ildefonso Ruano Ruano | alonso
  Registrado desde 25. Sep 2010, 01:41
  Todos los mensajes: 1

  Navegador para ejecutar la aplicación.

  Buenas! Para los que tengais versiones actualizadas de google chrome o mozilla firefox y no os funcione la aplicación (los navegadores han dejado de darle soporte) dejo un enlace de descarga de la versión de mozilla de marzo de 2015 en la que sí funciona:

  https://ftp.mozilla.org/pub/mozilla.org/firefox/releases/36.0.3/win32/es-ES/

  Saludos!

- 

  Ildefonso Ruano Ruano | alonso | 09. Jun 2015, 12:41

  Registrado desde 20. Oct 2005, 19:10
  Todos los mensajes: 7

  Navegador para ejecutar la aplicación.

  Gracias por la aportación

Asunto: Error en las notas
Foro: Foro de dudas del WebLab
Creado por: Juan Pedro Pedrosa Rodríguez (jppr0001)
Mensajes: 5
Visitas: 37

- 

  Juan Pedro Pedrosa Rodríguez | jppr0001 | 08. Jun 2015, 19:03
  Edición activa: 08. Jun 2015, 19:04 - por Juan Pedro Pedrosa Rodríguez | jppr0001
  Registrado desde 20. Jul 2012, 15:23
  Todos los mensajes: 1

  Error en las notas

  La mayoría de las notas de la parte de teoría están mal. Se supone que hay que sumar la nota de los 3 ejercicios, y en la mayoría de casos no lo hace. Además, y en mi caso concreto, a parte de que no se me han sumando las notas del ejercicio 1 y 2, el ejercicio 3 me aparece sin nota, cuando lo realicé entero y estoy seguro de que tuve 2 apartados bien.

- 

  Sergio Jiménez Cebrián | sjc00001 | 08. Jun 2015, 19:26
  Edición activa: 08. Jun 2015, 19:27 - por Sergio Jiménez Cebrián | sjc00001

Registrado desde 15. Nov 2005, 12:35
Todos los mensajes: 1

Error en las notas

Tienen que estar mal, ya que no han sumado equitativamente los resultados de la puntuacion de los ejercicios, porque en mi caso solo han tenido encuenta el segundo ejercicio como nota final del examen, y no han sumado el resto, ha tenido que ser problema de la tabla de excel.

Se sabe algo de cuando sera la revisión, en caso de que no se corriga habra que ir a reclamar.

- 

  afs00013 | afs00013 | 08. Jun 2015, 20:41

  Registrado desde 01. Oct 2013, 16:13
  Todos los mensajes: 1

  Error en las notas

  Para que te sume las notas de todos los ejercicios, se debe tener aprobada tanto la parte de control como la parte de automatismos; en caso contrario se queda con la nota más baja.

- 

  Ildefonso Ruano Ruano | alonso | 09. Jun 2015, 09:47

  Registrado desde 20. Oct 2005, 19:10
  Todos los mensajes: 7

  Error en las notas

  Estáis hablando del examen de la asignatura y este foro no es para eso. Si queréis contactar con los profesores de la asignatura para hablar de este tema deberéis usar otro foro o mandarles un email.

- 

  Ildefonso Ruano Ruano | alonso | 09. Jun 2015, 09:45

  Registrado desde 20. Oct 2005, 19:10
  Todos los mensajes: 7

  Error en las notas

  Hola Juan pedro, este foro es sólo para el WebLab y los recursos asociados que hay en su carpeta, tú ni siquiera lo has ejecutado, o por lo menos no hay datos de ello.

Asunto: error de carga
Foro: Foro de dudas del WebLab
Creado por: fjam0006
Mensajes: 4
Visitas: 36

- 

  fjam0006 | fjam0006 | 01. Jun 2015, 12:32

  Registrado desde 30. Sep 2011, 09:10
  Todos los mensajes: 2

error de carga

No me consigue abrir el laboratorio virtual, me da error , creo que por este ultimo paso.

"Una vez realizados estos pasos ya se podrá ejecutar el applet del Weblab sin problemas aunque, cuando se muestre la página web donde se encuentra, se tendrá que seleccionar la opción "Permitir contenido bloqueado" (si está usando Internet Explorer). Hecho esto, aparecerán ventanas de confirmación de ejecución que habrá que aceptar."

¿Donde tengo que permitir esa opcion?

- 

Ildefonso Ruano Ruano | alonso | 02. Jun 2015, 09:29
Edición activa: 02. Jun 2015, 09:30 - por Ildefonso Ruano Ruano | alonso
Registrado desde 20. Oct 2005, 19:10
Todos los mensajes: 7

error de carga

Debes darme más datos, ¿qué navegador estás usando?, si es Chrome no te lo recomiendo,

¿has hecho todo lo que se dice en las instrucciones previas al WebLab (Pasos Previos a Ejecución de WebLab)?

Ten en cuenta que depende del navegador que uses

- 

fjam0006 | fjam0006 | 05. Jun 2015, 17:45

Registrado desde 30. Sep 2011, 09:10
Todos los mensajes: 2

error de carga

Era por el tipo de navegador,ya esta todo solucionado, muchas gracias y disculpe las molestias

- 

Ildefonso Ruano Ruano | alonso | 08. Jun 2015, 09:11

Registrado desde 20. Oct 2005, 19:10
Todos los mensajes: 7

error de carga

No es molestia, me alegro de que lo solucionaras todo, un saludo

Alonso

Asunto: Plazo límite WebLab
Foro: Foro de dudas del WebLab
Creado por: Soukaina Ouali El Bahri (soe00006)
Mensajes: 2
Visitas: 65

- 

Soukaina Ouali El Bahri | soe00006 | 24. May 2015, 18:12

Registrado desde 02. Sep 2013, 11:41
Todos los mensajes: 1

Plazo límite WebLab

Buenas tardes,

Quería saber si hay un plazo límite para hacer el WebLab, y si tenemos que hacerlo antes del examen final de la asignatura?

Gracias

Un saludo

- 

Ildefonso Ruano Ruano | alonso | 25. May 2015, 09:42

Registrado desde 20. Oct 2005, 19:10
Todos los mensajes: 7

Plazo límite WebLab

El plazo acaba el 6 de junio que es cuando acaba el periodo de exámenes de la convocatoria de mayo-junio.

Asunto: POR FAVOR LEER: Recomendaciones de uso de este Foro
Foro: Foro de dudas del WebLab
Creado por: Ildefonso Ruano Ruano (alonso)
Mensajes: 1
Visitas: 91

- 

Ildefonso Ruano Ruano | alonso | 12. May 2015, 19:54

Registrado desde 20. Oct 2005, 19:10
Todos los mensajes: 7

POR FAVOR LEER: Recomendaciones de uso de este Foro

Pasos que hay que dar antes de escribir un mensaje en este foro:

1. **Comprueba si existe ya una cadena que trate el tema sobre el que quieres escribir.**
2. **Opción 1. Existe una cadena que trata sobre el mismo tema de mi duda**: Debes leer los mensajes que se han dado y **asegurarse de que no se ha planteado ya tu duda en los mensajes que se han escrito** anteriormente. Si se ha planteado tu duda comprueba si se le ha dado respuesta, si es así ya tendrás la solución. Si no se ha dado respuesta a tu duda en la cadena relacionada o no te convence las respuestas dadas entonces **puedes escribir un nuevo mensaje como respuesta al último de la cadena** explicando tus problemas y subscribirte a la cadena para que recibas un aviso cuando se le de respuesta.

3. **Opción 2. No Existe ninguna cadena que trate sobre el mismo tema de mi duda**: Debes iniciar una nueva cadena escribiendo en el asunto de un nuevo menaje el tema del que trata tu duda de forma clara y concisa. En el cuerpo del mensaje debes explicar claramente tu duda incluyendo todos los detalles (incluso imágenes si fuera el caso).

2. **Activa las notificaciones si quieres ser avisado sobre las respuestas a tus preguntas o a temas que te interesen**: Al entrar en el foro hay un icono de una campana en la zona superior derecha que tiene un enlace con el texto "Acciones" donde se puede activar las notificaciones del foro. después podrás activar las notificaciones en los asuntos y mensajes del foro que te interesen y ser avisado por mail.

ANEXO 11	
Título	Comunicaciones SIP. Módulo SCORM de 4 páginas

Introducción al WebLab (Página1)

COMUNICACIONES SIP

UNIVERSIDAD:	UNIVERSIDAD DE JAÉN
TITULACIONES:	GRADO EN INGENIERÍA TELEMÁTICA
ASIGNATURA:	SISTEMAS DE TELEFONÍA
LABORATORIO:	LABORATORIO REMOTO
PLANIFICACIÓN:	4º CURSO // 1º CUATRIMESTRE
CONTEXTO DEL EJERCICIO:	TEMA 5. ARQUITECTURA DE VOIP SIP
OBJETIVOS Y ---------- COMPETENCIAS:	• GLOBALES: ◦ Identificar los distintos elementos que intervienen en las comunicaciones multimedia. ◦ Conocer los protocolos utilizados para el intercambio de información multimedia. ◦ Conocer las técnicas y protocolos del transporte de audio y vídeo. ◦ Conocer los protocolos para el establecimiento y control de sesiones multimedia. ◦ Conocer los distintos protocolos utilizados en la transmisión de voz sobre redes TCP/IP. ◦ Conocer los elementos que intervienen en una comunicación de VoIP. • ESPECÍFICOS: ◦ Configurar un servidor proxy y estudiar su comportamiento. ◦ Configurar un softphone y estudiar su comportamiento. ◦ Visualizar los paquetes del protocolo SIP intercambiados durante una comunicación. ◦ Identificar los distintos campos existentes en cada paquete SIP.
TEORÍA:	Enlace a la carpeta de la asignatura: SISTEMAS DE TELEFONÍA Enlace a la carpeta de teoría: TEMA 5. ARQUITECTURA DE VOIP SIP

Estructura del WebLab (Laboratorio Web) y Modo de superarlo

La siguiente figura muestra la organización de los contenidos del WebLab:



El Contenido está estructurado en 4 secciones (Páginas):

- Página1.Introducción (Esta Página): Proporciona información general sobre el WebLab y se enmarca dentro de los estudios de grado.
- Página2.Teoría (Página siguiente): Proporciona información teórica relacionada con el funcionamiento del protocolo SIP y los mensajes intercambiados. También contiene un test inicial que trata de asegurar que se han asimilado los conceptos teóricos explicados antes de acceder al laboratorio en sí con el objetivo de que no pueda acceder al laboratorio alguien que no ha adquirido los conocimientos necesarios para usarlo y aprovecharlo.
- Página3.VRL: (Para acceder a este sección es necesario haber superado el test inicial de la sección Página2.Teoría) Proporciona los guiones de las prácticas que se deben realizar con el laboratorio y el propio VRL (Virtual Remote Lab) en el que se podrá trabajar con el fin de superar las prácticas propuestas. El VRL realiza una evaluación automática del trabajo realizado por cada alumno.
- Página4.Evaluación (Última página): (Para acceder a este sección es necesario haber superado la evaluación automática de la sección Página3.VRL) Muestra un test final relacionado con todo el trabajo e información previa incluida en el WebLab que los estudiantes deben superar.

Para superar el WebLab se debe llegar hasta la sección Página4.Evaluación y superar el test de evaluación final.

Pulsar para Continuar a Pagina2.Teoria

Teoría del WebLab (Página2)

COMUNICACIONES SIP

Introducción

El objetivo de este ejercicio es iniciar al estudiante en el funcionamiento del protocolo SIP en general, y, en particular, en el aprendizaje de los mensajes intercambiados entre dos clientes y un proxy en una comunicación VoIP mediante el protocolo SIP.

Session Initiation Protocol (Protocolo de Inicio de Sesiones) es un protocolo de control y señalización usado mayoritariamente en los sistemas de Telefonía IP, que fue desarrollado por el IETF (RFC 3261). Dicho protocolo permite crear, modificar y finalizar sesiones multimedia con uno o más participantes y sus mayores ventajas recaen en su simplicidad y consistencia.

Hasta la fecha, existían múltiples protocolos de señalización tales como el H.323 de la ITU, el SCCP de Cisco, o el MGCP, pero parece que poco a poco SIP está ganando la batalla del estándar: Cisco está progresivamente adoptando SIP como protocolo en sus sistemas de telefonía IP en detrimento de H.323 y SCCP, Microsoft ha eligido SIP como protocolo para su nuevo OCS (Office Communication Server), y los operadores (de móvil y fijo) también están implantando SIP dentro de su estrategia de convergencia, aprovechando de este modo la escalabilidad y interoperabilidad que nos proporciona el protocolo SIP.



Figura 1. Torre de Protocolos.

Los estudiantes usarán una aplicación desarrollada con el lenguaje Java, la cual se encuentra en el siguiente bloque de la práctica (Página3), para realizar comunicaciones SIP.

A continuación se muestra un esquema de los elementos que intervienen en una comunicación SIP.

Elementos SIP

El siguiente esquema representa el modelo de una arquitectura SIP:

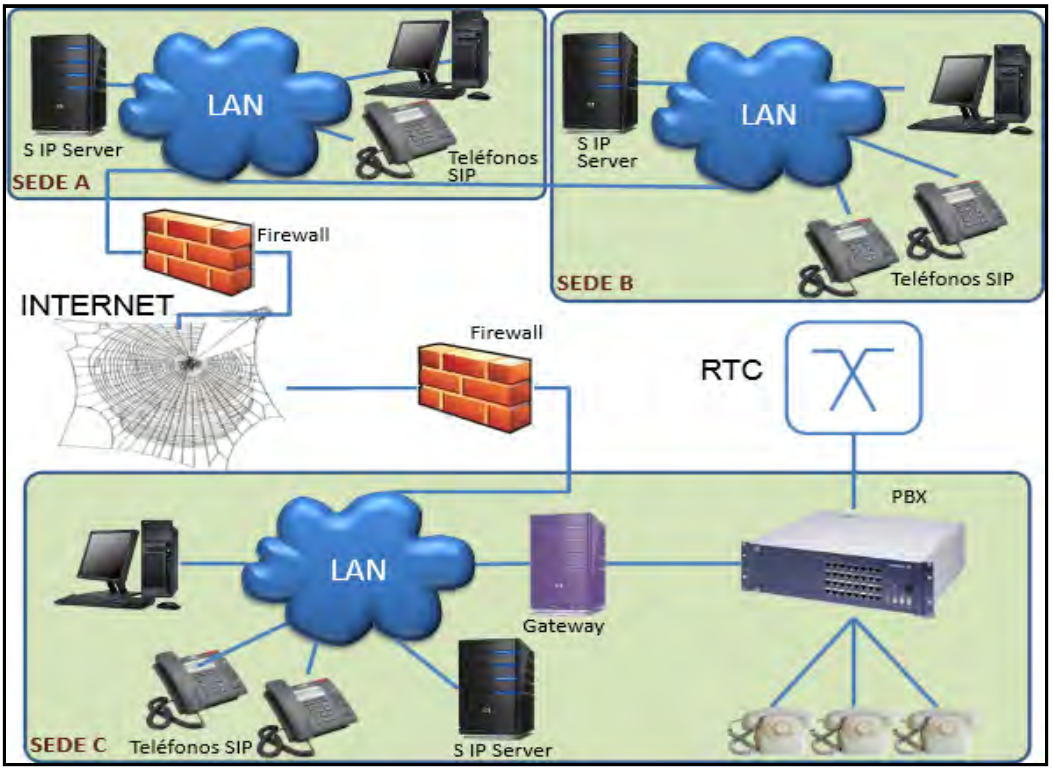


Figura 2. Arquitectura SIP.

Existen dos tipos de elementos SIP:

- Terminales de usuario: Equipos finales que usan los usuarios. Pueden ser clientes o servidores.
- Servidores: Equipos intermedios que añaden funcionalidad a redes SIP.

Equipos Terminales de Usuario

Los Agentes de Usuario (UA) manejan la señalización SIP. Los Terminales tienes dos componentes fundamentales para operar como UA.

- UAC (Agente de usuario Cliente): Aplicación que permite que el terminal pueda realizar o iniciar una llamada. Envía solicitudes SIP y acepta respuesta SIP provenientes de UAS.
- UAS (Agente de usuario Servidor): Aplicación que permite que el terminal pueda recibir o responder una llamada realizada por UAC. Recibe solicitudes SIP y devuelve respuestas SIP en nombre del usuario.

Servidores SIP

Existen tres tipos de servidor SIP.

- Servidor Proxy (Proxy Server): Recibe solicitud de cliente (UAC), la analiza y decide el servidor (UAS) al que se la envía. Para el siguiente servidor, el mensaje procede del proxy. Una solicitud puede atravesar varios proxies y su respuesta debe realizar todo el camino inverso.

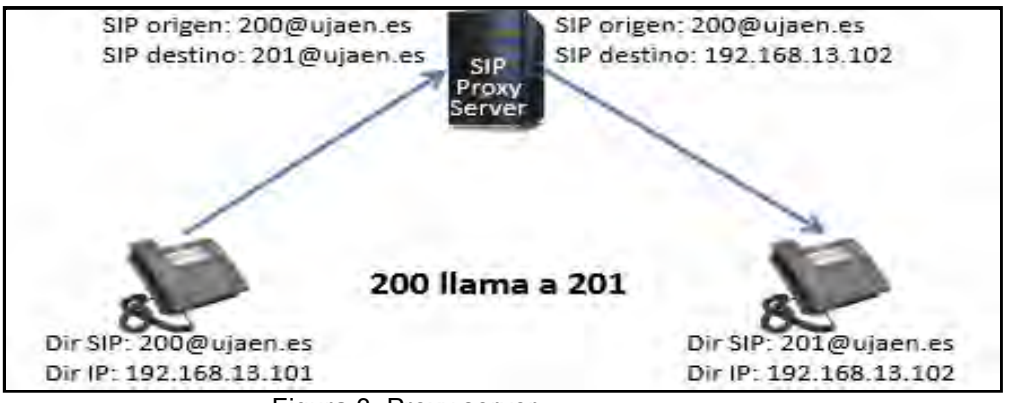


Figura 3. Proxy server.

- Servidor de Registro (Registrar Server): Acepta peticiones de registro de clientes (UAC) y mantiene registro de direcciones de cada usuario: dir SIP-dir IP correspondiente. Permite localizar al usuario en todo momento, por lo que también se le llama servidor de localización (Location server).

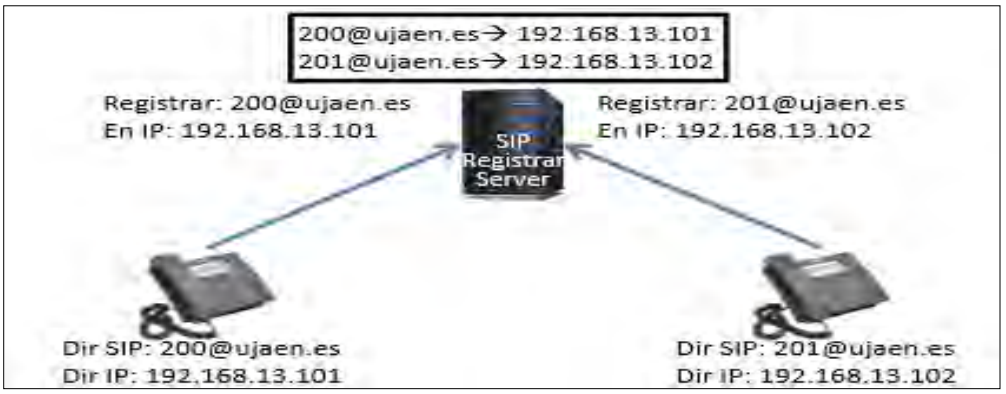


Figura 4. Register server.

- Servidor de Redireccionamiento (Redirect Server): Recibe solicitud de cliente (UAC) y responde con dirección/ones donde la deba enviar. El cliente debe enviar de nuevo la solicitud al servidor adecuado.

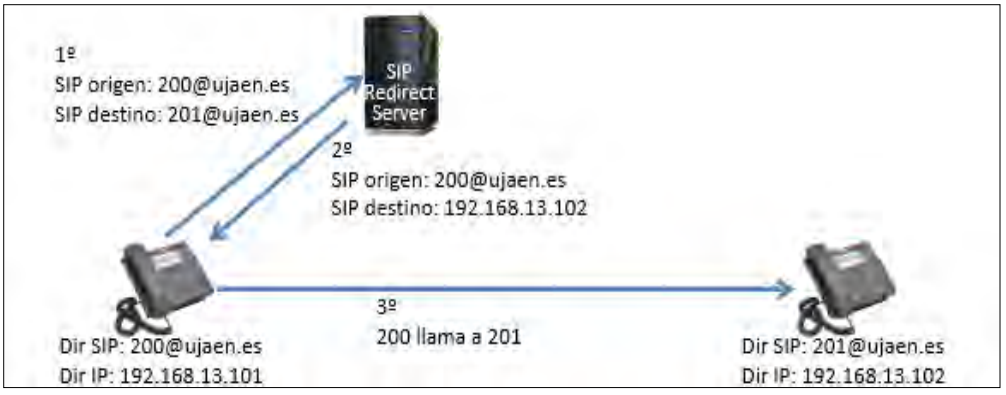


Figura 5. Redirect server.

Funciones SIP

El protocolo SIP dispone de distintas funciones. A continuación se enumeran las más importantes:

- Localización de usuarios (SIP proporciona soporte para la movilidad).
- Capacidades de usuario (SIP permite la negociación de parámetros).
- Disponibilidad del usuario.

- Establecimiento y mantenimiento de una sesión.

En definitiva, el protocolo SIP permite la interacción entre dispositivos, cosa que se consigue con distintos tipos de mensajes propios del protocolo que abarca esta sección. Dichos mensajes proporcionan capacidades para registrar y/o invitar un usuario a una sesión, negociar los parámetros de una sesión, establecer una comunicación entre dos a más dispositivos y, por último, finalizar sesiones.

Beneficios del protocolo SIP frente otros protocolos

Veamos qué hace de SIP un protocolo cada día más sólido. Aspectos importantes referentes a dicho protocolo se enumeran como sigue:

- El control de llamadas es stateless o sin estado, y proporciona escalabilidad entre los dispositivos telefónicos y los servidores.
- SIP necesita menos ciclos de CPU para generar mensajes de señalización de forma que un servidor podrá manejar más transacciones.
- Una llamada SIP es independiente de la existencia de una conexión en la capa de transporte.
- SIP soporta autentificación de llamante y llamado mediante mecanismos HTTP.
- Autenticación, criptográfica y encriptación son soportados salto a salto por SSL/TSL pero SIP puede usar cualquier capa de transporte o cualquier mecanismo de seguridad de HTTP como SSH o S-HTTP.
- Un proxy SIP puede controlar la señalización de la llamada y puede bifurcar a cualquier número de dispositivos simultáneamente.

En definitiva, vemos que SIP es un protocolo con una gran escalabilidad, modular y muy apto para convertirse en el futuro inmediato de la ToIP (Telefonía sobre IP).

Direcciones SIP

El protocolo SIP permite la interconexión de equipos, pero para ello necesita una dirección a la cual enviar los datos.

Esta dirección tiene la forma de un Identificador de recursos uniforme (URI) y puede tener uno de los siguientes formatos.

- sip:usuario@dominio
- sip:direcciónIP:puerto

Dominio

El dominio representa el nombre del servidor proxy SIP que conoce la dirección IP del terminal identificado por el usuario de dicho dominio. Los usuarios de la práctica deberán conectarse al dominio del proxy para poder comunicarse. El puerto que se va a usar en este laboratorio para este propósito es el 5061.

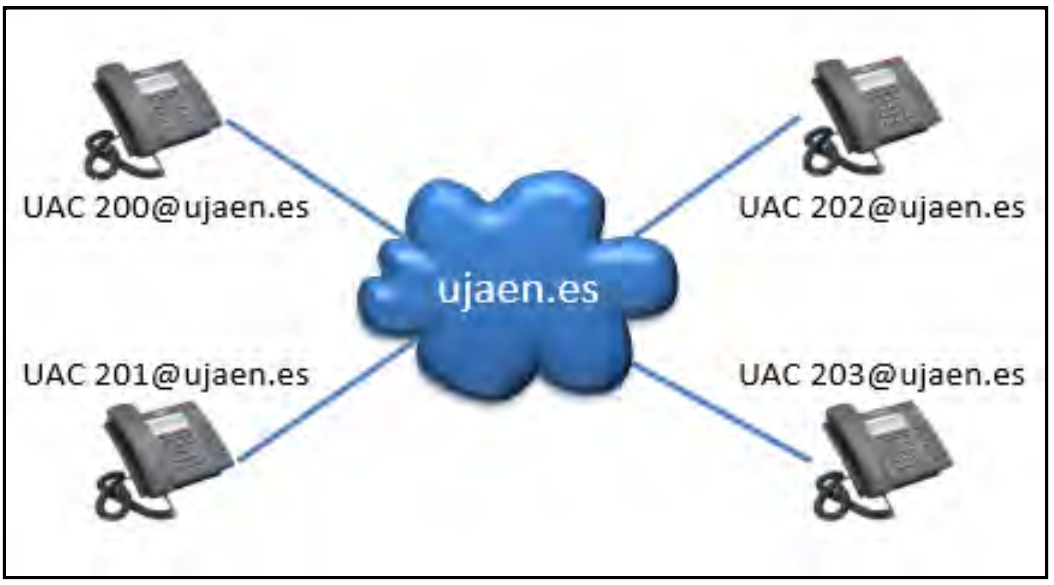


Figura 9. Ejemplo de dominio.

Mensajes SIP

La siguiente figura muestra la estructura de un mensaje SIP.



Figura 6. Captura de un mensaje de SIP.

Línea de Inicio

Solicitudes

El mensaje que envía un UAC se llama petición. Cada petición está definida por el campo método de la primera línea de la cabecera. Hay seis métodos básicos definidos en el RFC 3261 con los que crear, modificar y finalizar las sesiones SIP: INVITE, ACK, BYE, CANCEL, REGISTER y OPTIONS. Los RFC 4579 y 2822 definen el uso de métodos adicionales: MESSAGE, SUBSCRIBE y NOTIFY. Estos métodos permiten implementar la suscripción a eventos y el envío de mensajes.

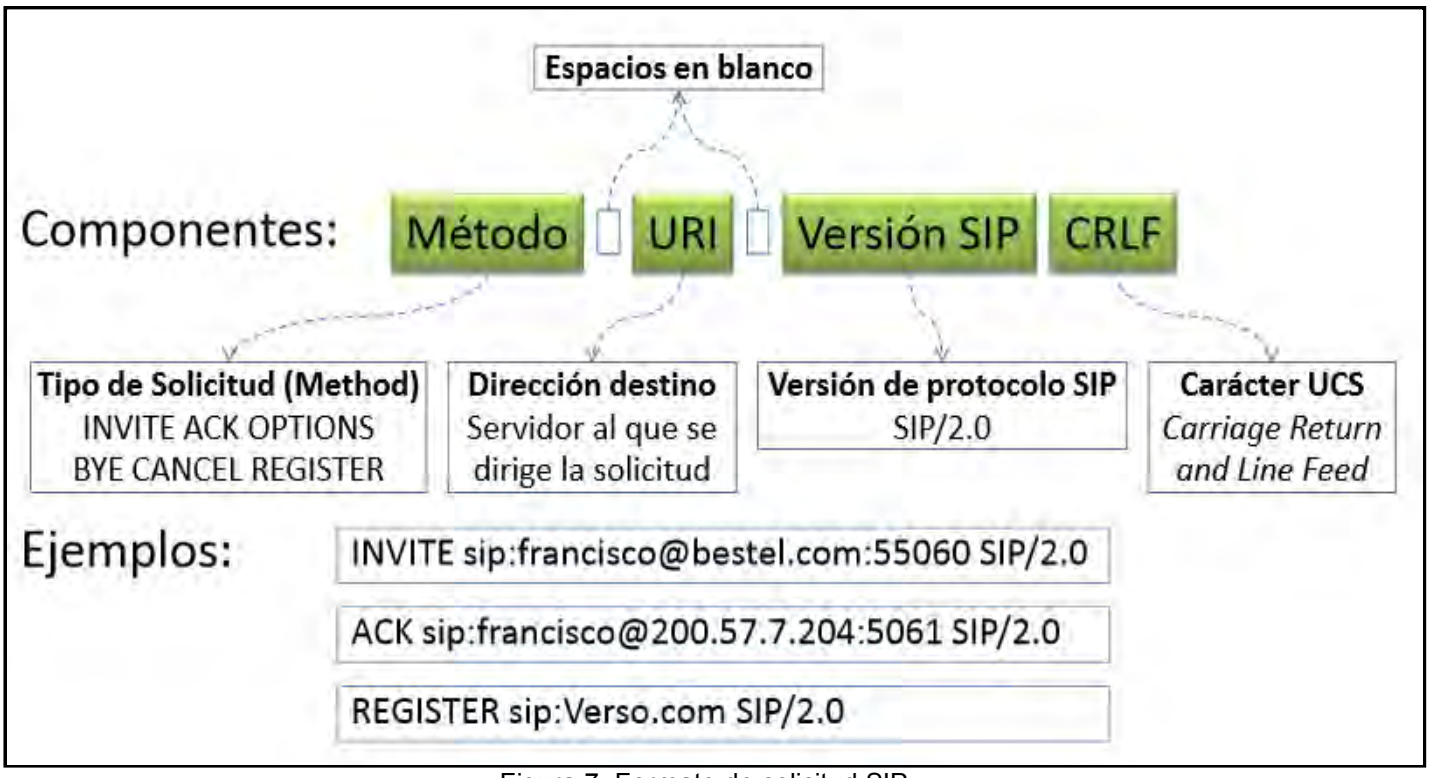


Figura 7. Formato de solicitud SIP.

- INVITE: Para invitar a participar en una sesión (llamada). En el cuerpo del mensaje se incluyen parámetros necesarios como el asunto de la llamada y el codec soportado.
- ACK: El cliente (llamante) confirma al servidor (llamado) que ha recibido la aceptación a participar en la llamada.
- OPTIONS: Usado para que un UA solicite información a un UAS sobre sus capacidades (codecs, etc.).
- BYE: Usado para terminar una sesión. Se envía cuando cuelga un usuario.
- CANCEL: Usado para cancelar una solicitud para la que no se ha recibido respuesta.
- REGISTER: Usado para que un cliente registre su dirección IP (localización) en un servidor SIP.
- MESSAGE: Transporta mensajes instantáneos mediante SIP.

Respuestas

Las respuestas se clasifican según un código numérico: 1xx, 2xx, 3xx, 4xx, 5xx, 6xx

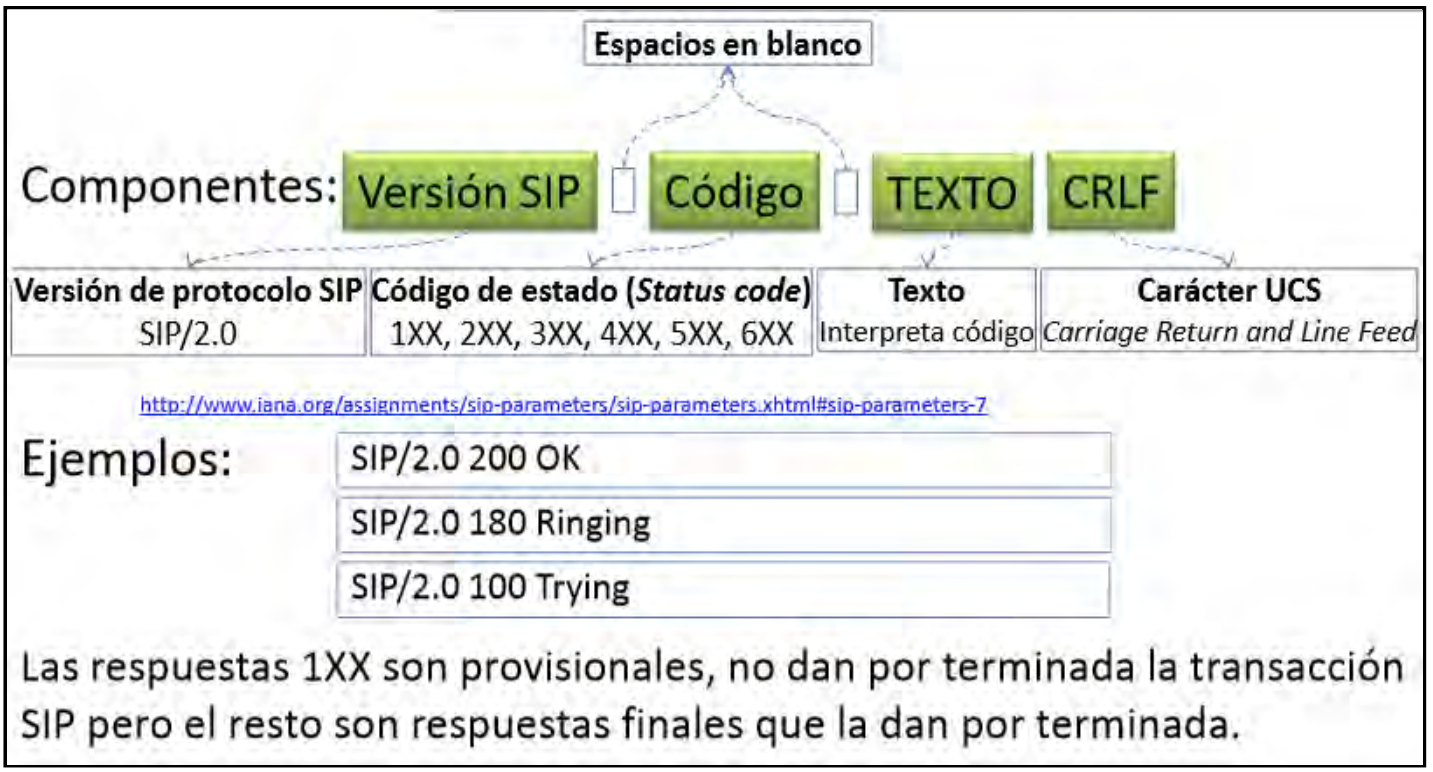


Figura 8. Formato de respuesta SIP.

- 1xx: Respuestas de información. Indican estado temporal de la comunicación.
- 2xx: Respuestas de éxito.
- 3xx: Respuestas de redirección.
- 4xx: Errores de solicitud.
- 5xx: Errores de servidor.
- 6xx: Fallo general.

Cabecera

Los campos de Cabecera más típicos son los siguientes.

- Via: Indica el transporte usado para el envío e identifica la ruta de la petición.
- From: Indica la dirección del origen de la petición.
- To: Indica la dirección del destinatario de la petición.
- Call-Id: Es un dentificador único para cada llamada y contiene la dirección del host. Debe ser igual para todos los mensajes dentro de una transacción.
- Cseq: Se inicia con un número aleatorio e identifica de forma secuancial cada petición.
- Contact: Contiene una dirección que puede ser usada para contactar con el usuario.
- Content-Length: Longitud en octetos del cuerpo del mensaje.
- Content-Type: Indica el tipo de contenido del cuerpo.

Cuerpo del mensaje

Es una parte no obligatoria del mensaje SIP.

Se puede utilizar el protocolo SDP para definir su estructura. SDP es un protocolo diseñado para describir las características de una sesión multimedia.

Cuando SIP usa SDP:

- El Terminal llamante incluye su descripción de características (dirección IP, puerto y formatos multimedia que acepta).
- El Terminal llamado responde con sus caracterÃsticas y aceptación/rechazo de cada formato propuesto.

Como resultado, se produce un acuerdo entre las partes sobre los parámetros de la comunicación.

A continuación, se muestran algunos de los parámetros SDP.

- v: Versión del protocolo.
- o: Dueño/creador e identificador de sesión.
- s: Nombre de la sesión.
- c: Información de la conexión.
- t: Hora de comienzo y fin de la sesión activa.
- m. Tipo de medio. Tiene 4 subcampos (Tipo de medio, Puerto, Protocolo de transporte utilizado y Formatos multimedia aceptados).

Escenario: Softphone

Un Softphone es una aplicación multimedia (software) que trabaja junto a las tecnologías VoIP dándole al usuario la posibilidad de hacer llamadas directamente desde su PC o notebook.

El escenario de la práctica consistirá en un Softphone, con el cual el alumno podrá registrarse y realizar llamadas a otros compañeros a través del proxy.

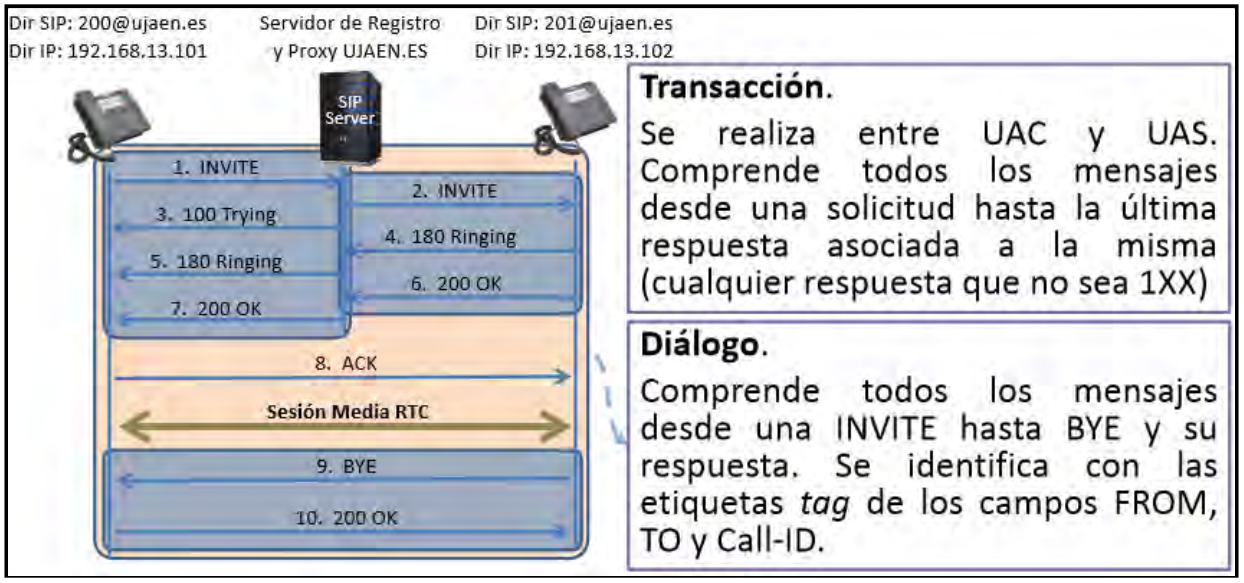


Figura 10. Ejemplo de escenario.

Test previo al Laboratorio (Evaluación Inicial)

MUY IMPORTANTE, LEER ANTES DE EMPEZAR A RESPONDER EL TEST

- Presta atención a las siguientes preguntas, lee tranquilamente el enunciado y contesta con tranquilidad.
- El objetivo de las mismas es saber si has asimilado correctamente los conocimientos que debes obtener.

- Fíjate en que si respondes correctamente recibirás 4 puntos por cada pregunta, pero si lo haces de forma incorrecta te restará un punto.
- También tienes la opción de responder señalando la opción "No sabe/No contesta", en cuyo caso no se sumará ni se restará ningún punto.
- Para poder superar el test es necesario que obtengas al menos 14 puntos (máximo 28).
- Sólo se tiene una oportunidad para contestar a cada una de las preguntas, una vez pulses el botón "Contestar" ya no podrás volver a hacerlo.
- Si has señalado una opción pero te has arrepentido y deseas dejar la respuesta en blanco pulsa sobre "Reiniciar".
- Al final de la página debes pulsar sobre el botón "Contestar Todo y Enviar" para mostrar tus resultados finales y enviarlos al LMS.
- Se considerará que has contestado al test si al menos has contestado a una de las preguntas.
- No refresques el contenido de la página en el navegador, si lo haces se cargará de nuevo la Página1-Introducción y deberás volver a empezar el WebLab.

Pregunta 1

PREGUNTA 1: Formato SIP.
(Bien:4 puntos - Error:-1 punto)

¿Cuál es el primer componente del formato de un mensaje SIP?

- Cabecera
- Línea en blanco
- Línea de inicio
- Cuerpo del mensaje
- No sabe/No contesta.

Enviar Reiniciar

Resultado de pregunta 1

Pregunta 2

PREGUNTA 2: Campos de Cabecera de Mensaje SIP.
(Bien:4 puntos - Error:-1 punto)

¿Qué campo de la cabecera indica el transporte usado para el envío e identifica la ruta de la petición?

- From
- Call-Id
- To
- Via
- No sabe/No contesta.

Enviar Reiniciar

Resultado de pregunta 2

Pregunta 3

PREGUNTA 3: Métodos de Línea de Solicitud
(Bien:4 puntos - Error:-1 punto)

¿Cuál de los siguientes son métodos de solicitud?

- [ ] INVITE
- [ ] OPTIONS
- [ ] BYE
- [ ] MESSAGE
- [ ] No sabe/No contesta.

Enviar Reiniciar

Resultado de pregunta 3

Pregunta 4

PREGUNTA 4: Servidores.
(Bien:4 puntos - Error:-1 punto)

¿Qué hace un Servidor Proxy (Proxy Server)?

- ( ) Recibe solicitud de cliente, la analiza y decide el servidor al que se la envía
- ( ) Recibe solicitud de cliente y responde con dirección/ones donde la debe enviar
- ( ) Acepta peticiones de registro de clientes y mantiene registro de direcciones de cada usuario
- ( ) Todas las respuestas anteriores son falsas.
- ( ) No sabe/No contesta.

Enviar Reiniciar

Resultado de pregunta 4

Pregunta 5

PREGUNTA 5: Escenario
(Bien:4 puntos - Error:-1 punto)

¿Cuál de los siguientes mensajes es el primero que se envía al intentar una comunicación con otro usuario?

- ( ) BYE
- ( ) TRYING
- ( ) INVITE
- ( ) OK
- ( ) No sabe/No contesta.

Enviar Reiniciar

Resultado de pregunta 5

Pregunta 6

PREGUNTA 6: Softphone
(Bien:4 puntos - Error:-1 punto)

¿Qué es un Softphone?

- Es un software para hacer llamadas desde el PC.
- Es un teléfono no IP usado como VoIP
- Es un componente usado para realizar funciones de Control general del sistema
- Es un programa de software libre que proporciona funcionalidades de una central telefónica
- No sabe/No contesta.

Enviar Reiniciar

Resultado de pregunta 6

Pregunta 7

PREGUNTA 7: Tipo de sesión.
(Bien:4 puntos - Error:-1 punto)

¿Qué parte del mensaje SIP se usa para describir el tipo de sesión?

- Cabecera
- Cuerpo del mensaje
- Línea de inicio
- Todas las respuestas anteriores son falsas.
- No sabe/No contesta.

Enviar Reiniciar

Resultado de pregunta 7

Cómo superar esta sección

Puedes superar esta sección (Página2-Teoría) si lees el contenido de esta página, respondes a las preguntas y alcanzas al menos 14 de los 28 puntos posibles que se pueden obtener como máximo. Usa el tiempo que necesites para leer y comprender el funcionamiento teórico del protocolo SIP y todos sus campos, ya que serán usados en este laboratorio virtual
Estos contenidos te ayudarán en la realización de los ejercicios prácticos que deberás llevar a cabo en las próximas secciones (Laboratorio virtual de un softphone).
Si completas satisfactoriamente esta parte se te permitirá acceder a la siguiente sección (Página3-VRL) y realizar las prácticas asociadas al laboratorio virtual.

Puedes comprobar el tiempo que has empleado en esta página y el resultado que has obtenido en la evaluación inicial de esta sección (Página2-Teoría) si pulsas el siguiente botón:

Comprobar, Enviar resultados al LMS y Continuar con Pagina3-VRL

Hora de entrada en el Página2-Teoría: 2015-07-21T13:16:46



COMUNICACIONES SIP: SOFTPHONE



Introducción a las Prácticas

El objetivo de este ejercicio es simular el comportamiento de un softphone y de un servidor proxy en una red local (LAN) e identificar algunos de los parámetros que caracterizan su comportamiento.

En la parte inferior de esta página se encuentran embebidos los applets Java de los simuladores con los que se tiene que trabajar (tras los guiones de los apartados de prácticas a realizar). El simulador del softphone tiene el mismo aspecto que el mostrado por la Figura 1.

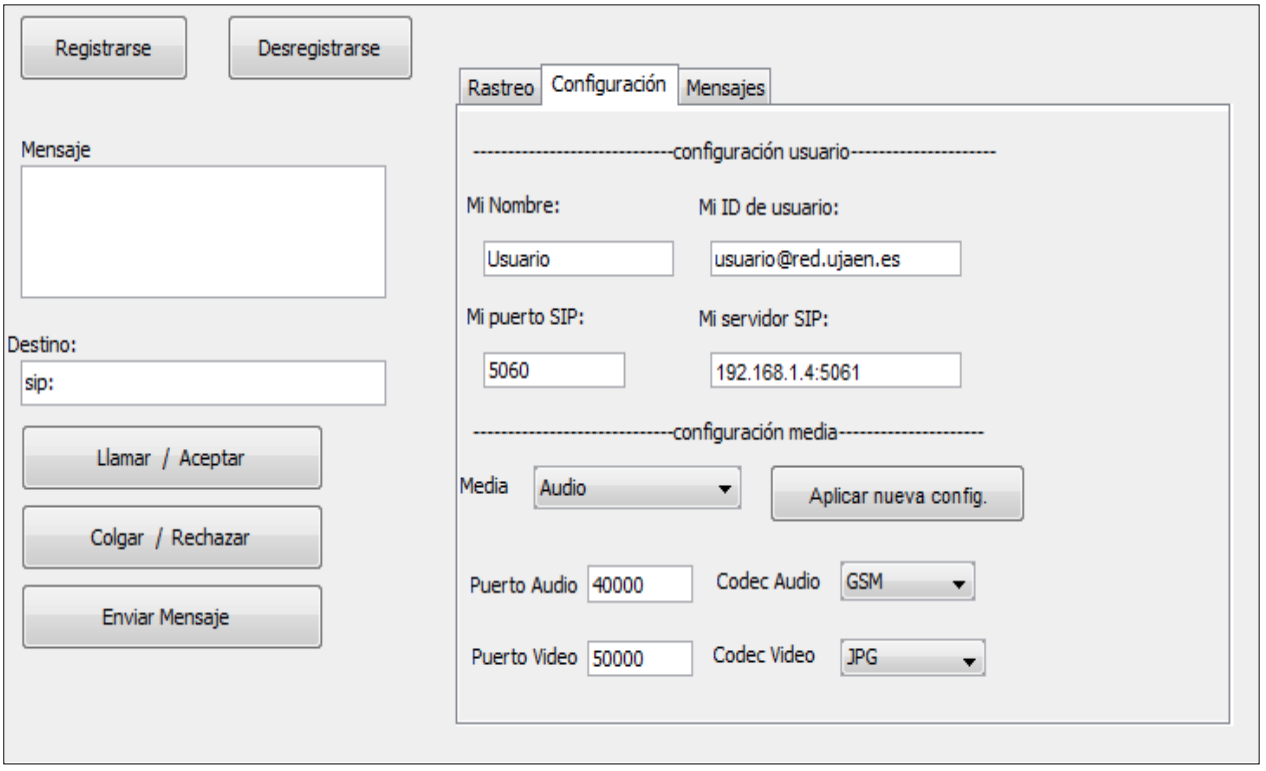


Figura 1. Softphone.

Se debe dominar la interfaz que se ofrece en el software del simulador.

Debes saber que todos los elementos del interfaz tienen un texto de ayuda asociado. Esta ayuda se muestra en forma de texto emergente que aparecerá cuando el puntero del ratón se sitúa inmovil sobre cada uno de los elementos durante un tiempo (aproximadamente un segundo).

Debes adquirir familiaridad con el simulador y conocer su manejo. Para ello debes aprender los distintos botones y áreas que existen:

- Botón Registrarse: Permite registrarse en el proxy.
- Botón Desregistrarse: Permite desregistrarse del proxy.
- Área de Mensaje: En este área se introduce el mensaje de texto que se desea enviar.
- Área de Destino: En este área se introduce la dirección de destino de las peticiones.
- Botón Llamar / Aceptar: Permite realizar una llamada o aceptar una entrante.
- Botón Colgar / Rechazar: Permite colgar una llamada en curso o rechazar una entrante.

- Botón Enviar Mensaje: Permite enviar el mensaje de texto escrito en el Área de Mensaje.
- Panel de Rastreo: Muestra los mensajes SIP que se envían y reciben en el softphone durante la interacción con los simuladores.
- Panel de Configuración: Permite al usuario configurar el softphone.
  - Mi Nombre: Carga automáticamente el nombre del usuario que está usando la aplicación.
  - Mi ID de usuario: Carga automáticamente el identificador del usuario que está usando la aplicación.
  - Mi puerto SIP: Área para introducir el puerto del softphone.
  - Mi servidor SIP: Área para introducir la dirección IP y el puerto del proxy.
  - Media: Permite decidir entre una comunicación de audio o audio y video.
  - Aplicar nueva config.: Aplica cambios efectuados en la configuración de Media.
  - Puerto Audio: Área para introducir el puerto donde se desea recibir el audio.
  - Codec Audio: Permite elegir entre dos codecs para el audio. GSM y G723.
  - Puerto Video: Área para introducir el puerto donde se desea recibir el audio.
  - Codec Video: Permite elegir entre dos codecs para el video. JPG y H263.
- Panel de Mensaje:Permite ver los mensajes de texto enviados y recibidos
  - Botón Borrar Chat: Borra los mensajes de texto existentes en el Panel de Mensaje.

El simulador del proxy hará funciones de registro y permitirá al softphone conectarse a él. Tiene el mismo aspecto que el mostrado por la Figura 2.

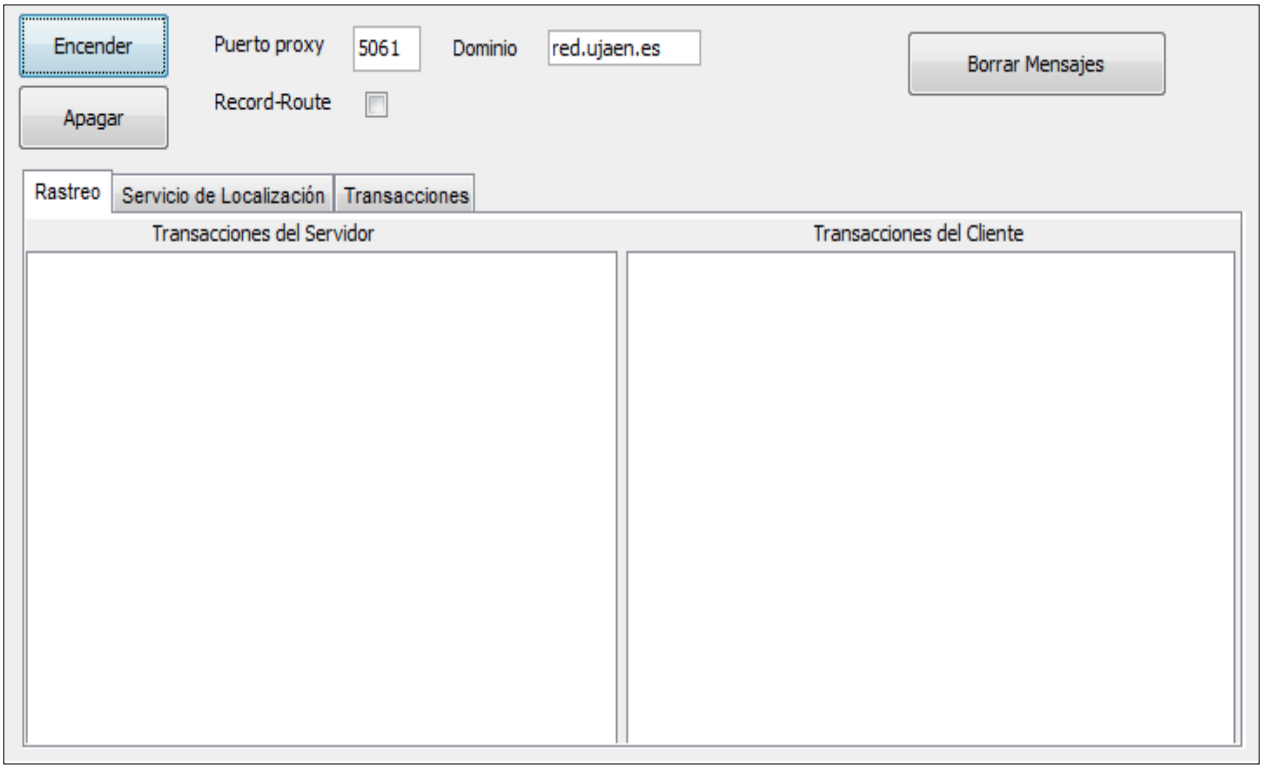


Figura 2. Proxy SIP.

Al igual que en el softphone, todos los elementos del proxy tienen un texto de ayuda asociado.

- Botón Encender: Permite encender el proxy.
- Botón Apagar: Permite apagar el proxy.
- Puerto proxy: Área para introducir el puerto del proxy.
- Dominio: Área para introducir el dominio del proxy.

- Record-route: Al marcar la casilla, las peticiones se enrutan siempre a través del proxy.
- Botón Borrar Mensajes: Permite borrar los mensajes SIP que se muestran en el panel de Rastreo.
- Panel de Rastreo: Muestra los mensajes SIP que se envían y reciben en el proxy durante la interacción con los simuladores.
- Servicio de Localización: Permite localizar a los usuarios registrados en el proxy.
- Transacciones: Muestra las transacciones (mensajes y llamadas) realizadas entre los usuarios.

Con el fin de ganar confianza y aprender el funcionamiento de este simulador de Softphone se deben trabajar y dominar las interfaces que se ofrecen mediante la realización de una serie de pruebas que se describen a continuación. Durante todo el desarrollo de las prácticas, el usuario deberá prestar atención a los campos que aparecen en los paquetes SIP y a la información que de ellos se pueda obtener.

Ten en cuenta que el funcionamiento de la aplicación se limita a la red local, es decir, los softphones y el servidor proxy deben estar situados en la misma red. En caso contrario, no se podrá establecer la conexión.

Práctica 1: Activación del proxy SIP y Registro del Softphone.

El objetivo de esta primera práctica es que adquieras familiaridad con el simulador y conozcas su manejo. Para ello debes realizar los siguientes pasos:

- Controlar la ejecución del simulador del proxy: botones Encender y Apagar.
- Existen dos opciones que vienen rellenas por defecto. El puerto del proxy, que es el 5061, y el dominio, que es red.ujaen.es.
- Además, existe una opción, Record-Route, que podrás marcar si deseas forzar a futuras peticiones a ser enrutadas a través del proxy.
- Pulsa el botón Encender y comprueba cómo se activa el proxy y aparece la dirección IP asociada al mismo. Esta dirección es importante porque, cualquier usuario que quiera registrarse en el proxy a través de su Softphone, tendrá que saber la IP, el puerto y el dominio del proxy al cual se conecta.
- Baja ahora hasta el Softphone. Tiene activo por defecto el panel de Configuración. Debes configurar cuatro campos.
    - Mi Nombre: Aparece cargado tu nombre.
    - Mi ID de usuario: Aparece cargado tu identificador seguido de un dominio por defecto.
    - Mi puerto SIP: por defecto es el 5060.
    - Mi servidor SIP: introduce la dirección IP y el puerto de tu proxy, separados por dos puntos (:)
- Pulsa el botón Registrarse y, tras unos segundos, verás que aparece un Status (estado) que indica primero REGISTERING (Registrando) y finalmente IDLE (En calma). Este último estado indica que todo ha ido bien y el simulador está a la espera de más acciones.

En la siguiente figura, se puede apreciar la transacción que se produce durante el registro de un usuario en el proxy.

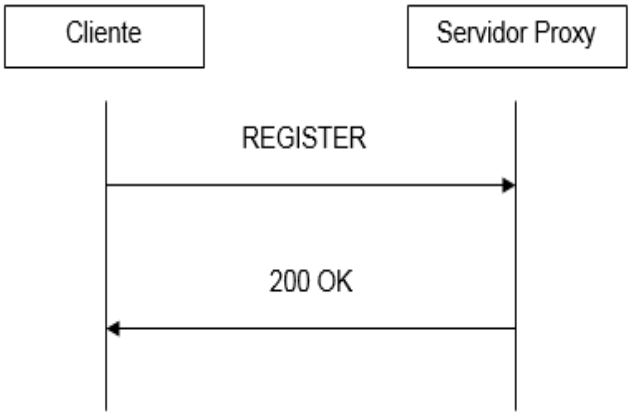


Figura 3. Transacción de Registro.

En las siguientes dos figuras se muestra el registro de un usuario. En la primera, Figura 3. Registro en proxy, se pueden ver los mensajes SIP que recibe y envía el proxy tras registrarse un usuario en él. En la segunda, Figura 4. Softphone registrado, se ve la configuración del softphone y su estado IDLE tras registrarse.

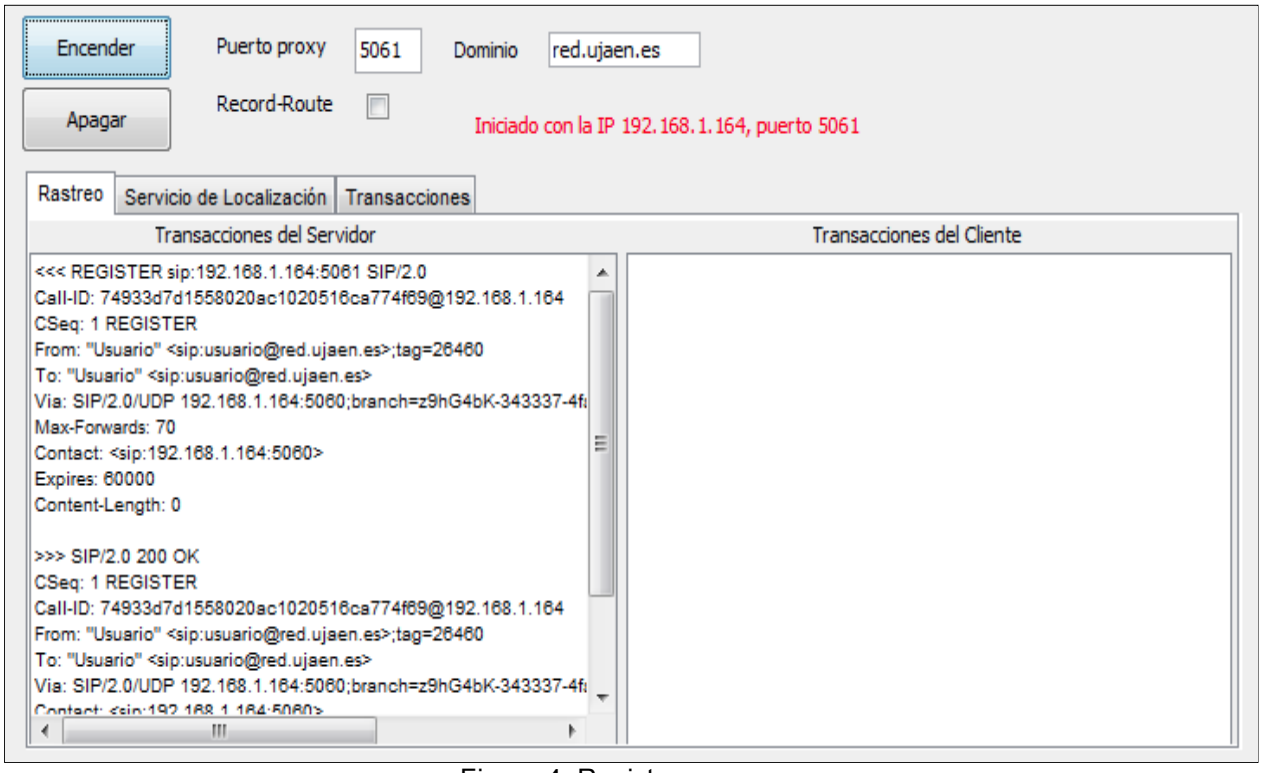


Figura 4. Registro en proxy.

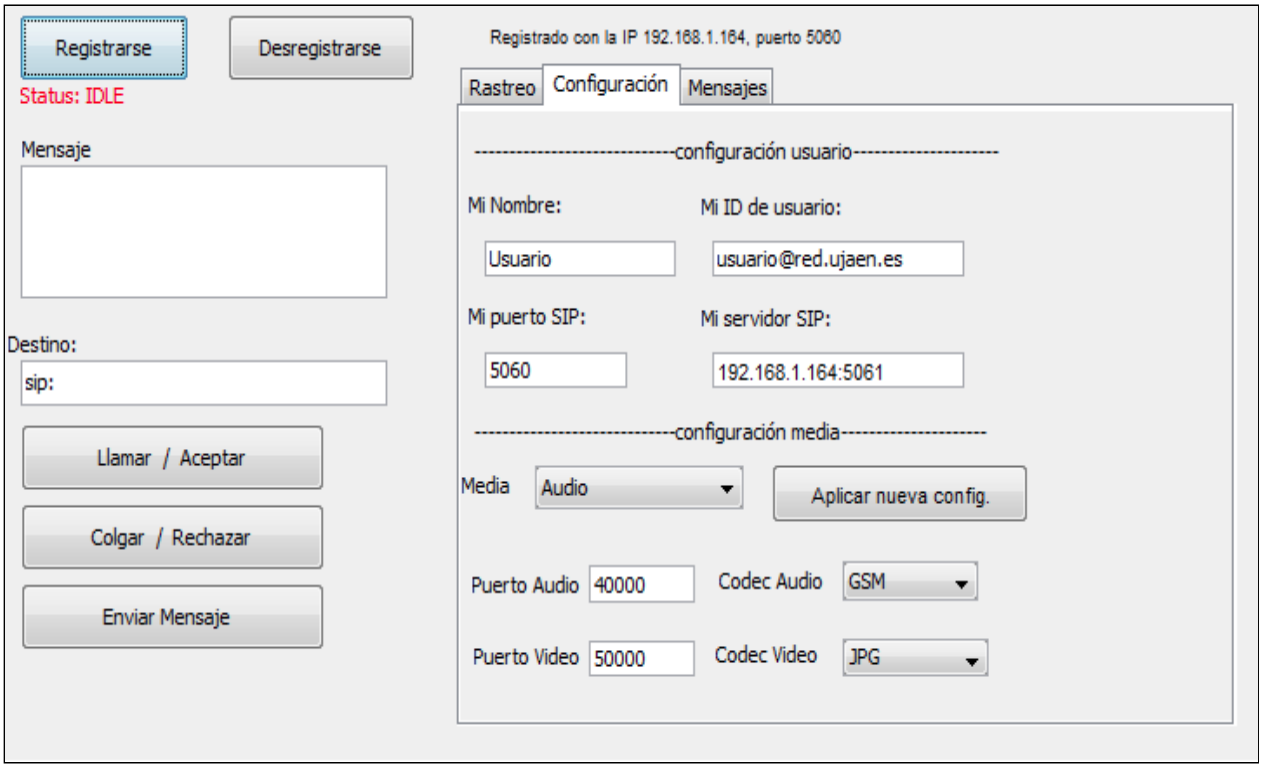


Figura 5. Softphone registrado.

Evaluación de la Práctica 1

Para obtener los 8 puntos correspondientes a esta práctica, se deberá arrancar el servidor proxy, configurar el softphone y completar con éxito el registro.

Práctica 2: Comunicación con otro usuario mediante chat.

Esta segunda parte de la práctica consiste en una comunicación entre dos usuarios, primero cada uno registrado en su propio proxy y necesitando saber la dirección IP del otro usuario, y a continuación, usando el proxy de uno de ellos como servidor.

Ambos usuarios, en sus respectivos Softphones, tendrán a la izquierda, a media altura, un campo llamado Destino. Después de sip: habrá que indicar el usuario con el cual se desea comunicarse.

Cada usuario deberá realizar los siguientes pasos para comunicarse con su compañero:

- Introduce la dirección IP de tu compañero seguida de dos puntos y su puerto en el campo Destino, justo después de sip:
- En el hueco existente bajo el campo Mensaje, introduce un mensaje de texto para enviar a tu compañero y, más abajo, pulsa Enviar Mensaje.
- Ve a la pestaña de Mensajes y comprueba que el servicio de chat está siendo realizado correctamente.

Esta forma de comunicación no es óptima, ya que se requiere conocer la IP del usuario con el cual se desea establecer comunicación. Para solucionarlo, uno de los alumnos deberá desconectarse de su propio proxy y conectarse al de su compañero, teniendo en cuenta el puerto y la dirección IP a la que debe hacerlo. De esta manera, un solo proxy tendrá registradas ambas IP's.

Este es el procedimiento que debe seguir el usuario que se vaya a conectar al proxy ajeno:

- Paso 1: Pulsa Desregistrarse para cerrar la conectividad con tu propio proxy.
- Paso 2: En el campo Mi servidor SIP del panel de Configuración, introduce la dirección IP y el puerto del proxy del compañero con el cual vayas a establecer comunicación.
- Paso 3: En el campo Mi ID de usuario del mismo panel, modifica el dominio si el proxy al que

vayas a conectarte tiene uno distinto del elegido por defecto.
- Paso 4: Pulsa Registrarse.

Si todo se ha realizado correctamente, ambos usuarios deberían estar conectados al proxy, y éste tener constancia de ello tanto en su ventana de Rastreo como en el Servicio de Localización.

Ahora, ya no se necesita saber la IP y el puerto de cada usuario porque el proxy las tiene registradas y asociadas a un ID de usuario.

Cada usuario deberá realizar los siguientes pasos para comunicarse con su compañero:

- Introduce el ID de usuario de tu compañero en el campo Destino, justo después de sip:
  Este ID actuará como su dirección SIP y permitirá la comunicación.
- En el hueco existente bajo el campo Mensaje, introduce un mensaje de texto para enviar a tu compañero y, más abajo, pulsa Enviar Mensaje.
- Ve a la pestaña de Mensajes y comprueba que el servicio de chat está siendo realizado correctamente.

En la siguiente figura, se puede apreciar la transacción que se produce durante el envío de un mensaje de texto entre usuarios.

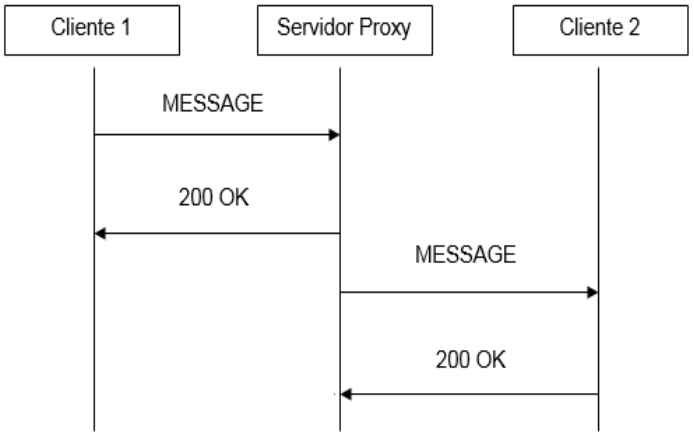


Figura 6. Transacción de Mensaje.

En las tres figuras siguientes se muestra una conversación de chat entre dos usuarios. En la primera de ellas, Figura 5. Transacciones proxy, se puede ver la pestaña de Transacciones del proxy indicando que un paquete de tipo MESSAGE ha sido transmitido. En la segunda, Figura 6. Chat, se muestra la conversación de chat que se ha realizado entre los dos usuarios. En la última, Figura 7. Rastreo de MESSAGE, podemos ver el mensaje SIP de salida de tipo MESSAGE y su correspondiente respuesta 200OK. Presta especial atención a los campos de cabecera de cada mensaje para entender cómo funcionan las transacciones en SIP.

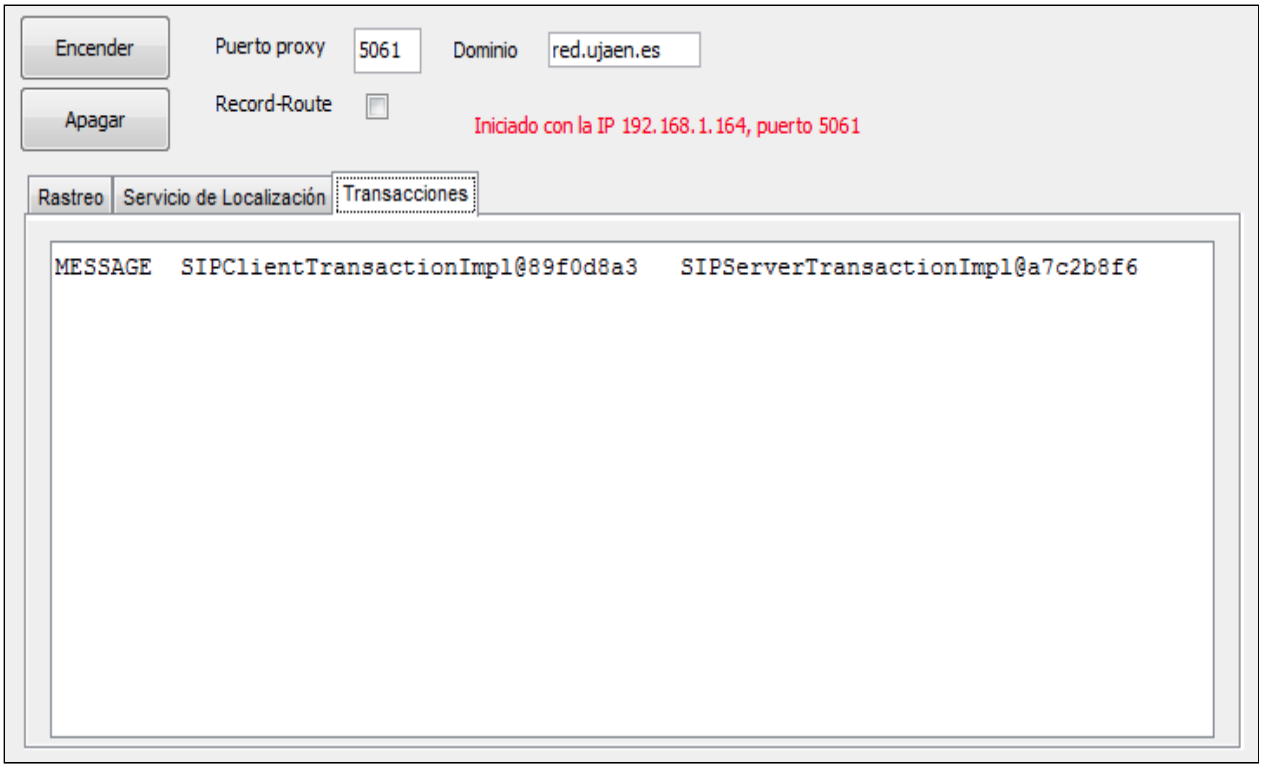


Figura 7. Transacciones proxy.

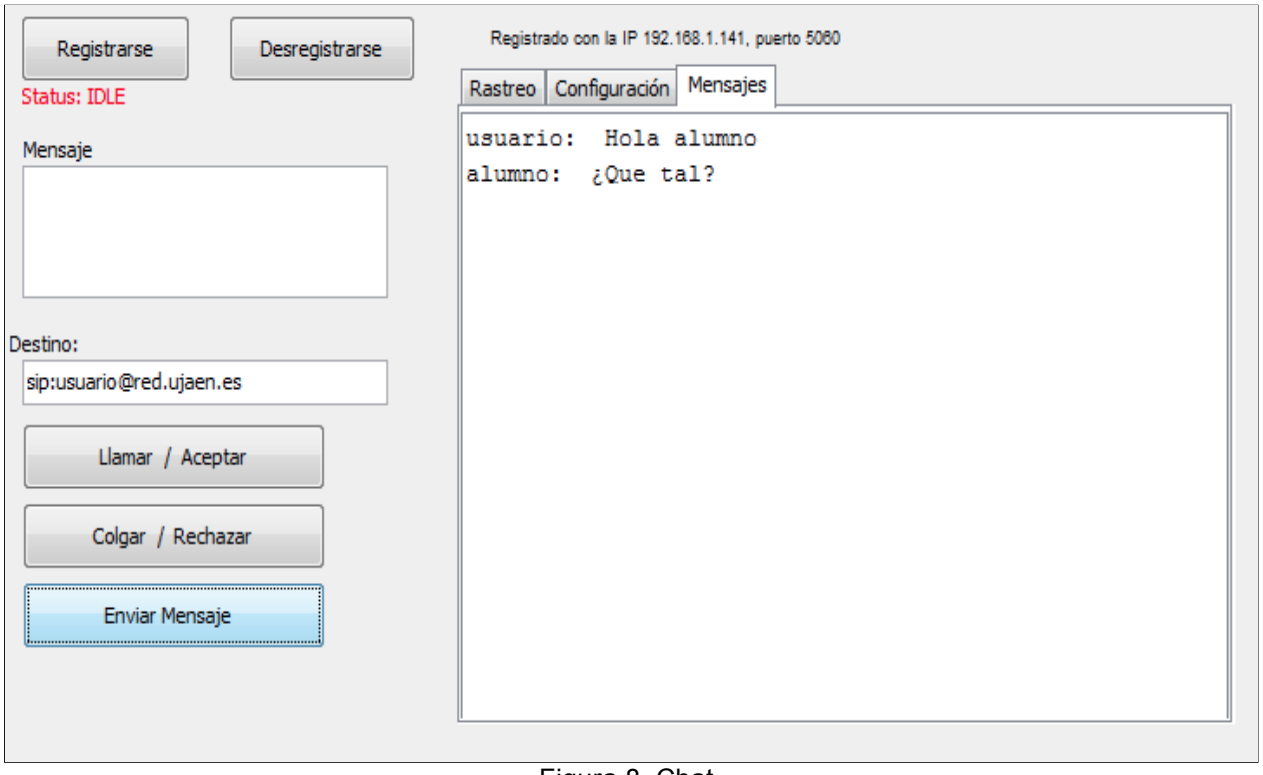


Figura 8. Chat.

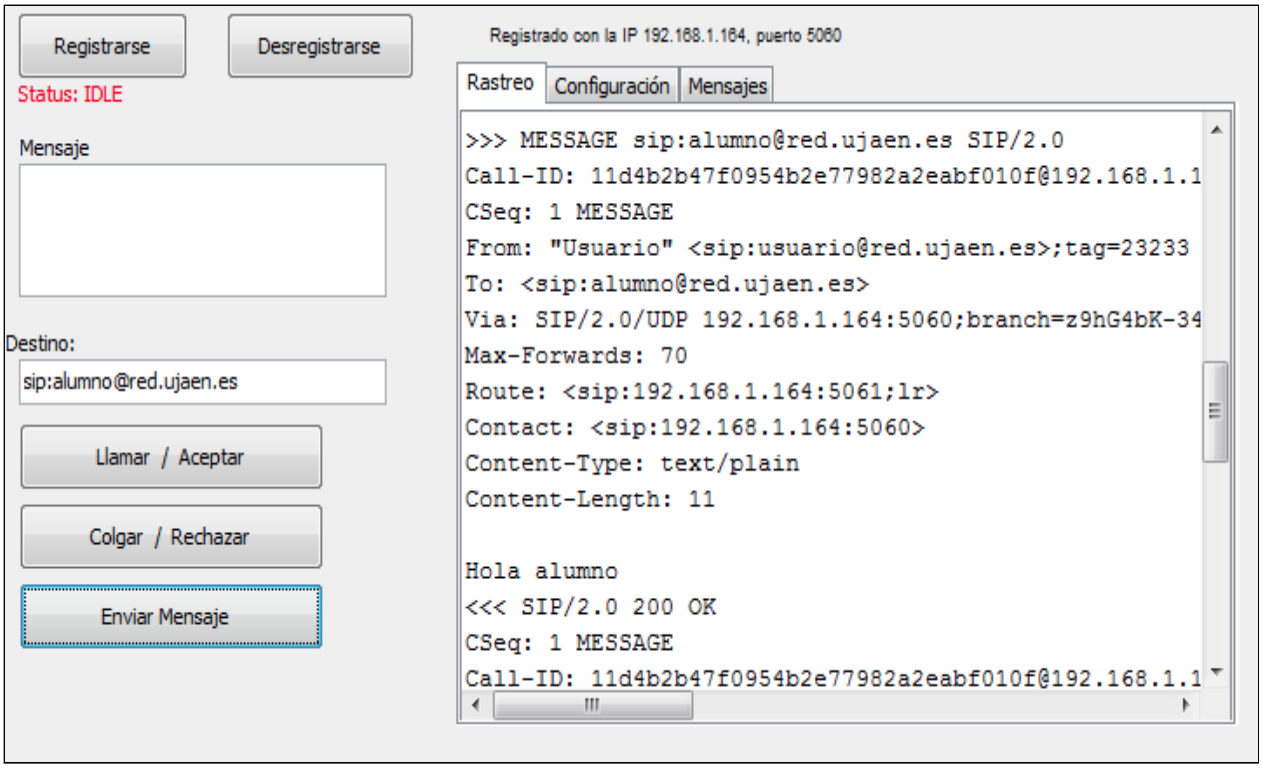


Figura 9. Rastreo de MESSAGE.

Evaluación de la Práctica 2

En este apartado hay 4 tareas. Cada una de ellas suma 2 puntos.

- Enviar un mensaje de texto a un usuario registrado en otro proxy distinto al nuestro.
- Recibir un mensaje de texto de un usuario registrado en otro proxy distinto al nuestro.
- Enviar un mensaje de texto a un usuario registrado en nuestro mismo proxy.
- Recibir un mensaje de texto de un usuario registrado en nuestro mismo proxy.

Práctica 3: Comunicación con otro usuario mediante llamada.

En esta tercera parte de la práctica, los usuarios volverán a comunicarse entre sí pero, en esta ocasión, experimentarán con los mensajes SIP que se envían mediante la simulación de una llamada de audio o de audio y video.

Para ello, los usuarios tendrán la oportunidad de elegir detalles tales como el puerto y el codec tanto del audio como del video. Estas decisiones serán importantes de cara a la negociación SDP, ya que ambos Softphones tendrán que ponerse de acuerdo en estos parámetros para poder comunicarse.

Cada usuario deberá llevar a cabo los siguientes pasos en la pestaña de configuración:

- Seleccionar si la comunicación será de Audio o de Audio y Video.
- Seleccionar el puerto del audio.
- Seleccionar el puerto del video.
- Seleccionar el codec del audio.
- Seleccionar el codec del video.

Una vez completados estos pasos, uno de los usuarios deberá indicar, si no lo ha hecho anteriormente, en el campo Destino, el ID del usuario al que desea llamar y pulsar la tecla de Llamar / Aceptar. El usuario receptor de la llamada tiene entonces la posibilidad de pulsar la tecla Colgar / Rechazar y rechazar la llamada, o pulsar la tecla de Llamar / Aceptar y establecer comunicación.

Es necesario hacer hincapié en el hecho de que el Softphone del usuario que realice la llamada será el que exponga su puerto y su codec al Softphone del usuario receptor y, éste, el que lo acepte o lo rechace en la negociación SDP.

Durante el transcurso de una llamada se podrán enviar mensajes de texto, cambiar el Medio de Audio a Audio y Video o viceversa (pulsando tras ello el botón Aplicar nueva config.), o finalizar la llamada mediante el botón de Colgar / Rechazar.

Además, igual que has podido ver en las dos prácticas anteriores, durante una llamada también se produce una transacción. Compruébalo y comprende sus pasos.

En las tres figuras siguientes se muestran capturas correspondientes a una llamada. En la primera, Figura 8. Alerting, se puede ver el softphone de un usuario (Usuario) que realiza un intento de comunicación y su mensaje INVITE correspondiente. En la segunda, Figura 9. Ringing, se muestra el softphone del alumno (Alumno) que recibe la llamada. En la última, Figura 10. Llamada establecida, podemos ver el softphone del usuario que ha realizado la llamada, una vez que dicha llamada ha sido aceptada. Nuevamente, presta atención a los campos de cabecera.

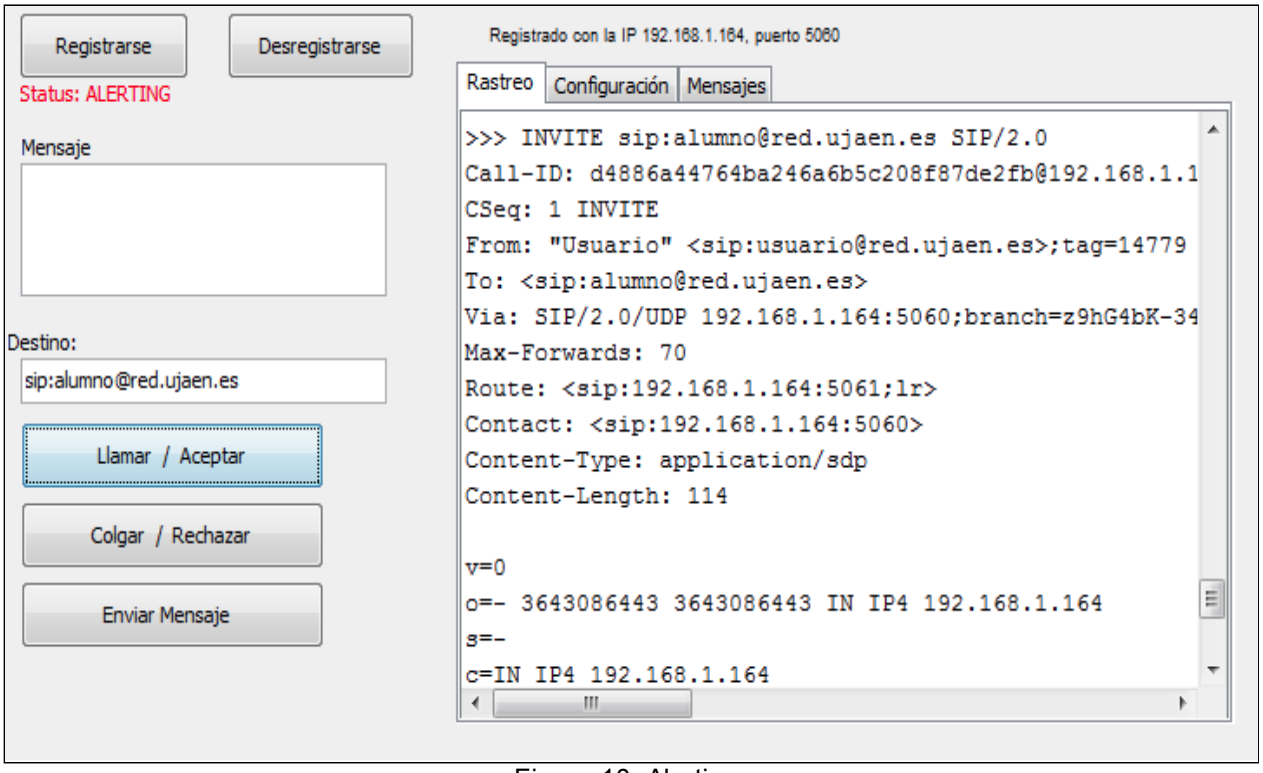


Figura 10. Alerting.

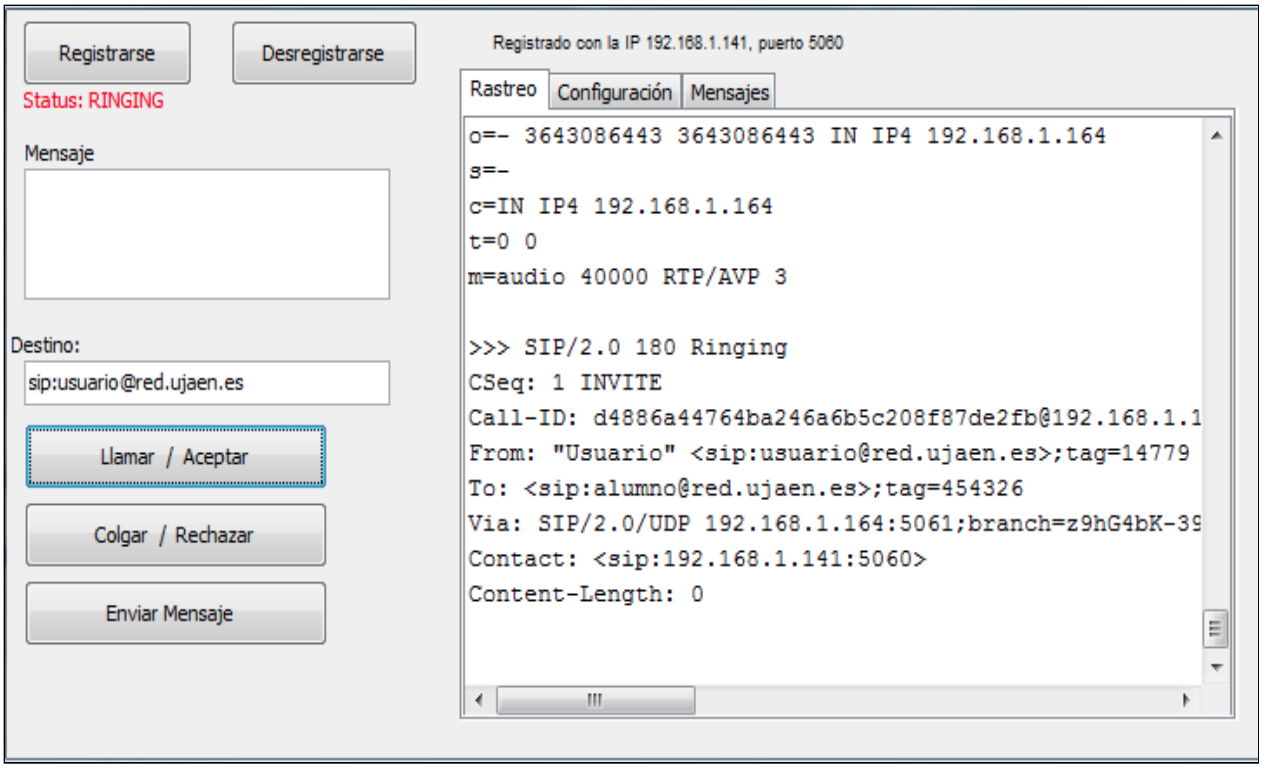


Figura 11. Ringing.

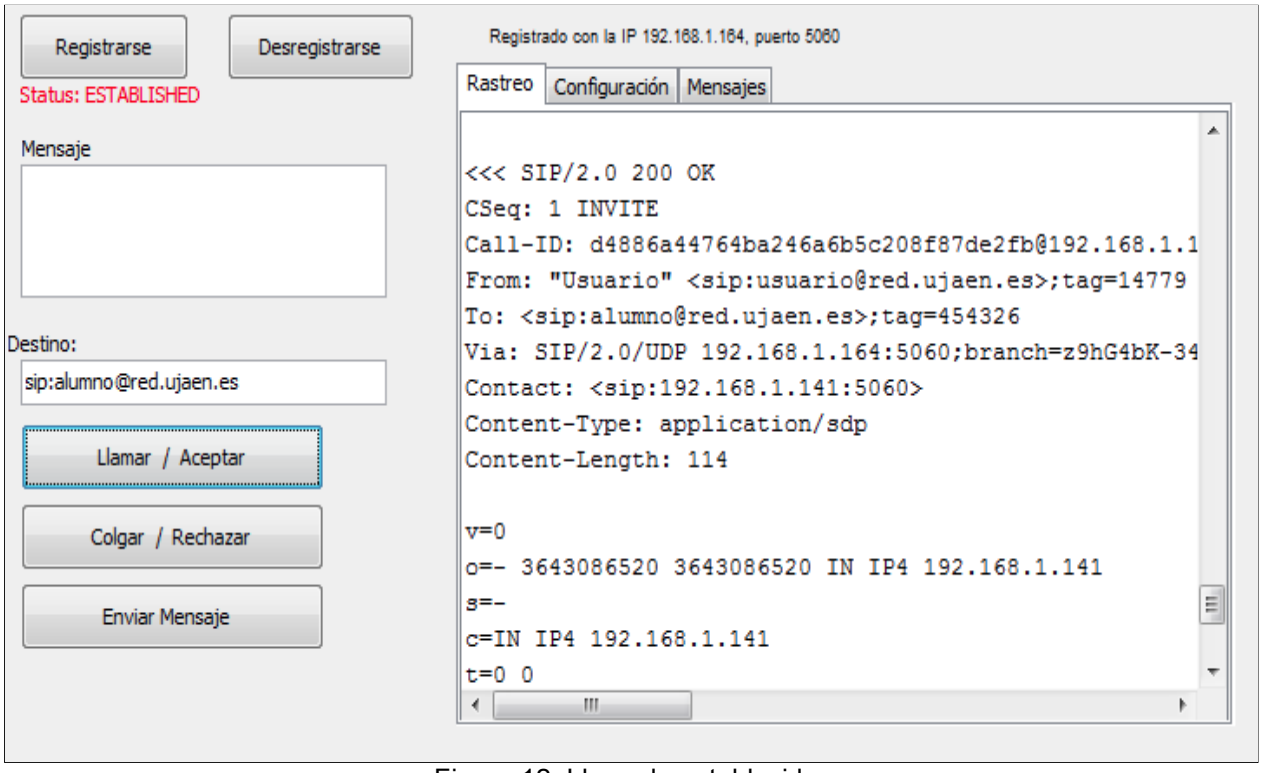


Figura 12. Llamada establecida.

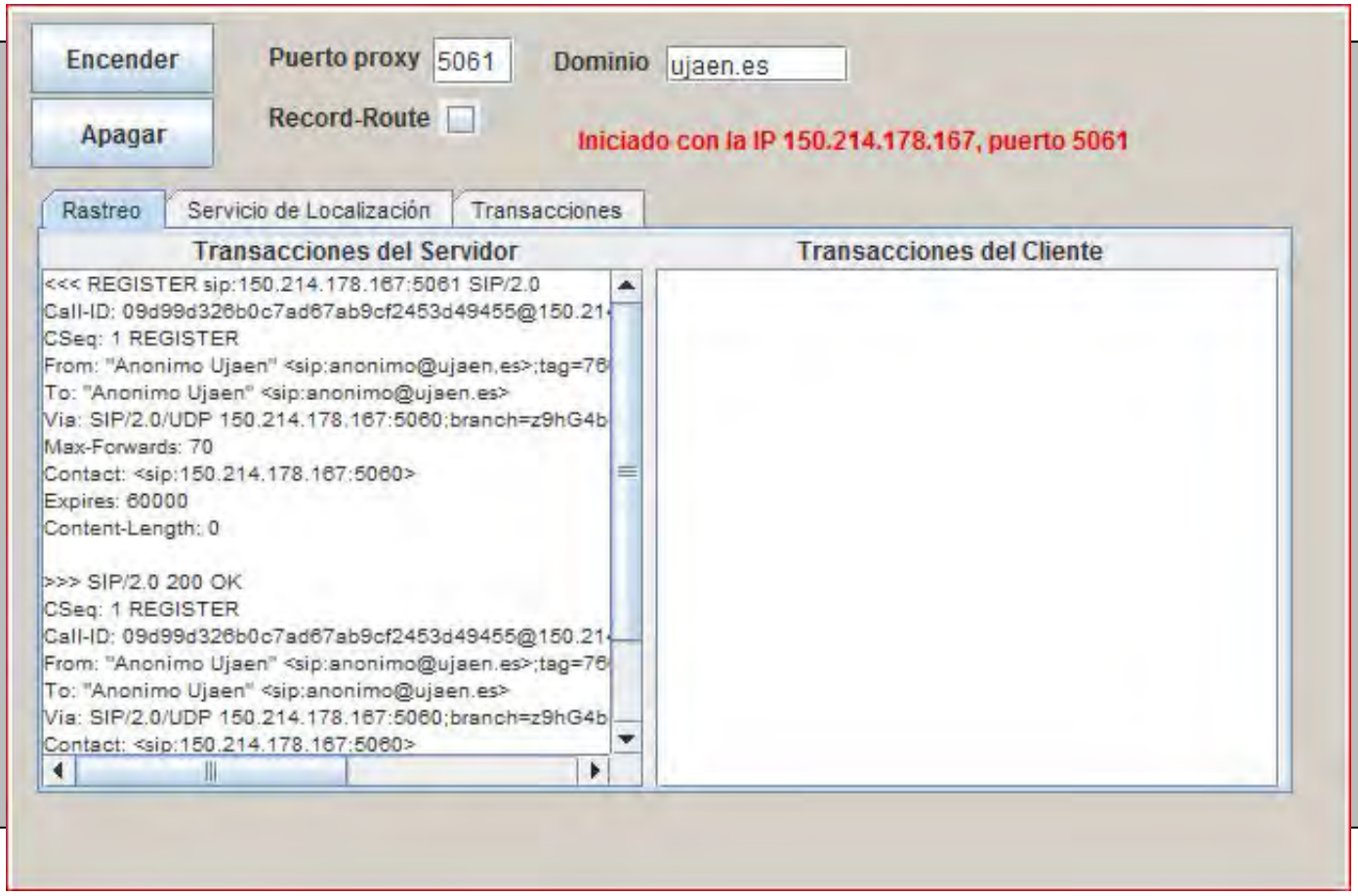
Evaluación de la Práctica 3

En este apartado hay tres tareas. Cada una de ellas suma 4 puntos.

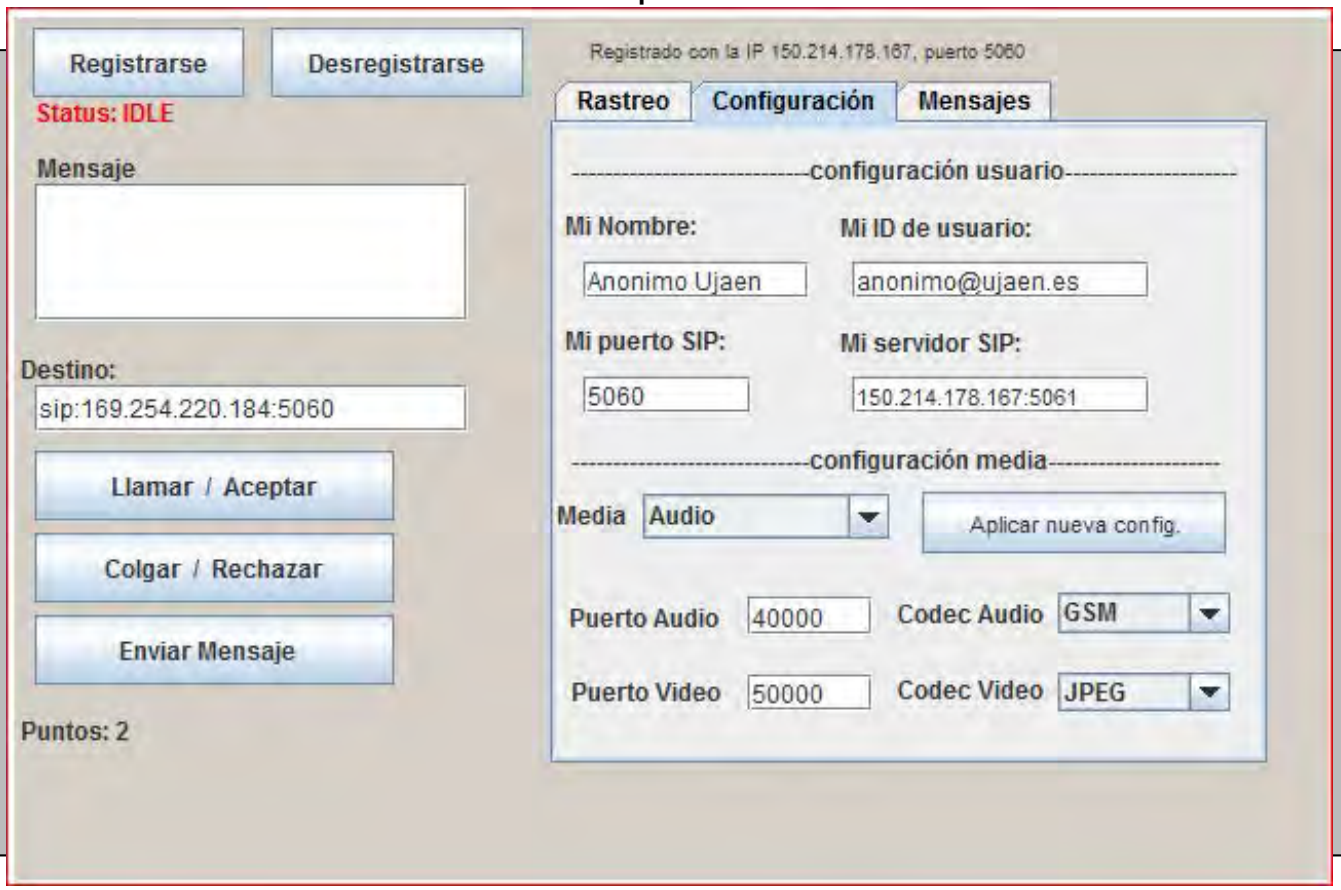
- Realizar una llamada a otro usuario.
- Aceptar una llamada entrante.
- Una vez establecida una llamada, ser el usuario que cuelga.

El máximo número de puntos que se pueden alcanzar es 28. Una vez que se tengan puntos suficientes para superar la práctica (la mitad del máximo, es decir, 14), aparecerá un nuevo botón llamado Finalizar. Púlsalo cuando no quieras seguir haciendo pruebas y te sientas listo para ir al test final.

Servidor Proxy



Softphone



Cómo superar este Laboratorio Virtual

La puntuación máxima que se puede alcanzar con estas prácticas es 28 puntos.

Debes alcanzar al menos 14 puntos para completar y superar el Laboratorio Virtual.
Una vez hayas completado las prácticas en el laboratorio debes presionar el botón "Finalizar" que aparecerá en la aplicación para almacenar tu puntuación en el LMS.



COMUNICACIONES SIP: SOFTPHONE

Evaluación
(Página4)



Evaluación final de las Prácticas del WebLab

MUY IMPORTANTE, LEER ANTES DE EMPEZAR A RESPONDER EL TEST

- Presta atención a las siguientes preguntas, lee tranquilamente el enunciado y contesta con tranquilidad.
- El objetivo de las mismas es saber si has asimilado correctamente los conocimientos que debes obtener.
- Fíjate en que si respondes correctamente recibirás 4 puntos por cada pregunta, pero si lo haces de forma incorrecta te restará un punto.
- También tienes la opción de responder señalando la opción "No sabe/No contesta", en cuyo caso no se sumará ni se restará ningún punto.
- Para poder superar el test es necesario que obtengas al menos 14 puntos (máximo 28).
- Sólo se tiene una oportunidad para contestar a cada una de las preguntas, una vez pulses el botón "Contestar" ya no podrás volver a hacerlo.
- Si has senalado una opción pero te has arrepentido y deseas dejar la respuesta en blanco pulsa sobre "Reiniciar".
- Al final de la página debes pulsar sobre el botón "Contestar Todo y Enviar" para mostrar tus resultados finales y enviarlos al LMS.
- Se considerará que has contestado al test si al menos has contestado a una de las preguntas.
- No refresques el contenido de la página en el navegador, si lo haces se cargará la Página1-Introducción y deberás volver a empezar todo el WebLab.

Pregunta 1

PREGUNTA 1: Primer método.
(Bien:4 puntos - Error:-1 puntos)

¿Cuál es el método de solicitud que aparece en la pestaña de Rastreo del Softphone al registrarse?

- ○ INVITE
- ○ MESSAGE
- ○ 200OK
- ○ REGISTER
- ○ No sabe/No contesta.

Enviar | Reiniciar

Resultado de pregunta 1

Pregunta 2

PREGUNTA 2: Parámetro tag.
(Bien:4 puntos - Error:-1 puntos)

Dada la siguiente captura de registro de un usuario en un proxy SIP.

Rastreo | Configuración | Mensajes

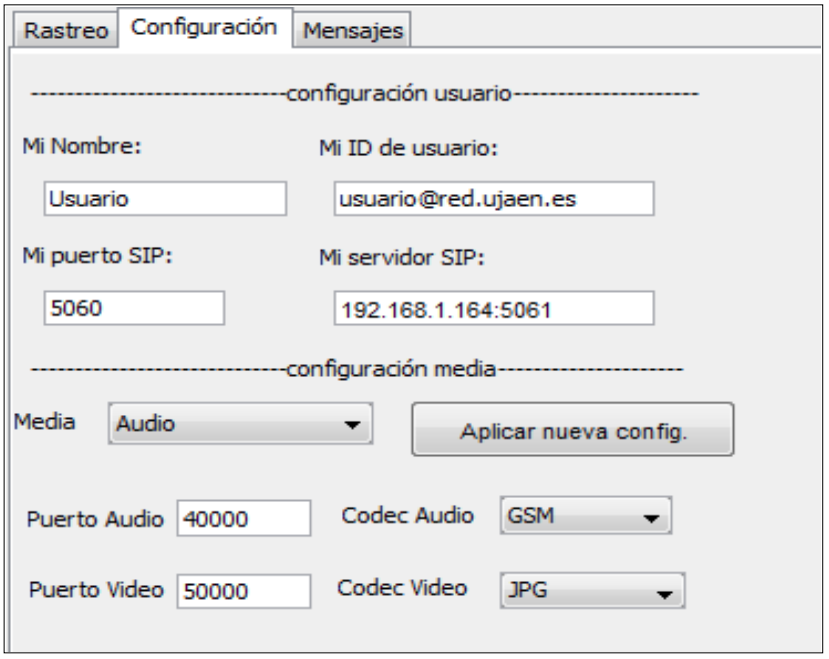
```
>>> REGISTER sip:192.168.1.164:5061 SIP/2.0
Call-ID: 91874badaef0b88eada84327c0998bcf@192.168.1.164
CSeq: 1 REGISTER
From: "Usuario" <sip:usuario@red.ujaen.es>;tag=62389
To: "Usuario" <sip:usuario@red.ujaen.es>
Via: SIP/2.0/UDP 192.168.1.164:5060;branch=z9hG4bK-3134-33b8c859c27559a535546dbb2c7aa4cf
Max-Forwards: 70
Contact: <sip:192.168.1.164:5060>
Expires: 60000
Content-Length: 0

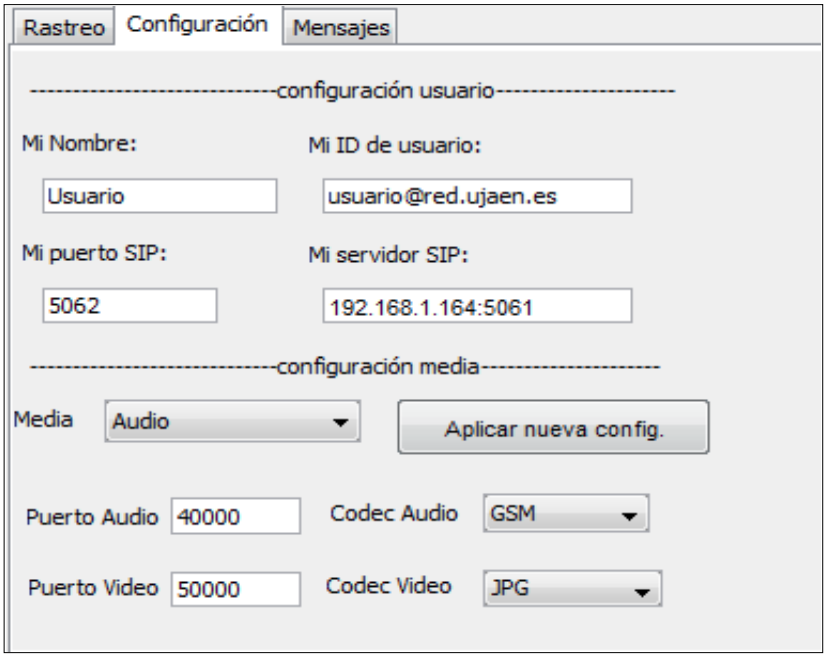
<<< SIP/2.0 200 OK
CSeq: 1 REGISTER
Call-ID: 91874badaef0b88eada84327c0998bcf@192.168.1.164
From: "Usuario" <sip:usuario@red.ujaen.es>;tag=62389
To: "Usuario" <sip:usuario@red.ujaen.es>
Via: SIP/2.0/UDP 192.168.1.164:5060;branch=z9hG4bK-3134-33b8c859c27559a535546dbb2c7aa4cf
Contact: <sip:192.168.1.164:5060>
Expires: 60000
Content-Length: 0
```

¿Cuál de las siguientes configuraciones realizadas en el softphone es correcta?




Rastreo
Configuración
Mensajes
----------configuración usuario----------
Mi Nombre:
Mi ID de usuario:
Usuario
usuario@red.ujaen.es
Mi puerto SIP:
Mi servidor SIP:
5060
192.168.1.168:5061
----------configuración media----------
Media
Audio
Aplicar nueva config.
Puerto Audio
40000
Codec Audio
GSM
Puerto Video
50000
Codec Video
JPG


Rastreo
Configuración
Mensajes
----------configuración usuario----------
Mi Nombre:
Mi ID de usuario:
Usuario
usuario@red.ujaen.es
Mi puerto SIP:
Mi servidor SIP:
5060
192.168.1.164:5061
----------configuración media----------
Media
Audio
Aplicar nueva config.
Puerto Audio
40000
Codec Audio
GSM
Puerto Video
50000
Codec Video
JPG


Rastreo
Configuración
Mensajes
----------configuración usuario----------
Mi Nombre:
Mi ID de usuario:
Usuario
usuario@red.ujaen.es
Mi puerto SIP:
Mi servidor SIP:
5062
192.168.1.164:5061
----------configuración media----------
Media
Audio
Aplicar nueva config.
Puerto Audio
40000
Codec Audio
GSM
Puerto Video
50000
Codec Video
JPG

No sabe/No contesta.

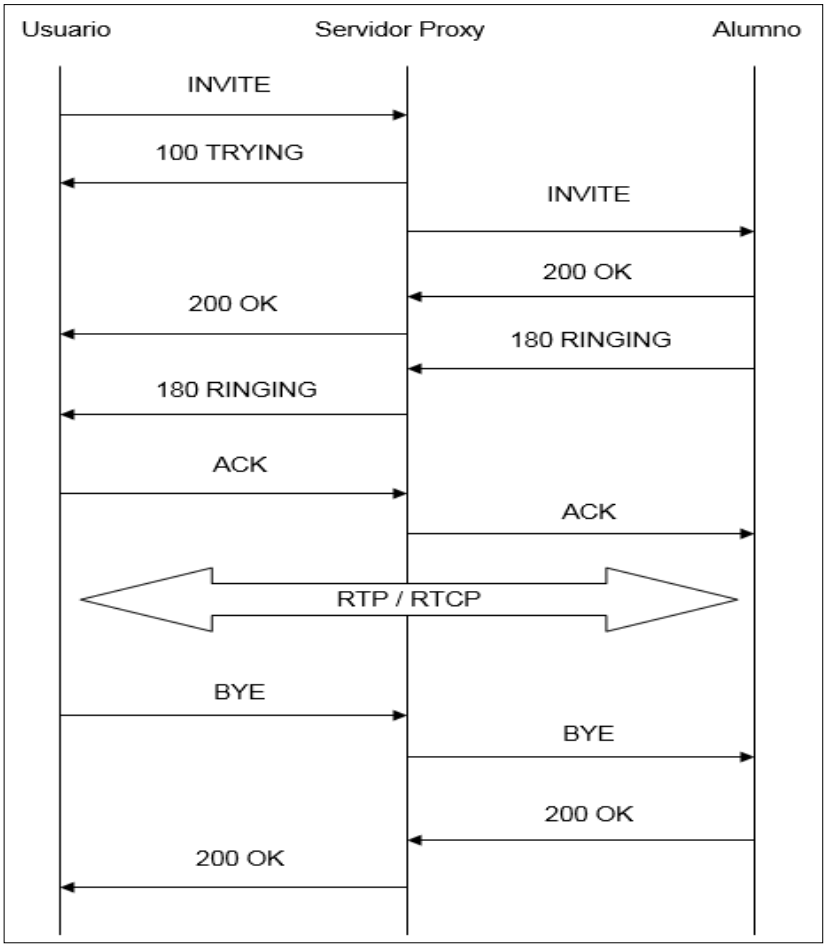
Enviar Reiniciar

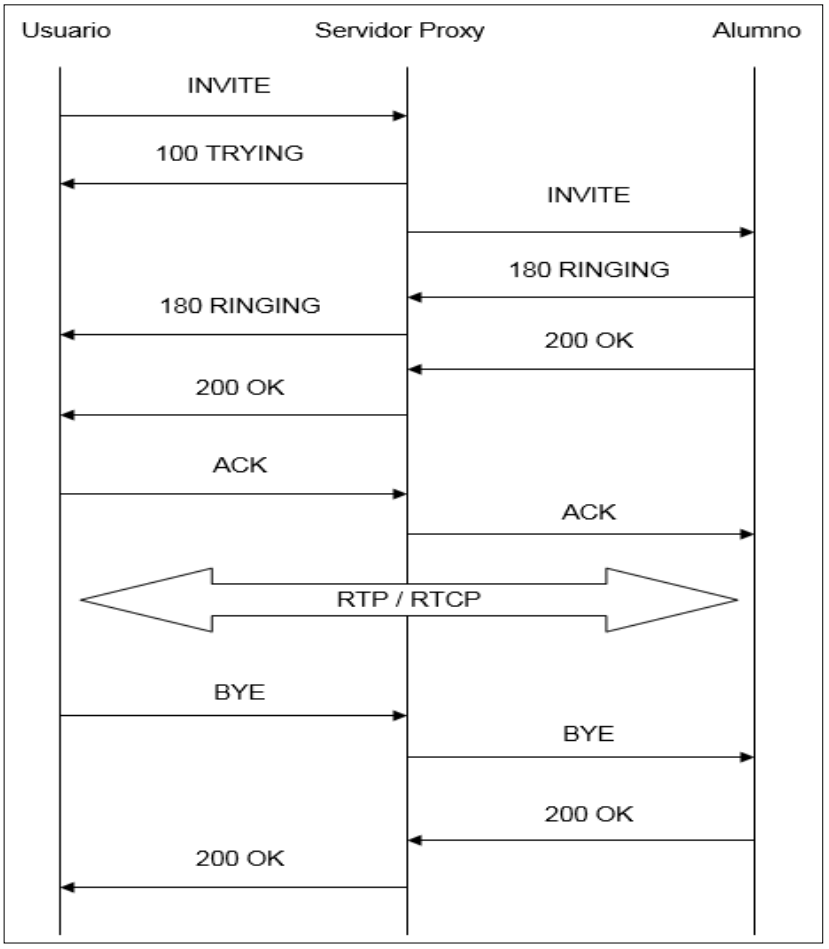
Resultado de pregunta 2

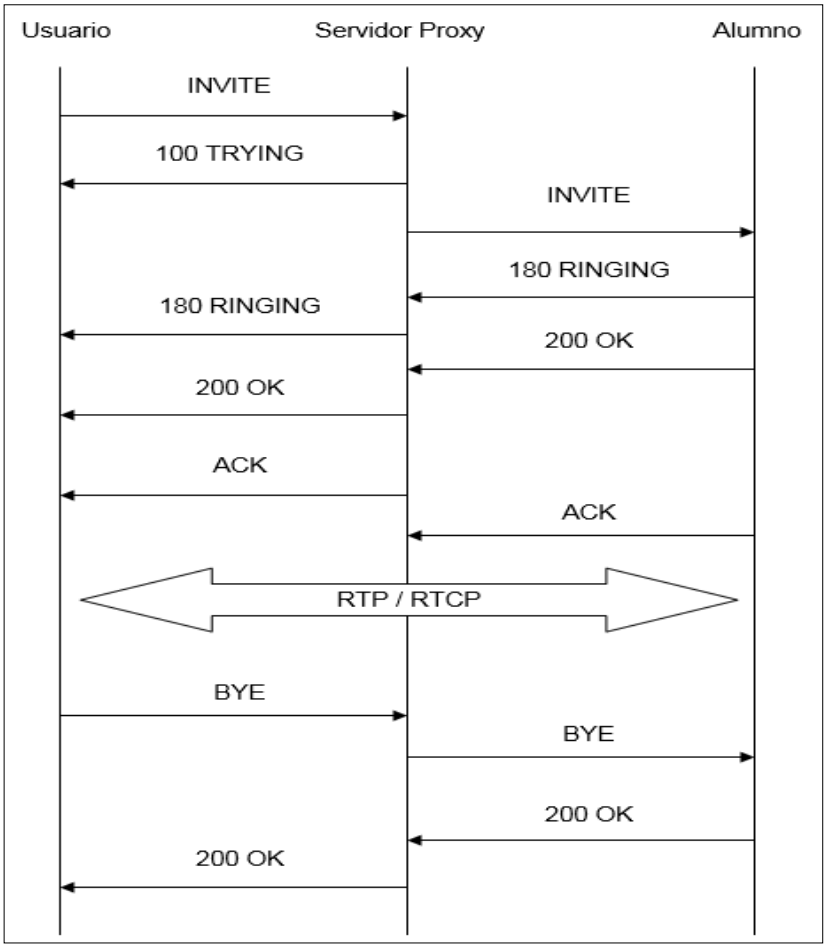
Pregunta 3

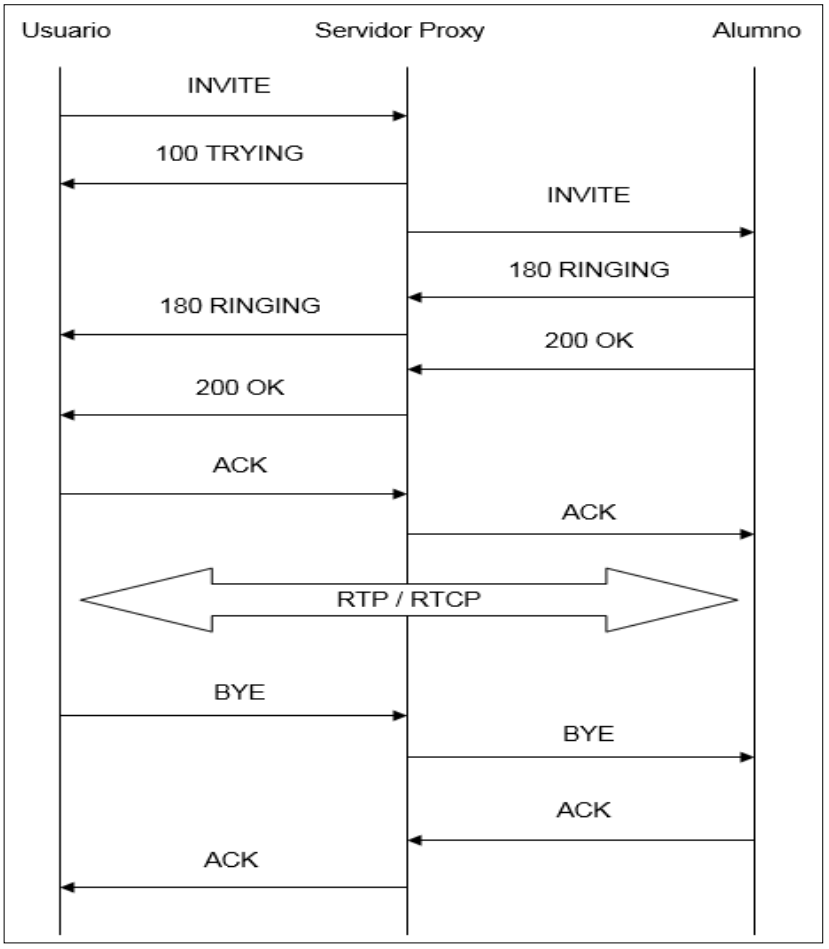
PREGUNTA 3: Contact.
(Bien:4 puntos - Error:-1 puntos)

¿Cuál de las siguientes figuras representa correctamente la transacción que se produce durante una llamada y la terminación de la misma?




Usuario
Servidor Proxy
Alumno
INVITE
100 TRYING
INVITE
180 RINGING
180 RINGING
200 OK
200 OK
ACK
ACK
RTP / RTCP
BYE
BYE
200 OK
200 OK


Usuario
Servidor Proxy
Alumno
INVITE
100 TRYING
INVITE
180 RINGING
180 RINGING
200 OK
200 OK
ACK
ACK
RTP / RTCP
BYE
BYE
200 OK
200 OK



- No sabe/No contesta.

Enviar Reiniciar

Resultado de pregunta 3

Pregunta 4

PREGUNTA 4: Via.
(Bien:4 puntos - Error:-1 puntos)

Dos usuarios están conectados al mismo proxy. Cuando uno de ellos recibe un mensaje de texto, ¿Qué dirección IP y qué puerto aparecen en el campo Via?

- La dirección IP y el puerto del usuario que envía el mensaje.
- La dirección IP y el puerto del usuario que recibe el mensaje.
- La dirección IP y el puerto del proxy.
- Todas las respuestas anteriores son falsas.
- No sabe/No contesta.

Enviar Reiniciar

Resultado de pregunta 4

Pregunta 5

PREGUNTA 5: SDP.
(Bien:4 puntos - Error:-1 puntos)

Al realizar una llamada mediante el protocolo SIP, se incluyen una serie de campos relativos al protocolo SDP.

¿Qué datos aparecen en el campo Medio (m)?

- [ ] Tipo de medio
- [ ] Puerto
- [ ] Protocolo de transporte utilizado
- [ ] Dirección IP de del usuario que realiza la llamada
- [ ] No sabe/No contesta.

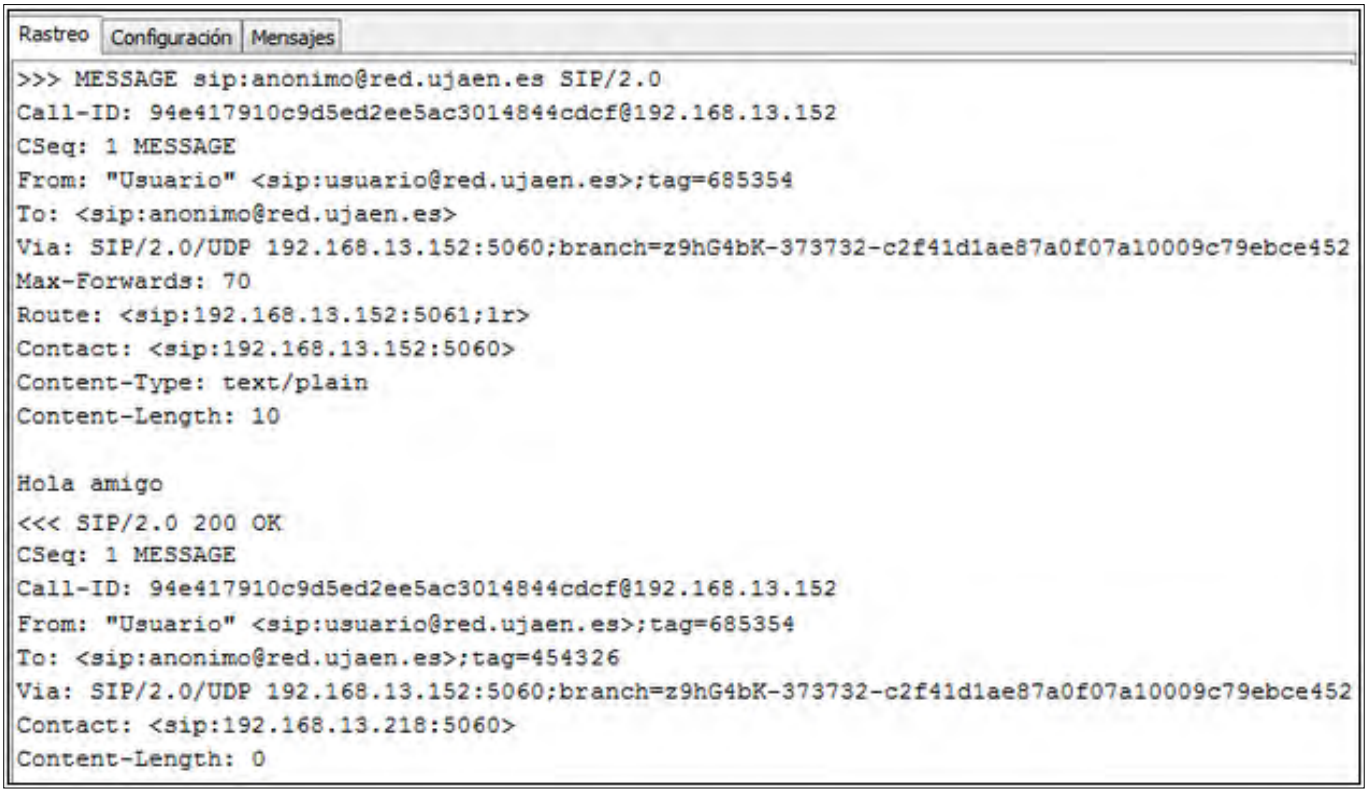
Enviar Reiniciar

Resultado de pregunta 5

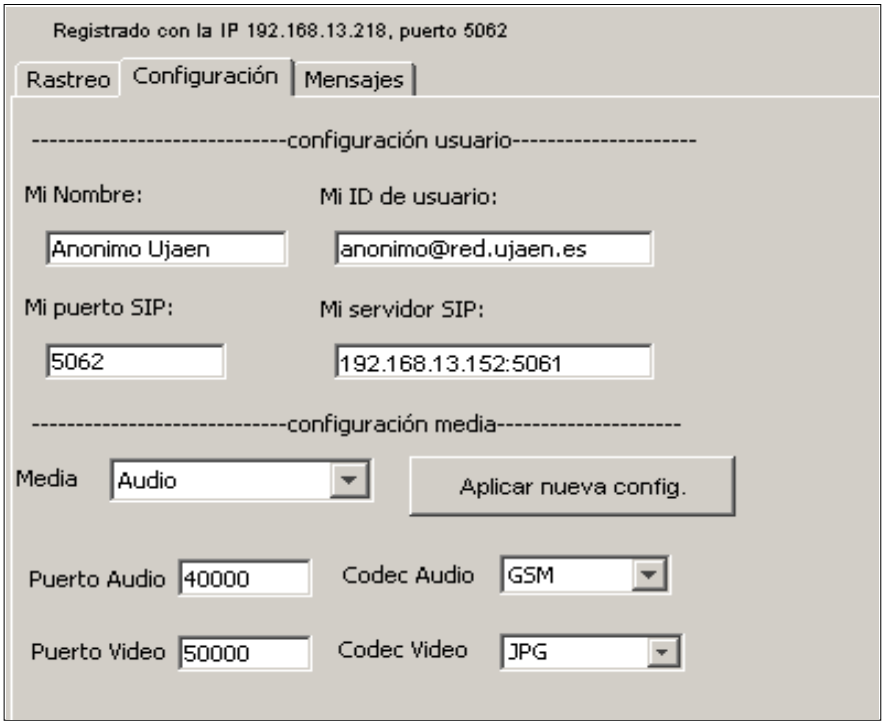
Pregunta 6

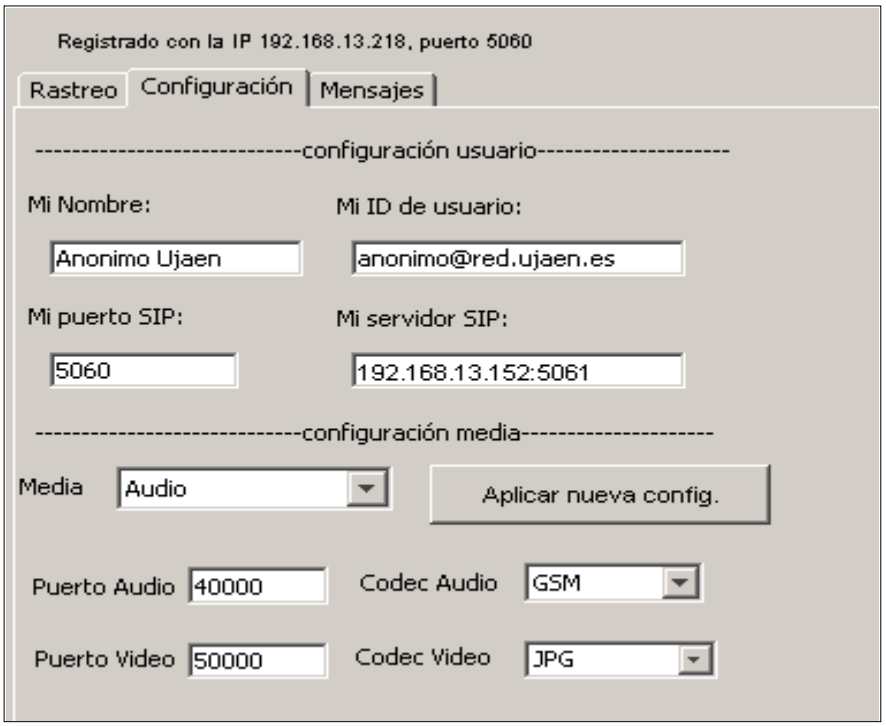
PREGUNTA 6: Campo From
(Bien:4 puntos - Error:-1 puntos)

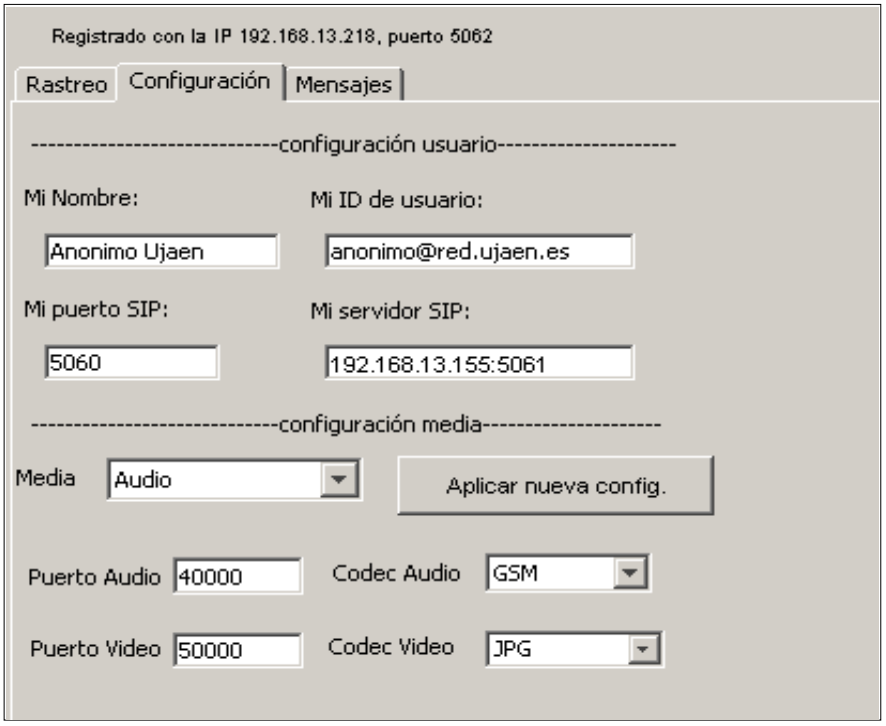
Dada la siguiente captura realizada en el softphone de "Usuario" tras enviar éste un mensaje de texto.

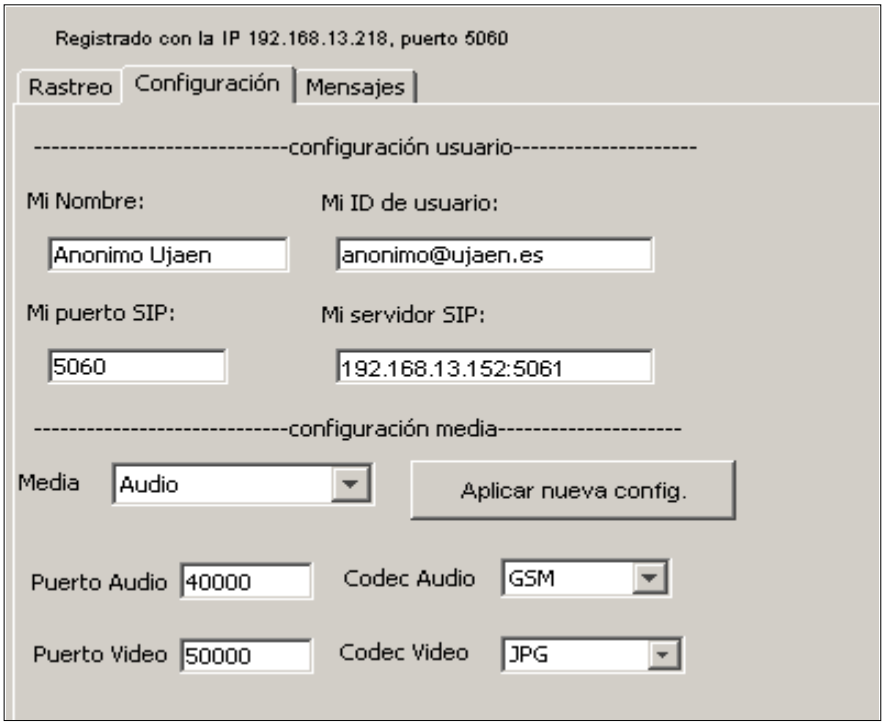


¿Cuál de los siguientes ha sido el receptor del mensaje?


Registrado con la IP 192.168.13.218, puerto 5062
Rastreo
Configuración
Mensajes
----------configuración usuario----------
Mi Nombre:
Mi ID de usuario:
Anonimo Ujaen
anonimo@red.ujaen.es
Mi puerto SIP:
Mi servidor SIP:
5062
192.168.13.152:5061
----------configuración media----------
Media
Audio
Aplicar nueva config.
Puerto Audio
40000
Codec Audio
GSM
Puerto Video
50000
Codec Video
JPG


Registrado con la IP 192.168.13.218, puerto 5060
Rastreo
Configuración
Mensajes
----------configuración usuario----------
Mi Nombre:
Mi ID de usuario:
Anonimo Ujaen
anonimo@red.ujaen.es
Mi puerto SIP:
Mi servidor SIP:
5060
192.168.13.152:5061
----------configuración media----------
Media
Audio
Aplicar nueva config.
Puerto Audio
40000
Codec Audio
GSM
Puerto Video
50000
Codec Video
JPG





- No sabe/No contesta.

Enviar Reiniciar

Resultado de pregunta 6

Pregunta 7

PREGUNTA 7: Información a compartir. (Bien:4 puntos - Error:-1 puntos)

¿Qué campo de los rellenados antes del registro es el que tendrá que conocer otro usuario para comunicarse contigo?

- Mi Nombre
- Mi ID de usuario
- Mi puerto SIP
- Mi servidor SIP
- No sabe/No contesta.

Enviar Reiniciar

Resultado de pregunta 7

Como superar esta sección

Puedes superar esta sección (Página4-Evaluación) si respondes a las preguntas y alcanzas al menos 14 de los 28 puntos posibles que se pueden obtener como máximo.
Si completas satisfactoriamente esta parte habrás superado satisfactoriamente este WebLab.

Puedes comprobar el tiempo que has empleado en esta página y el resultado que has obtenido en la evaluación inicial de esta sección (Página4-Evaluación) si pulsas el siguiente botón, además si superas el test habrás terminado este laboratorio Web:

Comprobar, Enviar resultados al LMS y Continuar

Hora de entrada en la Página4: 2015-07-21T13:17:17

ANEXO 12	
Título	Encuesta WebLab SIP. Encuesta ILIAS para recabar opinión del alumnado sobre el WebLab SIP de cuatro páginas

01.Edad

Señala cual es tu edad *

- menos de 20
- 20-24
- 25-29
- 30-35
- 35-40
- más de 40

02.Sexo

Indica tu sexo *

- Hombre
- Mujer

03.Grado

Indica el grado en el que estás matriculado en la asignatura "Sistemas de Telefonía" *

- Grado en Ingeniería Telemática
- Grado en Ingeniería de Tecnologías de Telecomunicación
- Otro. Indica cual:

04.Ejecutar WebLab

¿Has ejecutado (abierto y entrado) el WebLab "Comunicaciones SIP"? *

- Sí
- No

05.Estudiado Tema5

¿Has leído el Tema 5. Arquitectura de VoIP SIP de la asignatura "Sistemas de Telefonía"? *

- Sí
- No

06.Asistir clase Tema5

¿Has asistido a la/s clase/s presenciales en las que se explicó el tema Tema 5. Arquitectura de VoIP SIP de la asignatura "Sistemas de Telefonía"? *

- Sí, a todas.
- Sí, pero no a todas.
- No.
- No recuerdo.

07.Terminar WebLab

¿Has terminado (por tanto superado) el WebLab "Comunicaciones SIP"? *

- Sí
- No

08.Repetir WebLab

¿Has ejecutado el WebLab "Comunicaciones SIP" más de una vez?
Señala el número de ejecuciones que has realizado.

*

- 1
- 2
- 3
- 4

- 5
- entre 6 y 10
- más de 10

10.Objetivos Competencias

Después de acceder a la primera página del laboratorio,
¿Has entendido cuales eran los objetivos y competencias que podías obtener si trabajabas el WebLab "Comunicaciones SIP" y dónde se enmarcaba su contenido en tus estudios?



*

- Sí
- No

10A.Op Objetivos Competencias

¿Crees que el WebLab "Comunicaciones SIP" ha sido adecuado para que obtengas los objetivos y competencias propuestos?
1 (Totalmente en Contra) - 5 (Totalmente de Acuerdo)
*

1	2	3	4	5
○	○	○	○	○

11.Estructura WebLab

Después de acceder a la primera página del laboratorio,
¿Has entendido cuál es la estructura del WebLab "Comunicaciones SIP"?



*

- Sí
- No

11A.Op Estructura WebLab

¿Crees que la estructura del WebLab "Comunicaciones SIP" ha sido correcta?
1 (Totalmente en Contra) - 5 (Totalmente de Acuerdo)
*

1	2	3	4	5

12.Teoría

¿Has estudiado y comprendido la teoría sobre el laboratorio que se encontraba en la página 2 del WebLab "Comunicaciones SIP"?



Figura 1. Torre de Protocolos

*

- Sí
- Sí, pero no del todo
- No

12A.Op Teoría

¿Crees que la Teoría incluida en la Página 2 del WebLab "Comunicaciones SIP" ha sido correcta para poder superarlo?
1 (Totalmente en Contra) - 5 (Totalmente de Acuerdo)
*

1	2	3	4	5

13A.Op Test inicial

¿Crees que el Test Inicial incluido en la Página 2 del WebLab "Comunicaciones SIP" ha sido el adecuado para comprobar si has entendido bien la Teoría incluida en la misma página?
1 (Totalmente en Contra) - 5 (Totalmente de Acuerdo)
*

1	2	3	4	5

14. Guiones Prácticas

¿Has leído y comprendido los guiones de prácticas que se encuentran en la página 3 del WebLab "Comunicaciones SIP"?

Práctica 1: Activación del proxy SIP y Registro del Softphone.

El objetivo de esta primera práctica es que adquieras familiaridad con el simulador y conozcas su manejo. Para ello debes realizar los siguien

- Controlar la ejecución del simulador del proxy: botones Encender y Apagar.
- Existen dos opciones que vienen rellenas por defecto. El puerto del proxy, que es el 5061, y el dominio, que es red.ujaen.es.
- Además, existe una opción, *Record-Route*, que podrás marcar si deseas forzar a futuras peticiones a ser enrutadas a través del proxy.
- Pulsa el botón *Encender* y comprueba cómo se activa el proxy y aparece la dirección IP asociada al mismo. Esta dirección es importan quiera registrarse en el proxy a través de su Softphone, tendrá que saber la IP, el puerto y el dominio del proxy al cual se conecta.
- Baja ahora hasta el Softphone. Tiene activo por defecto el panel de *Configuración*. Debes configurar cuatro campos.
  - *Mi Nombre*: Aparece cargado tu nombre.
  - *Mi ID de usuario*: Aparece cargado tu identificador seguido de un dominio por defecto.
  - *Mi puerto SIP*: por defecto es el 5060.
  - *Mi servidor SIP*: introduce la dirección IP y el puerto de tu proxy, separados por dos puntos (:)
- Pulsa el botón *Registrarse* y, tras unos segundos, verás que aparece un *Status* (estado) que indica primero *REGISTERING* (Registranc Este último estado indica que todo ha ido bien y el simulador está a la espera de más acciones.

En la siguiente figura, se puede apreciar la transacción que se produce durante el registro de un usuario en el proxy.

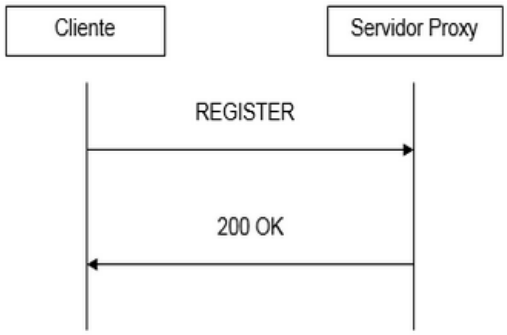


Figura 3. Transacción de Registro.

*

Sí	Sí, pero no del todo	No

14A.Op Guiones prácticas

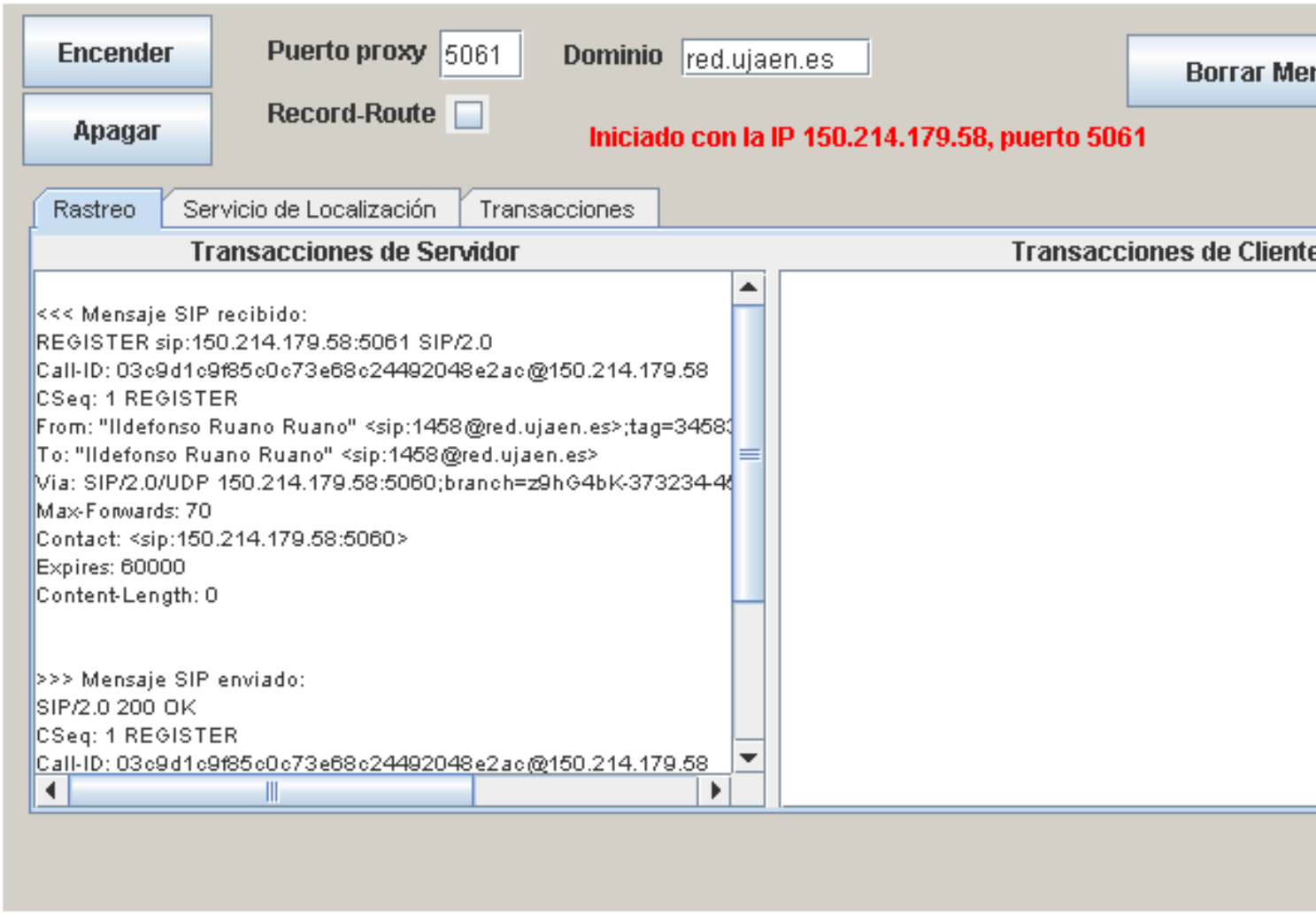
¿Crees que los guiones de prácticas incluidos en la Página 3 del WebLab "Comunicaciones SIP" han sido adecuados para poder realizar las prácticas propuestas?
1 (Totalmente en Contra) - 5 (Totalmente de Acuerdo)
*

1	2	3	4	5

15A.Op VL (Remote Lab)

¿Crees que las aplicaciones JAVA del laboratorio incluido en la Página 3 del WebLab "Comunicacioines SIP" son adecuadas?
1 (Totalmente en Contra) - 5 (Totalmente de Acuerdo)

Servidor Proxy





*

1	2	3	4	5
○	○	○	○	○

16A.Op VL Interfaz-Ayuda del Laboratorio Remoto

¿Crees que el interfaz y la ayuda de las aplicaciones JAVA del laboratorio incluido en la Página 3 del WebLab "Comunicaciones SIP" han sido adecuadas?
1 (Totalmente en Contra) - 5 (Totalmente de Acuerdo)
*

1	2	3	4	5
○	○	○	○	○

17A.Op Test final

¿Crees que el Test Final incluido en la Página 4 del WebLab "Comunicaciones SIP" ha sido el adecuado para evaluar el trabajo realizado en todo el WebLab?
1 (Totalmente en Contra) - 5 (Totalmente de Acuerdo)
*

1	2	3	4	5
○	○	○	○	○

18A.Op Generales WebLab

Valora los siguientes aspectos referidos al WebLab "Comunicaciones SIP" en general
1 (Totalmente en contra) - 5 (Totalmente de acuerdo)
*

		1	2	3	4	5	
Acceso cómodo	Muy Mal	○	○	○	○	○	Muy Bien
Diseño Web (colores, tipos de		○	○	○	○	○	

letra, claridad, etc...) adecuado						
Estructura adecuada		○	○	○	○	○
Navegación adecuada		○	○	○	○	○
Facilidad de uso adecuada		○	○	○	○	○
Sensación de inmersión adecuada		○	○	○	○	○
Tiempo requerido adecuado		○	○	○	○	○
Instrucciones claras y precisas		○	○	○	○	○
Fiabilidad del sistema adecuado		○	○	○	○	○
Utilidad adecuada		○	○	○	○	○

Valoración Final WebLab

Valoración de 1 a 5 el WebLab "Comunicaciones SIP"
(1:Mal-5:Bien)
*

○ 1 ○ 2 ○ 3 ○ 4 ○ 5

Mejora WebLab

En tu opinión, ¿Qué aspectos del WebLab deberían mejorarse?
Respuesta:

ANEXO 13	
Título	WebLab Control de Temperatura de un Invernadero remoto. Módulo SCORM de 5 páginas

Introducción al WebLab (Página 1)

CONTROL DE TEMPERATURA SOBRE UN INVERNADERO REMOTO

UNIVERSIDAD:	UNIVERSIDAD DE JAÉN
TITULACIONES:	GRADOS EN INGENIERÍA INDUSTRIAL ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA, MECÁNICA Y ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL
ASIGNATURA:	AUTOMÁTICA INDUSTRIAL (NIVEL BÁSICO)
PLANIFICACIÓN:	2º CURSO // 2º CUATRIMESTRE
TIPO DE EJERCICIO/EXPERIMENTO:	LABORATORIO VIRTUAL Y REMOTO (HÍBRIDO)
CONTEXTO DEL EJERCICIO:	BLOQUE III. MÉTODOS DE CONTROL TEMA 7. DISEÑO DEL CONTROLADOR PID
OBJETIVOS Y ---------- COMPETENCIAS:	• Conocer y simular sistemas de primer orden. • Conocimiento básico de control automático y su aplicación a la automatización industrial. • Estudio y diseño de un controlador PID. • Optimización del controlador implementado.
TEORÍA:	Enlace a la carpeta de la asignatura: AUTOMÁTICA INDUSTRIAL

Estructura del WebLab (Laboratorio Web) y Modo de superarlo

La siguiente figura muestra la organización de los contenidos del WebLab:



El Contenido está; estructurado en 4 secciones (Páginas):

1. Introducción (Esta Página): Proporciona información general sobre el WebLab y se enmarca dentro de los estudios de grado.
2. Teoría: Proporciona información teórica relacionada con los sistemas de primer orden y el diseño de controladores PID. También contiene un test inicial que trata de asegurar que se han asimilado los conceptos teóricos explicados antes de acceder al laboratorio en sí; con el objetivo de que no pueda acceder al laboratorio alguien que no ha adquirido los conocimientos necesarios para usarlo y aprovecharlo.
3. VL: (Para acceder a este sección es necesario haber superado el test inicial de la sección Teoría) Proporciona los guiones de las prácticas que se deben realizar con el laboratorio y el propio VL (Virtual Lab) en el que se podrá trabajar con el fin de superar las prácticas propuestas. El VL realiza una evaluación automática del trabajo realizado por cada alumno.
4. RL: (Para acceder a este sección es necesario haber superado la evaluación automática de la sección VL) Proporciona los guiones de las prácticas que se deben realizar con el laboratorio y el propio RL (Remote Lab) en el que se podrá trabajar con el fin de superar las prácticas propuestas. El RL realiza una evaluación automática del trabajo realizado por cada alumno.
5. Evaluación (Última página): (Para acceder a este sección es necesario haber superado la evaluación automática de la sección VL y RL) Muestra un test final relacionado con todo el trabajo e información previa incluida en el WebLab que los estudiantes deben superar.

Para superar el WebLab se debe llegar hasta la sección Página5.Evaluación y superar el test de evaluación final.

Pulsar para avanzar a la página siguiente

CONTROL DE TEMPERATURA SOBRE UN INVERNADERO REMOTO

Teoría del WebLab (Página 2)

MODELADO EXPERMIENTAL DE LA DINÁMICA DEL PROCESO

La evolución de la temperatura en nuestro laboratorio remoto en función del tiempo tras la activación de la fuente de calor se puede aproximar a un sistema de primer orden
La ecuación diferencial es la siguiente:

$$\tau \frac{dy(t)}{dt} + y(t) = Ku(t)$$

Ec.1 Ecuación diferencial de un sistema de primer orden

Tras aplicar la transformada de Laplace obtenemos la siguiente función de transferencia:

$$G(s) = \frac{Y(S)}{U(S)} = \frac{K}{\tau s + 1}$$

Ec.2 Función de transferencia

Siendo:

K= Ganancia estática τ= Constante de tiempo

INTRODUCCIÓN A LOS CONTROLADORES PID

Un controlador PID es un mecanismo de control por realimentación ampliamente usado en sistemas de control industrial. Este calcula la desviación o error entre un valor medido y un valor deseado.

El algoritmo del control PID consiste de tres parámetros distintos: el proporcional, el integral, y el derivativo. El valor Proporcional depende del error actual. El Integral depende de los errores pasados y el Derivativo es una predicción de los errores futuros. La suma de estas tres acciones es usada para ajustar al proceso por medio de un elemento de control como la posición de una válvula de control o la potencia suministrada a un calentador.

Cuando no se tiene conocimiento del proceso, históricamente se ha considerado que el controlador PID es el controlador más adecuado. Ajustando estas tres variables en el

algoritmo de control del PID, el controlador puede proveer una acción de control diseñado para los requerimientos del proceso en específico. La respuesta del controlador puede describirse en términos de la respuesta del control ante un error, el grado el cual el controlador sobrepasa el punto de ajuste, y el grado de oscilación del sistema. Nótese que el uso del PID para control no garantiza control óptimo del sistema o la estabilidad del mismo.

Algunas aplicaciones pueden solo requerir de uno o dos modos de los que provee este sistema de control. Un controlador PID puede ser llamado también PI, PD, P o I en la ausencia de las acciones de control respectivas. Los controladores PI son particularmente comunes, ya que la acción derivativa es muy sensible al ruido, y la ausencia del proceso integral puede evitar que se alcance al valor deseado debido a la acción de control.

En este capítulo estudiaremos los enfoques tradicionales al diseño de controladores PID.

FUNCIONAMIENTO DE UN CONTROLADOR PID

Para el correcto funcionamiento de un controlador PID que regule un proceso o sistema se necesita, al menos:

- Un sensor, que determine el estado del sistema (termómetro, caudalímetro, manómetro, etc). El sensor proporciona una señal analógica o digital al controlador, la cual representa el punto actual en el que se encuentra el proceso o sistema.
- Un controlador, que genere la señal que gobierna al actuador. El controlador lee una señal externa que representa el valor que se desea alcanzar. Esta señal recibe el nombre de punto de consigna (o punto de referencia), la cual es de la misma naturaleza y tiene el mismo rango de valores que la señal que proporciona el sensor. El controlador resta la señal de punto actual a la señal de punto de consigna, obteniendo así la señal de error, que determina en cada instante la diferencia que hay entre el valor deseado (consigna) y el valor medido. La señal de error es utilizada por cada uno de los 3 componentes del controlador PID. Las 3 señales sumadas, componen la señal de salida que el controlador va a utilizar para gobernar al actuador. La señal resultante de la suma de estas tres se llama variable manipulada.
- Un actuador, que modifique al sistema de manera controlada (resistencia eléctrica, motor, válvula, bomba, etc).

ESTRUCTURA DE UN CONTROLADOR PID

Consideremos un lazo de control de una entrada y una salida (SISO) de un grado de libertad:

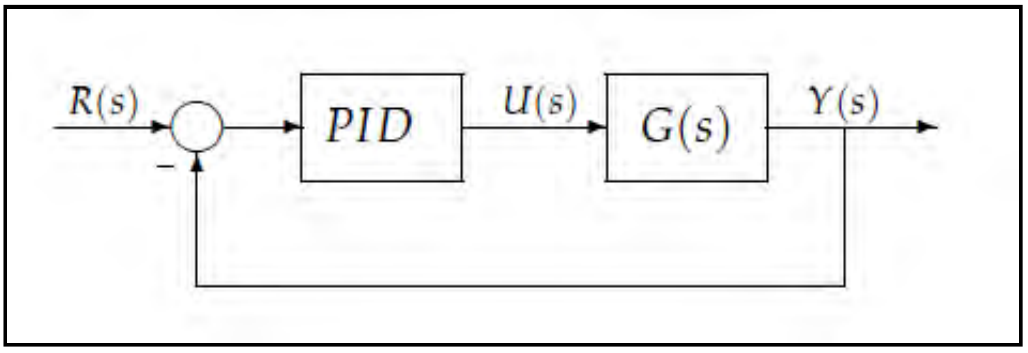


Ilustración 1. Diagrama de bloques

Los miembros de la familia de controladores PID, incluyen tres acciones: proporcional (P), integral (I) y derivativa (D). Estos controladores son los denominados P, I, PI, PD y PID. A continuación se detalla el funcionamiento de las tres acciones:

- P: Acción de control proporcional, da una salida del controlador que es proporcional al error. En la siguiente imagen se muestra además de la ecuación diferencial, la función de transferencia propia:

$$u(t) = K_p e(t) + bias \qquad C_p(s) = K_p$$

Ec. 3 Ecuación diferencial y función de transferencia de una acción proporcional

Donde Kp es una ganancia proporcional ajustable. Un controlador proporcional puede controlar cualquier planta estable, pero posee desempeño limitado y error en régimen permanente (off-set).
El tiempo de respuesta disminuye con Kc sin embargo al aumentar Kc aparecen oscilaciones.

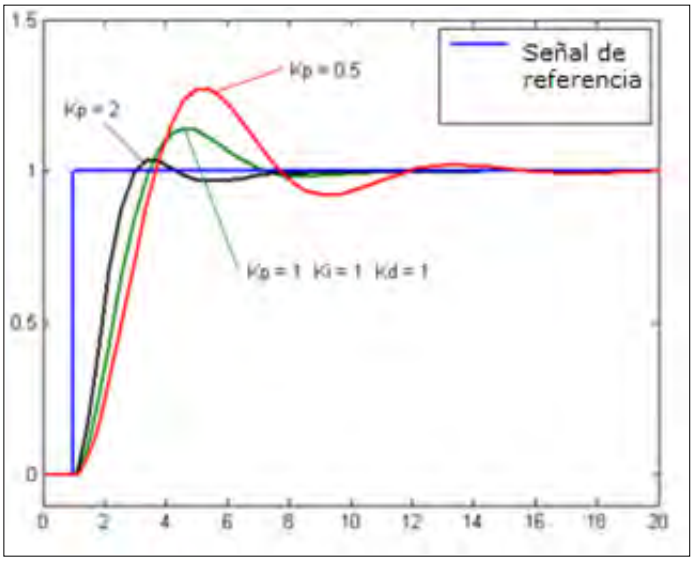


Ilustración 2. Acción proporcional

- I: Acción de control integral, da una salida del controlador que es proporcional al error acumulado, lo que implica que es un modo de controlar lento.

$$u(t) = K_i \int_0^t e(t)dt \qquad C_i(s) = \frac{K_i}{s}$$

Ec. 4 Ecuación diferencial y función de transferencia de una acción integral

La señal de control u(t) tiene un valor diferente de cero cuando la señal de error e(t) es cero. Por lo que se concluye que dada una referencia constante, o perturbaciones, el error en régimen permanente es cero. A mayor acción integral mayor será la velocidad de eliminación del error. La acción integral no suele utilizarse sola, la respuesta del lazo sería muy lenta. Se utiliza junto con la proporcional.

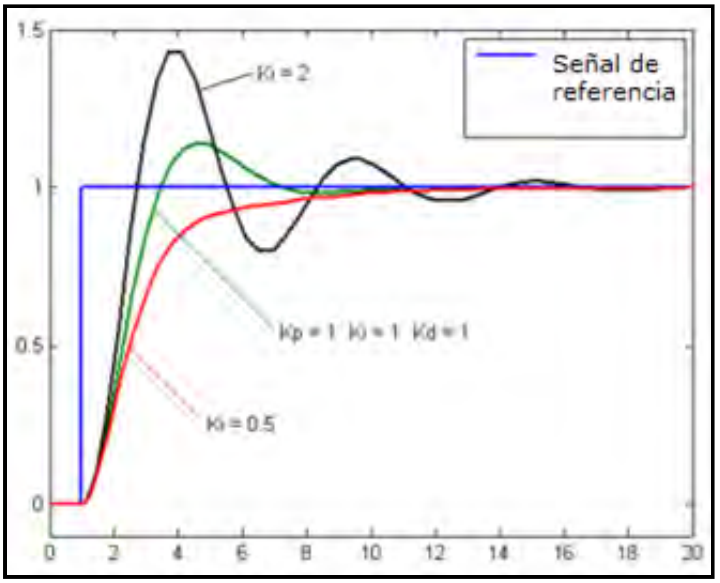


Ilustración 3. Acción integral

- D: Acción de control derivativa. La acción derivativa se manifiesta cuando hay un cambio en el valor absoluto del error; (si el error es constante, solamente actúan los modos proporcional e integral). El error es la desviación existente entre el punto de medida y el valor consigna, o "Set Point". La función de la acción derivativa es mantener el error al mínimo corrigiéndolo proporcionalmente con la misma velocidad que se produce; de esta manera evita que el error se incremente.

$$u(t) = K_d \frac{de(t)}{dt} \qquad C_d(s) = K_d s$$

Ec. 5 Ecuación diferencial y función de transferencia de una acción derivativa

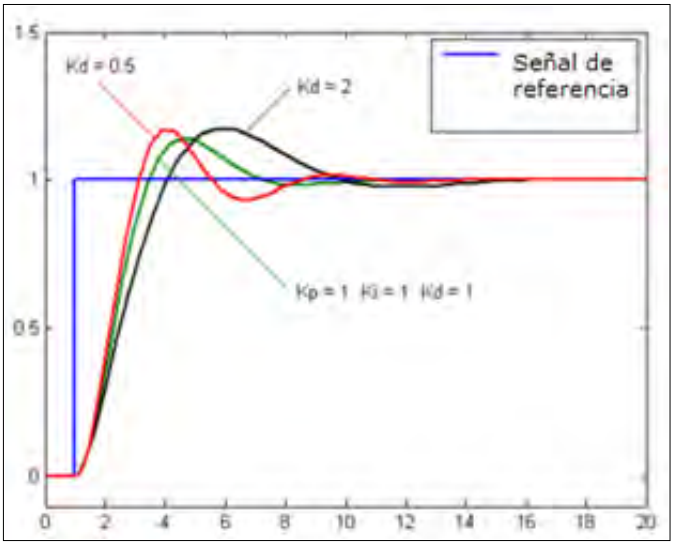


Ilustración 4. Acción derivativa

En la siguiente tabla, se muestra de manera resumida las características más importantes acerca de los tres tipos de controladores anteriormente descritos:

	P	I	D
Velocidad de respuesta	Aumenta	Aumenta	Aumenta
Error estacionario	No elimina	Elimina	No elimina
Estabilidad	Disminuye	Disminuye	Aumenta hasta cierto punto
Efecto de las perturbaciones en la salida	Aumenta bruscamente	Aumenta suavemente	Aumenta bruscamente

Ilustración 5. Tabla resumen

TIPOS DE CONTROLADORES

Los controladores industriales más importantes se clasifican en función de las acciones de control que implementan del siguiente modo:

- Controladores On-off.
- Controladores Proporcionales.
- Controladores Proporcionales-Derivativos (PD).
- Controladores Proporcionales-Integrales (PI).
- Controladores Proporcionales-Integrales-Derivativos (PID).

Para nuestro caso particular, nos vamos a centrar en los controladores Proporcionales-Integrales-Derivativos (PID), ya que será con los que vamos a operar en este WebLab:

CONTROLADOR PROPORCIONAL-INTEGRAL-DERIVATIVO (PID)

La combinación de las acciones de control proporcional, derivativa e integral da lugar al controlador PID o controlador proporcional-integral-derivativo. Esta acción combinada tiene las ventajas de cada una de las tres acciones de control individuales. La ecuación del controlador viene dada por:

$$u(t) = K_P e(t) + \frac{K_P}{T_I}\int_0^t e(t)dt + K_P T_D \frac{de(t)}{dt}$$

la cual también se puede escribir de la siguiente forma:

$$u(t) = K_P e(t) + K_I \int_0^t e(t)dt + K_D \frac{de(t)}{dt}$$

y la función de transferencia es:

$$\frac{U(s)}{E(s)} = K_P\left(1 + \frac{1}{T_I s} + T_D s\right) = K_P + \frac{K_I}{s} + K_D s$$

Las siguientes ecuaciones muestran las funciones de transferencia del sistema en bucle abierto (G_{BA}) y en bucle cerrado (G_{BC}):

$$G_{BA} = \frac{K\left(K_p + \frac{K_i}{s} + K_d s\right)}{\tau s + 1}$$

$$G_{BC} = \frac{\frac{K\left(K_p + \frac{K_i}{s} + K_d s\right)}{\tau s + 1}}{1 + \frac{K\left(K_p + \frac{K_i}{s} + K_d s\right)}{\tau s + 1}}$$

SINTONÍA DEL PID

Los pasos a seguir para sintonizar un PID son los siguientes:

- Selección del tipo de controlador (P, PI, PID)
  - PID: Indicado en procesos lentos sin ruidos, como temperatura, concentración y, en algunos casos, presión.
  - PI: Indicado en la mayor parte de los casos (procesos auto-regulados).
  - P: Útil en procesos con integrador o donde no sea importante un error estacionario nulo.
- Selección de parámetros (Kc, Ki, Kd)

Test previo al Laboratorio (Evaluación Inicial)

MUY IMPORTANTE, LEER ANTES DE EMPEZAR A RESPONDER EL TEST

- Presta atención a las siguientes preguntas, lee tranquilamente el enunciado y contesta con tranquilidad.
- El objetivo de las mismas es saber si has asimilado correctamente los conocimientos que debes obtener.
- Fíjate en que si respondes correctamente recibirás 4 puntos por cada pregunta, pero si lo haces de forma incorrecta te restará un

punto.
- Para poder superar el test es necesario que obtengas al menos 14 puntos (máximo 28).
- Sólo se tiene una oportunidad para contestar a cada una de las preguntas, una vez pulses el botón "Enviar" ya no podrás volver a hacerlo.
- Si has señalado una opción pero te has arrepentido y deseas dejar la respuesta en blanco pulsa sobre "Reiniciar".
- Al final de la página debes pulsar sobre el botón "Contestar Todo y Enviar" para mostrar tus resultados finales y enviarlos al LMS.
- Se considerará que has contestado al test si al menos has contestado a una de las preguntas.
- No refresques el contenido de la página en el navegador, si lo haces se cargará de nuevo la Página1-Introducción y deberás volver a empezar el WebLab.

Pregunta 1

PREGUNTA 1: Sistemas de primer orden (Bien:4 puntos - Error:-1 punto)

Un sistema de primer orden se define por:

- Únicamente por la constante de tiempo.
- La ganancia estática y la constante de tiempo.
- La ganancia estática y la frecuencia de amortiguamiento.

Enviar Reiniciar

Resultado de pregunta 1

Pregunta 2

PREGUNTA 2: Controlador PID (Bien:4 puntos - Error:-1 punto)

¿Qué se entiende por un controlador PID?

- Un controlador PID es un mecanismo de control por realimentación ampliamente usado en sistemas de control industrial.
- Un controlador PID es un mecanismo de control en bucle abierto del termino error.

Enviar Reiniciar

Resultado de pregunta 2

Pregunta 3

PREGUNTA 3: Estructura de un PID
(Bien:4 puntos - Error:-1 punto)

En nuestro diagrama de bloques, existe una realimentación:

- Unitaria positiva.
- Unitaria negativa.
- Positiva y con una ganancia K

Enviar Reiniciar

Resultado de pregunta 3

Pregunta 4

PREGUNTA 4: Controlador PID
(Bien:4 puntos - Error:-1 punto)

En un controlador proporcional:

- Se elimina el error estacionario.
- El tiempo de respuesta disminuye con K_c, sin embargo al aumentar K_c aparecen oscilaciones.
- La acción proporcional se manifiesta cuando hay un cambio en el valor absoluto del error.

Enviar Reiniciar

Resultado de pregunta 4

Pregunta 5

PREGUNTA 5: Controlador PID
(Bien:4 puntos - Error:-1 punto)

En un controlador únicamente integral:

- A menor acción integral mayor será la velocidad de eliminación del error.
- Da una salida del controlador que es proporcional al error acumulado, lo que implica que es un modo de controlar lento.
- La acción integral debe utilizarse sola, nunca se aconseja su uso junto a la acción proporcional.

Enviar Reiniciar

Resultado de pregunta 5

Pregunta 6

PREGUNTA 6: Controlador PID (Bien:4 puntos - Error:-1 punto)

La función de la acción derivativa:

- La función de la acción derivativa es mantener el error al mínimo corrigiéndolo proporcionalmente con la misma velocidad que se produce.
- Disminuye la velocidad de respuesta.
- Elimina el error estacionario y aumenta la velocidad de respuesta.

Enviar Reiniciar

Resultado de pregunta 6

Pregunta 7

PREGUNTA 7: Sintonía Controlador PID (Bien:4 puntos - Error:-1 punto)

Seleccione la opción verdadera:

- Se aconseja el uso de la acción proporcional únicamente.
- Sintonizar un controlador PID consiste en determinar qué tipo de acciones son necesarias y determinar Kp, Ki y Kd.
- Se aconseja el uso de un PID en procesos rápidos.

Enviar Reiniciar

Resultado de pregunta 7

Como superar esta sección

Puedes superar esta sección (Teoría) si lees el contenido de esta página, respondes a las preguntas y alcanzas al menos 14 de los 28 puntos posibles que se pueden obtener como máximo.
Usa el tiempo que necesites para leer y comprender el concepto teórico sobre los sistemas de primer orden y diseño de un controlador PID.
Estos contenidos te ayudarán en la realización de los ejercicios prácticos que deberás llevar a cabo en las próximas secciones (Laboratorios virtual y remoto de un invernadero automatizado).

Si completas satisfactoriamente esta parte se te permitirá acceder a la siguiente sección (VL) y realizar las prácticas asociadas al laboratorio virtual.

Puedes comprobar el tiempo que has empleado en esta página y el resultado que has obtenido en la evaluación inicial de esta sección (Teoría) si pulsas el siguiente botón:

Comprobar, enviar resultados al LMS y continuar hacia la página siguiente

Hora de entrada en la Página 2-Teoría: 2015-07-21T13:28:00

CONTROL DE TEMPERATURA SOBRE UN INVERNADERO REMOTO

Laboratorio Virtual (Página 3)

INTRODUCCIÓN A LA PRÁCTICA CON VL

El objetivo de este ejercicio es simular y diseñar un controlador PID para el control de temperatura en un invernadero. En la primera práctica se ejecutara un laboratorio virtual para poder simular todo el proceso. En la segunda práctica se ejecutara un laboratorio remoto en el que se podrá ver la respuesta real ante la acción de determinados actuadores.

Sistema en Lazo cerrado. Al introducir un controlador en el sistema se trata de conseguir que la señal de salida del sistema, y(t) (temperatura), sea igual que la señal de referencia, Ref(t). De este modo se cierra un bucle (lazo) como el que se muestra en la Figura 2:

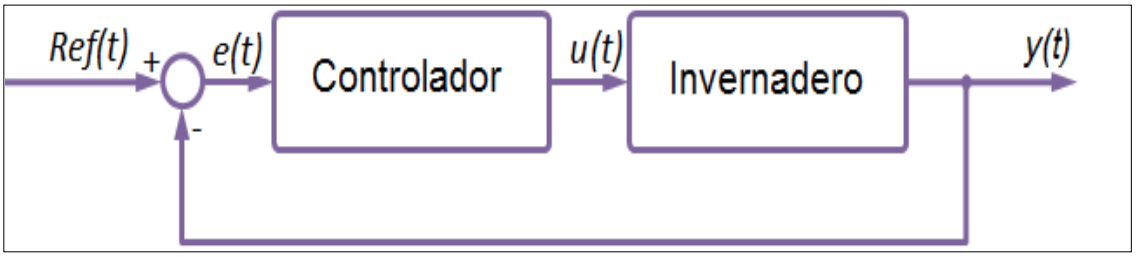


Figura 2. Sistema en Lazo cerrado.

APARTADO 0: BREVE MANUAL DE USO DEL LABORATORIO VIRTUAL (VL).

En la parte inferior de esta página se encuentra embebido el applet Java del simulador con el que se tiene que trabajar (tras los guiones de los apartados de prácticas a realizar), tiene el mismo aspecto que el mostrado por la Figura 3.
Este software simula el control de temperatura de un invernadero modelado por un sistema de primer orden cuya ganancia estática (K=1) y constante de tiempo (τ=150) son parámetros cuyo valor no diferirán en función del usuario autenticado.

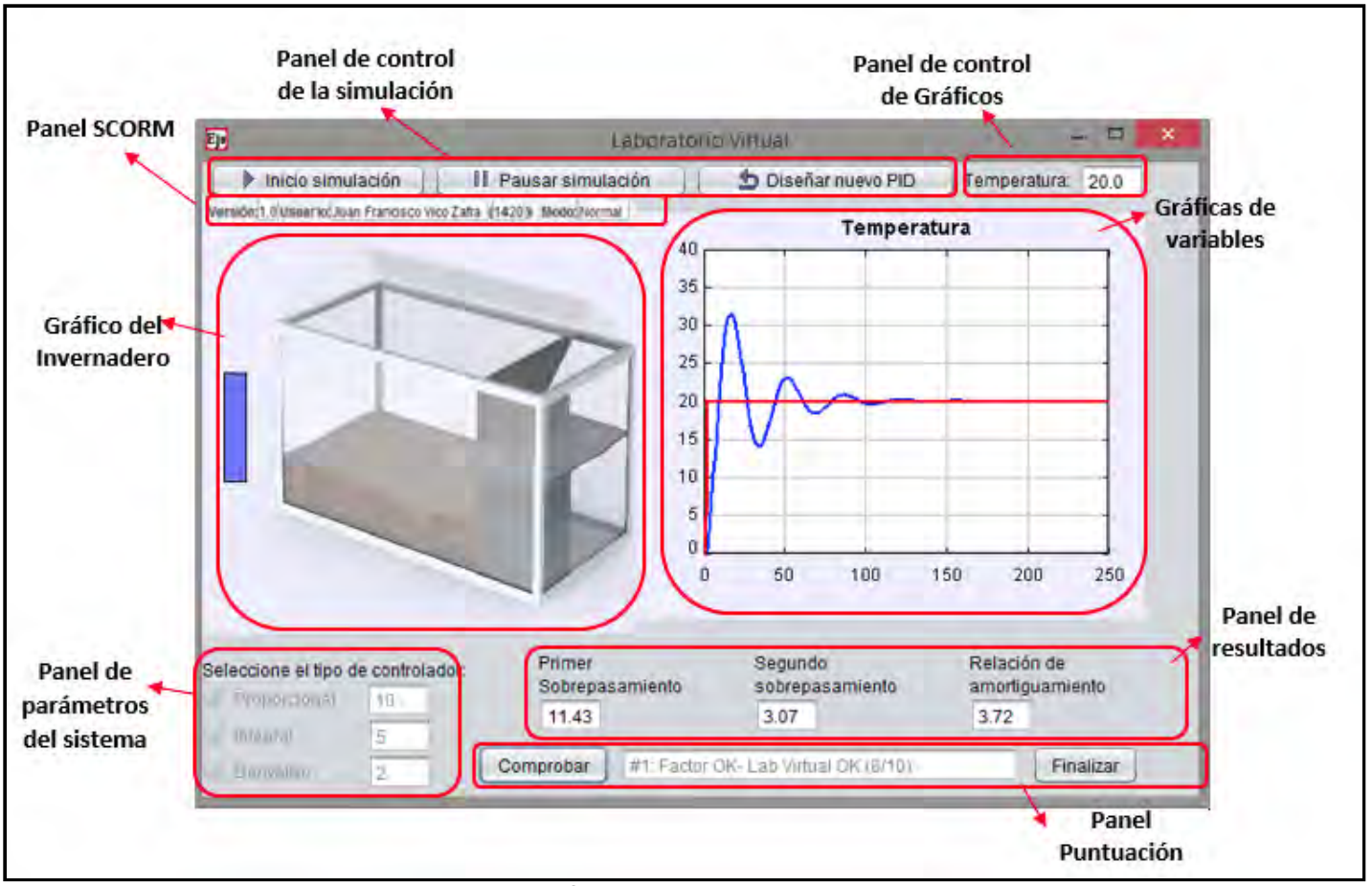


Figura 3. Interfaz del simulador VL(apartado 1).

Se debe dominar la interfaz que se ofrece en el software del simulador.

Debes saber que todos los elementos del interfaz tienen un texto de ayuda asociado. Esta ayuda se muestra en forma de texto emergente que aparecerá cuando el puntero del ratón se sitúa inmovil sobre cada uno de los elementos durante un tiempo (aproximadamente un segundo).

Debes adquirir familiaridad con el simulador y conocer su manejo. Para ello debes aprender las distintas zonas que existen:

- Panel SCORM. Muestra información intercambiada entre el software del simulador (applet java) y la plataforma de docencia virtual (ILIAS):
  - Ver: Versión de comunicaciones del sistema SCORM.
  - Estudiante: Nombre completo del estudiante que ha ejecutado el módulo (identificador en ILIAS).
  - Modo: Modo de entrada al módulo SCORM (normal o revisión).
- Panel de control de la simulación. Una serie de botones que permiten controlar la ejecución del simulador:
  - Botón Iniciar simulación: Ejecuta simulación con los valores del PID introducidos con anterioridad.
  - Botón Pausar simulación: Detiene la simulación.
  - Botón Diseñar nuevo PID: Reinicia toda la simulación (PRECAUCIÓN: Si se pulsa se reinician todos los valores, el trabajo realizado hasta entonces se perderá).
- Panel de control de Gráficos. Se distinguen 3 zonas:
  - Temperatura: Muestra el valor de la variable temperatura, que es la salida del sistema.
- Gráfico del Invernadero. Esta zona permite observar la evolución en tiempo real del gráfico del sistema en el que se encuentra el Invernadero con el que se puede ver la evolución de la variable controlada (temperatura).
- Gráficas de Variables. Esta zona muestra la señal de referencia (en color rojo) y de la variable controlada (en color azul, temperatura).
- Panel de parámetros del sistema. Esta zona muestra las distintas acciones que pueden afectar al invernadero (Proporcional, integral y derivativa). Son parámetros cuyos valores diferirán en función del criterio del usuario.
- Panel de resultados. Esta zona muestra información relativa acerca del objetivo que se pretende

conseguir.
    - 1º Máximo: Muestra el valor del primer sobrepasamiento del sistema.
    - 2º Máximo: Muestra el valor del segundo sobrepasamiento del sistema.
    - Relación de amortiguamiento: Muestra el cociente de los dos elementos anteriores.
- Panel de puntuación. Una serie de elementos que nos aportan información acerca de nuestra evolución en el laboratorio virtual:
    - Botón Comprobar: Compara nuestro diseño del controlador PID con la solución buscada y envía los resultados al campo de texto.
    - Campo de texto: Muestra nuestra puntuación y progreso en el laboratorio virtual.
    - Botón Finalizar: Sólo aparece en caso de haber obtenido una puntuación superior a 5 y se encarga de enviar la puntuación al LMS.

MUY IMPORTANTE: Cómo insertar o cambiar un campo del simulador

Para insertar o cambiar el valor de un campo en el simulador hay que seguir los siguientes pasos:

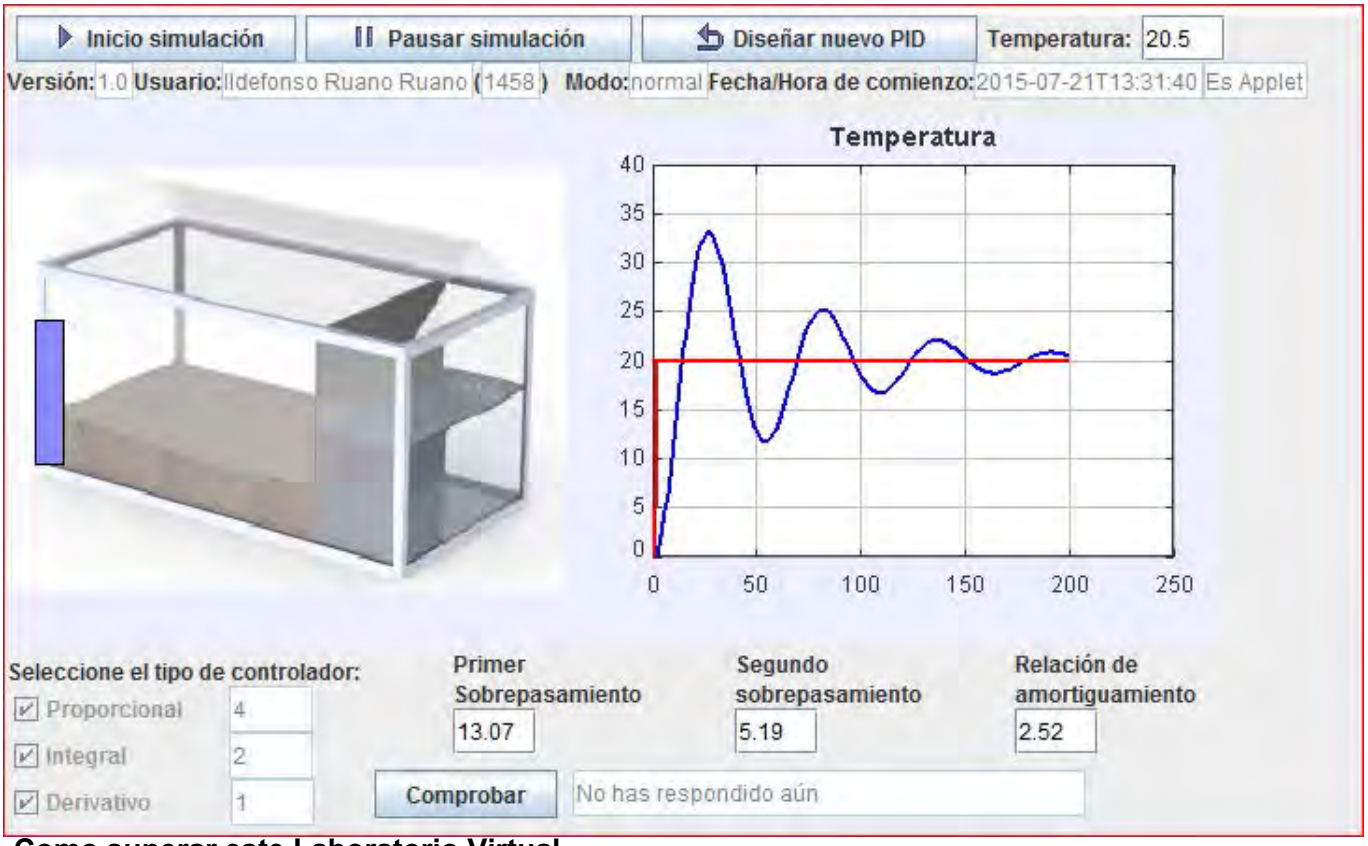
1. Poner el puntero del ratón en el campo que se quiere insertar o modificar
2. Borrar el valor anterior (si lo hubiera)
3. Escribir el nuevo valor (si es decimal se debe usar el punto y no la coma)
4. Pulsar la tecla Intro o Enter del teclado.

APARTADO 1: SINTONIZAR UN CONTROLADOR PID

Se pide diseñar un controlador PID cuya relación de amortiguamiento sea 4 (o próxima). Para ello el alumno deberá emplear los conocimientos desarrollados a lo largo de este WebLab, especialmente los de la página 2 (Teoría).

Los pasos a seguir para realizar una simulación son los siguientes:

- Seleccionar entre los diferentes tipos de acciones: Proporcional, Integral y Derivativo.
- Posteriormente asignar valores numéricos a estas acciones, no olvidar pulsar la tecla Intro.
- Una vez configurados todos los parámetros, pulsar sobre el botón Iniciar Simulación
- Pulsando sobre el botón Diseñar nuevo PID podremos volver a comenzar desde el principio.
- Una vez creas que has sintonizado correctamente el controlador PID según el criterio pedido, pulse sobre la tecla comprobar y continuar.



Como superar este Laboratorio Virtual

La puntuación máxima que se puede alcanzar con estas prácticas es de 10 puntos.
Debes alcanzar al menos 5 puntos para completar y superar esta página.
Una vez hayas completado las prácticas en el laboratorio debes presionar el botón "Finalizar" que aparecerá en la aplicación EJS para almacenar tu puntuación en el LMS y avanzar a la siguiente página (Página4-RL).



CONTROL DE TEMPERATURA SOBRE UN INVERNADERO REMOTO

Laboratorio Virtual
(Página 4)



INTRODUCCIÓN A LA PRÁCTICA CON RL

A continuación vamos a pasar a ejecutar el laboratorio remoto (RL). Un laboratorio construido físicamente al que se accede de manera remota. El objetivo de esta práctica es conocer la evolución de las variables del sistema tras la interacción con los actuadores.

APARTADO 2: BREVE MANUAL DE USO DEL LABORATORIO REMOTO (RL).

En la parte inferior de esta página se encuentra embebido el applet Java del simulador con el que se tiene que trabajar (tras los guiones de los apartados de prácticas a realizar), tiene el mismo aspecto que el mostrado por la *Figura 4*.
Este software simula el control real que se produce en un invernadero, donde controlamos una serie de variables importantes como luminosidad, humedad o temperatura. Dichas variables pueden verse modificadas en función de los actuadores que habilitemos (Bomba, ventilador o iluminación).

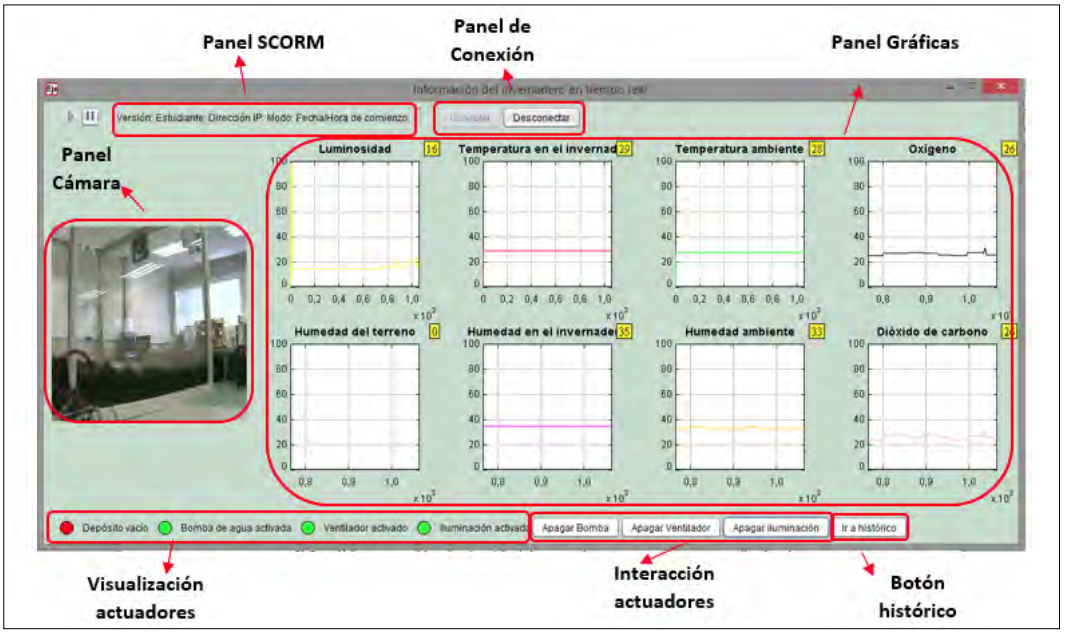


Figura 4. Primera ventana del simulador RL (apartado 3).

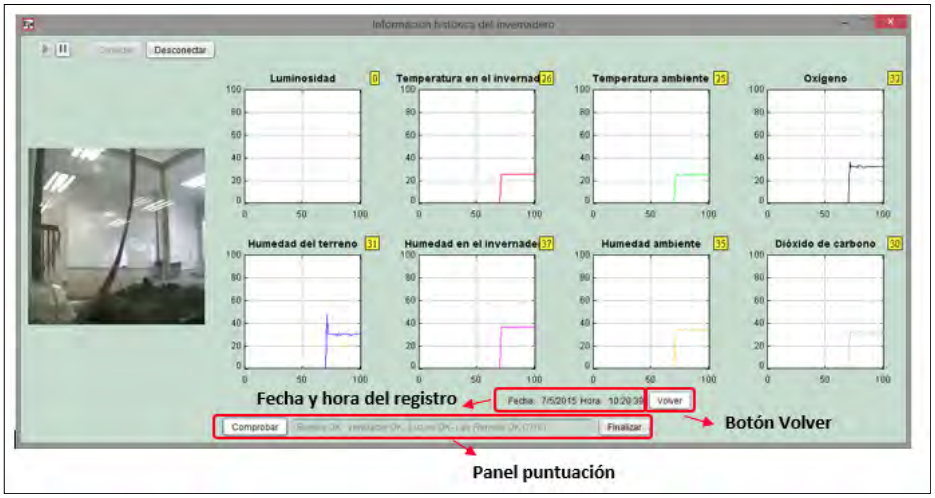


Figura 5. Segunda ventana del simulador RL (apartado 3).

Se debe dominar la interfaz que se ofrece en el software del simulador.

Debes saber que todos los elementos del interfaz tienen un **texto de ayuda** asociado . Esta ayuda se muestra en forma de texto emergente que aparecerá cuando el puntero del ratón se sitúa inmovil sobre cada uno de los elementos durante un tiempo (aproximadamente un segundo).

Debes adquirir familiaridad con el simulador y conocer su manejo. Para ello debes aprender las distintas zonas que existen:

Primera Ventana

- **Panel SCORM**. Muestra información intercambiada entre el software del simulador (applet java) y la plataforma de docencia virtual (ILIAS):
  - Ver: Versión de comunicaciones del sistema SCORM.
  - Estudiante: Nombre completo del estudiante que ha ejecutado el módulo (identificador en ILIAS).
  - Modo: Modo de entrada al módulo SCORM (normal o revisión).
- **Panel de conexión**. Una serie de botones que permiten controlar la ejecución del simulador:

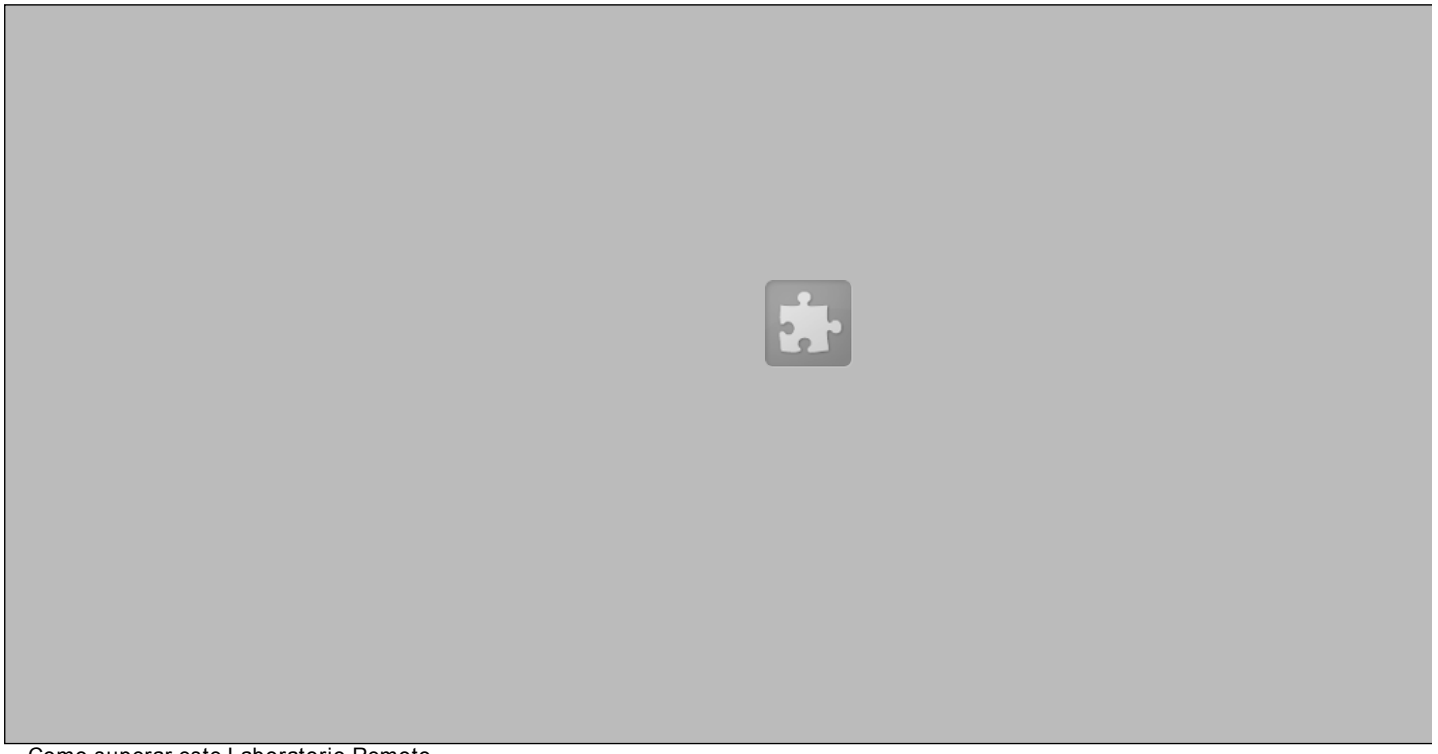
    - Botón Conectar: Realiza la conexión con el servidor y éste a su vez habilita el acceso al cliente a su base de datos en MySQL.
    - Botón Desconectar: Corta la conexión con el servidor.
- Panel Cámara. Muestra una imagen en vivo del invernadero que estamos controlando.
- Panel Gráficas. En esta sección se muestran ocho gráficas que recogen en tiempo real distintas variables que nos serán muy útiles para visualizar la evolución de nuestro invernadero y comprobar como afecta la activación de los actuadores.
- Visualización actuadores. Formada por una serie de testigos ON/OFF que nos informan del nivel del agua en el depósito o del estado de los diversos actuadores.
- Interacción actuadores. En esta parte tenemos tres botones que nos permiten activar (o desactivar) los actuadores presentes en el invernadero.
- Botón histórico. Al pulsar este botón se accede a una nueva ventana en donde se muestran de nuevo las ocho gráficas anteriores pero graficando los valores almacenados en la base de datos del servidor.

Segunda Ventana

- Fecha y hora del registro. En esta parte se muestra la hora y la fecha en la que se almacenaron en el servidor dichos valores graficados en tiempo real.
- Botón Volver. Al pulsarlo nos permite retroceder a la ventana anterior para volver a interactuar con los actuadores otra vez.
- Panel de puntuación. Una serie de elementos que nos aportan información acerca de nuestra evolución en el laboratorio remoto:
    - Botón Comprobar: Testea nuestra interacción con los actuadores de este laboratorio remoto y envía los resultados al campo de texto.
    - Campo de texto: Muestra nuestra puntuación y evolución en el laboratorio remoto.
    - Botón Finalizar: Sólo aparece en caso de haber obtenido una puntuación superior a 5 y se encarga de enviar la puntuación al LMS.

APARTADO 3: INTERACCIÓN CON ACTUADORES

Simplemente se pide la activación de los actuadores (al menos dos de ellos) y observar el progreso de las variables del sistema. Principalmente nos interesa la activación de la luz halógena como fuente de calor y luz para observar el calentamiento de nuestro sistema (como hemos visto previamente en el anterior VL).
El orden lógico para la correcta realización de este laboratorio remoto sería activar (y posteriormente desactivar) todos los actuadores, acto seguido se pulsaría el botón Ir a histórico. Cuando estemos dentro de esta página se realizará un barrido histórico de todas las variables visualizadas. Con el botón Comprobar podremos observar nuestro progreso en la práctica. Por último, se pulsará el botón Finalizar para enviar al LMS la puntuación obtenida en este RL.



Como superar este Laboratorio Remoto

La puntuación máxima que se puede alcanzar con estas prácticas es de 10 puntos.
Debes alcanzar al menos 7 puntos para completar y superar esta página.
Una vez hayas completado las prácticas en el laboratorio debes presionar el botón "Finalizar" que aparecerá en la aplicación EJS para almacenar tu puntuación en el LMS y avanzar a la siguiente página (Página5-Evaluación).



CONTROL DE TEMPERATURA DE UN INVERNADERO

Evaluación (Página5)



Evaluación final de las Prácticas del WebLab

MUY IMPORTANTE, LEER ANTES DE EMPEZAR A RESPONDER EL TEST

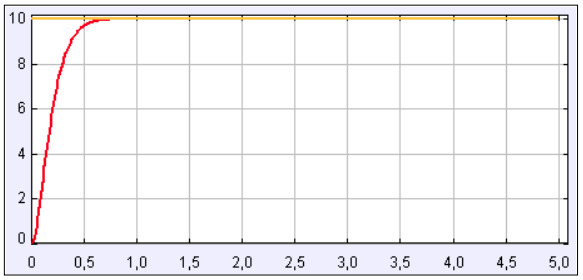
- Presta atención a las siguientes preguntas, lee tranquilamente el enunciado y contesta con tranquilidad.
- El objetivo de las mismas es saber si has asimilado correctamente los conocimientos que debes obtener.
- Fíjate en que si respondes correctamente recibirás 4 puntos por cada pregunta, pero si lo haces de forma incorrecta te restará un punto. También puedes seleccionar la opción No Sabe/No Contesta", que no suma ni resta puntos.
- Para poder superar el test es necesario que obtengas al menos 14 puntos (máximo 28).
- Sólo se tiene una oportunidad para contestar a cada una de las preguntas, una vez pulses el botón "Enviar" ya no podrás volver a hacerlo.
- Si has señalado una opción pero te has arrepentido y deseas dejar la respuesta en blanco pulsa sobre "Reiniciar".
- Al final de la página debes pulsar sobre el botón "Contestar Todo y Enviar" para mostrar tus resultados finales y enviarlos al LMS.
- Se considerará que has contestado al test si al menos has contestado a una de las preguntas.
- No refresques el contenido de la página en el navegador, si lo haces se cargará la Página1-Introducción y deberás volver a empezar todo el WebLab.

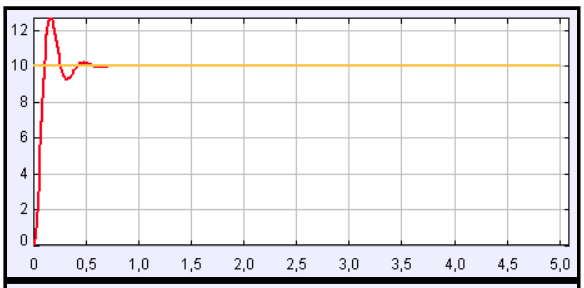
Pregunta 1

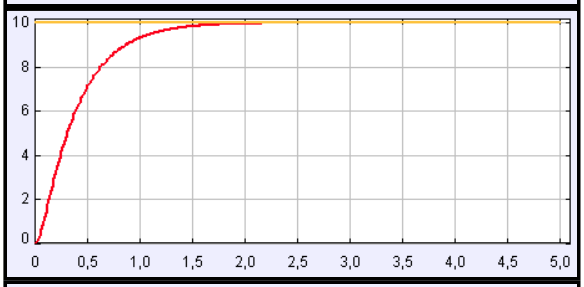
PREGUNTA 1: Sistema Subamortiguado. (Bien:4 puntos - Error:-1 puntos)

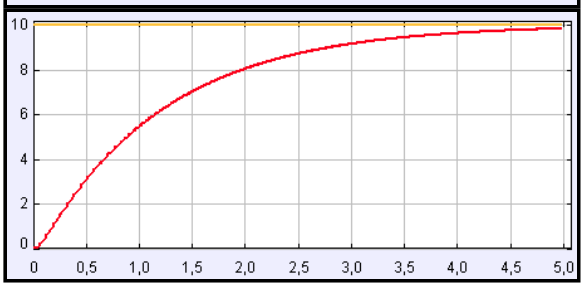
Las siguientes imágenes se corresponden con la señal de salida de un mismo sistema controlado mediante un controlador proporcional en el que se ha estado cambiando el valor de la constante proporcional K_P con el fin de obtener distintos comportamientos.

Indica cual de las siguientes gráficas muestra la forma que debe mostrar la salida del sistema subamortiguado:









- No sabe/No contesta.

Enviar Reiniciar

Resultado de pregunta 1

Pregunta 2

PREGUNTA 2: Rapidez de estabilización.
(Bien:4 puntos - Error:-1 puntos)

Supongamos que se tiene un sistema A de primer orden, como el de un Motor de Corriente Continua (motor CC), que tiene una ganancia estática K=0.8 y otro sistema B similar en todo al sistema A menos en su ganancia estática, que es K=3.

¿Cuál de los dos sistemas alcanza antes su régimen permanente?

- El sistema A.
- El sistema B.
- Los dos a la vez.
- No se puede saber, depende de la constante de tiempo T.
- No sabe/No contesta.

Enviar Reiniciar

Resultado de pregunta 2

Pregunta 3

PREGUNTA 3: Evolución de la temperatura.
(Bien:4 puntos - Error:-1 puntos)

Tras accionar la bombilla se observa que el proceso de calentamiento del

- Rápido, realizando un aumento de temperatura en poco tiempo.
- Muy lento.
- No sabe/No contesta.

Enviar Reiniciar

Resultado de pregunta 3

Pregunta 4

PREGUNTA 4: Constantes de un PID.
(Bien:4 puntos - Error:-1 puntos)

Supongamos que se está aplicando la siguiente ley de control a la temperatura de un invernadero :

$$u(t) = 25e(t) + 12{,}5\frac{de(t)}{dt} + 5\int_0^t e(t)dt$$

Indica la opción correcta en la que se definen las constantes de la ley de control:

- K_P=25, T_D=12,5 y T_I=5
- K_P=25, T_D=5 y T_I=12,5
- K_P=25, T_D=0,5 y T_I=5
- K_P=25, T_D=0,5 y T_I=0,5
- No sabe/No contesta.

Enviar Reiniciar

Resultado de pregunta 4

Pregunta 5

PREGUNTA 5: Alcanzar régimen permanente.
(Bien:4 puntos - Error:-1 puntos)

Supongamos que se tiene un sistema A de primer orden, como el del control de la temperatura en el invernadero, que tiene una constante de tiempo T=3 y otro sistema B similar en todo al sistema A menos en su constante de tiempo, que tiene un valor de T=30.

¿Cuál de los dos sistemas alcanza antes su régimen permanente?

- El sistema A.
- El sistema B.
- Los dos a la vez.
- No se puede saber, también depende de la ganancia estática K.
- No sabe/No contesta.

Enviar Reiniciar

Resultado de pregunta 5

Pregunta 6

PREGUNTA 6: Sintonía controlador PID (Bien:4 puntos - Error:-1 puntos)

Seleccione la opción verdadera:

- Se aconseja el uso de la acción proporcional únicamente.
- Sintonizar un controlador PID consiste en determinar qué tipo de acciones son necesarias y determinar Kp, Ki y Kd.
- Se aconseja el uso de un PID en procesos rápidos.
- No sabe/No contesta.

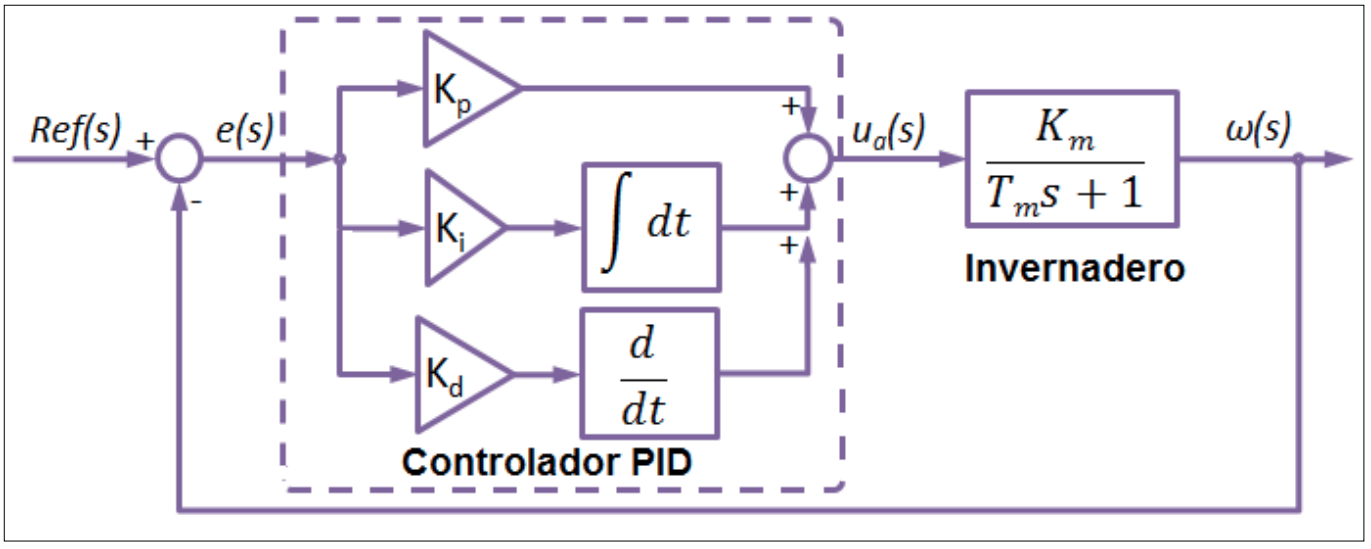
Enviar Reiniciar

Resultado de pregunta 6

Pregunta 7

PREGUNTA 7: Función de transferencia de un sistema. (Bien:4 puntos - Error:-1 puntos)

Se tiene el siguiente esquema del control de temperatura de un invernadero al que se le está realizando un control de tipo PID:



Señala cual es la función de transferencia del sistema en bucle abierto:

- $G_{BA}(s) = \dfrac{K_P K_m (1 + \frac{K_D}{K_P} s)}{s(T_m s + 1)}$

- $G_{BA}(s)=\frac{K_mK_Ds+K_mK_P}{T_ms^2+(1+K_mK_D)s+K_mK_P}$
- $G_{BA}(s)=\frac{1}{\frac{1}{K_PK_m}s+1}$
- $G_{BA}=\frac{K\left(K_p+\frac{K_i}{s}+K_ds\right)}{\tau s+1}$
- No sabe/No contesta.

Enviar Reiniciar

Resultado de pregunta 7

Como superar esta sección

Puedes superar esta sección (Página5-Evaluación) si respondes a las preguntas y alcanzas al menos 14 de los 28 puntos posibles que se pueden obtener como máximo.
Si completas satisfactoriamente esta parte habrás superado satisfactoriamente este WebLab.

Puedes comprobar el tiempo que has empleado en esta página y el resultado que has obtenido en la evaluación inicial de esta sección (Página5-Evaluación) si pulsas el siguiente botón, además si superas el test habrás terminado este laboratorio Web:

Comprobar, Enviar resultados al LMS y Continuar

Hora de entrada en la Página5: 2015-07-21T13:28:54

ANEXO 14	
Título	WebLab Fotosíntesis. Módulo SCORM de 5 páginas

Introducción al WebLab (Página 1)

FOTOSÍNTESIS

UNIVERSIDAD:	Universidad de Jaén
CENTRO:	Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación
DEPARTAMENTO:	Didáctica de Las Ciencias
ÁREA:	Didáctica de las Ciencias Experimentales
MATERIAS:	Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias
ASIGNATURAS:	Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza y su Didáctica (Grado en Educación Primaria) Enseñanza y Aprendizaje de la Biología y la Geología (Máster de Formación de Profesorado)
PLANIFICACIÓN:	2º Cuatrimestre (3º Curso) y/o 1º Cuatrimestre (4ºCurso)
TIPOLOGÍA:	Trabajo práctico, laboratorios virtual y remoto, aprendizaje por investigación guiada
CONTENIDOS:	Seres vivos, funciones vitales, respiración, fotosíntesis, nutrición autótrofa, clasificación de los seres vivos, procesos y metodología científica, análisis de datos, representación gráfica, formulación de hipótesis, inferencia, experimentación.
TEMAS VINCULADOS:	BLOQUE I: Aproximación a la Didáctica de las Ciencias Experimentales, Metodología Científica, La Ciencia como proceso, investigaciones. Naturaleza de la Ciencia, Tendencias en la Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias, aprendizaje por investigación, recursos tecnológicos en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias. BLOQUE II: Los seres vivos. Las plantas. Funciones vitales. Intercambio de materia y energía. Fotosíntesis.

El recurso ha sido diseñando para ser utilizado en la formación inicial del profesorado como recurso didáctico dentro de las asignaturas de Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza I y II del Grado de Primaria (Tabla 1) y Enseñanza y Aprendizaje de la Biología y a Geología del Máster de Educación Secundaria Obligatoria. Sin embargo la flexibilidad como objeto de aprendizaje, así como el planteamiento y diseños de las diferentes tareas que lo constituyen, pueden ser aprovechadas para adaptarlo a formación inicial en profesorado de Secundaria, profesorado en ejercicio y, con la secuencia y estrategias didácticas adecuadas al alumnado de Ciencias en Edades tempranas.

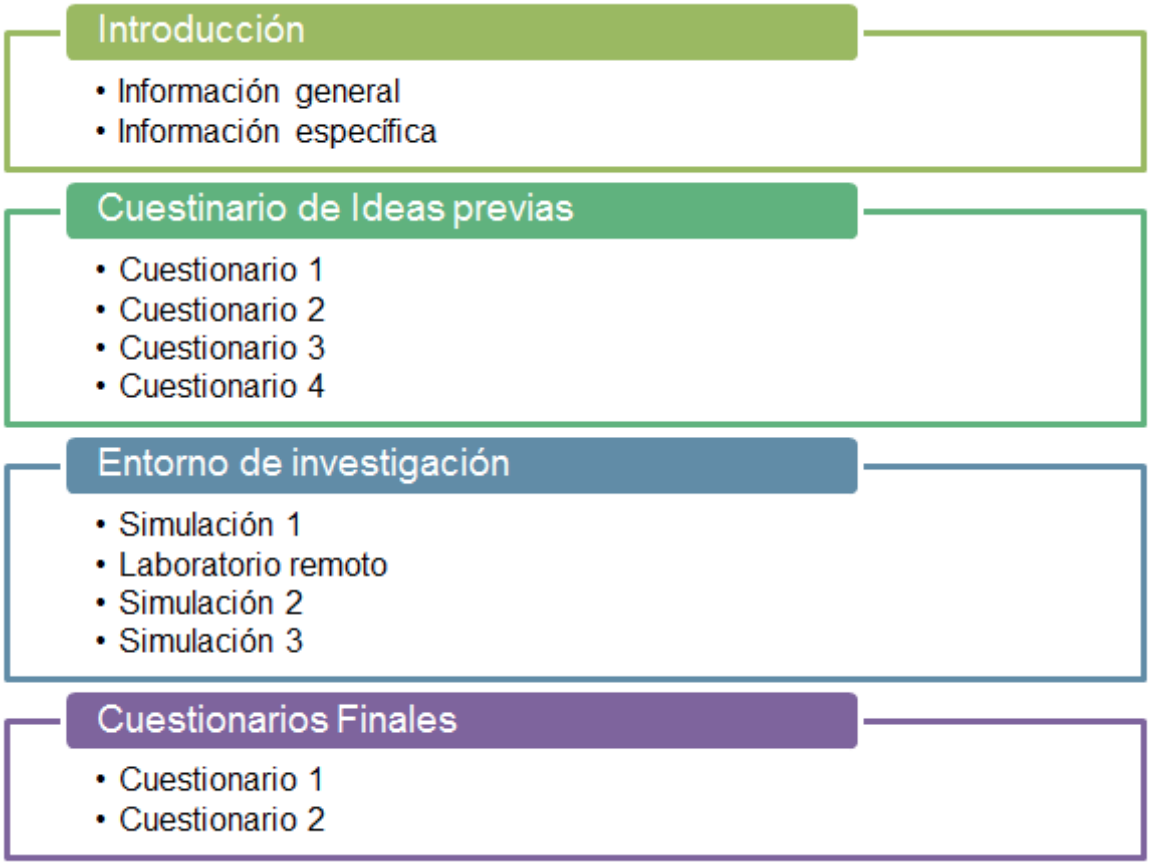
Información para el alumnado:

“A través de este Weblab abordaremos el estudio de la fotosíntesis y al mismo tiempo otros tópicos en los cuales, la investigación educativa en didáctica ha demostrado que existen multitud de ideas previas erróneas, las cuales no solo aparecen en nuestros alumnos de ciencias sino también en profesorado en formación inicial e incluso en ejercicio. La fotosíntesis (y la respiración) son conceptos esenciales para comprender el movimiento de la energía y la materia en el ecosistema. Quien quiera saber y aprender sobre los organismos, los ecosistema o las funciones de la biosfera debe entender las diferencias entre estos dos procesos, así como sus características comunes y la interrelación entre ellos. La dificultad conceptual que entrañan estos temas ha sido reportada en gran cantidad de estudios.

La fotosíntesis se presenta como contenido curricular en la Educación Primaria. Por ello es fundamental que tu, como futuro maestro/a en esta etapa educativa, domines los conocimiento básicos relacionados con esta temática para evitar transmitir ideas erróneas a tus alumnos de Ciencias y al mismo tiempo revisar las tuyas. “ Antes de comenzar el tema reflexiona sobre la siguiente cuestión: Yo como maestro/a en formación ¿Qué debo saber sobre la Fotosíntesis? Y también: Yo como maestro/a en formación ¿Qué sé sobre la fotosíntesis?

Estructura del WebLab (Laboratorio Web) y Modo de superarlo

El contenido global se has estructurado en 4 grandes secciones (módulos). En el siguiente esquema se muestra la estructura de este Weblab:



Los requisitos para poder pasar de un módulo a otro se describen a continuación:

1. **Introducción (Esta Página):** Breve descripción del laboratorio e introducción al tema. Condición para pasar al siguiente módulo: Lectura

2. **Cuestionarios ideas previas (pre-test):** Sin condición en cuanto a la puntuación obtenida. En esta etapa el objetivo es explorar las ideas previas del alumnado. No puede “pasar” al siguiente módulo sin haber respondido las cuestiones pero no se “impone” mínimo necesario.

3. **Entorno de investigación:** Condición: Realizar las pre-actividades antes de experimentar con las simulaciones y responder adecuadamente a las preguntas iniciales y finales.

4. **Cuestionarios finales (post-test):** Condición de puntuación por establecer en el cuestionario 1 ampliado (V/F). La no superación del mismo redirige al alumnado a repetir todo proceso. La ampliación del cuestionario incluirá aquellos aspectos más relevantes sobre los que se han trabajado en la simulación 1, el laboratorio remoto y la simulación 2. Así mismo incluirá las partes teóricas que implícita o explícitamente se han utilizado en los diferentes módulos.

Para superar el WebLab se debe llegar hasta la sección Cuestionarios finales y superar el test de evaluación final.

Pulsar para avanzar a la página siguiente



FOTOSÍNTESIS

Cuestionario de ideas previas (Página 2)



CUESTIONARIOS

Orientaciones para el alumnado:
"Cumplimenta los siguientes cuestionarios. A través de los diferentes apartados y cuestiones planteadas se pretende en este punto de proceso que explicites tus ideas previas relacionadas con el tema que estamos estudiando. La condición para pasar al siguiente cuestionario es que respondas todas las preguntas (no dejes ninguna en blanco). Al final del mismo tendrás una puntuación que indica el número de respuestas correctas. Esta puntuación, no forma parte de "tu evaluación" en este momento, es orientativa para determinar aproximadamente cuanto sabes sobre estos contenidos. El segundo cuestionario es de respuesta abierta, es decir tienes que responder escribiendo un texto. De nuevo, en esta etapa inicial esas respuestas no formarán parte de tu evaluación. Tienes un tiempo limitado, pero suficiente, para responder. Para aprovechar el máximo potencial didáctico de esta propuesta, se recomienda encarecidamente que no utilices "fuentes externas" para consultar la información. Responde partiendo de tus conocimientos previos. A lo largo de los diferentes módulos del laboratorio se ofrecerán los materiales y las ayudas necesarias aprender sobre el tema que estamos viendo"

MUY IMPORTANTE, LEER ANTES DE EMPEZAR A RESPONDER EL TEST

- Presta atención a las siguientes preguntas, lee tranquilamente el enunciado y contesta con tranquilidad.
- Fíjate en que si respondes correctamente recibirás 1 punto por cada pregunta, pero si lo haces de forma incorrecta te restará un punto.
  También puedes seleccionar la opción No Sabe/No Contesta", que no suma ni resta puntos.
- Para poder superar el test es necesario contestar a TODAS las preguntas de los cuatro cuestionarios.
- Sólo se tiene una oportunidad para contestar a cada uno de los cuestionarios, una vez pulses el botón "Enviar" ya no podrás volver a hacerlo.
- Al final de la página debes pulsar sobre el botón "Comprobar, enviar resultados al LMS y continuar hacia la página siguiente" para mostrar tus resultados finales y enviarlos al LMS.
- No refresques el contenido de la página en el navegador, si lo haces se cargará la Página 1-Introducción y deberás volver a empezar todo el WebLab.

Cuestionario 1 Pre-test
Test de respuesta verdadero/falso
Obligatorio (Antes de iniciar el módulo de simulaciones y laboratorio remoto)
Sobre la fotosíntesis, la respiración y la composición del aire
Notas: Sin requisitos de calificación para superar. Condición responder (no se permite respuesta en blanco). Intentos: 1

Cuestionario 1: Sobre la fotosíntesis, respiración y composición del aire

1.1 - La fotosíntesis es el proceso inverso a la respiración

○ Verdadero ○ Falso ○ No sabe/No contesta

1.2 - La respiración es el proceso inverso a la fotosíntesis

○ Verdadero ○ Falso ○ No sabe/No contesta

1.3 - La fotosíntesis es un proceso vital de todos los seres vivos

○ Verdadero ○ Falso ○ No sabe/No contesta

1.4 - La respiración es un proceso vital de todos los seres vivos

○ Verdadero ○ Falso ○ No sabe/No contesta

1.5 - La respiración es un proceso vital de las plantas

○ Verdadero ○ Falso ○ No sabe/No contesta

1.6 - La respiración es un proceso vital de todos los seres vivos

○ Verdadero ○ Falso ○ No sabe/No contesta

1.7 - En la fotosíntesis la planta produce CO_2 (dióxido de carbono) y consume O_2 (oxígeno)

○ Verdadero ○ Falso ○ No sabe/No contesta

1.8 - En la fotosíntesis la planta consume CO_2 (dióxido de carbono) y produce O_2 (oxígeno)

Verdadero Falso No sabe/No contesta

1.9 - Cuando una planta respira produce CO_2 (dióxido de carbono) y consume O_2 (oxígeno)

Verdadero Falso No sabe/No contesta

1.10 - Cuando una planta respira consume CO_2 (dióxido de carbono) y produce O_2 (oxígeno)

Verdadero Falso No sabe/No contesta

1.11 - Todos los seres vivos realizan la fotosíntesis

Verdadero Falso No sabe/No contesta

1.12 - Las plantas realizan la fotosíntesis principalmente cuando hay luz solar

Verdadero Falso No sabe/No contesta

1.13 - Las plantas realizan la fotosíntesis tanto de día como de noche

Verdadero Falso No sabe/No contesta

1.14 - Las plantas solo respiran durante el día

Verdadero Falso No sabe/No contesta

1.15 - Las plantas solo respiran durante la noche

Verdadero Falso No sabe/No contesta

1.16 - Cuando la planta está realizando la fotosíntesis no está respirando.

Verdadero Falso No sabe/No contesta

1.17 - El aíre es una sustancia pura

Verdadero Falso No sabe/No contesta

1.18 - El aíre es una mezcla de varias sustancias

Verdadero Falso No sabe/No contesta

1.19 - El aire principalmente está compuesto por Oxígeno

Verdadero Falso No sabe/No contesta

1.20 - El aire principalmente está compuesto solo por Hidrógeno

Verdadero Falso No sabe/No contesta

1.21 - La sustancia en mayor proporción en el aire es el dióxido de carbono

Verdadero Falso No sabe/No contesta

1.22 - Las plantas acuáticas no pueden respirar porque están bajo el agua

Verdadero Falso No sabe/No contesta

1.23 - Los peces no pueden respirar porque están bajo el agua

Verdadero Falso No sabe/No contesta

1.24 - Las plantas acuáticas no pueden realizar la fotosíntesis porque están bajo el agua

Verdadero Falso No sabe/No contesta

1.25 - El aíre es una mezcla de aproximadamente por un 21% de Oxígeno y 78% de Nitrógeno

Verdadero Falso No sabe/No contesta

1.26 - El aíre es una mezcla de aproximadamente un 21% de Nitrógeno y 78% de Oxígeno

Verdadero Falso No sabe/No contesta

1.27 - El agua puede contener disueltos determinados gases, como por ejemplo el Oxígeno

Verdadero Falso No sabe/No contesta

1.28 - El agua puede contener disueltos determinados gases, como por ejemplo el Dióxido de Carbono

Verdadero Falso No sabe/No contesta

1.29 - Etimológicamente “Fotosíntesis” hace referencia a la síntesis realizada utilizando luz

Verdadero Falso No sabe/No contesta

1.30 - La fotosíntesis y la respiración ocurren tanto cuando hay luz como cuando no hay luz

Verdadero Falso No sabe/No contesta

1.31 - La fotosíntesis ocurre cuando hay luz, la respiración cuando no hay luz

Verdadero Falso No sabe/No contesta

1.32 - La fotosíntesis ocurre cuando hay luz, la respiración transcurre tanto en presencia como en ausencia de luz

Verdadero Falso No sabe/No contesta

1.33 - La fotosíntesis ocurre tanto cuando hay luz como en la oscuridad, sin embargo la respiración solo ocurre por la noche

Verdadero Falso No sabe/No contesta

1.34 - Las plantas no respiran y la fotosíntesis solo se produce en presencia de luz

Verdadero Falso No sabe/No contesta

1.35 - Diversos factores externos como temperatura, concentración de dióxido de carbono e intensidad lumínica pueden afectar al proceso fotosintético

Verdadero Falso No sabe/No contesta

1.36 - A mayor intensidad lumínica mayor tasa fotosintética

Verdadero Falso No sabe/No contesta

1.37 - A mayor intensidad lumínica menor tasa fotosintética

Verdadero Falso No sabe/No contesta

Enviar

Resultado del cuestionario 1

Cuestionario 2 Pre-test
Respuesta abierta (preguntas guía)
Obligatorio
Sobre la fotosíntesis y la respiración
Notas: Sin requisitos de calificación para superar. Condición responder (no se permite respuesta en blanco). Intentos: 1

Cuestionario 2: Sobre la fotosíntesis y la respiración

2.1- ¿Qué es la fotosíntesis? Intenta describir este proceso centrándote en los siguientes elementos: ¿Para qué realizan las plantas la fotosíntesis? ¿Qué sustancias absorbe la planta del entorno para realizar la fotosíntesis? ¿Cómo realiza la planta la fotosíntesis? Se dice que las plantas son "productoras; en relación a la fotosíntesis ¿Principalmente qué producen al realizar la fotosíntesis? ¿Cómo podríamos "observar", medir y cuantificar algunas de esas sustancias?

Enviar

2.2- ¿Qué es la respiración? Por favor describa el proceso centrándose en los siguientes elementos: ¿Para qué respiran los seres vivos? ¿Cuántas clases de respiración conoces? ¿Cómo respiran las plantas? ¿Una planta "ventila"? ¿Cómo respira un animal? ¿Que sustancias se producen en la respiración?

Enviar

Cuestionario 3 Pre-test
Test de respuesta verdadero/falso y respuesta abierta
Opcional, Recomendado
La clorofila
Notas: Sin requisitos de calificación para superar. Condición responder (no se permite respuesta en blanco). Intentos: 1

Cuestionario 3: La clorofila

3.1 - La clorofila es una sustancia que se encuentra en las células vegetales. Selecciona aquellas funciones que consideres que realiza esta sustancia:

- [ ] Proporciona protección a la hoja
- [ ] Es la responsable del olor de la hoja
- [ ] Sirve como almacén de productos para la planta
- [ ] Es la fuente de la alimentación de la planta
- [ ] Absorbe energía lumínica
- [ ] Absorbe dióxido de carbono
- [ ] Fortalece las células vegetales
- [ ] Disgrega /rompe los azucares y el almidón para obtener sustancias más sencillas
- [ ] Confiere a las plantas el color verde
- [ ] Es un liquido vital que actúa de forma similar a como lo hace la sangre en los animales
- [ ] Atrae a las abejas y a las mariposas hacia la planta para facilitar la polinizaciones
- [ ] Fabrica el alimento para las plantas

Enviar

Resultado del cuestionario 3

Cuestionario 4 Pre-test
Test de respuesta verdadero/falso
Obligatorio
Respiración
Notas: Sin requisitos de calificación para superar. Condición responder (no se permite respuesta en blanco). Intentos: 1

Cuestionario 4: La respiración

4.1 - Marca en la siguiente lista aquellos organismos que respiran:

- [ ] Humanos
- [ ] Hierba
- [ ] Huevos de rana
- [ ] Seta
- [ ] Peces
- [ ] Célula del cuerpo humano
- [ ] Semillas germinando
- [ ] Caballo
- [ ] Gusano
- [ ] Organismo unicelular
- [ ] Bacterias
- [ ] Pato
- [ ] Un árbol
- [ ] Planta de tomate
- [ ] Abeja
- [ ] Pollo dentro del huevo (antes de nacer)
- [ ] Larva de una mariposa dentro de su crisálida

Enviar

Resultado del cuestionario 4

4.2- Explica brevemente cual ha sido el criterio utilizado para decir que un organismo “respira”:

Enviar

Como superar esta sección

Puedes superar esta sección (Cuestionarios Previos) si lees el contenido de esta página y respondes a TODAS las cuestiones planteadas.
Usa el tiempo que necesites para leer detenidamente las preguntas relacionadas con los conceptos de respiración, fotosíntesis y clorofila.
Estos cuestionarios tratan de situar tus conocimientos actuales sobre estos conceptos para fortalecerlos en las páginas posteriores con ayuda de varias simulaciones y un Laboratorio Remoto.
Si completas satisfactoriamente esta parte se te permitirá acceder a la siguiente sección (Entorno de Investigación) y realizar las simulaciones asociadas que incluye.

Puedes comprobar el tiempo que has empleado en esta página y el resultado que has obtenido en la evaluación inicial de esta sección (Cuestionarios Previos) si pulsas el siguiente botón:

Comprobar, enviar resultados al LMS y continuar hacia la página siguiente

Hora de entrada en la Página 2-Cuestionarios de ideas previas: 2016-07-15T10:17:27

FOTOSÍNTESIS

Entorno de investigación
(Página 3)

INTRODUCCIÓN A LA SIMULACIÓN 2

El objetivo de esta simulación es ofrecer un entorno de investigación para indagar sobre el efecto de la intensidad lumínica en la tasa fotosintética de distintos tipos de plantas. Los objetivos que se persiguen con esta simulación son la profundización en la fotosíntesis, comprender que la intensidad lumínica afecta a este proceso, entender que no todas las plantas tienen la misma tasa fotosinténtica y la interpretación de gráficos de forma cualitativa.

MUY IMPORTANTE: Método de superación del bloque Para superar de manera correcta este bloque debe tener en cuenta lo siguiente:

1. Completar en primer lugar la simulación 2 y posteriormente el laboratorio remoto
2. De lo contrario, no se podrá avanzar al siguiente bloque

APARTADO 0: BREVE MANUAL DE USO DE LA SIMULACIÓN 2.

En la parte inferior de esta página se encuentra embebido el applet Java del simulador con el que se tiene que trabajar (tras los guiones de los apartados de prácticas a realizar), tiene el mismo aspecto que el mostrado por la *Figura 1*.
Este software proporciona una forma de explorar como la eficiencia fotosintética se ve afectada por la intensidad de la luz que la planta recibe durante el proceso. Se han preseleccionado 10 tipos diferentes de plantas para estudiar esta relación.

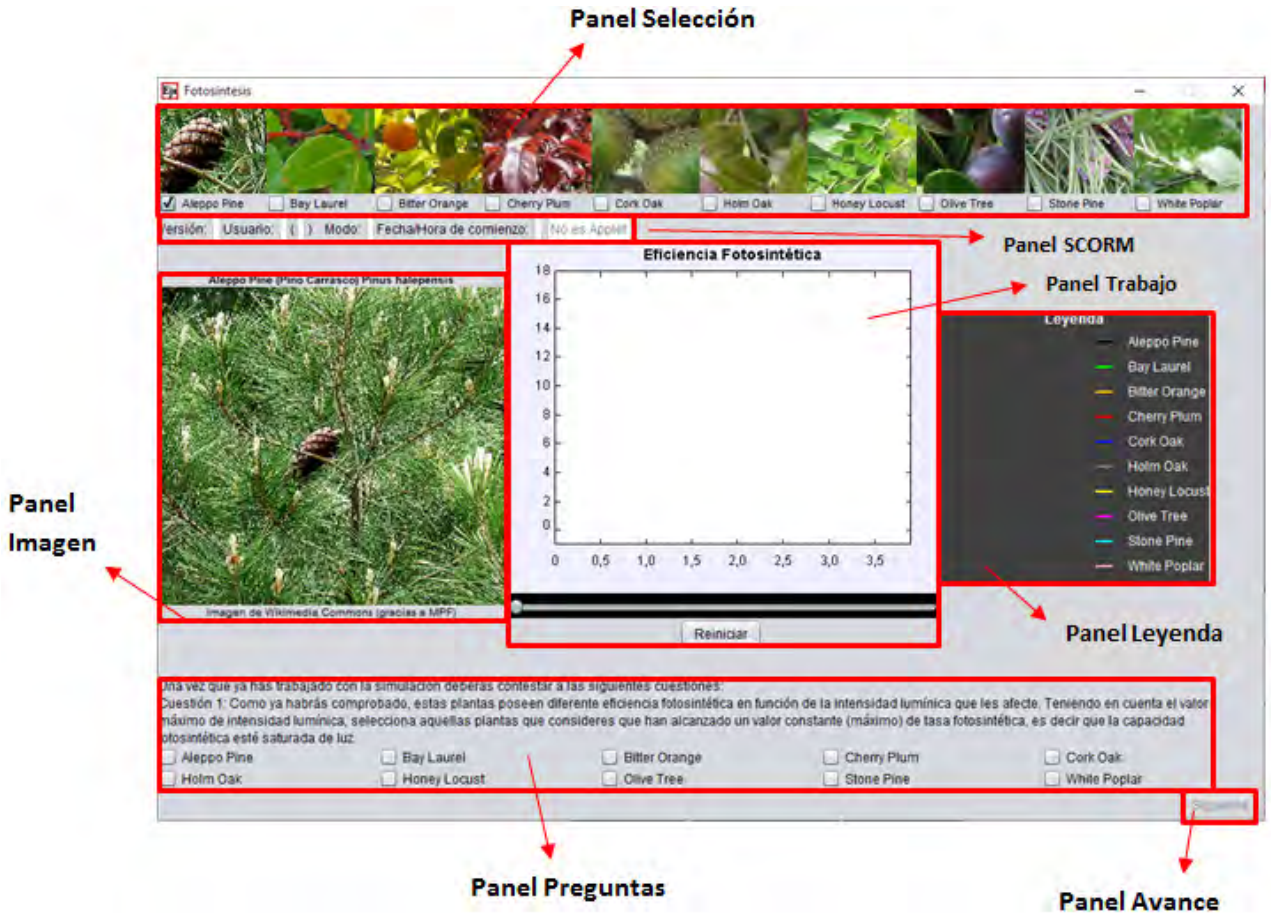


Figura 1. Interfaz del simulador 2.

Se debe dominar la interfaz que se ofrece en el software del simulador.

Debes saber que todos los elementos del interfaz tienen un **texto de ayuda asociado**. Esta ayuda se muestra en forma de texto emergente que aparecerá cuando el puntero del rat&oacuten se sit&uacutea inmovil sobre cada uno de los elementos durante un tiempo (aproximadamente un segundo).

Debes adquirir familiaridad con el simulador y conocer su manejo. Para ello debes aprender las distintas zonas que existen:

- **Panel Selección**. Una serie de botones que permiten elegir la planta con la que queremos trabajar. Se debe tener en cuentas las siguientes consideraciones:
  - Se puede seleccionar más de una planta para trabajar de manera simultánea.
  - Para la selección, se puede clickar en la foto o en la casilla correspondiente (una sola vez). Si realizas click una segunda vez descartarás la planta previamente seleccionada.
  - Cada vez que se marque (o se desmarque) alguna de las plantas, la gráfica se reseteará borrando lo que estuviese representado anteriormente.
- **Panel SCORM**. Muestra información intercambiada entre el software del simulador (applet java) y la plataforma de docencia virtual (ILIAS):
  - Ver: Versión de comunicaciones del sistema SCORM.
  - Usuario: Nombre completo del estudiante que ha ejecutado el módulo (identificador en ILIAS).
  - Modo: Modo de entrada al módulo SCORM (normal o revisión).
  - Fecha/Hora de comienzo: Fecha y hora a la que se ha ejecutado dicho applet.
- **Panel Imagen**. Se muestra una imagen ampliada de la última planta seleccionada.
- **Panel Trabajo**. En este panel se distinguen tres zonas:
  - Gráfica: Muestra el crecimiento de la eficiencia fotosintética de las plantas seleccionadas en función de la intensidad lumínica que tengamos en el deslizador.
  - Deslizador: Controla la intensidad lumínica de la simulación. En el caso de que se disminuya dicha intensidad, para volver a trabajar correctamente se debe pulsar el botón Reiniciar.
  - Botón Reiniciar: Se encarga de resetear la simulación para volver a trabajar de manera óptima.
- **Panel Leyenda**. Esta zona muestra un texto explicativo donde aparecen los colores utilizados en la gráfica en función de la planta elegida.
- **Panel Preguntas**. En este apartado aparecen una serie de preguntas en el que se deben marcar la respuesta correcta. Hay que tener en cuenta lo siguiente:
  - Las preguntas pueden tener respuestas múltiples.
  - Una vez hayas seleccionado las opciones que creas correctas, deberás pulsar el botón que aparece abajo a la derecha perteneciente al Panel Avance.
- **Panel Avance**. Compuesto por un botón que se encarga de analizar la respuesta seleccionada, otorgar una puntuación y enviarla al LMS. Al contestar la última pregunta aparecerá una ventana que indica si se ha superado o no la simulación.

APARTADO 1: SIMULACIÓN 2

Se pide investigar a través la simulación como la luz afecta al proceso fotosintético e intentar predecir qué ocurrirá antes de mover el cursor de intensidad. Por último se pide contestar a las preguntas una vez que se haya trabajado con la simulación.

Antes de comenzar, debemos aclarar algunos conceptos para poder completar esta simulación correctamente. La eficiencia fotosintética es la relación entre la tasa fotosintética y la intensidad

lumínica, dependiendo de la planta tendremos un valor u otro de dicha eficiencia. El valor de la tasa fotosintética crece a medida que crece la intesidad lumínica hasta alcanzar un máximo donde su valor será constante, pero si la intensidad lumínica aumenta una vez que la tasa fotosintética ya ha alcanzado su valor máximo, tendremos como resultado una caída de la eficiencia fotosintética. La siguiente imagen explica esto:

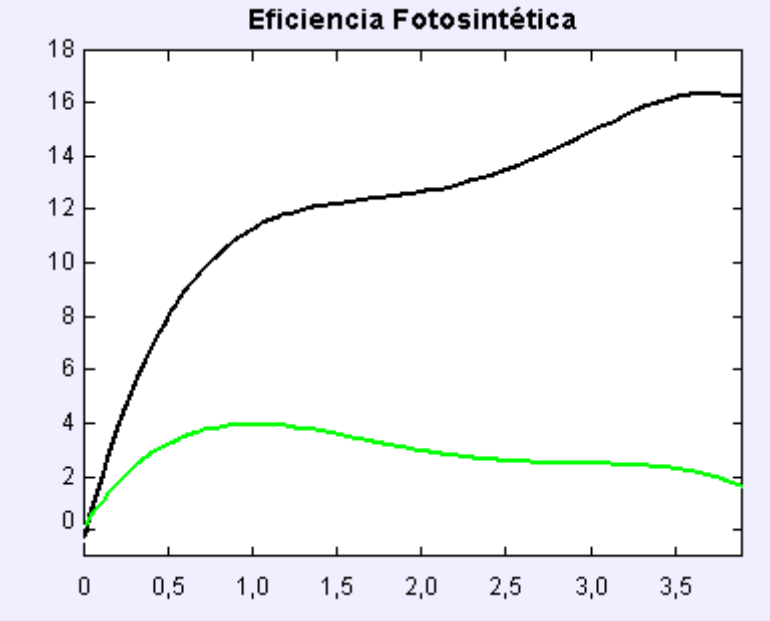
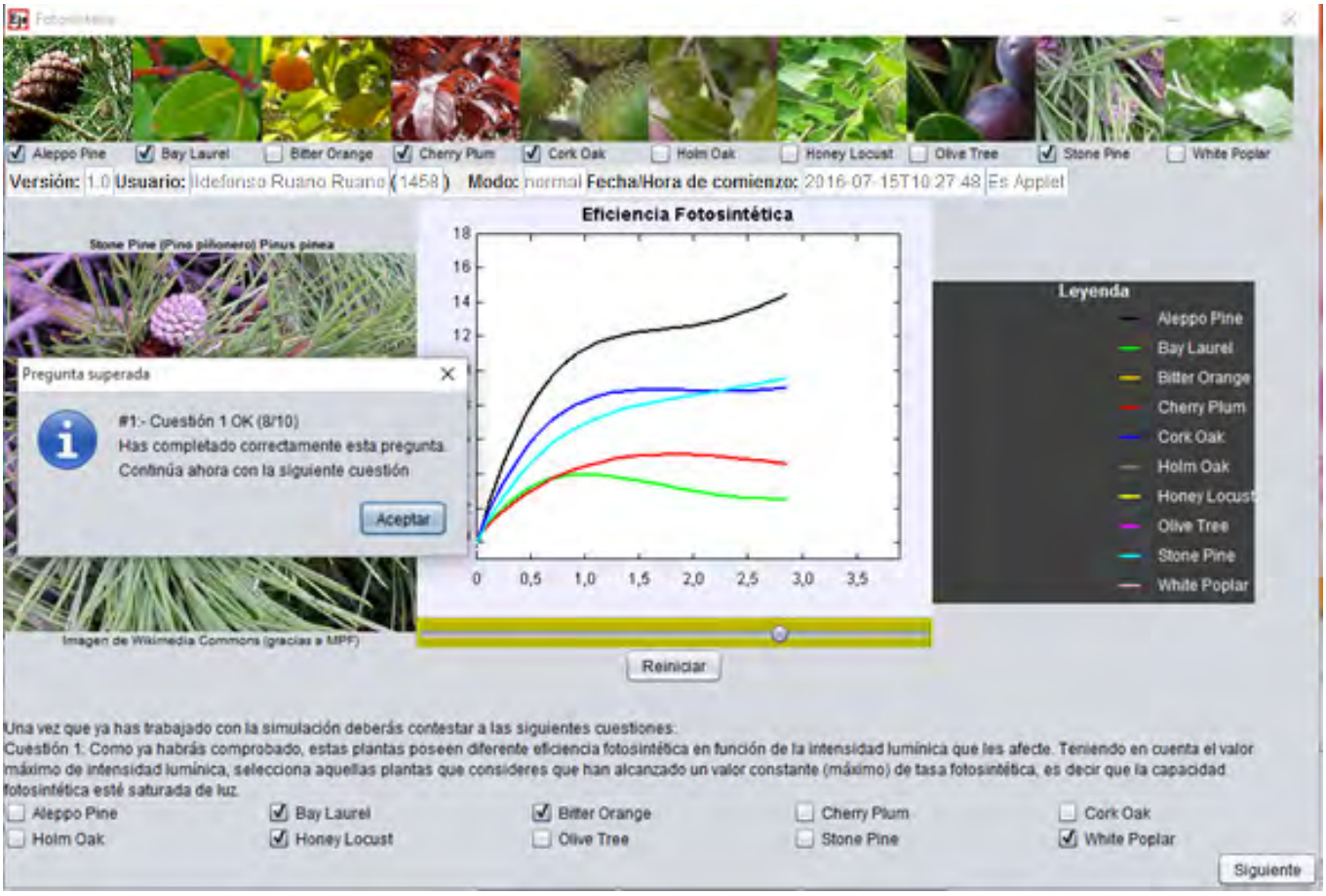


Figura 3. Ejemplo de eficiencia fotosintética.

En la imagen anterior, se observan dos trazas donde la intensidad lumínica máxima es de 4 y vemos como la traza verde alcanza el valor más alto de tasa fotosintética cuando la intensidad lumínica vale 1, como hemos seguido aumentando la intensidad lumínica hasta 4 hemos provocado un descenso de la eficiencia fotosintética. En cambio, para la traza de color negro no hemos alcanzado aún el valor máximo de tasa fotosintética (por poco) es por eso que el valor de la eficiencia fotosintética no decrece. Para resumir, el valor idóneo de intensidad lumínica para la traza verde es de 1 y para la traza negra ronda el 4. Si superamos estos valores obtendremos como consecuencia un decaimiento de la eficiencia fotosintética.
Los pasos a seguir para realizar una simulación de manera correcta son los siguientes:

- Seleccionar entre los diferentes tipos de plantas aquellas que queramos estudiar.
- Posteriormente mover el cursor del deslizador para variar el valor de la intensidad lumínica.
- Observar en la gráfica las trazas que aparecen, observar la leyenda para identificar correctamente dichas trazas.
- Realizar los pasos anteriores para trabajar con todas las plantas. Para reestablecer completamente la simulación, pulsar el botón Reiniciar.
- Para finalizar, contestar a las preguntas seleccionando las respuestas que consideres correctas y pulsar el botón ubicado abajo a la derecha. Una ventana emergente evaluará tu progreso al concluir la simulación.



INTRODUCCIÓN AL LABORATORIO REMOTO

A continuación vamos a pasar a trabajar con el laboratorio remoto. Un laboratorio construido físicamente y al que se accede de manera remota gracias a un servidor principal. El objetivo es conocer como afectan diferentes variables al proceso de fotosíntesis que realizan las plantas.

Dichas variables se verán modificadas gracias a una serie de actuadores con los que podemos interactuar.

APARTADO 0: BREVE MANUAL DE USO DEL LABORATORIO REMOTO.

En la parte inferior de esta página se encuentra embebido el applet Java del simulador con el que se tiene que trabajar (tras los guiones de los apartados de prácticas a realizar), tiene el mismo aspecto que el mostrado por la *Figura 2*.
Este software ofrece la posibilidad de interactuar con diferentes apartados (Luminosidad, Riego y Climatización) en los que tras trabajar con los actuadores habrá una pregunta que se deberá contestar para avanzar al siguiente apartado.

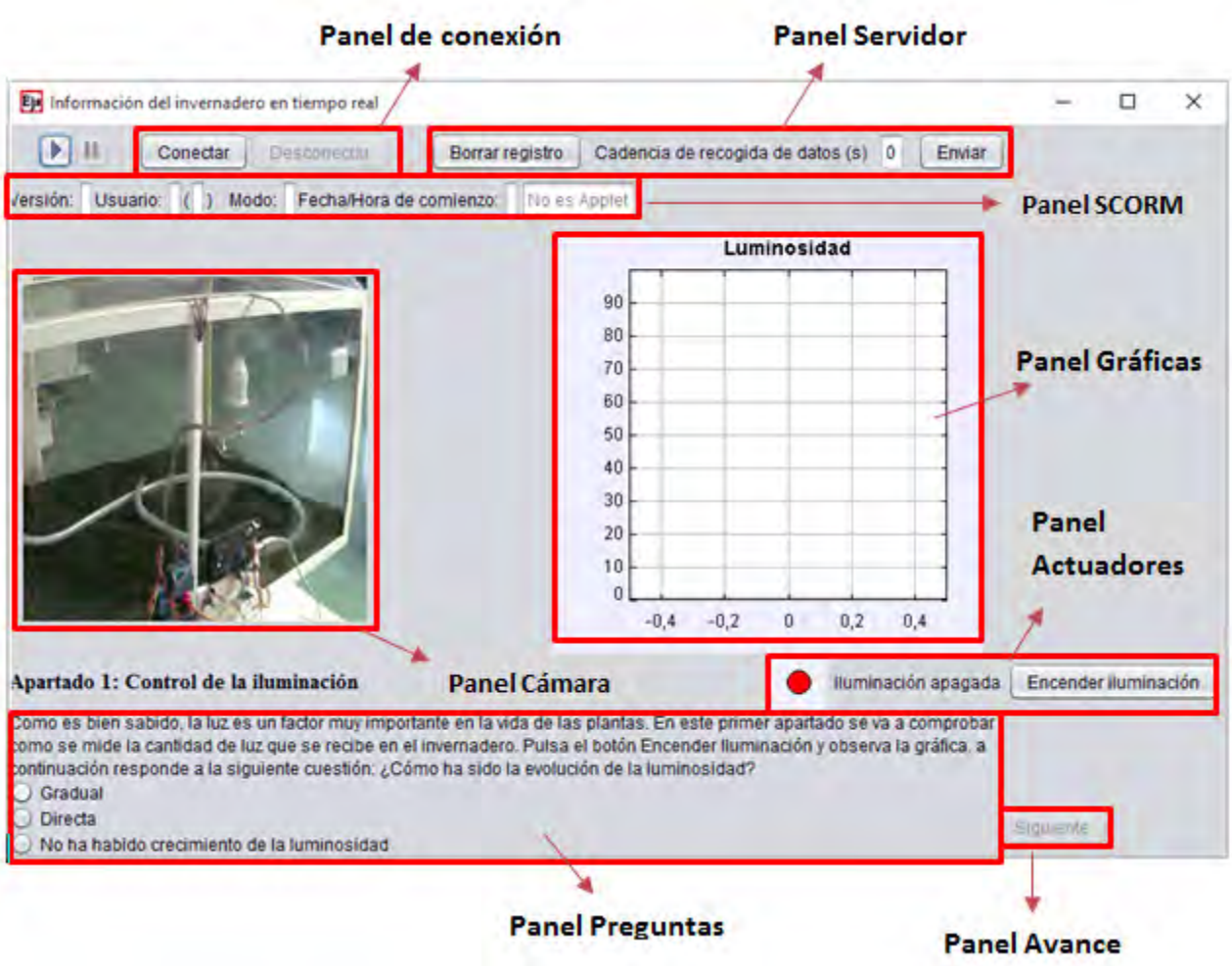


Figura 2. Interfaz del laboratorio remoto.

Se debe dominar la interfaz que se ofrece en el software del simulador.

Debes saber que todos los elementos del interfaz tienen un **texto de ayuda asociado**. Esta ayuda se muestra en forma de texto emergente que aparecerá cuando el puntero del rat&oacuten se sit&uacutea inmovil sobre cada uno de los elementos durante un tiempo (aproximadamente un segundo).

Debes adquirir familiaridad con el simulador y conocer su manejo. Para ello debes aprender las distintas zonas que existen:

- **Panel de conexión**. Una serie de botones que permiten controlar la ejecución del simulador:
  - Botón Conectar: Realiza la conexión con el servidor y éste a su vez habilita el acceso al cliente a su base de datos en MySQL.
  - Botón Desconectar: Corta la conexión con el servidor.
- **Panel SCORM**. Muestra información intercambiada entre el software del simulador (applet java) y la plataforma de docencia virtual (ILIAS):
  - Ver: Versión de comunicaciones del sistema SCORM.
  - Usuario: Nombre completo del estudiante que ha ejecutado el módulo (identificador en ILIAS).
  - Modo: Modo de entrada al módulo SCORM (normal o revisión).
  - Fecha/Hora de comienzo: Fecha y hora a la que se ha ejecutado dicho applet.
- **Panel Servidor**. En este panel se puede modificar cierta información esencial para el laboratorio remoto. Está compuesto por:

    - Botón Borrar registro: Se pulsa cuando queramos resetear la base de datos donde se alamcenan todas las variables. Tendrá efecto la siguiente vez que se habilite el servidor.
    - Campo Numérico: Se envía un valor numérico que hace referencia a la cadencia con la que los sensores obtienen valores del invernadero. Se mide en segundos y deberemos cambiar dicho valor en función del apartado en el que nos encontremos.
    - Botón Enviar: Una vez que hayamos escrito el número en el campo anterior, se pulsará este botón para enviar la información al servidor.
- **Panel Cámara**. Muestra una imagen en vivo del invernadero que estamos controlando.
- **Panel Gráficas**. En esta sección se muestran ocho gráficas que recogen en tiempo real distintas variables que nos serán muy útiles para visualizar la evolución de nuestro invernadero y comprobar como afecta la activación de los actuadores.
- **Panel Actuadores**. Está dividido en dos apartados claramente diferenciados:
    - Visualización: Formada por una serie de testigos ON/OFF que nos informan del estado de la iluminación o de los otros diversos actuadores.
    - Interacción: Formada por un boton que nos permite activar (o desactivar) uno de los actuadores presentes en el invernadero.
- **Panel Preguntas**. En este apartado aparecen una pregunta por apartado en el que se debe marcar la respuesta correcta. Hay que tener en cuenta lo siguiente:
    - Las preguntas solo tienen una única respuesta correcta.
    - Una vez hayas seleccionado la opción que creas correcta, deberás pulsar el botón que aparece abajo a la derecha perteneciente al Panel Avance.
- **Panel Avance**. Compuesto por un botón que se encarga de analizar la respuesta seleccionada, otorgar una puntuación y enviarla al LMS. Al contestar la última pregunta aparecerá una ventana que indica si se ha superado o no la simulación.

MUY IMPORTANTE: Cómo insertar o cambiar un campo del applet Para insertar o cambiar el valor de un campo en el applet hay que seguir los siguientes pasos:

1. Poner el puntero del ratón en el campo que se quiere insertar o modificar
2. Borrar el valor anterior (si lo hubiera)
3. Escribir el nuevo valor (si es decimal se debe usar el punto y no la coma)
4. **Pulsar la tecla Intro o Enter** del teclado.

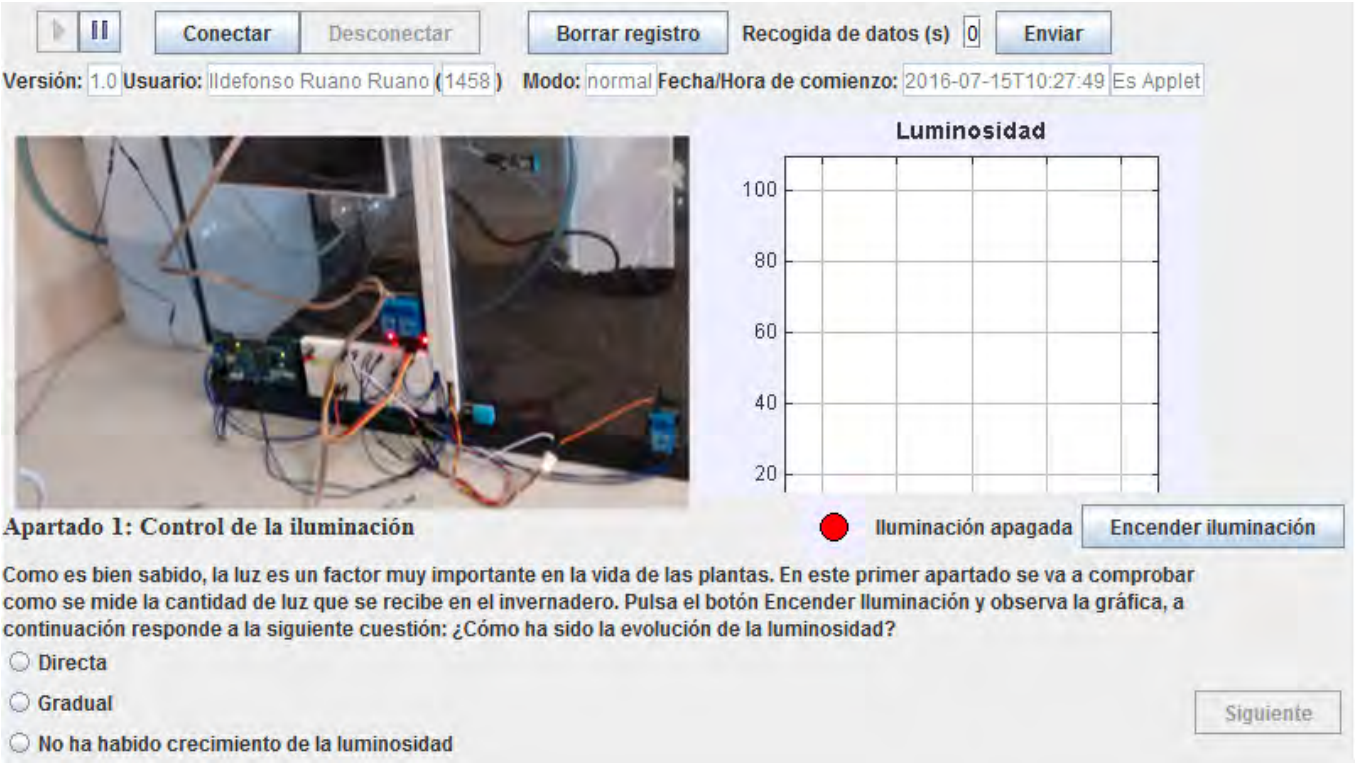
APARTADO 1: LABORATORIO REMOTO

Simplemente se pide completar los tres apartados que componen este laboratorio remoto contestando a las preguntas asociadas a cada uno de ellos. Al activar los actuadores se apreciará un cambio en las variables del sistema que ayudará al alumno a responder a la pregunta de manera correcta.

Los pasos a seguir para realizar una simulación de manera correcta son los siguientes:

- Realizar la conexión con el servidor pulsando el botón Conectar.
- Introducir el valor adecuado para la cadencia de recogida de datos. A continuación se indican dichos valores en función del apartado:
    - **Apartado 1 - Control de la iluminación**. El valor idóneo es 2 segs.
    - **Apartado 2 - Control del riego**. El valor idóneo es 4 segs.
    - **Apartado 3 - Control de la climatización**. El valor idóneo es 6 segs.
- Observar en la gráfica la traza que aparece y comprobar la evolución de la misma.
- Para finalizar, contestar a la pregunta seleccionando la respuesta que

consideres correcta y pulsar el botón ubicado abajo a la derecha. Una ventana emergente evaluará tu progreso al concluir el laboratorio remoto.



Como superar el bloque de Entorno de investigación

La puntuación máxima que se puede alcanzar en este bloque es de 25 puntos. Debes alcanzar al menos 15 puntos para completar y superar esta página. Una vez hayas completado tanto la simulación como el laboratorio remoto debes presionar el botón "Finalizar" que aparecerá en la aplicación EJS para almacenar tu puntuación en el LMS y avanzar a la siguiente página (Bloque 4-Cuestionarios finales).

Cuestionarios finales (Página 4)

FOTOSÍNTESIS

Evaluación final de las Prácticas del WebLab

MUY IMPORTANTE, LEER ANTES DE EMPEZAR A RESPONDER EL TEST

- Presta atención a las siguientes preguntas, lee tranquilamente el enunciado y contesta con tranquilidad.
- El objetivo de las mismas es saber si has asimilado correctamente los conocimientos que debes obtener.
- Fíjate en que si respondes correctamente recibirás 1 punto por cada pregunta, pero si lo haces de forma incorrecta te restará un punto. También puedes seleccionar la opción No Sabe/No Contesta", que no suma ni resta puntos.
- Para poder superar el test es necesario contestar a TODAS las preguntas de los dos cuestionarios.
- Sólo se tiene una oportunidad para contestar a cada uno de los cuestionarios, una vez pulses el botón "Enviar" ya no podrás volver a hacerlo.
- Al final de la página debes pulsar sobre el botón "Contestar Todo y Enviar" para mostrar tus resultados finales y enviarlos al LMS.
- No refresques el contenido de la página en el navegador, si lo haces se cargará la Página 1-Introducción y deberás volver a empezar todo el WebLab.

Cuestionario 1 Post-test
Test de respuesta verdadero/falso
Obligatorio (Al finalizar el módulo de simulaciones y laboratorio remoto)
Sobre la fotosíntesis, la respiración y la composición del aire
Notas: Sin requisitos de calificación para superar. Condición responder (no se permite respuesta en blanco). Intentos: 1

Cuestionario 1: Sobre la fotosíntesis, respiración y composición del aire

1.1 - La fotosíntesis es el proceso inverso a la respiración

○ Verdadero ○ Falso ○ No sabe/No contesta

1.2 - La respiración es el proceso inverso a la fotosíntesis

○ Verdadero ○ Falso ○ No sabe/No contesta

1.3 - La fotosíntesis es un proceso vital de todos los seres vivos

Verdadero Falso No sabe/No contesta

1.4 - La respiración es un proceso vital de todos los seres vivos

Verdadero Falso No sabe/No contesta

1.5 - La respiración es un proceso vital de las plantas

Verdadero Falso No sabe/No contesta

1.6 - La respiración es un proceso vital de todos los seres vivos

Verdadero Falso No sabe/No contesta

1.7 - En la fotosíntesis la planta produce CO_2 (dióxido de carbono) y consume O_2 (oxígeno)

Verdadero Falso No sabe/No contesta

1.8 - En la fotosíntesis la planta consume CO_2 (dióxido de carbono) y produce O_2 (oxígeno)

Verdadero Falso No sabe/No contesta

1.9 - Cuando una planta respira produce CO_2 (dióxido de carbono) y consume O_2 (oxígeno)

Verdadero Falso No sabe/No contesta

1.10 - Cuando una planta respira consume CO_2 (dióxido de carbono) y produce O_2 (oxígeno)

Verdadero Falso No sabe/No contesta

1.11 - Todos los seres vivos realizan la fotosíntesis

Verdadero Falso No sabe/No contesta

1.12 - Las plantas realizan la fotosíntesis solo durante el día

Verdadero Falso No sabe/No contesta

1.13 - Las plantas realizan la fotosíntesis tanto de día como de noche

Verdadero Falso No sabe/No contesta

1.14 - Las plantas solo respiran durante el día

Verdadero Falso No sabe/No contesta

1.15 - Las plantas solo respiran durante la noche

Verdadero Falso No sabe/No contesta

1.16 - Cuando la planta está realizando la fotosíntesis no está respirando.

Verdadero Falso No sabe/No contesta

1.17 - El aíre es una sustancia pura

Verdadero Falso No sabe/No contesta

1.18 - El aíre es una mezcla de varias sustancias

Verdadero Falso No sabe/No contesta

1.19 - El aire es principalmente está compuesto por Oxígeno

Verdadero Falso No sabe/No contesta

1.20 - El aire está principalmente está compuesto solo por Hidrógenos

Verdadero Falso No sabe/No contesta

1.21 - La sustancia en mayor proporción en el aire es el dióxido de carbono

Verdadero Falso No sabe/No contesta

1.22 - Las plantas acuáticas no pueden respirar porque están bajo el agua

Verdadero Falso No sabe/No contesta

1.23 - Los peces no pueden respirar porque están bajo el agua

Verdadero Falso No sabe/No contesta

1.24 - Las plantas acuáticas no pueden realizar la fotosíntesis porque están bajo el agua

Verdadero Falso No sabe/No contesta

1.25 - El aíre es una mezcla de aproximadamente por un 21% de Oxígeno y 78% de Nitrógeno

Verdadero Falso No sabe/No contesta

1.26 - El aíre es una mezcla de aproximadamente un 21% de Nitrógeno y 78% de Oxígeno

Verdadero Falso No sabe/No contesta

1.27 - El agua puede contener disueltos determinados gases, como por ejemplo el Oxígeno

Verdadero Falso No sabe/No contesta

1.28 - El agua puede contener disueltos determinados gases, como por ejemplo el Dióxido de Carbono

Verdadero Falso No sabe/No contesta

1.29 - Etimológicamente “Fotosíntesis” hace referencia a la síntesis realizada utilizando luz

Verdadero Falso No sabe/No contesta

1.30 - La fotosíntesis y la respiración ocurren tanto cundo hay luz como cuando no hay luz

Verdadero Falso No sabe/No contesta

1.31 - La fotosíntesis ocurre cuando hay luz, la respiración cuando no hay luz

Verdadero Falso No sabe/No contesta

1.32 - La fotosíntesis ocurre cuando hay luz, la respiración transcurre tanto en presencia como en ausencia de luz

Verdadero Falso No sabe/No contesta

1.33 - La fotosíntesis ocurre tanto cuando hay luz como en la oscuridad, sin embargo la respiración solo ocurre por la noche

Verdadero Falso No sabe/No contesta

1.34 - Las plantas no respiran y la fotosíntesis solo se produce en presencia de luz

Verdadero Falso No sabe/No contesta

1.35 - Diversos factores externos como temperatura, concentración de dióxido de carbono e intensidad lumínica pueden afectar al proceso fotosintético

Verdadero Falso No sabe/No contesta

1.36 - A mayor intensidad lumínica mayor tasa fotosintética

Verdadero Falso No sabe/No contesta

1.37 - A mayor intensidad lumínica menor tasa fotosintética

Verdadero Falso No sabe/No contesta

Enviar

Resultado del cuestionario 1

Como superar esta sección

Puedes superar esta sección (Cuestionarios Finales) si lees el contenido de esta página y respondes a TODAS las cuestiones planteadas.
Usa el tiempo que necesites para leer detenidamente las preguntas relacionadas con los conceptos de respiración y fotosíntesis.
Estos cuestionarios tratan de afianzar los conocimientos adquiridos sobre estos conceptos en las páginas anteriores con ayuda de las simulaciones y el Laboratorio Remoto.
Si completas satisfactoriamente esta parte habrás finalizado de manera correcta este WebLab.

Puedes comprobar el tiempo que has empleado en esta página y el resultado que has obtenido en la evaluación inicial de esta sección (Cuestionarios Finales) si pulsas el siguiente botón:

Comprobar, Enviar resultados al LMS y Continuar

Hora de entrada en la Página 4-Cuestionarios finales: 2016-07-15T10:51:13

TEORÍA SOBRE LOS CUESTIONARIOS

Teoría (Página 5)

A continuación en este último bloque se muestra la teoría asociada a los cuestionarios que se han trabajado en este WebLab. Dicha teoría debería ser ya conocida por el alumno, pero para afianzar los conocimientos adquiridos en este WebLab se muestra un resumen de los aspectos más importantes tratados. El alumno deberá leer detenidamente este resumen para comprobar si sus ideas preconcebidas (y las adquiridas tras trabajar en el entorno de investigación) concuerdan con la realidad.

LUZ Y OSCURIDAD

1. Próposito

El propósito del cuestionario anterior iba dirigido a provocar ideas a los estudiantes sobre cuando ocurren los procesos de fotosíntesis y de respiración. El sondeo está diseñado para revelar si los alumnos reconocen que las plantas respiran continuamente.

2. Explicación

La mejor respuesta es la siguiente: “La fotosíntesis ocurre cuando hay luz; la respiración ocurre tanto cuando hay luz como cuando hay oscuridad.” La palabra *fotosíntesis* significa “hacer con la luz.” Las plantas fotosintetizan durante el día cuando la luz solar está disponible (o en otros períodos cuando están expuestas a luz artificial). Las plantas capturan la energía lumínica procedente del Sol, que convierten posteriormente en energía química durante el proceso de fotosíntesis. Las células vegetales, como todas las demás células, necesitan energía para llevar a cabo sus procesos vitales.

La respiración celular es el proceso durante el cual las células toman oxígeno para romper azúcares y producir adenosín trifosfato (ATP) que puede ser utilizado por la célula. Este proceso no necesita luz, requiere una molécula de alimento como glucosa y oxígeno (para la respiración aeróbica). El proceso de respiración celular ocurre siempre que la célula necesita energía para llevar a cabo sus procesos vitales, sea de día o de noche. Un concepto erróneo muy común es pensar que las plantas fotosintetizan durante el día y realizan la respiración celular solo por la noche. Este error fue incluso perpetuado cuando los hospitales solían quitar las plantas de las habitaciones de los pacientes por las noches ¡para asegurar un suplemento de oxígeno adecuado para el paciente!

La luz es necesaria para ejecutar uno de los dos principales procesos de

reacción fotosintética. Esta reacción dependiente de la luz utiliza la energía proveniente del Sol para producir electrones de alta energía (que son almacenados en ATP y NADPH). Además esta reacción produce oxígeno como producto residual. Simultáneamente, un segundo conjunto de reacciones conocido como el ciclo de Calvin usa el ATP y el NADPH que se ha formado durante la reacción anterior para producir azúcares de alta energía. El ciclo de Calvin ocurre al mismo tiempo que la reacción dependiente de la luz dentro del cloroplasto. Las reacciones en el ciclo de Calvin pueden ocurrir con o sin luz, ya que no dependen de la luz. Por eso, las reacciones del ciclo de Calvin también pueden ser llamadas reacciones independientes de la luz o reacciones oscuras. Sin embargo, el proceso de fijación del carbono es dependiente de la luz en su totalidad porque sin la energía de la luz, los cloroplastos agotarían los ATP y los NADPH requeridos para la reacción y el ciclo de Calvin se detendría. Los alumnos que reconozcan que hay una reacción con luz y otra sin ella pueden creer erróneamente que la reacción sin luz solo puede ocurrir cuando haya oscuridad.

La fotosíntesis y la respiración celular ocurren en diferentes sitios dentro de la célula. La fotosíntesis ocurre en el cloroplasto y la respiración se da lugar en la mitocondria. El propósito principal de la fotosíntesis es fabricar el alimento que las plantas necesitan para llevar a cabo sus procesos o almacenarla para su uso posterior por la planta. Por otro lado, el objetivo principal de la respiración celular es liberar energía del alimento de las plantas, fabricadas para llevar a cabo sus procesos vitales. Las ideas que deben quedar claras con esta explicación son que la fotosíntesis requiere luz para que el proceso completo ocurra y que la respiración celular ocurre de manera continua independientemente de si hay o no luz.

3. Consideraciones curriculares e instructivas

3.1. Estudiantes de primaria

En los cursos de primaria, los alumnos aprenden que las plantas necesitan agua, luz solar, nutrientes y aire. Además se les introduce la idea de que las plantas fabrican su propio alimento y necesitan oxígeno del aire. Sin embargo, los detalles de los procesos de la fotosíntesis y la respiración celular deberán esperar hasta los estudios de secundaria.

3.2. Estudiantes de secundaria

En el instituto, los alumnos se apoyan en su entendimiento básico de que las plantas necesitan luz solar, agua y aire para entender el nexo entre estas necesidades y los procesos de fotosíntesis y respiración. Ellos cualitativamente aprenden que las plantas toman dióxido de carbono y agua y que utilizan la energía procedente del Sol para producir azúcares y oxígeno. Los detalles sobre el proceso, incluyendo la formación de ATP y NADPH son explicados más adelante en los estudios de bachillerato.

Los alumnos también aprenden que la respiración es un proceso celular en el

que los organismos toman oxígeno para romper azúcares y liberar energía. Sin embargo, el camino en el que estos procesos son presentados en el plan de estudios a menudo transmite el concepto erróneo de que la fotosíntesis es un proceso vegetal y la respiración es un proceso animal, o que los dos procesos en las plantas son opuestos (que uno ocurre durante el día y otro ocurre por la noche)

3.3. Estudiantes de bachillerato

Los estudiantes de bachillerato se basan en una comprensión descriptiva y básica de la fotosíntesis y la respiración celular para entender el proceso celular y molecular implicado en la sintetización del alimento y en la ruptura del propio alimento para liberar energía. Los alumnos pasan del entendimiento de las macroestructuras de la planta que toman agua y liberan gases y fabrican comida a un entendimiento de los orgánulos celulares incluyendo los cloroplastos y las mitocondrias.

Los estudiantes pueden profundizar su conocimiento examinando las reacciones específicas que ocurren en el interior de estas estructuras y la relación dentro de estas estructuras que facilita dichas reacciones, incluyendo las reacciones dependientes e independientes de la luz de la fotosíntesis y la respiración celular aerobia y anaerobia.

CLOROFILA

1. Próposito

El propósito del cuestionario anterior iba dirigido a provocar ideas a los estudiantes sobre una palabra científica que encuentran frecuentemente en el instituto, *clorofila*. La prueba está diseñada para revelar si los estudiantes saben que la clorofila es más que un pigmento. Sus respuestas revelarán si también reconocen que la principal función de la clorofila es absorber energía lumínica para la fotosíntesis.

2. Explicación

Las dos respuesta correctas son las opciones E y I. La clorofila es un pigmento ubicado en los cloroplastos de las células vegetales (al igual que muchos organismos unicelulares). La función primaria de la clorofila es absorber energía lumínica (opción E). Los cloroplastos convierten la energía lumínica en energía química usando la clorofila. La clorofila además confiere a la mayoría de las plantas el color verde característico (opción I), aunque esta es una función pasiva ya que la molécula de clorofila simplemente refleja la luz verde más que absorberla y eso hace que las plantas parezcan verdes a nuestros ojos. Sin embargo, su objetivo principal no es proporcionar color a las plantas sino más bien actuar como un fotorreceptor.

La clorofila es sólo una parte del orgánulo multicomponenente llamado cloroplasto. La estructura única de la molécula de clorofila le permite funcionar absorbiendo partículas de energía lumínica (fotones) de la luz solar y luego usarlos para excitar electrones. Estos electrones son pasados a otras moléculas en una larga y compleja reacción. Las otras moléculas presentes en la reacción convierten la energía obtenida de la luz solar en energía química, que es almacenada temporalmente en la primera parte de la fotosíntesis. Esta energía se usa luego cuando el carbono presente en el dióxido de carbono es asimilado hasta conseguir glucosa, proceso que ocurre durante la segunda parte de la fotosíntesis.

3. Consideraciones curriculares e instructivas

3.1. Estudiantes de primaria

En los cursos de primaria, los estudiantes se preguntan acerca de las diferencias entre las plantas y los animales y hacen preguntas como por ejemplo *"¿Cómo se alimentan las plantas?"*. Ellos aprenden que las plantas necesitan nutrientes y se les introduce la idea de que las plantas fabrican su propio alimento, más que adquirirlo como los animales, pero los conceptos relacionados con la fotosíntesis no son desarrollados hasta los cursos de secundaria.

3.2. Estudiantes de secundaria

En los cursos de secundaria, a los estudiantes se les introduce los procesos básicos de la fotosíntesis y hacen conexiones entre el asunto principal e ideas relacionadas con la energía, que son parte del entendimiento de este proceso vital para las plantas. Los alumnos aprenden sobre las células vegetales y como diferenciarlas de las células animales. Aunque los detalles relacionados a orgánulos celulares pueden esperar hasta los estudios de bachillerato, los estudiantes son iniciados en el conocimiento de los cloroplastos y del pigmento conocido como clorofila.

Estos términos son relacionados para facilitar su comprensión de la hoja como una estructura de la planta que toma dióxido de carbono y absorbe luz solar para conseguir energía que se usará en el proceso de la fotosíntesis. Los estudiantes examinan hojas a nivel microscópico y observan los cloroplastos dentro de las células de la hoja que llevan a cabo el proceso de la fotosíntesis.

3.3. Estudiantes de bachillerato

En los cursos de bachillerato, los alumnos profundizan su conocimiento de la fotosíntesis, incluyendo las moléculas involucradas. En este curso, los estudiantes deberían estar familiarizados con el término clorofila y saber que es un pigmento ubicado en el cloroplasto que absorbe energía lumínica, que el cloroplasto convierte en energía química. Además aprenden que existen dos tipos de clorofila en las plantas: clorofila A y clorofila B. También añaden a su

entendimiento el espectro visible de las longitudes de onda de la luz absorbida por las moléculas de clorofila para comprender por qué las plantas son verdes.

RESPIRACIÓN

1. Próposito

El propósito del cuestionario anterior iba dirigido a provocar ideas a los estudiantes sobre la respiración. El sondeo está diseñado para averiguar si los alumnos reconocen la respiración como un proceso que todo ser viviente realiza para obtener energía o si por el contrario, tienen un concepto más restrictivo y general de la respiración.

2. Explicación

Todo lo que hay en la lista utiliza el proceso de respiración. La respiración es un proceso esencial vital llevado a cabo por todos los organismos vivos (desde los unicelulares hasta los pluricelulares) para proveer la energía que los organismos necesitan para funcionar. La respiración aeróbica ocurre a dos niveles. A nivel de organismo, generalmente implica la toma de aire que contiene el oxígeno necesitado por las células y la eliminación del dióxido de carbono procedente del interior. A nivel celular, el oxígeno es usado para romper las moléculas de alimento para liberar la energía necesitada por las células para funcionar. El dióxido de carbono es liberado de la célula como un producto residual.

La mayoría de la gente, incluidos los estudiantes, entienden que los animales con alguna forma de sistema respiratorio, aspiran oxígeno del aire hacia sus sistemas respiratorios y exhalan dióxido de carbono. Esta gente normalmente equipara el intercambio de gases ocurrido durante la respiración aeróbica con la respiración más que con un proceso celular. Todos los animales respiran, pero no son los únicos organismos que lo hacen porque todos aquellos organismos vivos que estén compuestos por al menos una célula también respiran. Todas las células necesitan energía para funcionar, por lo que cada organismo debe llevar a cabo alguna forma de respiración celular independientemente de si tiene un sistema respiratorio, que incluye órganos como pulmones o branquias, o no.

Mientras que los diferentes tipos de organismos pueden realizar la respiración de diferentes maneras, todos los organismos utilizan la respiración para liberar energía mediante la ruptura de moléculas dentro de una célula. La respiración aeróbica trae consigo un intercambio de gases entre un organismo y su entorno. A veces este intercambio involucra a estructuras pluricelulares (por ejemplo, órganos) en un organismo que toma oxígeno y lo pone a disposición de las células. Por ejemplo, las plantas toman oxígeno a través de sus hojas y los animales toman oxígeno a través de sus pulmones o branquias donde es enviado el aire y usado posteriormente dentro de sus células para romper azúcares (alimento) y liberar energía. Los organismos unicelulares pueden

absorber oxígeno en una célula directamente desde el entorno. La respiración también puede ocurrir en ausencia de oxígeno, este tipo de respiración anaeróbica ocurre con algunos tipos de bacterias y hongos así como en las células musculares de los animales donde no hay oxígeno.

Los organismos en un estado precoz de desarrollo, como las larvas de mariposa dentro de su crisálida, huevos de rana y un pollo antes de nacer (dentro de su huevo) también respiran mediante la toma de oxígeno, poniéndolo a disposición de sus células y liberando energía de sus moléculas de alimentos. Todos ellos son organismos vivos que necesitan energía para desarrollarse. Bajo las condiciones adecuadas de temperatura y humedad, las semillas respiran tomando oxígeno, aunque pueden estar inactivas durante largos períodos de tiempo antes de su germinación.

Las plantas utilizan el oxígeno en el proceso de respiración, además también toman dióxido de carbono y liberan oxígeno en el proceso de fotosíntesis explicado anteriormente. Sin embargo, estos dos procesos no son opuestos ni son mutuamente exclusivos. La respiración en las plantas también ocurre durante la fotosíntesis.

3. Consideraciones curriculares e instructivas

3.1. Estudiantes de primaria

En los cursos de primaria, los alumnos distinguen entre organismos vivos y aquellos que no tienen vida y además aprenden que la mayoría de los organismos vivos necesitan aire. La aspiración a este nivel es normalmente igualada con la respiración y centrada en estructuras familiares de animales o plantas que toman oxígeno, como los pulmones, las branquias y las hojas. Mientras los alumnos investigan organismos unicelulares, aprenden que estos organismos tan simples también necesitan aire.

3.2. Estudiantes de secundaria

En los cursos de secundaria, los alumnos continúan aprendiendo sobre varias estructuras que toman oxígeno y la ponen a disposición de sus células, incluyendo las estructuras de los insectos y de los organismos acuáticos. En este nivel, los alumnos empiezan a asociar la toma de oxígeno con la necesidad de las células, desarrollando así una comprensión básica de la respiración celular sin entrar en detalles sobre la estructura de la célula o procesos biomecánicos.

Los estudiantes conectan la necesidad de oxígeno de las células con su entendimiento progresivo de la oxidación como un proceso que libera energía de los alimentos dentro de las células. En esta etapa, los alumnos deberían empezar a desarrollar la generalización de que todos los organismos respiran, pues todos los organismos vivos necesitan energía.

3.3. Estudiantes de bachillerato

En las clases de biología de bachillerato, los alumnos se basan en su comprensión de la respiración celular, obtenida en cursos anteriores, para examinar dicho proceso a nivel celular y molecular, incluyendo las estructuras eucariotas involucradas como las mitocondrias además de la respiración celular procariota.

Los estudiantes aprenden acerca de estos conceptos y distinguen entre los procesos de respiración aeróbica y respiración anaeróbica. Sin embargo, en este nivel, mientras que los alumnos aprenden sobre los procesos de la fotosíntesis con mayor detalle, algunos de ellos pueden creer que solamente los animales respiran y que la fotosíntesis es el proceso opuesto en las plantas.

ANEXO 15	
Título	Fichero Excel de resultados de uso del WebLab virtual de “Control PID de Motor CC”

	ALUMNO	ILIAS	Test Control		WebLab1P					Test Post-VRL			WebLab			Diferencia Post-Pre		
			Ptos	Nota	Acc	Tpo	TpoM	Ptos	Nota	Tpo	Ptos	Nota	Tpo	Ptos	Nota	Ptos	Nota	%
1	Álvarez De La Fuente, Francisco Javier	[fjaf0002]	12	4,29														
2	Arroyo Torres, Fabián	[fat00002]	8	2,86														
3	Buitrago Ibáñez, Lourdes	[lbi00001]	20	7,14	2	10	5	25,5	8,50	3,77	16	5,71	13,77	41,5	7,16	-4	-1,43	-14%
4	Bustos Moya, Antonio	[abm00036]	12	4,29	1	4	4			2,30	12	4,29	6,30	12	2,07	0	0	0%
5	Camacho Reyes, Alonso	[acr00075]	8	2,86	15	13	0,867			4,98	20	7,14	17,98	20	3,45	12	4,29	43%
6	Canalejo Expósito, Juan Carlos	[jcce0002]	4	1,43	3	23	7,667											
7	Cando Briceño, Washington Andrés	[wacb0001]	4	1,43	1	17	17											
8	Cano Fernández, Amador	[acf00005]	12	4,29	43	751	17,47	20,0	6,67	18,68	20	7,14	769,68	40	6,90	8	2,86	29%
9	Carmona Cazalilla, Antonio Mario	[amcc0005]	12	4,29	2	2	1						2,00	0	0,00			
10	Casanova González, Inmaculada	[icg00023]	16	5,71	4	13	3,25	27	9,00	2,23	20	7,14	15,23	47	8,10	4	1,43	14%
11	Castaño Blanco, Antonio D.	[acb00045]	20	7,14	3	6	2			2,78	16	5,71	8,78	16	2,76	-4	-1,43	-14%
12	Chica Ortuño, Juan	[jco00006]	20	7,14	11	206	18,73			3,05	20	7,14	209,05	20	3,45	0	0	0%
13	Cintas Cintas, Daniel	[dcc00031]	16	5,71	18	673	37,39	26,5	8,83	10,95	20	7,14	683,95	46,5	8,02	4	1,43	14%
14	Cobo Álvarez, David	[dca00005]	8	2,86														
15	Dorado Ortega, Rafael	[rdo00004]	12	4,29	11	169	15,36	22,5	7,50	4,65	28	10,00	173,65	50,5	8,71	16	5,71	57%
16	Extremera Jiménez, Alejandro Jesús Dr.	[ajej0001]	24	8,57	13	187	14,38	28	9,33	20,30	16	5,71	207,30	44	7,59	-8	-2,86	-29%
17	Fernández Hernández, Miguel Ángel	[mafh0002]	20	7,14	8	173	21,63	27,5	9,17	6,27	20	7,14	179,27	47,5	8,19	0	0	0%
18	Fernández Rosales, Guillermo	[gfr00008]	12	4,29	1	61	61			5,63	24	8,57	66,63	24	4,14	12	4,29	43%
19	Ferreira Gutiérrez, José María D.	[jmfg0009]	12	4,29	2	98	49											
20	García González, Antonio	[agg00112]	20	7,14	4	513	128,3	30	10,00	19,35	12	4,29	532,35	42	7,24	-8	-2,86	-29%
21	García Juárez, Antonio José	[ajgj0003]	20	7,14	7	46	6,571						46,00	0	0,00			
22	García Lendínez, Jesús	[jgl00026]	12	4,29	18	77	4,278	30	10,00	3,32	24	8,57	80,32	54	9,31	12	4,29	43%
23	García Orihuela, Jorge	[jgo00011]	12	4,29	2	35	17,5						35,00	0	0,00			
24	García Tamargo, Jaime	[jgt00014]	16	5,71	4	47	11,75						47,00	0	0,00			
25	Garrido Izquierdo, Ana	[agi00004]	12	4,29														
26	González Baos, Ana Patricia	[apgb0001]	16	5,71	26	168	6,462	22	7,33	5,93	12	4,29	173,93	34	5,86	-4	-1,43	-14%
27	González Lozano, Ismael	[igl00012]	12	4,29	18	282	15,67	17,5	5,83	4,75	8	2,86	286,75	25,5	4,40	-4	-1,43	-14%
28	González Muñoz, Myriam	[mgm00043]	8	2,86	8	8	1	23,5	7,83	0,95	12	4,29	8,95	35,5	6,12	4	1,43	14%
29	Hernández Romero, Soraya	[shr00003]	8	2,86	1	11	11						11,00	0	0,00			
30	Ibañez López, Cristóbal	[cil00002]	8	2,86	3	26	8,667						26,00	0	0,00			
31	Jiménez Pérez, Juan Alberto	[jajp0003]	12	4,29	2	64	32	30	10,00	2,60	28	10,00	66,60	58	10,00	16	5,71	57%
32	Justicia López, Francisco	[fjl00003]	8	2,86	14	567	40,5	22,5	7,50	3,42	28	10,00	570,42	50,5	8,71	20	7,14	71%
33	Latorre Lerma, Carlos	[cll00012]	8	2,86	3	120	40						120,00	0	0,00			
34	López Torrente, Gabriel	[glt00002]	4	1,43	27	18	0,667			1,48	8	2,86	19,48	8	1,38	4	1,43	14%
35	Marcos Rubio, Ana María	[ammr0014]	4	1,43														
36	Martínez Aranda, Daniel	[dma00012]	8	2,86														
37	Mena Fernández, Rubén	[rmf00013]	4	1,43														
38	Milla De La Torre, Javier	[jmt00020]	4	1,43														

39	Montoro Fernández, Pablo	[pmf00011]	4	1,43														
40	Moreno Barranco, Rafael	[rmb00025]	8	2,86	17	134	7,882	29	9,67	2,78	28	10,00	136,78	57	9,83	20	7,14	71%
41	Moreno Buesa, Sergio	[smb00016]	12	4,29														
42	Nacio Martos, Felipe	[fnm00004]	12	4,29														
43	Napiorkowska, Joanna	[jn000003]	8	2,86														
44	Nieto Albarrán, Hugo Rafael	[hrna0001]	16	5,71	6	129	21,5	8	2,67				129,00	8	1,38			
45	Nieto Sánchez, Gloria	[gns00001]	16	5,71	7	321	45,86						321,00	0	0,00			
46	Parras Rodríguez, Antonio Jesús	[ajpr0003]	16	5,71	4	5	1,25						5,00	0	0,00			
47	Pérez Carrasco, María De Los Ángel Dña	[mapc0020]	0	0,00	2	8	4						8,00	0	0,00			
48	Pérez Jiménez, Mercedes	[mpj00011]	16	5,71	3	71	23,67			3,15	20	7,14	74,15	20	3,45	4	1,43	14%
49	Pérez Martínez, Manuel	[mpm00056]	8	2,86														
50	Pérez Rubio, Carlos	[cpr00019]	12	4,29	15	223	14,87	27	9,00	17,50	24	8,57	240,50	51	8,79	12	4,29	43%
51	Pérez Serrano, Antonio	[aps00028]	8	2,86														
52	Portellano Padilla, Daniel D.	[dpp00014]	16	5,71	11	104	9,455	27	9,00	9,73	16	5,71	113,73	43	7,41	0	0	0%
53	Ramírez Ávila, Jairo	[jra00015]	16	5,71	2	55	27,5						55,00	0	0,00			
54	Rico López, Juan	[jrl00030]	8	2,86	27	867	32,11	29	9,67	10,25	24	8,57	877,25	53	9,14	16	5,71	57%
55	Robles Gámez, Sergio	[srg00026]	12	4,29														
56	Robles López, Francisco José	[fjrl0010]	20	7,14	7	149	21,29	10	3,33				149,00	10	1,72			
57	Rodríguez Extremera, José Manuel	[jmre0002]	8	2,86	6	182	30,33	27,5	9,17	6,57	16	5,71	188,57	43,5	7,50	8	2,86	29%
58	Rodríguez León, María Luisa	[mlrl0003]	8	2,86														
59	Rodríguez Moral, Pablo	[prm00019]	16	5,71	8	284	35,5	29	9,67	5,92	12	4,29	289,92	41	7,07	-4	-1,43	-14%
60	Romero Cámara, Andrés	[arc00069]	16	5,71														
61	Rosas Centeno, Manuel	[mrc00029]	8	2,86	1	34	34						34,00	0	0,00			
62	Sánchez Díaz, Jaime	[jsd00005]	12	4,29	1	2	2						2,00	0	0,00			
63	Segura Castillo, Alicia	[asc00053]	12	4,29	23	52	2,261	27,5	9,17	2,30	28	10,00	54,30	55,5	9,57	16	5,71	57%
64	Segura Román, José Antonio D.	[jasr0009]	12	4,29						1,5	16	5,71	1,50	16	2,76	4	1,43	14%
65	Serrano López, Francisco Jesús	[fjsl0009]	20	7,14	2	14	7						14,00	0	0,00			
66	Siles Cruz, Pablo	[psc00004]	8	2,86	3	70	23,33						70,00	0	0,00			
67	Talavera Expósito, Jesús	[jte00002]	8	2,86														
68	Torres Ceacero, Juan Jose	[jjtc0002]	12	4,29	6	133	22,17	27	9,00	5,42	12	4,29	138,42	39	6,72	0	0	0%
69	Úbeda González, Pablo	[pug00001]	8	2,86														
70	Villar Burgos, Santiago	[svb00003]	8	2,86														
71	Yaremchuk Yaremchuk, Sergio	[syy00001]	16	5,71	7	192	27,43	9	3,00				192	9	1,55			
					8,7	50				6,42								
						148,3	19,87											
	Alumnos en grupo control	170							22		30							

Test Control	Superado el Test	22	30,99%	
	No Superado el Test	49	69,01%	%
	Total	71	100,00%	
	Promedio nota de No Superado Test	3,18	1,10	
	Promedio Nota de Superado Test	6,36	0,85	SD
	Promedio Nota Total	4,16	1,80	

VRL	Entraron	50	100,00%	
	Obtuvieron puntos	25	50,00%	
	Superaron VRL	22	44,00%	
	Promedio Obtuvieron Puntos	8	2,17732	SD
	Promedio Superaron VRL	8,72	1,13784	

Test Post VRL	Superado el Test	22	73,33%	
	No Superado el Test	8	26,67%	
	Total	30	100,00%	
	Promedio Nota de No Superado Test	3,93	0,66	
	Promedio Nota de Superado Test	7,66	1,62	
	Promedio Total	6,67	2,20	

Difs	Mejoraron Nota	18	60,00%	
	Ni empeoran ni mejoran	5	16,67%	
	Empeoraron Nota	7	23,33%	
	Total	30	100,00%	
	Promedio Mejora Nota de los que Mejoran Nota	3,81	38,10%	2,08
	Promedio Bajada Nota de los que no Mejoran Nota	-1,84	-18,37%	0,7
	Promedio Diferencia Nota	1,86	18,57%	2,98

Hay alumnos que no superaron VRL e hicieron test (MAL!!!!) hay que quitar sus resultados del test final

	ALUMNO	ILIAS	Test Control		Intro			Teoria-Test			VRL			Test Post-VRL			WebLab					Diferencia Post-Pre		
			Ptos	Nota	Tpo	Ptos	Nota	Tpo	Ptos	Nota	Tpo	Ptos	Nota	Tpo	Ptos	Nota	Accesos	Tpo	TpoM	Ptos	Nota	Ptos	Nota	%
1	Acevedo Díaz, Diego Manuel	[dmad0001]	4	1,43																				
2	Aguayo Ruiz, Francisco	[far00009]	20	7,14	1	4	10,00	24	23	8,21	120	28	9,33	6,68	24	8,57	6	164	27,3	79	8,78	4	1,4286	14%
3	Armenteros Martos, Francisco José	[fjam0006]	12	4,29	3	4	10,00	27	19	6,79	79	27,5	9,17	4,33	8	2,86	9	111	12,3	58,5	6,50	-4	-1,429	-14%
4	Bocanegra García, José Luis	[jlbg0002]	8	2,86	5	4	10,00	31	20	7,14	85	30	10,00	11,1	20	7,14	9	122	13,6	74	8,22	12	4,2857	43%
5	Borrego Robles, Álvaro	[abr00014]	8	2,86	6	4	10,00	60	28	10,00	120	30	10,00	4,22	28	10,00	16	301	18,8	90	10,00	20	7,1429	71%
6	Cañas Crespo, Juan Manuel	[jmcc0023]	8	2,86	15	4	10,00	120	28	10,00	120	29	9,67	13	24	8,57	10	558	55,8	85	9,44	16	5,7143	57%
7	Cabrera Díaz, Joaquín	[jcd00015]	20	7,14	4	4	10,00	11	28	10,00	30	30	10,00	1,57	20	7,14	12	45	3,8	82	9,11	0	0	0%
8	Campos Jódar, Diego	[dcj00005]	20	7,14	2	4	10,00	4	23	8,21	7						20	38	1,9	27	3,00			
9	Carrillo Ortega, Alejandro	[aco00020]	20	7,14																				
10	Castellano Rubio, Juan	[jcr00038]	12	4,29	3	4	10,00	31	24	8,57	72	9	3,00				2	107	53,5	37	4,11			
11	Chamorro Bonilla, Fátima	[fcb00009]	20	7,14	4	4	10,00	42	28	10,00	97	25	8,33	10,8	28	10,00	14	144	10,3	85	9,44	8	2,8571	29%
12	Cifuentes González, Ángel	[acg00091]	16	5,71	1	4	10,00	28	23	8,21	49	23,5	7,83	4,23	16	5,71	8	78	9,8	66,5	7,39	0	0	0%
13	Coca Martínez, Julián	[jcm00044]	16	5,71	1	4	10,00	92	23	8,21	120	27	9,00	5,92	16	5,71	19	272	14,3	70	7,78	0	0	0%
14	Contreras De La Torre, María Lucía	[mlct0004]	16	5,71	1	4	10,00	20	19	6,79	16						6	37	6,2	23	2,56			
15	Contreras Siles, Rocío	[rcs00025]	0	0,00																				
16	Cortés Cortés, Francisco José	[fjcc0015]	20	7,14	1	4	10,00	48	28	10,00	11	27	9,00	1,55	12	4,29	3	60	20,0	71	7,89	-8	-2,857	-29%
17	Díaz Jiménez, Alejandro	[adj00001]	16	5,71	4	4	10,00	9	23	8,21	13						1	27	27,0	27	3,00			
18	Díaz Porras, Ana María	[amdp0003]	4	1,43																				
19	De La Torre Pérez, Antonio D.	[atp00011]	8	2,86																				
20	El Khamal , Achraf	[ae000011]	8	2,86	1	4	10,00	120	18	6,43	1						3	181	60,3	22	2,44			
21	Fernández Expósito, Jorge Manuel D.	[jmfe0001]	8	2,86	2	4	10,00	21	24	8,57	22						5	46	9,2	28	3,11			
22	Fernández Solas, Álvaro	[afs00013]	20	7,14	3	4	10,00	41	28	10,00	76	29,5	9,83	8,15	28	10,00	6	121	20,2	89,5	9,94	8	2,8571	29%
23	Fuentes Ramírez, Antonio Jesús	[ajfr0001]	4	1,43																				
24	Galán Moral, Belén	[bgm00016]	8	2,86																				
25	Gallego Tauste, Cristóbal	[cgt00008]	8	2,86	5	4	10,00	116	28	10,00	120	26,5	8,83	11	12	4,29	23	273	11,9	70,5	7,83	4	1,4286	14%
26	Gómez García, Juan Jesús	[jjgg0009]	12	4,29	4	4	10,00	96	28	10,00	63	27	9,00	7,38	24	8,57	6	164	27,3	83	9,22	12	4,2857	43%
27	García Rodríguez, Jorge Luis	[jlgr0005]	12	4,29	3	4	10,00	29	28	10,00	59	30	10,00	12,1	12	4,29	9	93	10,3	74	8,22	0	0	0%
28	Garrido García, Miguel Ángel	[magg0028]	12	4,29	3	4	10,00	120	28	10,00	120	27	9,00	9,92	8	2,86	14	263	18,8	67	7,44	-4	-1,429	-14%
29	Garzón Moreno, Joaquín	[jgm00079]	8	2,86	1	4	10,00	9	18	6,43	2						1	12	12,0	22	2,44			
30	González Rodríguez, Tomás	[tgr00004]	12	4,29																				
31	González Roldán, Antonio José	[ajgr0008]	8	2,86	1	4	10,00	9	28	10,00	38	25	8,33	2,57	12	4,29	8	48	6,0	69	7,67	4	1,4286	14%
32	Gordo Toledano, Álvaro	[agt00025]	12	4,29	5	4	10,00	66	28	10,00	120	27	9,00	2,72	28	10,00	14	202	14,4	87	9,67	16	5,7143	57%
33	Guirado Cárdenas, José Antonio	[jagc0013]	8	2,86	5	4	10,00	32	28	10,00	76	26,5	8,83	3,13	8	2,86	17	115	6,8	66,5	7,39	0	0	0%
34	Gutiérrez Castillo, Lorenzo Jesús	[ljgc0003]	4	1,43	16	4	10,00	120	28	10,00	53	27	9,00	10,1	16	5,71	12	243	20,3	75	8,33	12	4,2857	43%
35	Guzmán Puche, Ignacio	[igp00017]	16	5,71	1	4	10,00	14	28	10,00	43	30	10,00	2,92	28	10,00	8	59	7,4	90	10,00	12	4,2857	43%
36	Higueras Parras, Alba María	[amhp0001]	20	7,14	34	4	10,00	113	28	10,00	120	25	8,33	9,65	24	8,57	11	284	25,8	81	9,00	4	1,4286	14%
37	Jiménez Cebrián, Sergio	[sjc00001]	20	7,14	1	4	10,00	4	23	8,21	15						1	20	20,0	27	3,00			
38	López García, Oscar	[olg00001]	12	4,29	1	4	10,00	28	18	6,43	120						5	1300	260,0	22	2,44			
39	López González, Carlos	[clg00010]	12	4,29																				
40	López Palomino, Isabel	[ilp00006]	8	2,86	4	4	10,00	97	28	10,00	120	30	10,00	2,68	28	10,00	21	231	11,0	90	10,00	20	7,1429	71%
41	Linares Ureña, Antonio	[alu00001]	4	1,43	1	4	10,00										1	0	0,0	4	0,44			
42	Lozano Cano, Luis Ángel	[lalc0002]	12	4,29	1	4	10,00	9	18	6,43	15						6	26	4,3	22	2,44			
43	Martínez Carrillo, Antonio Javier	[ajmc0007]	28	10,00	2	4	10,00	6	24	8,57	11	30	10,00	1,12	28	10,00	6	20	3,3	86	9,56	0	0	0%
44	Martínez Martínez, María José	[mjmm0006]	16	5,71	2	4	10,00	52	28	10,00	120	27	9,00	22,5	8	2,86	1	207	207,0	67	7,44	-8	-2,857	-29%
45	Morales Ballesteros, Francisco	[fmb00013]	4	1,43	1	4	10,00	120	28	10,00	115	8	2,67				6	283	47,2	40	4,44			
46	Moral Parras, José Antonio	[jamp0015]	20	7,14	10	4	10,00	12	28	10,00	59	27,5	9,17	4,6	20	7,14	10	81	8,1	79,5	8,83	0	0	0%

47	Muñoz Fernández, Marcos	[mmf00021]	16	5,71	3	4	10,00	39	23	8,21	21	30	10,00	7,25	16	5,71	3	63	21,0	73	8,11	0	0	0%
48	Muñoz Perez Vico, Jorge	[jmp00046]	16	5,71	2	4	10,00	41	24	8,57	1						6	45	7,5	28	3,11			
49	Ortega Vázquez, Enrique Manuel	[emov0001]	16	5,71	7	4	10,00	48	18	6,43	97	28	9,33	6,87	28	10,00	3	152	50,7	78	8,67	12	4,2857	43%
50	Ouali El Bahri, Soukaina	[soe00006]	12	4,29	22	4	10,00	60	28	10,00	120	8	2,67				11	377	34,3	40	4,44			
51	Palomar Torres, Amalia	[apt00010]	16	5,71	1	4	10,00	13	23	8,21	9	27	9,00	3,08	20	7,14	3	23	7,7	74	8,22	4	1,4286	14%
52	Pérez Sanjuan, David	[dps00003]	8	2,86	9	4	10,00	37	24	8,57	120	27	9,00	10,7	12	4,29	8	180	22,5	67	7,44	4	1,4286	14%
53	Peinado Salas, Miguel Ángel	[maps0005]	4	1,43																				
54	Prieto Serrano, Rubén	[rps00010]	12	4,29	2	4	10,00	38	14	5,00	51	27	9,00	1,77	28	10,00	1	92	92,0	73	8,11	16	5,7143	57%
55	Puerma Jiménez, Álvaro	[apj00015]	28	10,00	2	4	10,00	15	23	8,21	42	30	10,00	9,52	28	10,00	1	59	59,0	85	9,44	0	0	0%
56	Quesada Ballesteros, Luis	[lqb00002]	12	4,29	1	4	10,00	45	28	10,00	89	24	8,00	3,77	16	5,71	7	136	19,4	72	8,00	4	1,4286	14%
57	Quesada Romero, Antonio	[aqr00005]	20	7,14	1	4	10,00	5	28	10,00	32	25	8,33	4,77	24	8,57	10	40	4,0	81	9,00	4	1,4286	14%
58	Ramírez Haro, David Jesús David	[djrh0001]	16	5,71	2	4	10,00	79	28	10,00	120	27	9,00	9,92	28	10,00	2	291	145,5	87	9,67	12	4,2857	43%
59	Rivero Torres, Manuel D	[mrt00016]	16	5,71	1	4	10,00	17	28	10,00	46	30	10,00	4,87	24	8,57	9	65	7,2	86	9,56	8	2,8571	29%
60	Roa Señoret, Manuel	[mrs00023]	4	1,43	2	4	10,00	120	28	10,00	100	26,5	8,83	6,85	28	10,00	1	311	311,0	86,5	9,61	24	8,5714	86%
61	Rodrigo Bonachela, Manuel	[mrb00006]	8	2,86	7	4	10,00	54	28	10,00	101						6	162	27,0	32	3,56			
62	Ruiz Olivencia, Francisco Manuel	[fmro0001]	12	4,29	1	4	10,00	1	28	10,00	34	27,5	9,17	1,38	24	8,57	2	37	18,5	83,5	9,28	12	4,2857	43%
63	Ruiz Salcedo, José Gil	[jgrs0001]	16	5,71	3	4	10,00	54	23	8,21	24	27	9,00	17,1	16	5,71	10	82	8,2	70	7,78	0	0	0%
64	Serrano Baldonedo, Micaela	[msb00014]	8	2,86	1	4	10,00	19	14	5,00	1						3	22	7,3	18	2,00			
65	Terrados López, Julia María	[jmtl0005]	20	7,14	4	4	10,00	30	28	10,00	120	22	7,33	6,47	24	8,57	4	904	226,0	78	8,67	4	1,4286	14%
66	Torre Bayo, Javier De La	[jtb00004]	4	1,43																				
67	Torrijos Ortega, Sergio	[sto00003]	16	5,71	2	4	10,00	63	28	10,00	71	29	9,67	4,3	20	7,14	11	137	12,5	81	9,00	4	1,4286	14%
68	Valverde Cruz, Mario	[mvc00023]	8	2,86	7	4	10,00	31	28	10,00	120	30	10,00	3,38	28	10,00	9	254	28,2	90	10,00	20	7,1429	71%
69	Vico Aguilar, Rubén	[rva00006]	16	5,71													10	37	3,7					

Alumnos en grupo base 169

Test Control	Superado el Test	29	42,03%	
	No Superado el Test	40	57,97%	
	Total	69	100,00%	
	Promedio nota de No Superado Test	2,96	1,18	
	Promedio Nota de Superado Test	6,60	1,17	SD
	Promedio Nota Total	4,49	2,15	

Intro	Entraron	57	100,00%	
	Obtuvieron puntos	57	100,00%	
	Superaron Página	57	100,00%	
	Promedio Nota Obtuvieron Puntos	10	0	
	Promedio Nota Superaron Página	10	0	
	Promedio Tpo (minutos) en Página	4,18	5,69	SD

Teoría	Entraron	56	100,00%	
	Obtuvieron puntos	56	100,00%	
	Superaron Página	56	100,00%	
	Promedio Nota Obtuvieron Puntos	9	1,450607	
	Promedio Nota Superaron Página	9		SD
	Promedio Tpo (minutos) en Página	46,25	37,56	

VRL	Entraron	56	100,00%	
	Obtuvieron puntos	44	78,57%	
	Superaron VRL	41	73,21%	
	Promedio Nota Obtuvieron Puntos	9		
	Promedio Nota Superaron VRL	9,18		
	Promedio Tpo (minutos) en Página	66,89		

Test Post-VRL	Superado el Test	32	78,05%	
	No Superado el Test	9	21,95%	
	Total	41	100,00%	
	Promedio Nota de No Superado Test	3,65	0,75	
	Promedio Nota de Superado Test	8,39	1,65	SD
	Promedio Total	7,35	2,49	

Difs	Mejoraron Nota	27	65,85%	
	Ni empeoran ni mejoran	10	24,39%	
	Empeoraron Nota	4	9,76%	
	Total	41	100,00%	
	Promedio Mejora Nota de los que Mejoran Nota	3,70	37,04%	2,2152
	Promedio Bajada Nota de los que no Mejoran Nota	-2,14	-21,43%	0,8248
	Promedio Diferencia Nota	2,23	22,30%	2,8039

#	Alumno	test	WebLab	Tpo	Ptos	Nota	Examen	E3	NOTA FINAL
63	Segura Castillo, Alicia	4,3	23	2,30	28	10,00			
40	Moreno Barranco, Rafael	2,9	17	2,78	28	10,00	1	1,25	2,9
32	Justicia López, Francisco	2,9	14	3,42	28	10,00	1	0,9	1,6
15	Dorado Ortega, Rafael	4,3	11	4,65	28	10,00	1	1,1	2,6
31	Jiménez Pérez, Juan Alberto	4,3	2	2,60	28	10,00	1	3,85	6,4
54	Rico López, Juan	2,9	27	10,25	24	8,57	1	0,25	1,6
22	García Lendínez, Jesús	4,3	18	3,32	24	8,57	1	1,9	2,6
50	Pérez Rubio, Carlos	4,3	15	17,50	24	8,57	1	5	7,7
8	Cano Fernández, Amador	4,3	43	18,68	20	7,14			
13	Cintas Cintas, Daniel	5,7	18	10,95	20	7,14	1	3,5	6,5
17	Fernández Hernández, Miguel Ángel	7,1	8	6,27	20	7,14	1	3,25	6,7
10	Casanova González, Inmaculada	5,7	4	2,23	20	7,14	1	3,25	6,6
16	Extremera Jiménez, Alejandro Jesús Dr.	8,6	13	20,30	16	5,71	1	3,6	7,4
52	Portellano Padilla, Daniel D.	5,7	11	9,73	16	5,71	1	2,85	6,9
57	Rodríguez Extremera, José Manuel	2,9	6	6,57	16	5,71	1	2,5	6,3
3	Buitrago Ibáñez, Lourdes	7,1	2	3,77	16	5,71	1	4,35	7,1
26	González Baos, Ana Patricia	5,7	26	5,93	12	4,29	1	3,6	6,7
59	Rodríguez Moral, Pablo	5,7	8	5,92	12	4,29	1	2,65	5,6
28	González Muñoz, Myriam	2,9	8	0,95	12	4,29	1	1	2,2
68	Torres Ceacero, Juan Jose	4,3	6	5,42	12	4,29	1	3,35	6,3
20	García González, Antonio	7,1	4	19,35	12	4,29	1	2,85	2,9
27	González Lozano, Ismael	4,3	18	4,75	8	2,86	1	2,7	6
34	López Torrente, Gabriel	1,4	27						
5	Camacho Reyes, Alonso	2,9	15				1	3,75	6,4
12	Chica Ortuño, Juan	7,1	11				1	1	2,5
21	García Juárez, Antonio José	7,1	7				1	1	2,6
56	Robles López, Francisco José	7,1	7				1	3,75	6,7
45	Nieto Sánchez, Gloria	5,7	7				1	2,5	5,6
71	Yaremchuk Yaremchuk, Sergio	5,7	7				1	2,5	5,5
44	Nieto Albarrán, Hugo Rafael	5,7	6				1	2,35	2,4
24	García Tamargo, Jaime	5,7	4				1	0,25	1,4
46	Parras Rodríguez, Antonio Jesús	5,7	4				1	2,5	6

11	Castaño Blanco, Antonio D.	7,1	3				1	2,95	5,6
48	Pérez Jiménez, Mercedes	5,7	3				1	4,35	7
30	Ibañez López, Cristóbal	2,9	3				1	0,85	2,6
33	Latorre Lerma, Carlos	2,9	3				1	0	2,6
66	Siles Cruz, Pablo	2,9	3						
6	Canalejo Expósito, Juan Carlos	1,4	3						
65	Serrano López, Francisco Jesús	7,1	2				1	2,85	5,6
53	Ramírez Ávila, Jairo	5,7	2				1	0,85	2,3
9	Carmona Cazalilla, Antonio Mario	4,3	2						
19	Ferreira Gutiérrez, José María D.	4,3	2				1	0,5	2,9
23	García Orihuela, Jorge	4,3	2				1	2	2,1
47	Pérez Carrasco, María De Los Ángel Dña	0	2				1	2,1	2,1
4	Bustos Moya, Antonio	4,3	1				1	1,1	2,7
18	Fernández Rosales, Guillermo	4,3	1				1	1,25	1,3
62	Sánchez Díaz, Jaime	4,3	1				1	4,35	4,4
29	Hernández Romero, Soraya	2,9	1				1	1,35	2,3
61	Rosas Centeno, Manuel	2,9	1				1	1,15	2,2
7	Cando Briceño, Washington Andrés	1,4	1						
60	Romero Cámara, Andrés	5,7					1	0	0,5
1	Álvarez De La Fuente, Francisco Javier	4,3					1	0,75	2,1
25	Garrido Izquierdo, Ana	4,3					1	1	2
41	Moreno Buesa, Sergio	4,3					1	2,5	6,1
42	Nacio Martos, Felipe	4,3					1	2,25	2,3
55	Robles Gámez, Sergio	4,3					1	1,75	2,1
64	Segura Román, José Antonio D.	4,3					1	2,35	2,4
2	Arroyo Torres, Fabián	2,9					1	2,6	6,4
14	Cobo Álvarez, David	2,9					1	0	2,3
36	Martínez Aranda, Daniel	2,9							
43	Napiorkowska, Joanna	2,9					1	1,75	3,3
49	Pérez Martínez, Manuel	2,9					1	1,1	2,4
51	Pérez Serrano, Antonio	2,9					1	1,25	1,9
58	Rodríguez León, María Luisa	2,9					1	0	0,9
67	Talavera Expósito, Jesús	2,9					1	0,75	1,6

69	Úbeda González, Pablo	2,9					1	0,25	0,5
70	Villar Burgos, Santiago	2,9							
35	Marcos Rubio, Ana María	1,4					1	0,5	1,6
37	Mena Fernández, Rubén	1,4							
38	Milla De La Torre, Javier	1,4							
39	Montoro Fernández, Pablo	1,4					1	1	1,5
							Promedio		3,79
							SD		2,18

						Tª Asociada							Examen 1ª Convocatoria						
						Promedio	SD	#	Promedio	SD	%	Superación	Promedio	SD	#	Promedio	SD	%	Superación
50	Entran WebLab	16	Superan Test final	14	Se presentan examen	5,36	2,83	9	7,14	1,52	56,25%	Superan	5,21	2,33	9	6,84	0,47	56,25%	Superan
								5	2,16	1,19	31,25%	No Superan			5	2,26	0,61	31,25%	No Superan
				2	No se presentan a examen			2			12,50%	No Presentado			2			12,50%	No Presentado
		34	No superan Test final	29	Se presentan examen	4,23	2,47	14	6,38	1,33	41,18%	Superan	3,95	1,92	12	6,08	0,53	35,29%	Superan
								15	2,23	1,30	44,12%	No Superan			17	2,44	0,67	50,00%	No Superan
				5	No se presentan a examen			5			14,71%	No Presentado			5			14,71%	No Presentado
21	Hacen Test No entran WebLab			17	Se presentan examen	2,33	1,79	2	5,10	0,14	9,52%	Superan	2,35	1,63	2	6,25	0,21	9,52%	Superan
								15	1,96	1,56	71,43%	No Superan			15	1,83	0,76	71,43%	No Superan
				4	No se presentan a examen			4			19,05%	No Presentado			4			19,05%	No Presentado

55

WebLab (superado o no)	21	42,00%	superan
	22	44,00%	no superan
	7	14,00%	no presenta
	50	100,00%	

	ALUMNO	test	weblab	test final	Examen	E3	NOTA FINAL
1	Ortega Vázquez, Enrique Manuel	5,71428571	7	10	1	3,1	6,7625
2	Valverde Cruz, Mario	2,85714286	7	10	1	0	1,35
3	Borrego Robles, Álvaro	2,85714286	6	10	1	3,1	7,05
4	Gordo Toledano, Álvaro	4,28571429	5	10	1	2,5	5,525
5	Chamorro Bonilla, Fátima	7,14285714	4	10	1	3,25	3,25
6	López Palomino, Isabel	2,85714286	4	10	1	3,25	5,8375
7	Fernández Solas, Álvaro	7,14285714	3	10	1	4,6	8,325
8	Martínez Carrillo, Antonio Javier	10	2	10	1	3,85	7
9	Puerma Jiménez, Álvaro	10	2	10	1	2,1	2,1
10	Ramírez Haro, David Jesús David	5,71428571	2	10	1	3	6,9
11	Prieto Serrano, Rubén	4,28571429	2	10	1	1,4	1,9
12	Roa Señoret, Manuel	1,42857143	2	10	1	0,4	2,05
13	Guzmán Puche, Ignacio	5,71428571	1	10	1	1,1	2,3
14	Higueras Parras, Alba María	7,14285714	34	8,57142857	1	2,6	5,7
15	Cañas Crespo, Juan Manuel	2,85714286	15	8,57142857			
16	Terrados López, Julia María	7,14285714	4	8,57142857	1	4,25	7,6875
17	Gómez García, Juan Jesús	4,28571429	4	8,57142857	1	3,35	7,2625
18	Aguayo Ruiz, Francisco	7,14285714	1	8,57142857	1	0,5	2,6
19	Quesada Romero, Antonio	7,14285714	1	8,57142857	1	3,1	6,625
20	Rivero Torres, Manuel D	5,71428571	1	8,57142857			
21	Ruiz Olivencia, Francisco Manuel	4,28571429	1	8,57142857			
22	Moral Parras, José Antonio	7,14285714	10	7,14285714	1	4,5	8,2625
23	Bocanegra García, José Luis	2,85714286	5	7,14285714	1	2,5	5,25
24	Cabrera Díaz, Joaquín	7,14285714	4	7,14285714	1	3,35	3,35
25	Torrijos Ortega, Sergio	5,71428571	2	7,14285714	1	2,1	2,1
26	Palomar Torres, Amalia	5,71428571	1	7,14285714	1	2,1	2,85
27	Gutiérrez Castillo, Lorenzo Jesús	1,42857143	16	5,71428571	1	0,85	2,1
28	Muñoz Fernández, Marcos	5,71428571	3	5,71428571	1	2,15	2,15
29	Ruiz Salcedo, José Gil	5,71428571	3	5,71428571	1	2,15	2,4
30	Cifuentes González, Ángel	5,71428571	1	5,71428571	1	3,1	3,1
31	Coca Martínez, Julián	5,71428571	1	5,71428571	1	4	8,1375
32	Quesada Ballesteros, Luis	4,28571429	1	5,71428571			

33	Pérez Sanjuan, David	2,85714286	9	4,28571429	1	0,85	1,4
34	Gallego Tauste, Cristóbal	2,85714286	5	4,28571429	1	3,85	6,475
35	García Rodríguez, Jorge Luis	4,28571429	3	4,28571429			
36	Cortés Cortés, Francisco José	7,14285714	1	4,28571429			
37	González Roldán, Antonio José	2,85714286	1	4,28571429	1	2,25	2,25
38	Guirado Cárdenas, José Antonio	2,85714286	5	2,85714286	1	1,5	1,5
39	Armenteros Martos, Francisco José	4,28571429	3	2,85714286	1	2,75	2,75
40	Garrido García, Miguel Ángel	4,28571429	3	2,85714286	1	1,1	1,9
41	Martínez Martínez, María José	5,71428571	2	2,85714286	1	2,95	5,925
42	Ouali El Bahri, Soukaina	4,28571429	22		1	2,55	2,55
43	Rodrigo Bonachela, Manuel	2,85714286	7				
44	Díaz Jiménez, Alejandro	5,71428571	4		1	3,35	6,3125
45	Castellano Rubio, Juan	4,28571429	3		1	0,75	1,5
46	Campos Jódar, Diego	7,14285714	2				
47	Muñoz Perez Vico, Jorge	5,71428571	2		1	1,8	3,3
48	Fernández Expósito, Jorge Manuel D.	2,85714286	2				
49	Jiménez Cebrián, Sergio	7,14285714	1		1	1,65	3,3
50	Contreras De La Torre, María Lucía	5,71428571	1		1	2,5	2,5
51	López García, Oscar	4,28571429	1		1	1	2,1
52	Lozano Cano, Luis Ángel	4,28571429	1		1	2,85	2,85
53	El Khamal , Achraf	2,85714286	1		1	1,3	1,3
54	Garzón Moreno, Joaquín	2,85714286	1				
55	Serrano Baldonedo, Micaela	2,85714286	1		1	2,6	2,6
56	Linares Ureña, Antonio	1,42857143	1				
57	Morales Ballesteros, Francisco	1,42857143	1				
58	Carrillo Ortega, Alejandro	7,14285714			1	3	5,9875
59	Vico Aguilar, Rubén	5,71428571			1	4,15	7,425
60	González Rodríguez, Tomás	4,28571429			1	0	0,5
61	López González, Carlos	4,28571429					
62	De La Torre Pérez, Antonio D.	2,85714286			1	2,85	2,85
63	Galán Moral, Belén	2,85714286			1	2,85	6,05
64	Acevedo Díaz, Diego Manuel	1,42857143			1	0	1,3
65	Díaz Porras, Ana María	1,42857143			1	0,75	2,1

66	Fuentes Ramírez, Antonio Jesús	1,42857143			1	1,6	2,15
67	Peinado Salas, Miguel Ángel	1,42857143					
68	Torre Bayo, Javier De La	1,42857143			1	1,25	1,85
69	Contreras Siles, Rocío	0					

	Promedio		3,90
	SD		2,32
Presentados	54		54
No present	15	21,74%	

						Examen 1ª Convocatoria						
						Promedio	SD	#	Promedio	SD	%	Superación
57	Entran WebLab	32	Superan Test final	28	Se presentan examen	4,64	2,42	14	6,88	1,02	43,75%	Superan
								14	2,40	0,57	43,75%	No Superan
				4	No se presentan a examen			4			12,50%	No Presentado
		25	No superan Test final	17	Se presentan examen	2,97	1,68	3	6,24	0,28	12,00%	Superan
								14	2,27	0,68	56,00%	No Superan
				8	No se presentan a examen			8			32,00%	No Presentado
12	Hacen Test No entran WebLab			9	Se presentan examen	3,36	2,47	3	6,49	0,81	25,00%	Superan
								6	1,79	0,81	50,00%	No Superan
				3	No se presentan a examen			3			25,00%	No Presentado

54

prom	desv	#		examen	#	prom	desv	
6,77	0,96	17	29,82%	superan	45	4,01	2,2993266	78,95%
2,34	0,62	28	49,12%	no superan				
		12	21,05%	no presenta				
WebLab (superado o no)		57	100,00%					

ANEXO 16	
Título	Resultados de Encuesta WebLab PID Motor CC en el Grupo de Control

Microsoft Excel ▼ Exportar título y etiqueta ▼

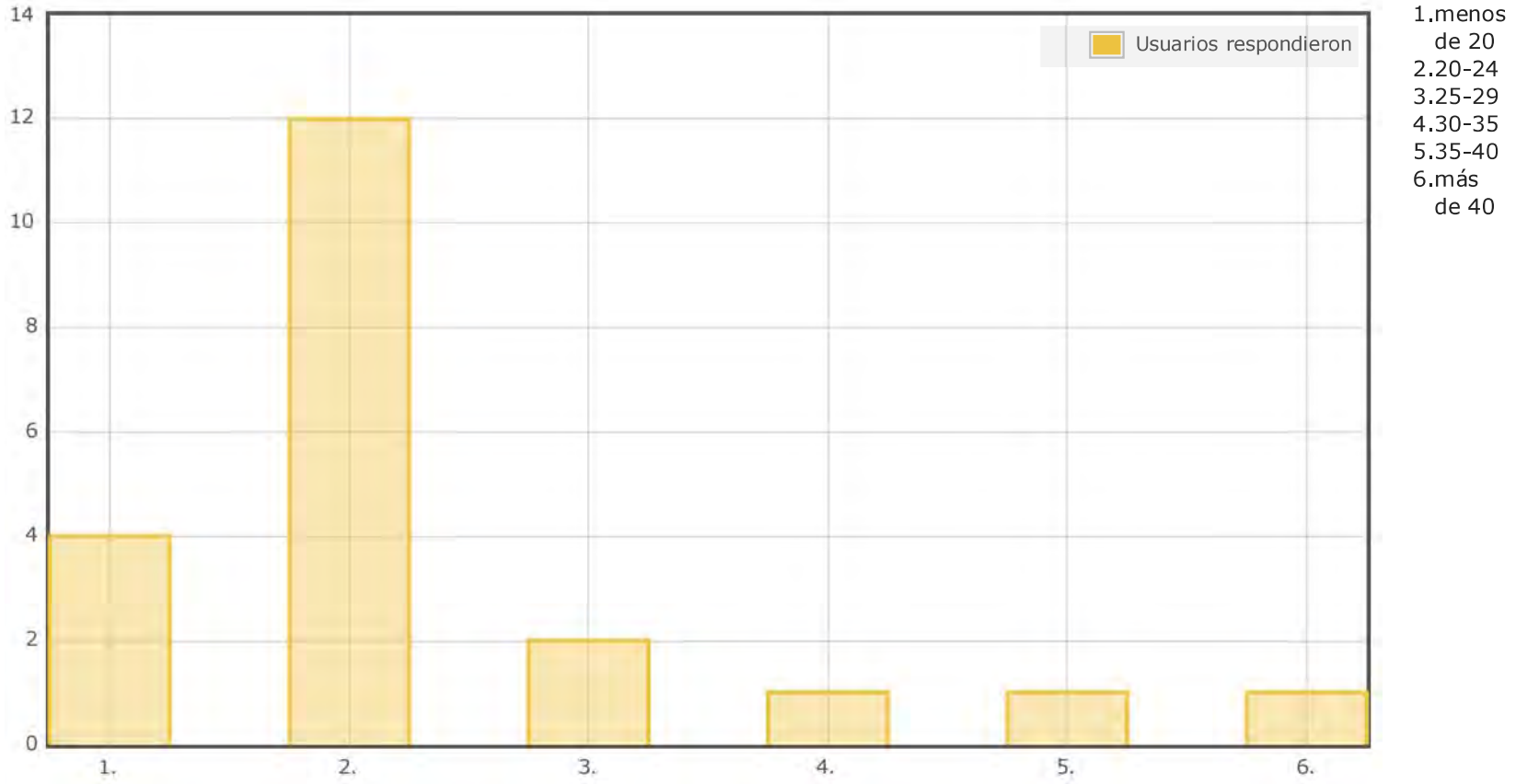
(1 - 16 de 16) Columnas ▼ Filas ▼

Título	Pregunta	Tipo de pregunta	Usuarios respondieron	Usuarios ignoraron	Valor más seleccionado (Moda)	Número de selecciones	Mediana	Media aritmética
1. 01.Edad	Señala cual es tu edad	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)	21	0	2 - 20-24	12	2	
10. 14A.Op Guiones prácticas	¿Crees que los guiones de prácticas incluidos en la Página 3 del WebLab "We...	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)	20	1	4 - 4	8	3,5 (entre 3-3 y 4-4)	
11. 15A.Op VL (Virtual Lab)	¿Crees que la aplicación JAVA del laboratorio incluido en la Página 3 del W...	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)	20	1	5 - 5	10	4,5 (entre 4-4 y 5-5)	
12. 16A.Op VL Interfaz-Ayuda del Laboratorio Virtual	¿Crees que el interfaz y la ayuda de la aplicación JAVA del laboratorio inc...	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)	20	1	4 - 4	7	4	
13. 17A.Op Test final	¿Crees que el Test "Test Final de WebLab de PID de Motor CC" asociado al We...	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)	20	1	5 - 5	8	4	
14. 18A.Op Generales WebLab	Valora los siguientes aspectos referidos al WebLab "WebLab PID Motor CC" en...	Pregunta tipo Matriz	20	1	4 - 4	82	4	
	1. Acceso cómodo		20	1	3 - 3	6	3	
	2. Diseño Web (colores, tipos de letra, claridad, etc...) adecuado		20	1	3 - 3	7	4	
	3. Estructura adecuada		20	1	4 - 4	10	4	
	4. Navegación adecuada		20	1	4 - 4	9	4	
	5. Facilidad de uso adecuada		20	1	4 - 4	8	4	
	6. Sensación de inmersión adecuada		20	1	4 - 4	8	4	

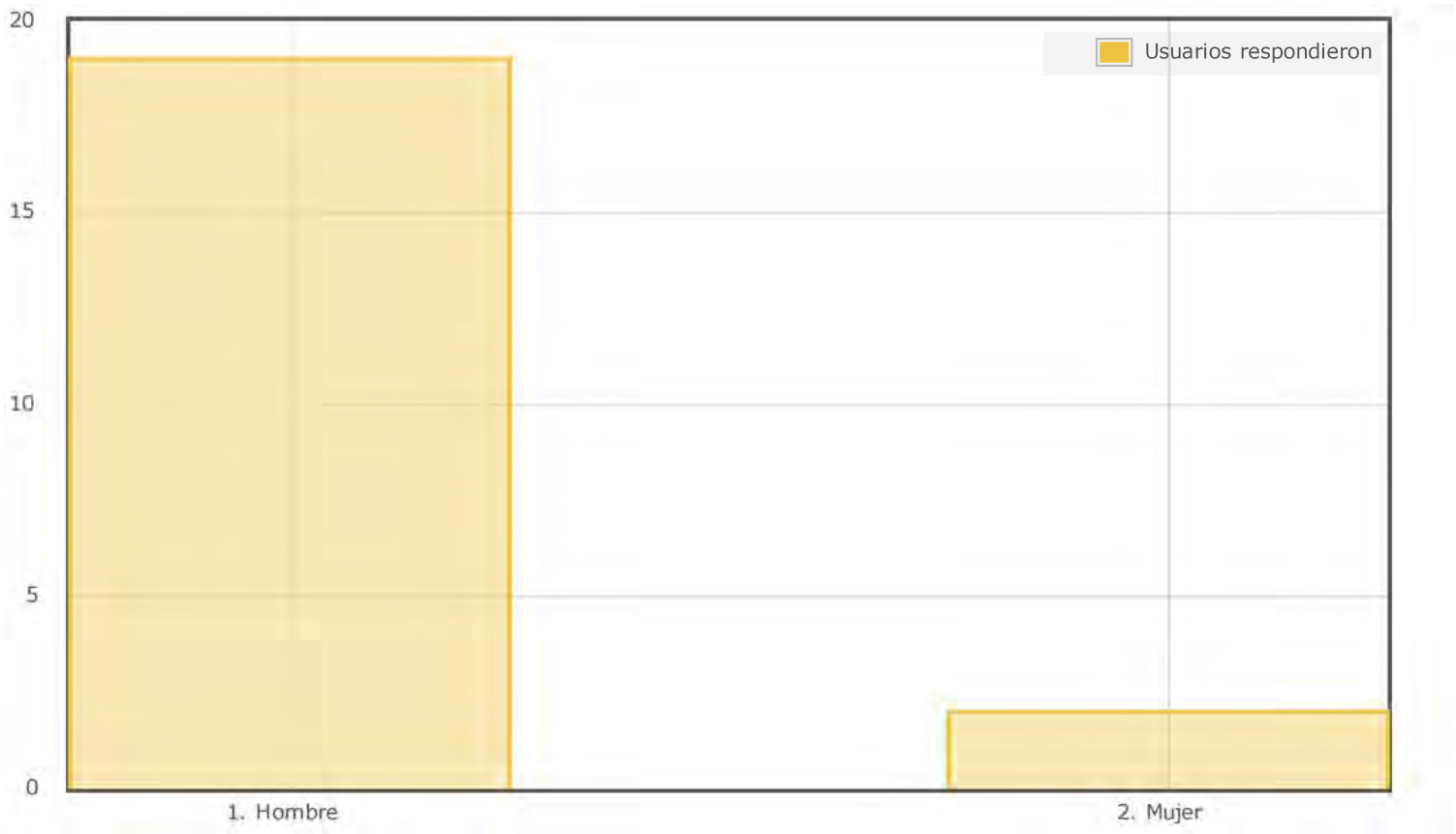
	7. Tiempo requerido adecuado		20	1	4 - 4	10	4	
	8. Instrucciones claras y precisas		20	1	4 - 4	9	4	
	9. Fiabilidad del sistema adecuado		20	1	4 - 4	10	4	
	10. Utilidad adecuada		20	1	5 - 5	9	4	
15. Valoración Final WebLab	Valoración de 1 a 5 el WebLab "WebLab PID Motor CC" (1:Mal-5:Bien)	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)	20	1	4 - 4	11	4	
16. Mejora WebLab	En tu opinión, ¿Qué aspectos del WebLab deberían mejorarse?	Pregunta de respuesta corta	13	8	0			
2. 02.Sexo	Indica tu sexo	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)	21	0	1 - Hombre	19	1	
3. 03.Grado	Indica el grado en el que estás matriculado en la asignatura "Automática In...	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)	21	0	3 - Grado en Ingeniería Mecánica	8	2	
4. 04.Ejecutar WebLab	¿Has ejecutado (abierto y entrado) el WebLab "WebLab PID Motor CC" en su ve...	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)	21	0	1 - Sí	20	1	
5. 05.Estudiado Tema7	¿Has leído el tema Tema 7. Diseño del controlador PID de la asignatura "Aut...	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)	20	1	1 - Sí	20	1	
6. 06.Asistir clase Tema7	¿Has asistido a la/s clase/s presenciales en las que se explicó el tema Te...	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)	20	1	1 - Sí, a todas.	14	1	
7. 07.Terminar WebLab	¿Has terminado (por tanto superado) el WebLab "WebLab PID Motor CC" en su v...	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)	20	1	1 - Sí	17	1	
8. 08.Repetir WebLab	¿Has ejecutado el WebLab "WebLab PID Motor CC" en su versión española o ing...	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)	17	4	2 - 2	5	3	
9. 14. Guiones Prácticas	¿Has leído y comprendido los guiones de prácticas que se encuentran en la p...	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)	20	1	1 - Sí	12	1	

(1 - 16 de 16)

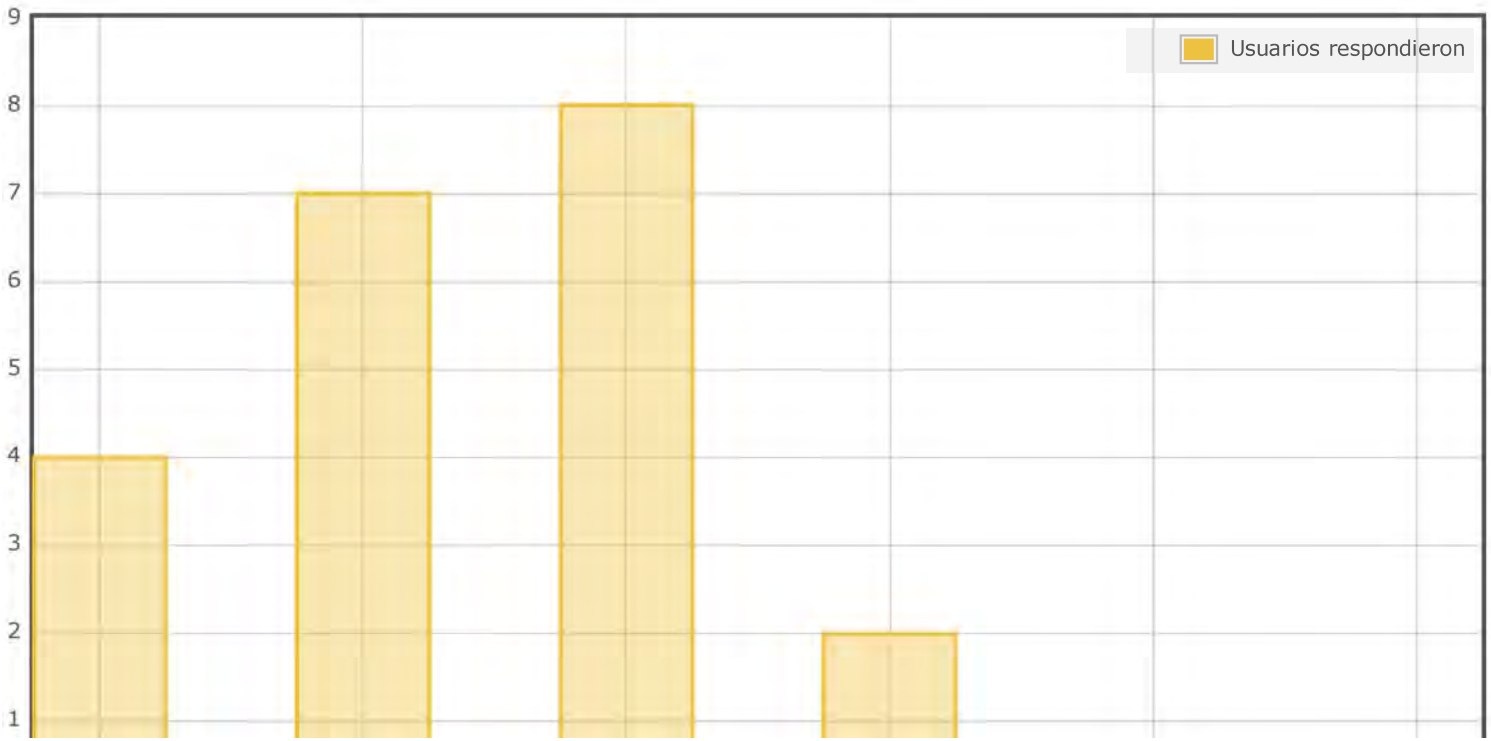
1. 01.Edad

Pregunta:	Señala cual es tu edad
Tipo de pregunta:	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)
Usuarios respondieron:	21
Usuarios ignoraron:	0
Mediana:	2
Respuestas:	1. menos de 20: n=4 (19,05%) 2. 20-24: n=12 (57,14%) 3. 25-29: n=2 (9,52%) 4. 30-35: n=1 (4,76%) 5. 35-40: n=1 (4,76%) 6. más de 40: n=1 (4,76%)
Tabla/Gráfico:	 1.menos de 20 2.20-24 3.25-29 4.30-35 5.35-40 6.más de 40

2. 02.Sexo

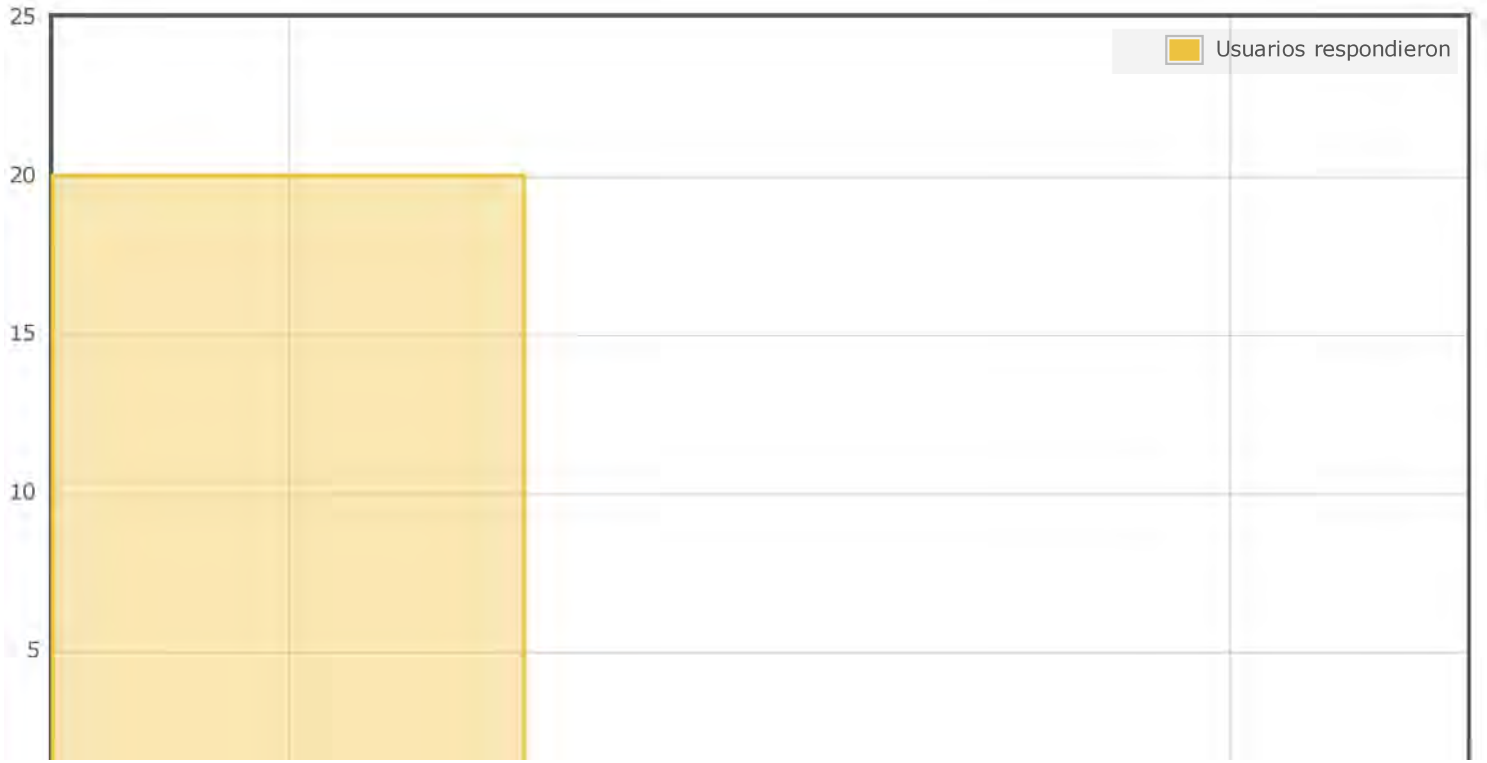
Pregunta:	Indica tu sexo
Tipo de pregunta:	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)
Usuarios respondieron:	21
Usuarios ignoraron:	0
Mediana:	1
Respuestas:	1. Hombre: n=19 (90,48%) 2. Mujer: n=2 (9,52%)
Tabla/Gráfico:	

3. 03.Grado

Pregunta:	Indica el grado en el que estás matriculado en la asignatura "Automática Industrial"
Tipo de pregunta:	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)
Usuarios respondieron:	21
Usuarios ignoraron:	0
Mediana:	2
Respuestas:	1. Grado en Ingeniería Eléctrica: n=4 (19,05%) 2. Grado en Ingeniería Electrónica Industrial: n=7 (33,33%) 3. Grado en Ingeniería Mecánica: n=8 (38,10%) 4. Grado en Ingeniería de organización Industrial: n=2 (9,52%) 5. Grado en Ingeniería Química Industrial: n=0 (0,00%) 6. Otro. Indica cual:: n=0 (0,00%)
Tabla/Gráfico:	 1.Grado en Ingeniería Eléctrica 2.Grado en Ingeniería Electrónica Industrial 3.Grado en Ingeniería Mecánica 4.Grado en Ingeniería de organización Industrial 5.Grado en Ingeniería Química Industrial 6.Otro. Indica cual:

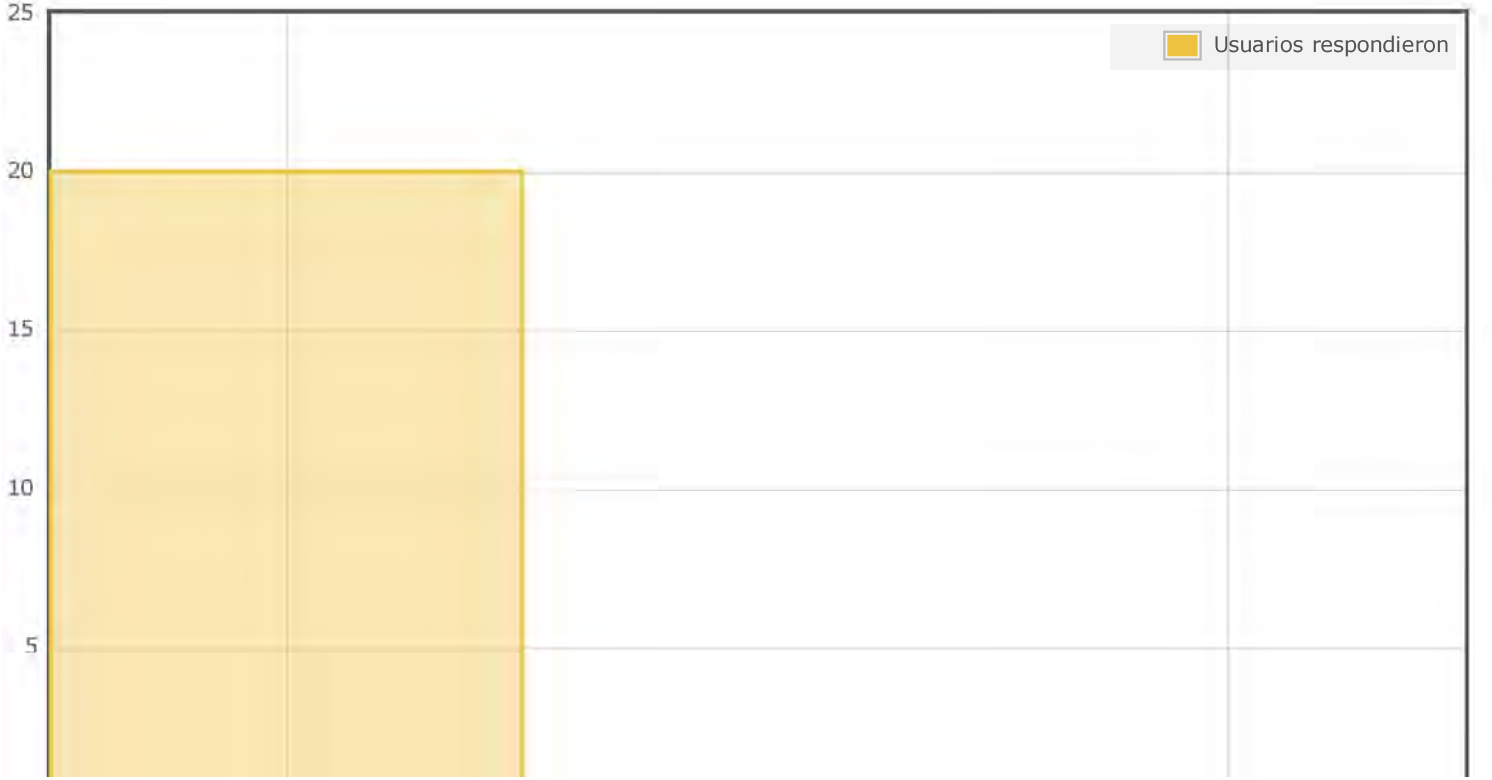


4. 04.Ejecutar WebLab

Pregunta:	¿Has ejecutado (abierto y entrado) el WebLab "WebLab PID Motor CC" en su versión española o inglesa?
Tipo de pregunta:	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)
Usuarios respondieron:	21
Usuarios ignoraron:	0
Mediana:	1
Respuestas:	1. Sí: n=20 (95,24%) 2. No: n=1 (4,76%)
Tabla/Gráfico:	

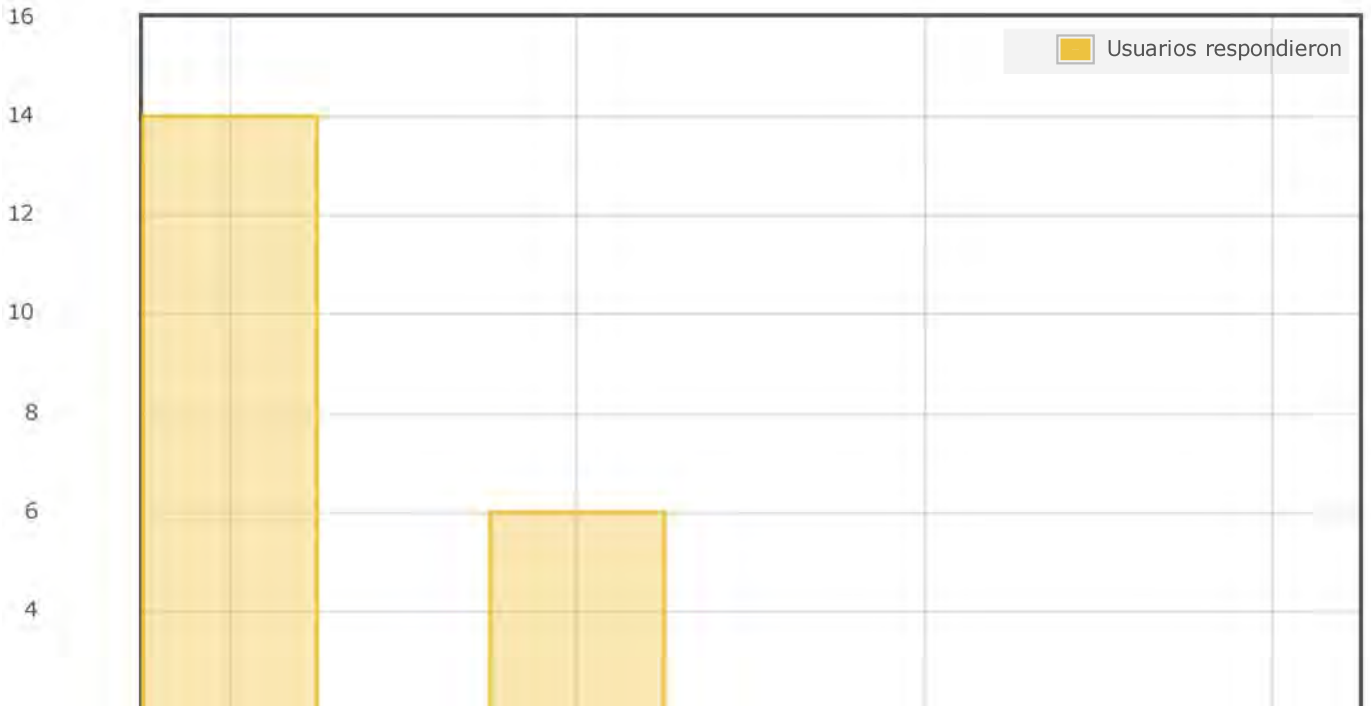


5. 05.Estudiado Tema7

Pregunta:	¿Has leído el tema Tema 7. Diseño del controlador PID de la asignatura "Automática Industrial"?
Tipo de pregunta:	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)
Usuarios respondieron:	20
Usuarios ignoraron:	1
Mediana:	1
Respuestas:	1. Sí: n=20 (100,00%) 2. No: n=0 (0,00%)
Tabla/Gráfico:	



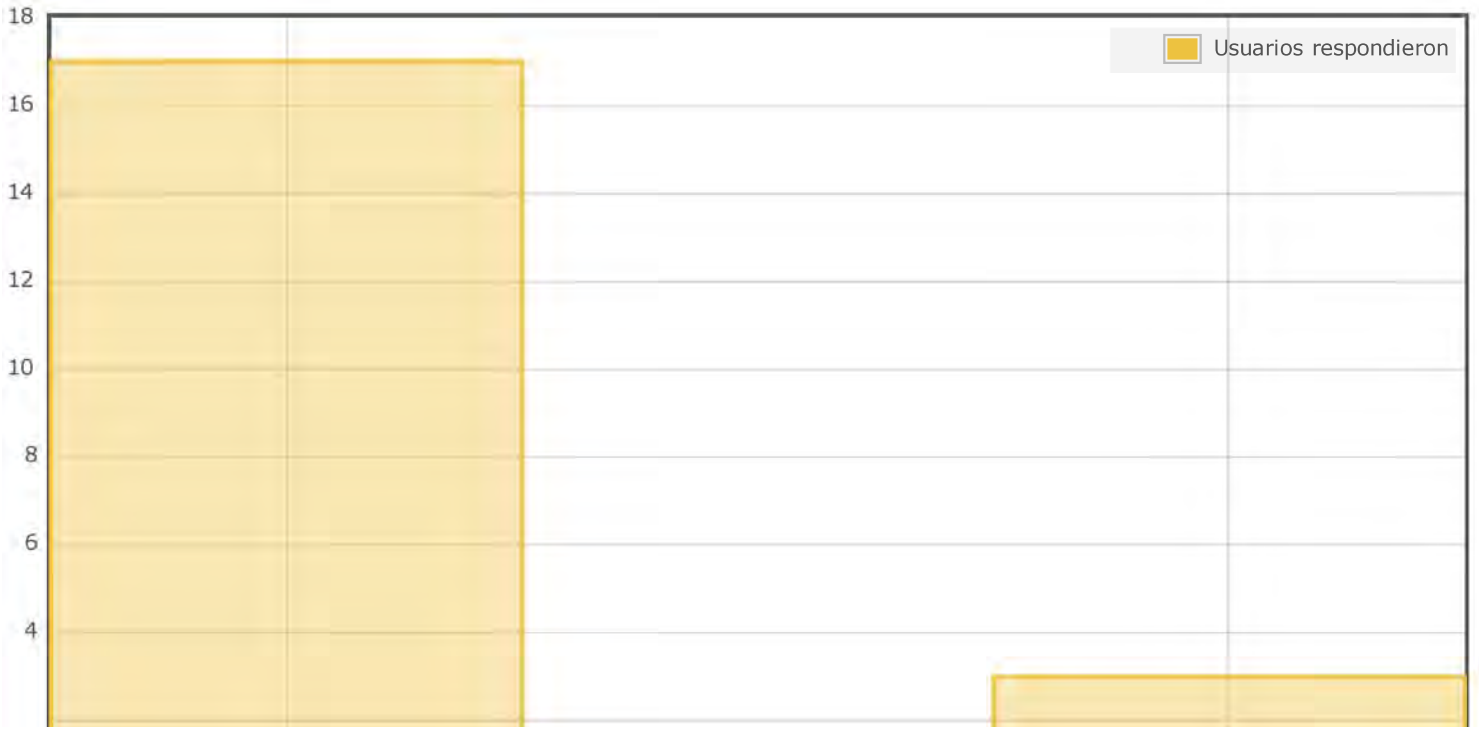
6. 06.Asistir clase Tema7

Pregunta:	¿Has asistido a la/s clase/s presenciales en las que se explicó el tema Tema 7. Diseño del controlador PID de la asignatura "Automática Industrial"?
Tipo de pregunta:	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)
Usuarios respondieron:	20
Usuarios ignoraron:	1
Mediana:	1
Respuestas:	1. Sí, a todas.: n=14 (70,00%) 2. Sí, pero no a todas.: n=6 (30,00%) 3. No.: n=0 (0,00%) 4. No recuerdo.: n=0 (0,00%)
Tabla/Gráfico:	



7. 07.Terminar WebLab

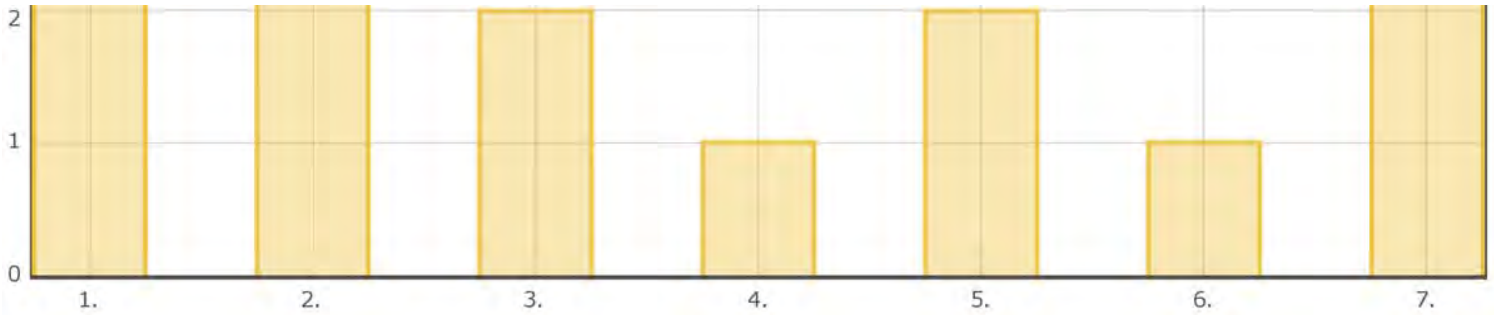
Pregunta:	¿Has terminado (por tanto superado) el WebLab "WebLab PID Motor CC" en su versión española o inglesa?
Tipo de pregunta:	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)
Usuarios respondieron:	20
Usuarios ignoraron:	1
Mediana:	1
Respuestas:	1. Sí: n=17 (85,00%) 2. No: n=3 (15,00%)
Tabla/Gráfico:	





8. 08.Repetir WebLab

Pregunta:	¿Has ejecutado el WebLab "WebLab PID Motor CC" en su versión española o inglesa más de una vez? Señala el número de ejecuciones que has realizado.
Tipo de pregunta:	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)
Usuarios respondieron:	17
Usuarios ignoraron:	4
Mediana:	3
Respuestas:	1. 1: n=3 (17,65%) 2. 2: n=5 (29,41%) 3. 3: n=2 (11,76%) 4. 4: n=1 (5,88%) 5. 5: n=2 (11,76%) 6. entre 6 y 10: n=1 (5,88%) 7. más de 10: n=3 (17,65%)
Tabla/Gráfico:	



9. 14. Guiones Prácticas

Pregunta: ¿Has leído y comprendido los guiones de prácticas que se encuentran en la página 3 del WebLab "WebLab PID Motor CC"?

Apartado 1: Control de la posición angular del Motor CC.

La primera práctica es un control basado en posición en el que el propósito de control consiste en obtener un determinado comportamiento de la posición que adopta el motor CC. En la *Figura 4* se puede ver la función de transferencia del motor CC cuando la señal de salida tenida en cuenta es la posición.

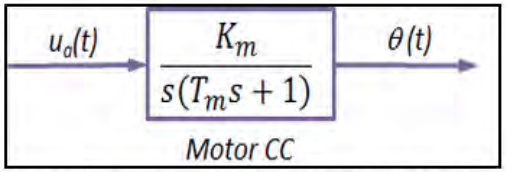


Figura 4. Sistema en Lazo abierto (sin bloque de control).

Como el proceso tiene un polo en el origen y la consigna es una señal escalón, para conseguir alcanzar la posición deseada es suficiente un controlador proporcional, quedando por tanto el esquema de la *Figura 5*:

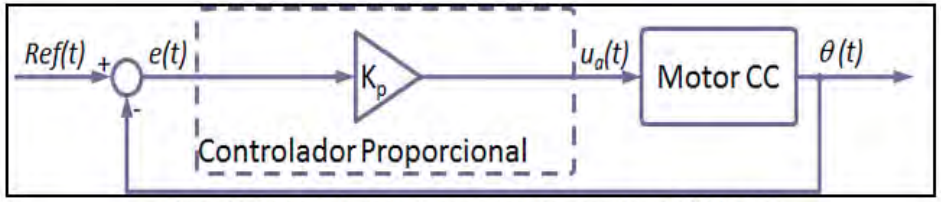
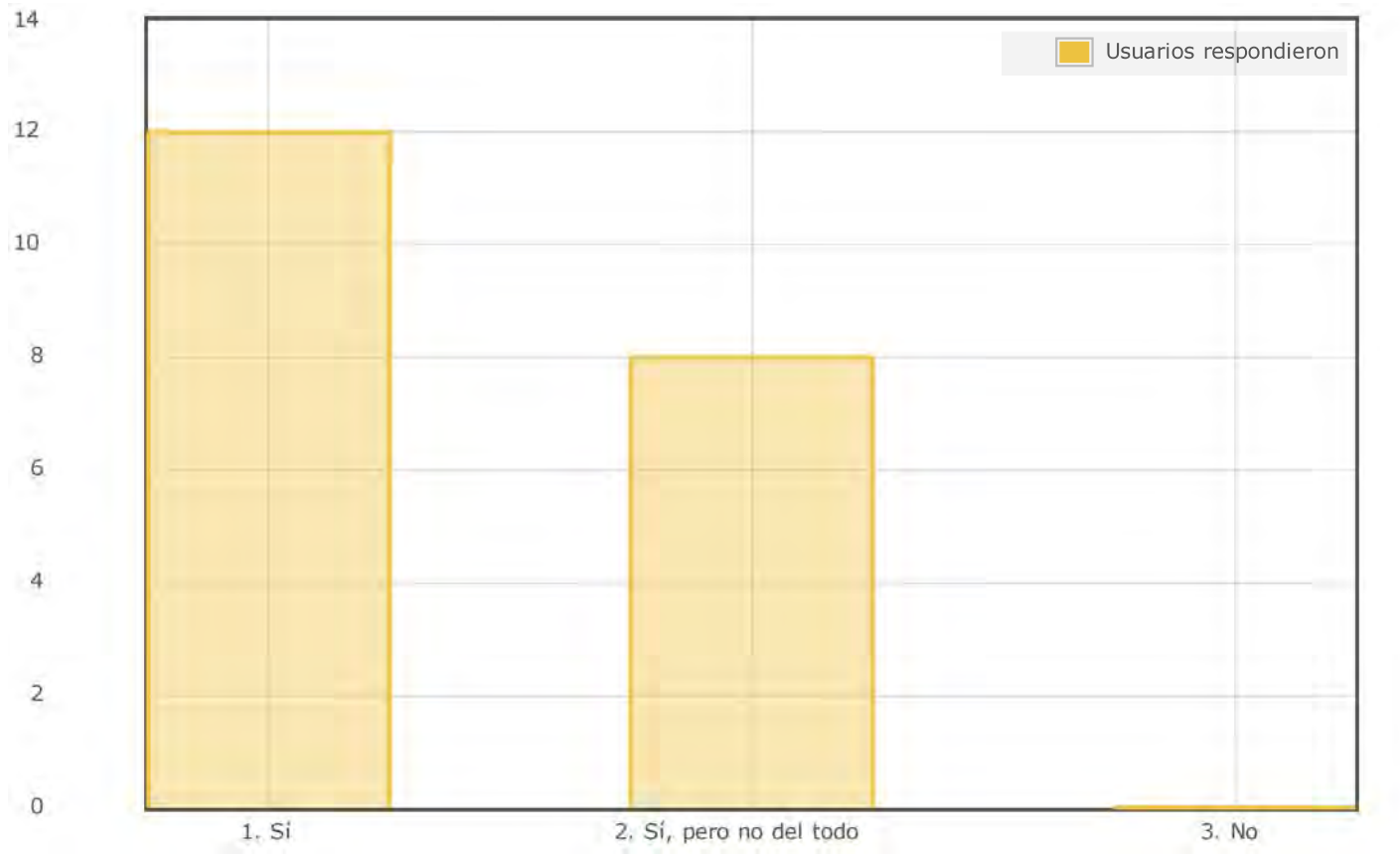


Figura 5. Sistema de control proporcional en posición del Motor CC.

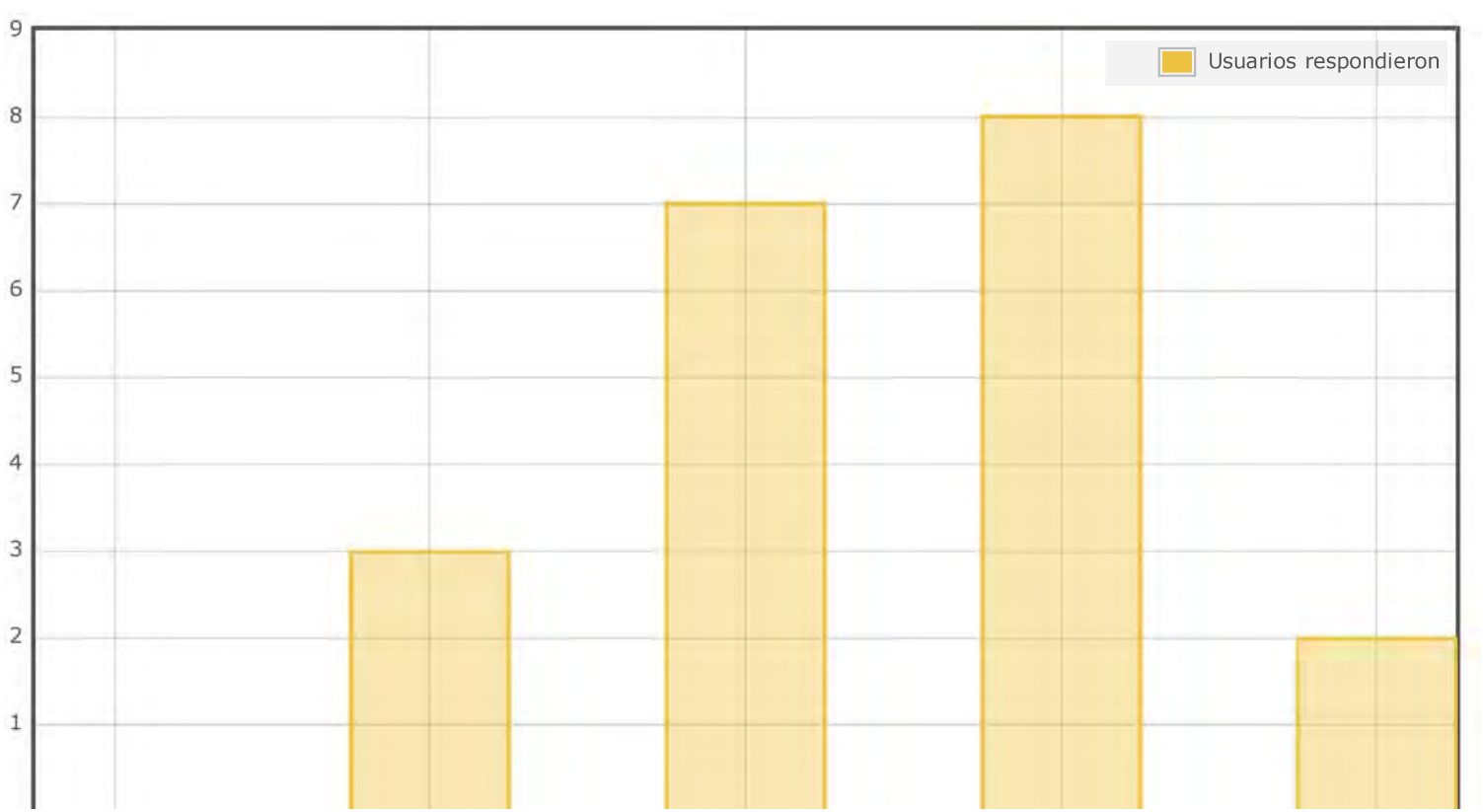
A continuación se van a realizar unas acciones que ayudan a entender cómo afecta a la salida del sistema la aplicación de un control proporcional con K_P=1.

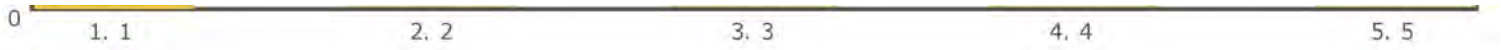
Acciones a realizar en el Laboratorio Virtual

1. Comprobar que la señal de referencia tiene el valor 10. En caso contrario introducir Ref(t)=10 (pulsar el botón intro/enter del teclado).
2. Comprobar que la constante de control proporcional es 1: K_P=1. (Si K_P=0 entonces la entrada al motor CC sería 0 y la salida también).
3. Pulsar el botón de ejecución:

Tipo de pregunta:	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)
Usuarios respondieron:	20
Usuarios ignoraron:	1
Mediana:	1
Respuestas:	1. Sí: n=12 (60,00%) 2. Sí, pero no del todo: n=8 (40,00%) 3. No: n=0 (0,00%)
Tabla/Gráfico:	

10. 14A.Op Guiones prácticas

Pregunta:	¿Crees que los guiones de prácticas incluidos en la Página 3 del WebLab "WebLab PID Motor CC" han sido adecuados para poder realizar las prácticas propuestas? 1 (Totalmente en Contra) - 5 (Totalmente de Acuerdo)
Tipo de pregunta:	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)
Usuarios respondieron:	20
Usuarios ignoraron:	1
Mediana:	3,5 (entre 3-3 y 4-4)
Respuestas:	1. 1: n=0 (0,00%) 2. 2: n=3 (15,00%) 3. 3: n=7 (35,00%) 4. 4: n=8 (40,00%) 5. 5: n=2 (10,00%)
Tabla/Gráfico:	



11. 15A.Op VL (Virtual Lab)

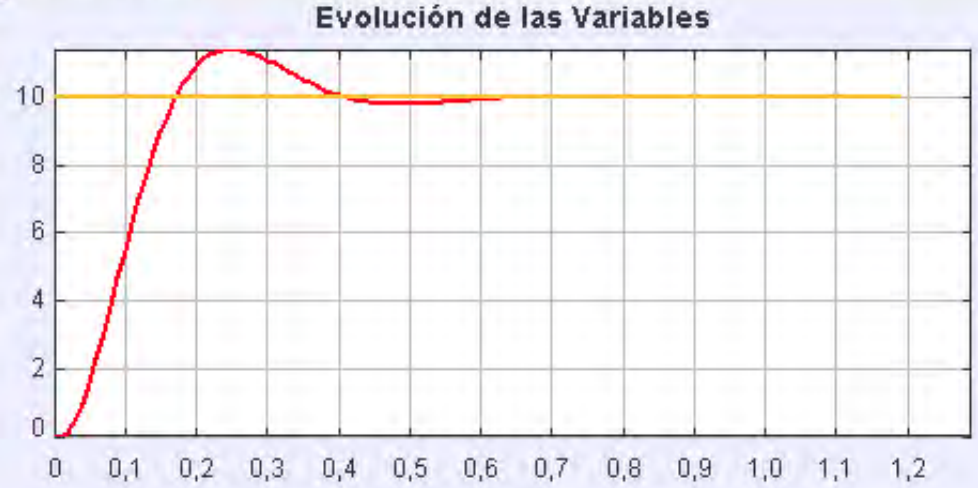
Pregunta: ¿Crees que la aplicación JAVA del laboratorio incluido en la Página 3 del WebLab "WeLab PID Motor CC" es adecuada?

1 (Totalmente en Contra) - 5 (Totalmente de Acuerdo)

Ver: 1.0 Usuario: Ildefonso Ruano Ruano (1458) Modo: normal Fecha-hora: 2015-05-12T18:56:18 Comentarios 009

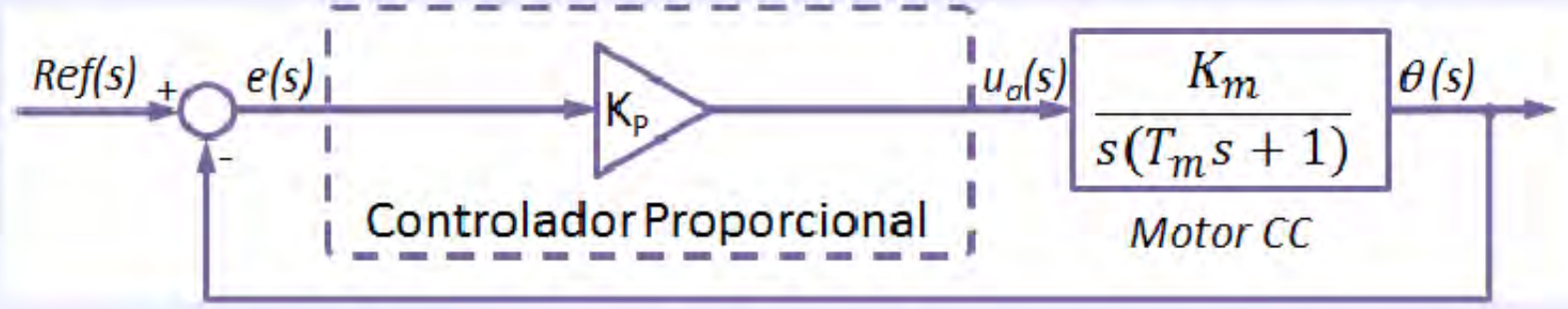
t=01.19 Ref=+10.00 p=+10.001 Es un Applet!! ;)





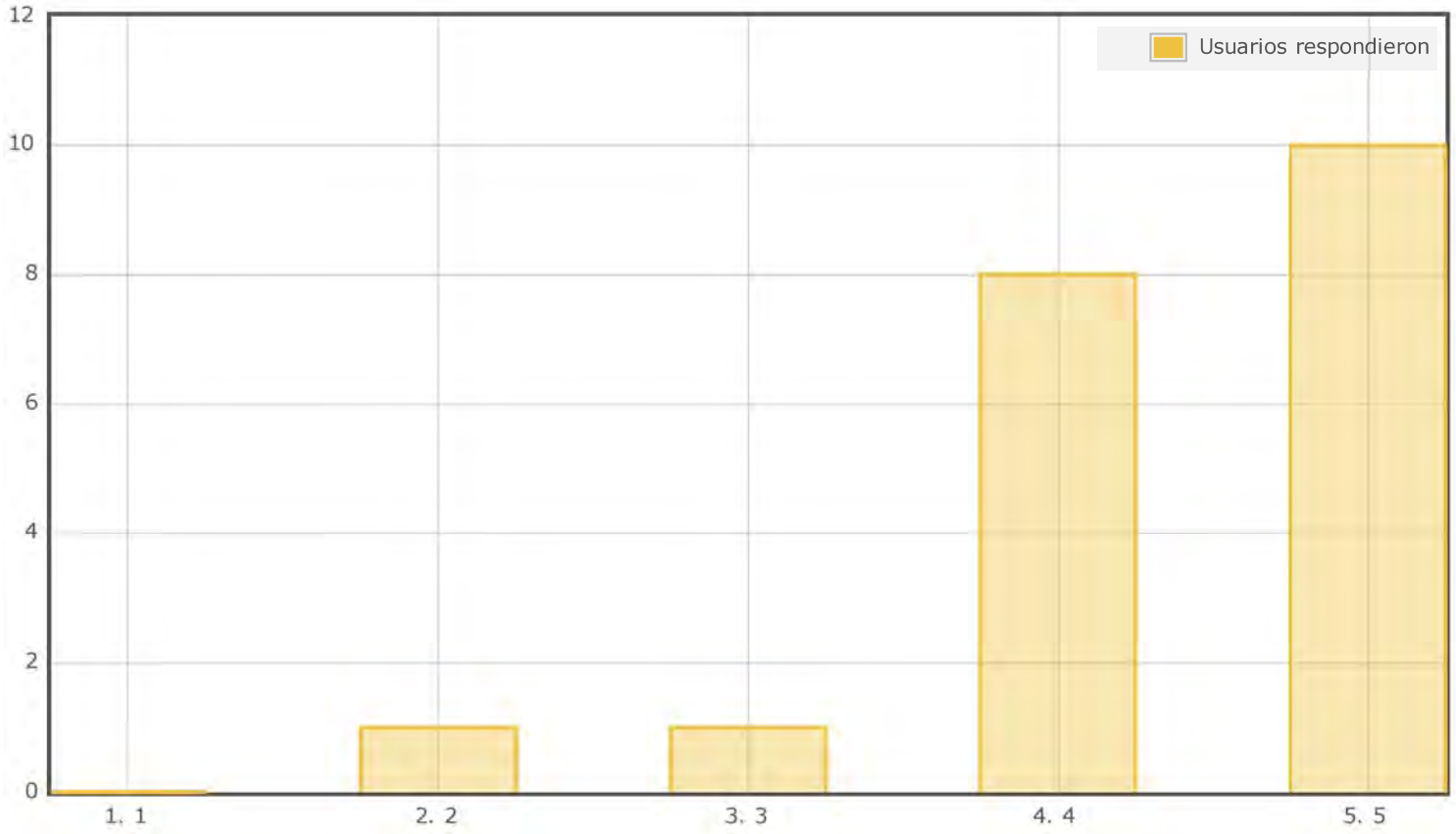
Ejes A X. min: 0.000 max: 1.290 Y. min: 9.276 max: 10.100 Zoom: - Constantes. Tm= 0.057 Km= 0.912

Apartado 1. Esquema de control P de posición. Calcula Kp, constante proporcional, cuando está críticamente amortiguado.

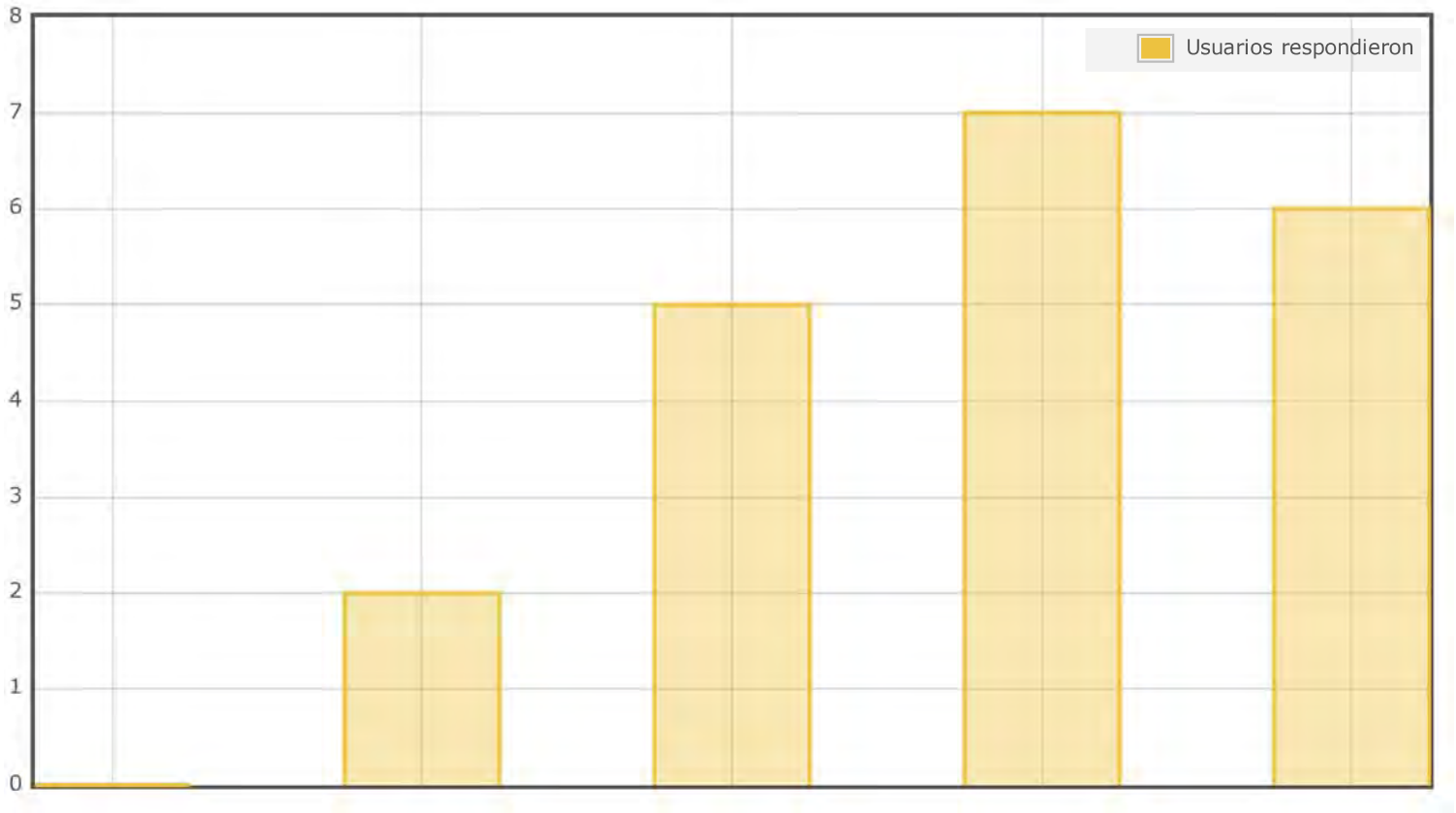


Apartado 1. Kp= 15 Limpiar Comprobar No has respondido aún

Tipo de pregunta:	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)
Usuarios	20

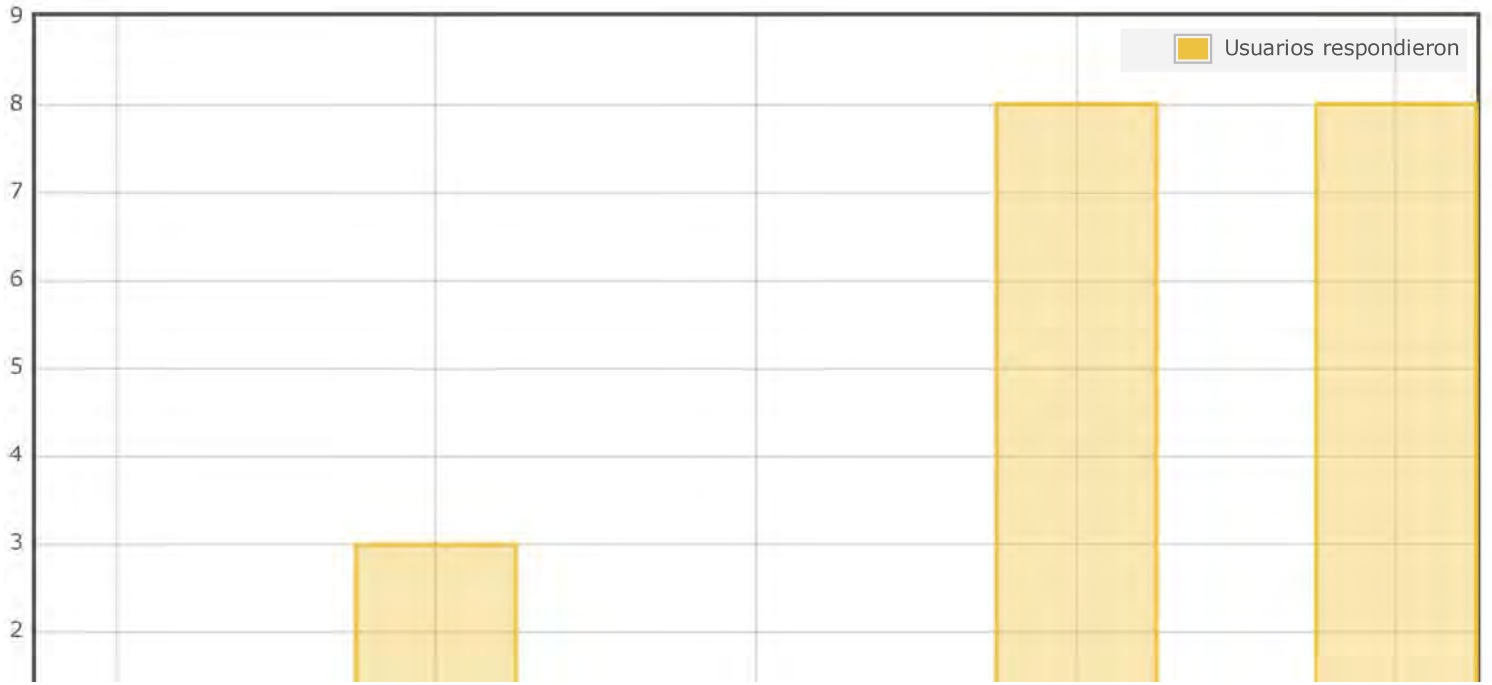
respondieron:	
Usuarios ignoraron:	1
Mediana:	4,5 (entre 4-4 y 5-5)
Respuestas:	1. 1: n=0 (0,00%) 2. 2: n=1 (5,00%) 3. 3: n=1 (5,00%) 4. 4: n=8 (40,00%) 5. 5: n=10 (50,00%)
Tabla/Gráfico:	

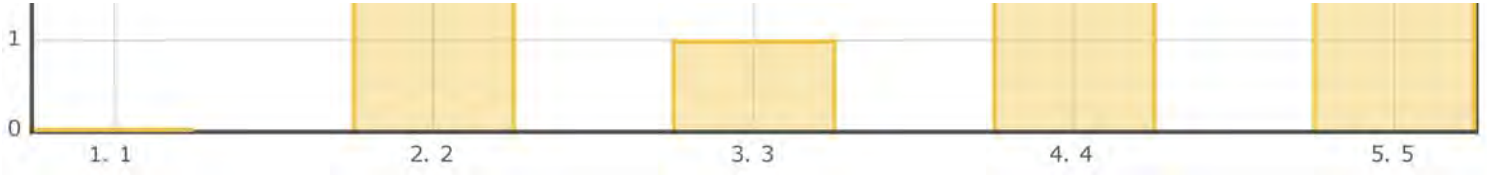
12. 16A.Op VL Interfaz-Ayuda del Laboratorio Virtual

Pregunta:	¿Crees que el interfaz y la ayuda de la aplicación JAVA del laboratorio incluido en la Página 3 del WebLab "WebLab PID Motor CC" ha sido adecuada? 1 (Totalmente en Contra) - 5 (Totalmente de Acuerdo)
Tipo de pregunta:	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)
Usuarios respondieron:	20
Usuarios ignoraron:	1
Mediana:	4
Respuestas:	1. 1: n=0 (0,00%) 2. 2: n=2 (10,00%) 3. 3: n=5 (25,00%) 4. 4: n=7 (35,00%) 5. 5: n=6 (30,00%)
Tabla/Gráfico:	

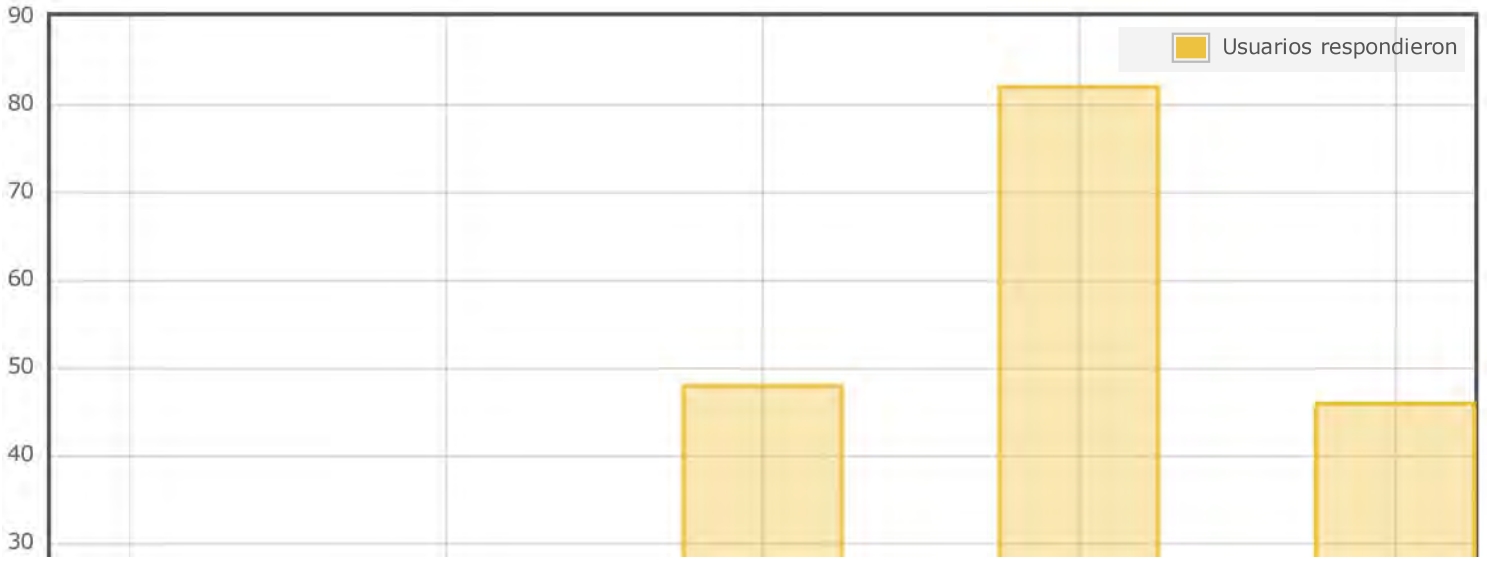
	1. 1	2. 2	3. 3	4. 4	5. 5

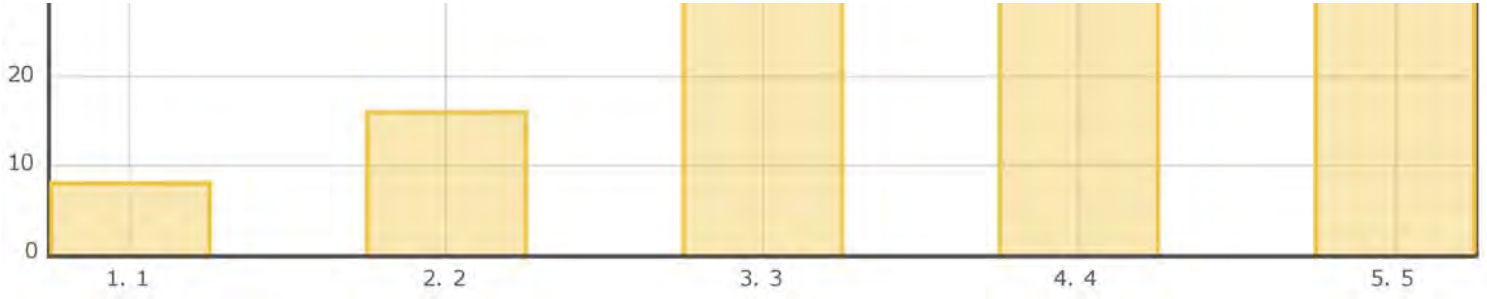
13. 17A.Op Test final

Pregunta:	¿Crees que el Test "Test Final de WebLab de PID de Motor CC" asociado al WebLab "WebLab PID Motor CC" ha sido el adecuado para evaluar el trabajo realizado en todo el WebLab? 1 (Totalmente en Contra) - 5 (Totalmente de Acuerdo)
Tipo de pregunta:	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)
Usuarios respondieron:	20
Usuarios ignoraron:	1
Mediana:	4
Respuestas:	1. 1: n=0 (0,00%) 2. 2: n=3 (15,00%) 3. 3: n=1 (5,00%) 4. 4: n=8 (40,00%) 5. 5: n=8 (40,00%)
Tabla/Gráfico:	

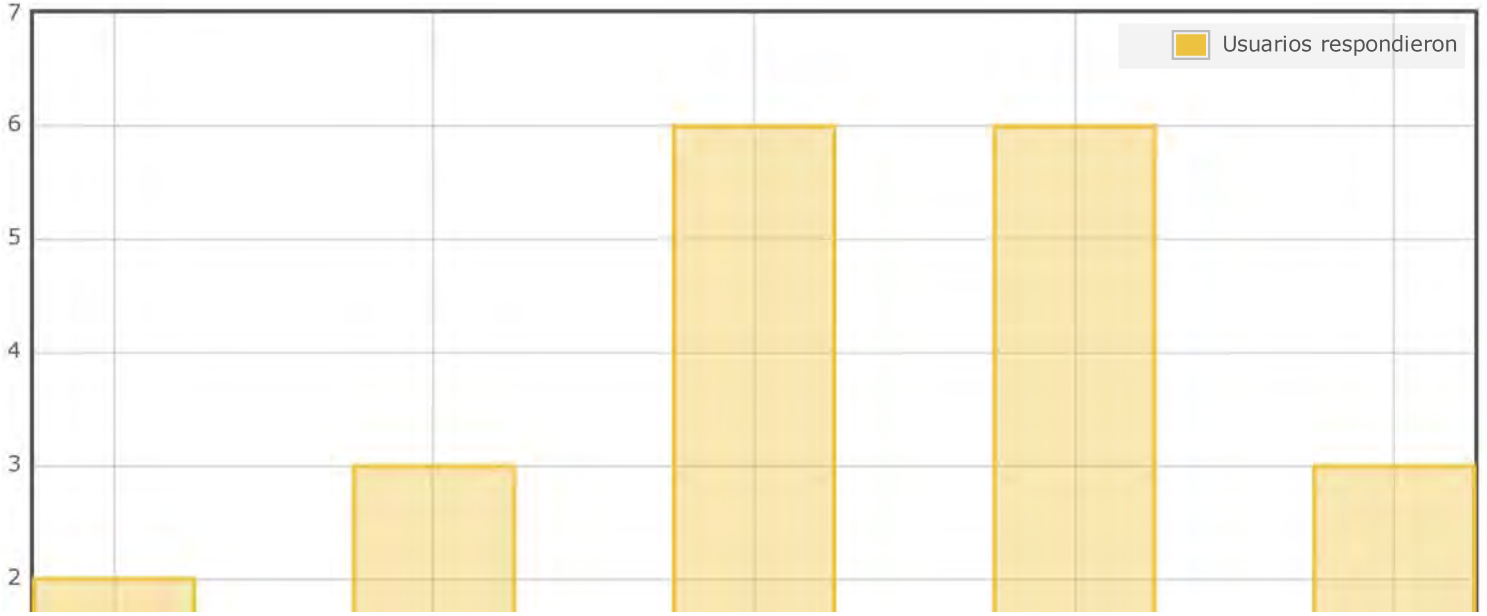


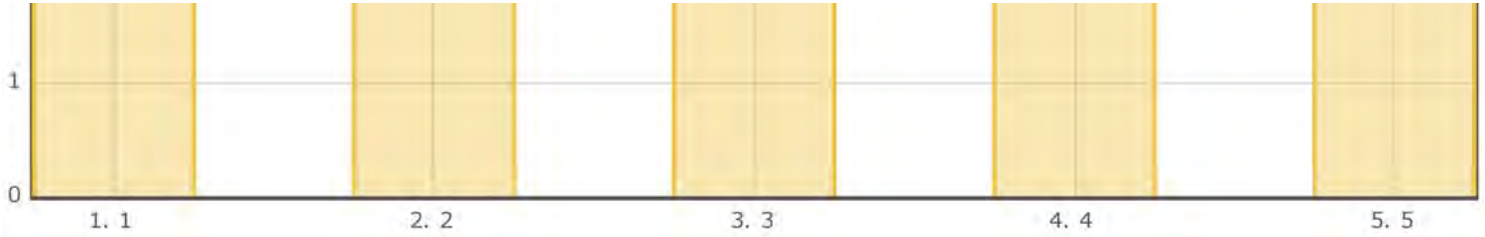
14. 18A.Op Generales WebLab

Pregunta:	Valora los siguientes aspectos referidos al WebLab "WebLab PID Motor CC" en general 1 (Totalmente en contra) - 5 (Totalmente de acuerdo)
Tipo de pregunta:	Pregunta tipo Matriz (10 Filas)
Usuarios respondieron:	20
Usuarios ignoraron:	1
Mediana:	4
Respuestas:	1. 1: n=8 (4,00%) 2. 2: n=16 (8,00%) 3. 3: n=48 (24,00%) 4. 4: n=82 (41,00%) 5. 5: n=46 (23,00%)
Tabla/Gráfico:	

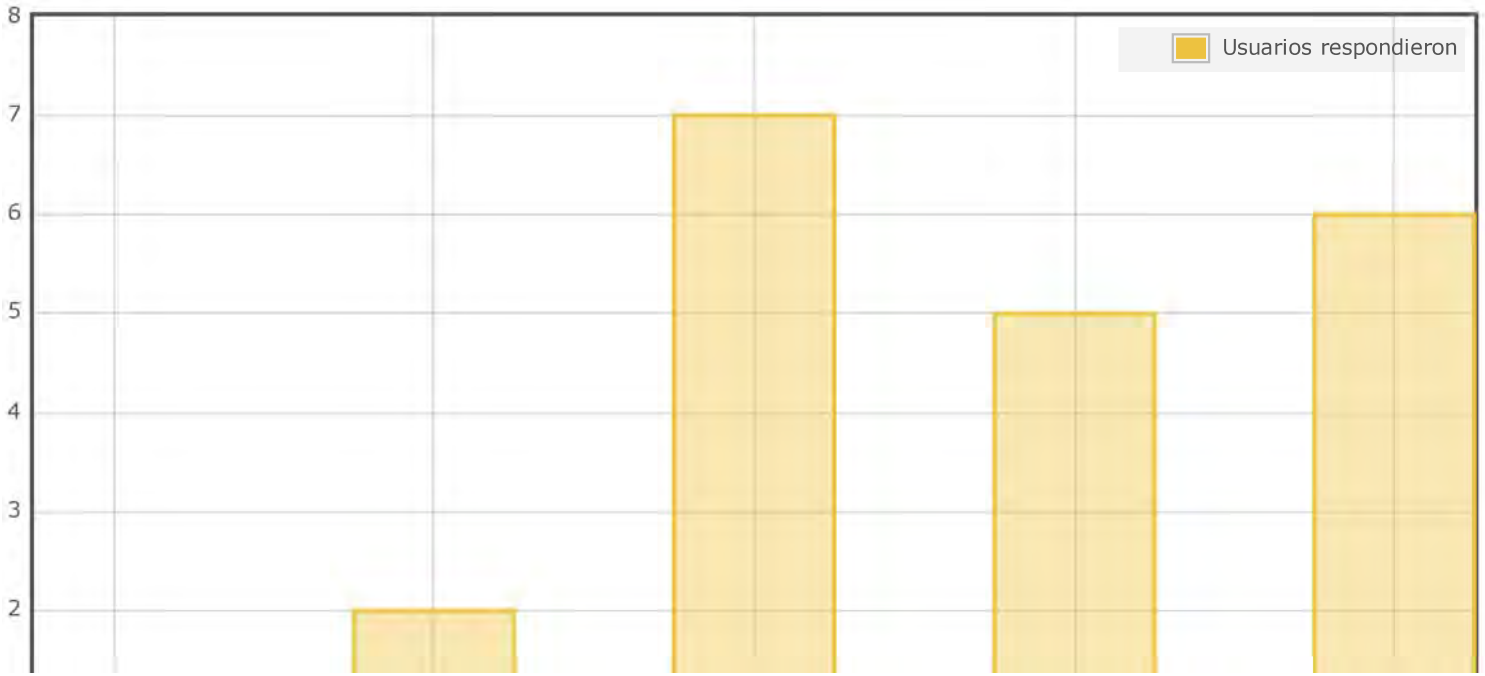


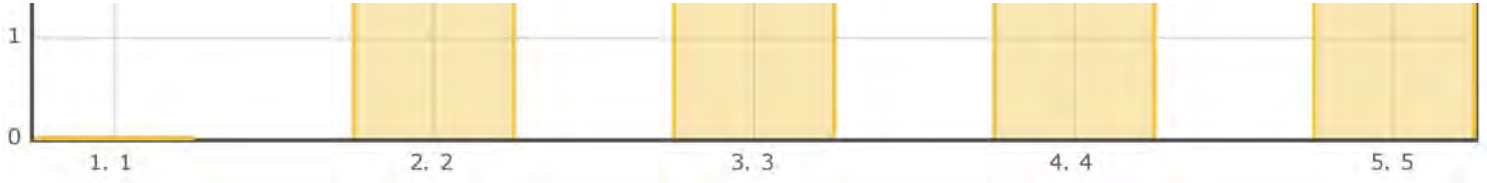
14.1 Acceso cómodo

Usuarios respondieron:	20
Usuarios ignoraron:	1
Mediana:	3
Respuestas:	1. 1: n=2 (10,00%) 2. 2: n=3 (15,00%) 3. 3: n=6 (30,00%) 4. 4: n=6 (30,00%) 5. 5: n=3 (15,00%)
Tabla/Gráfico:	

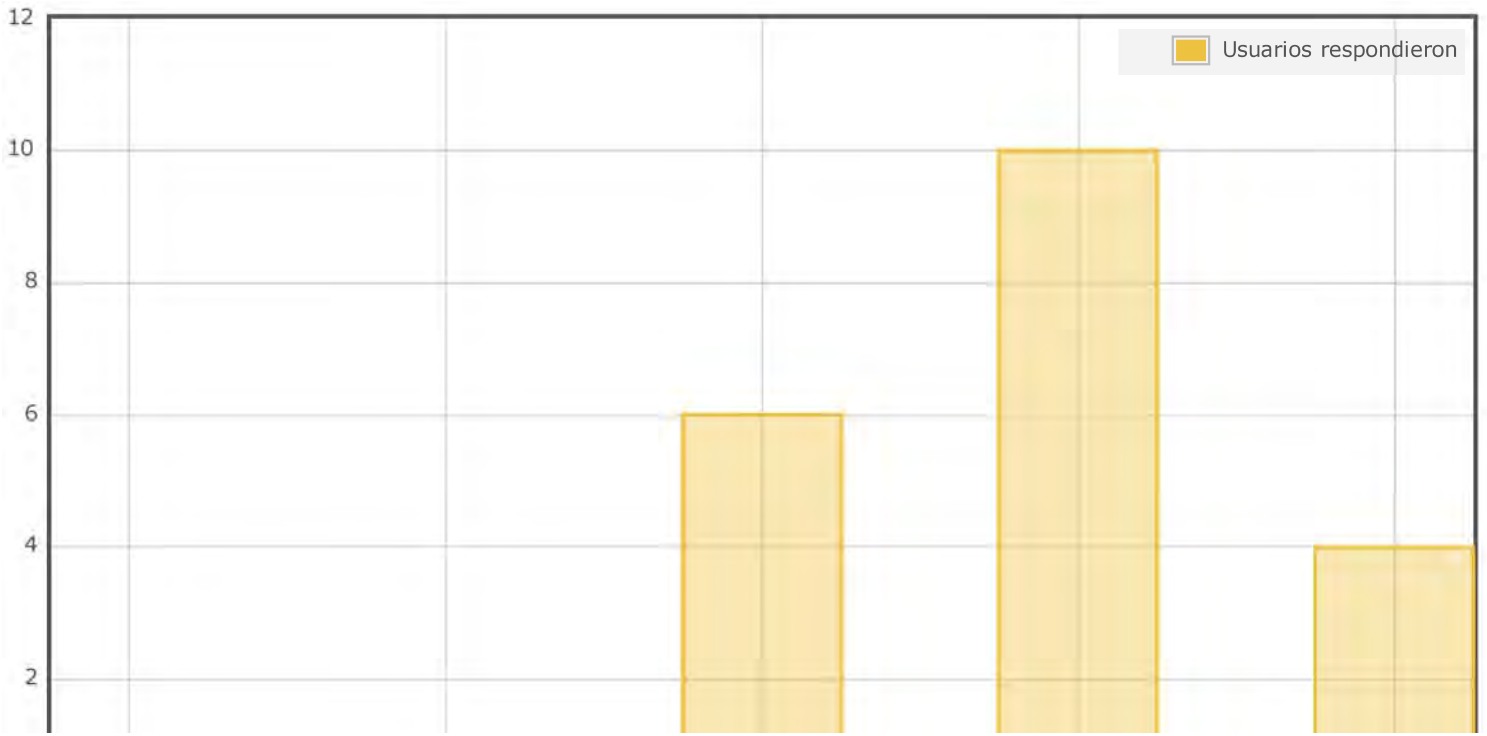


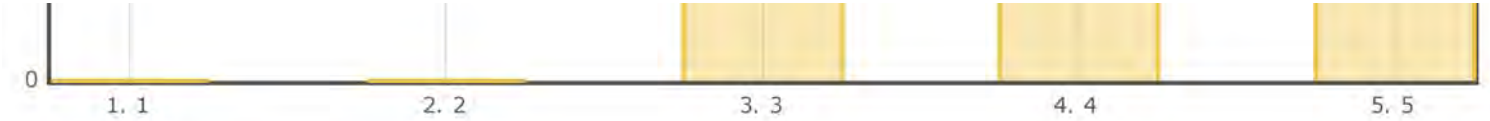
14.2 Diseño Web (colores, tipos de letra, claridad, etc...) adecuado

Usuarios respondieron:	20
Usuarios ignoraron:	1
Mediana:	4
Respuestas:	1. 1: n=0 (0,00%) 2. 2: n=2 (10,00%) 3. 3: n=7 (35,00%) 4. 4: n=5 (25,00%) 5. 5: n=6 (30,00%)
Tabla/Gráfico:	



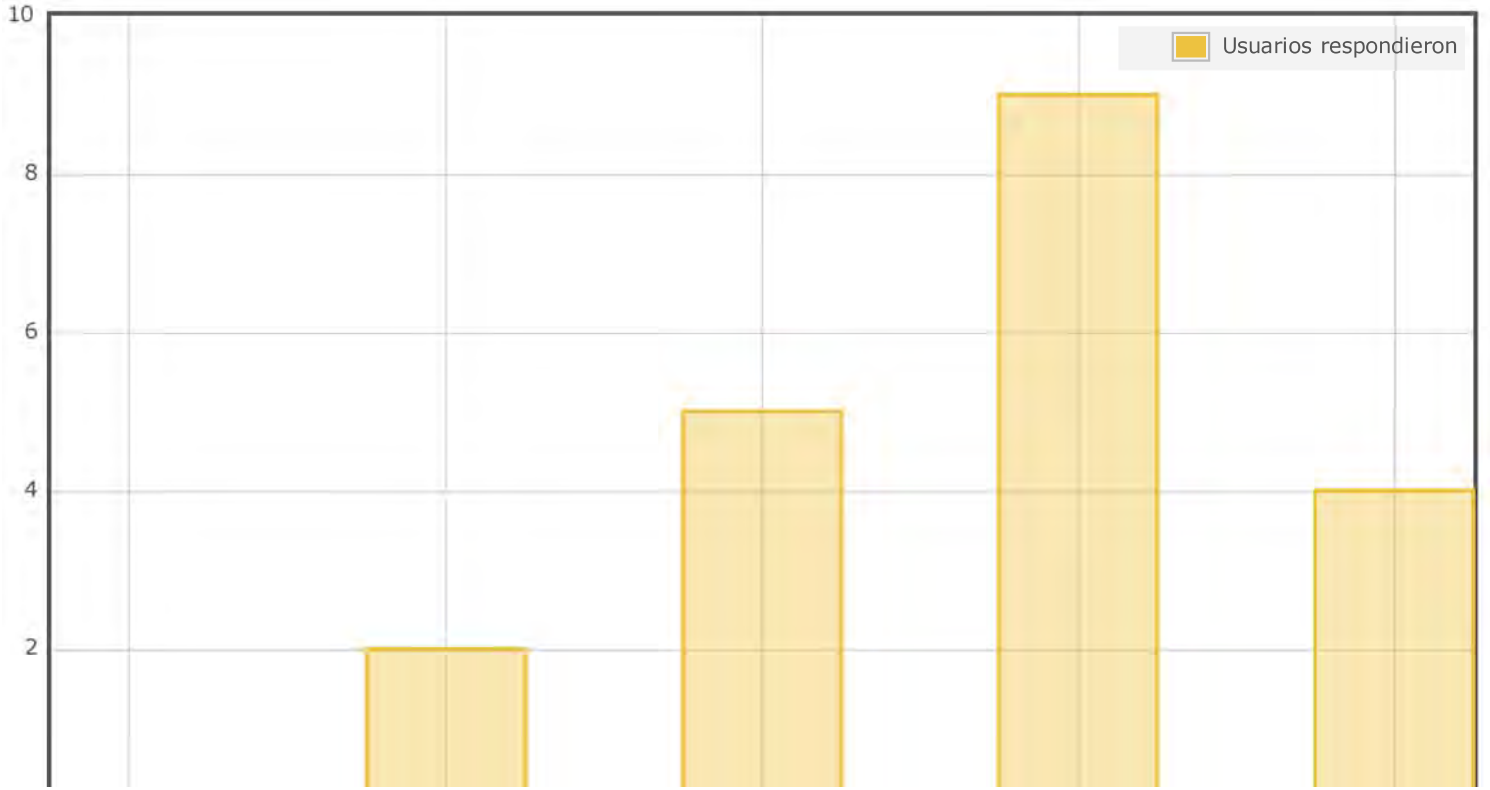
14.3 Estructura adecuada

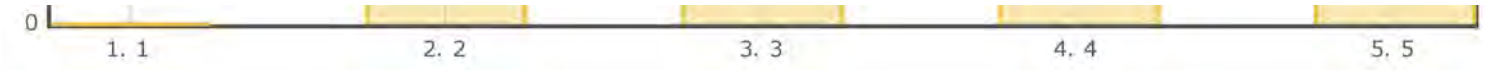
Usuarios respondieron:	20
Usuarios ignoraron:	1
Mediana:	4
Respuestas:	1. 1: n=0 (0,00%) 2. 2: n=0 (0,00%) 3. 3: n=6 (30,00%) 4. 4: n=10 (50,00%) 5. 5: n=4 (20,00%)
Tabla/Gráfico:	



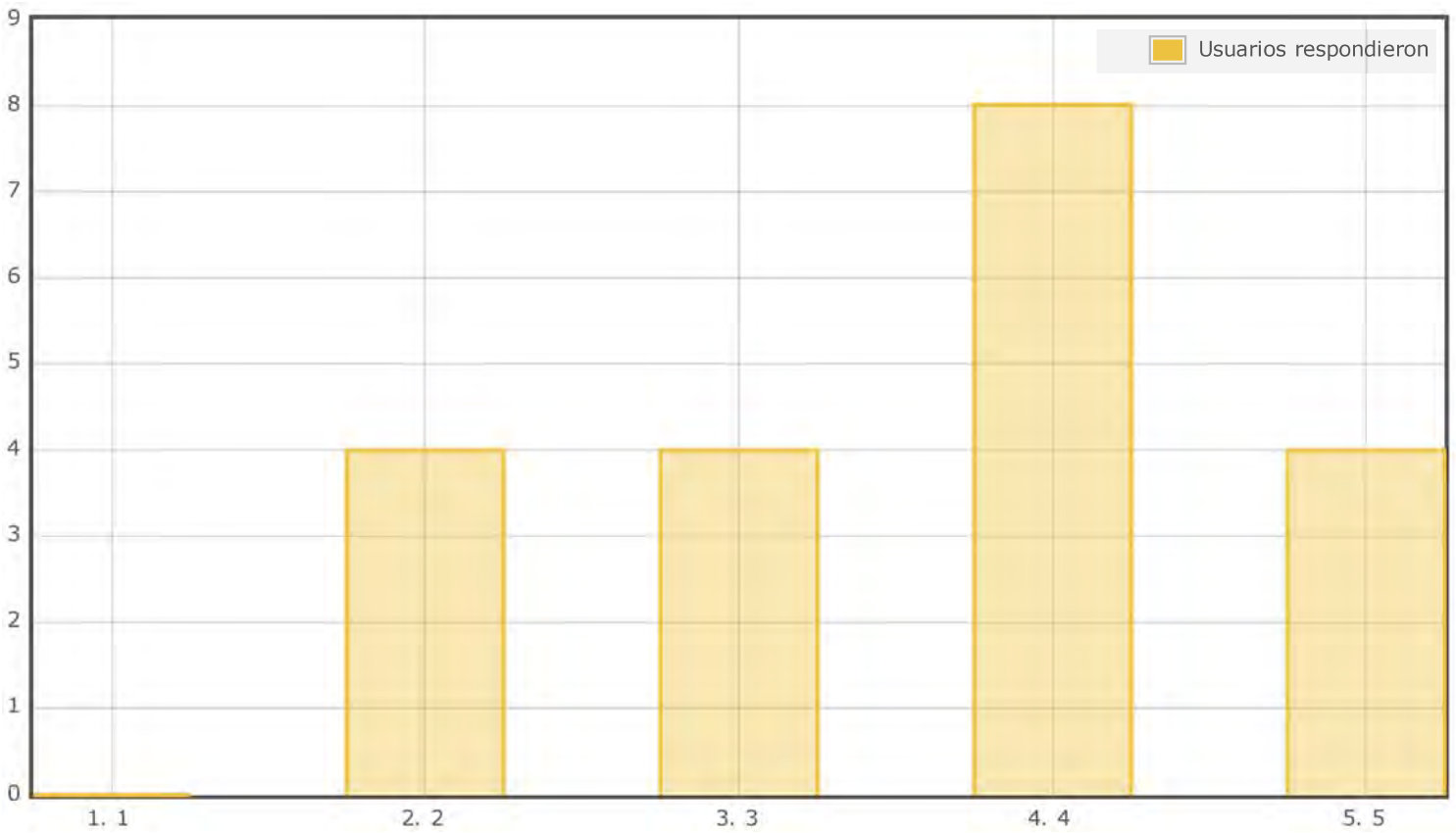
14.4 Navegación adecuada

Usuarios respondieron:	20
Usuarios ignoraron:	1
Mediana:	4
Respuestas:	1. 1: n=0 (0,00%) 2. 2: n=2 (10,00%) 3. 3: n=5 (25,00%) 4. 4: n=9 (45,00%) 5. 5: n=4 (20,00%)
Tabla/Gráfico:	

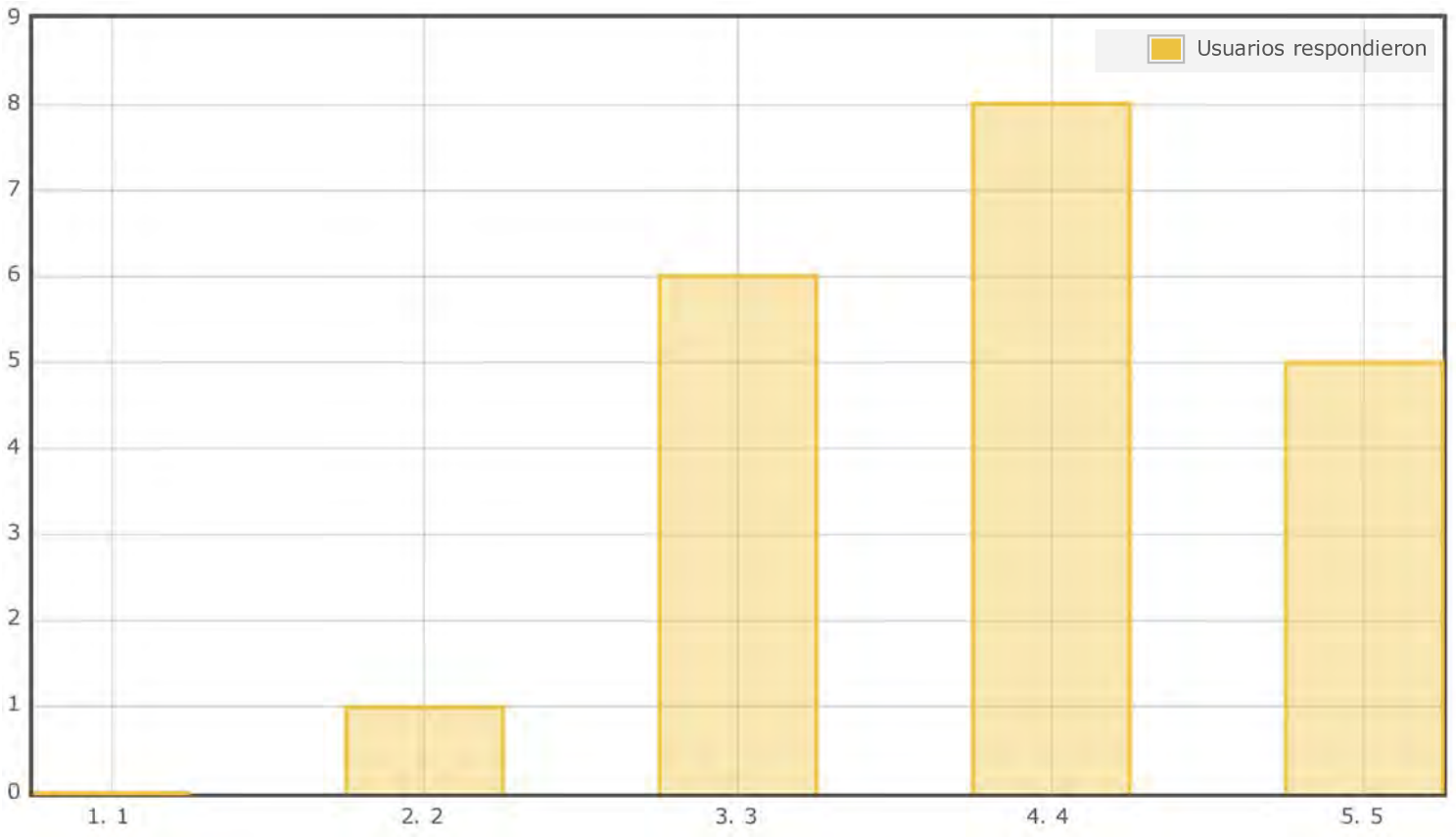




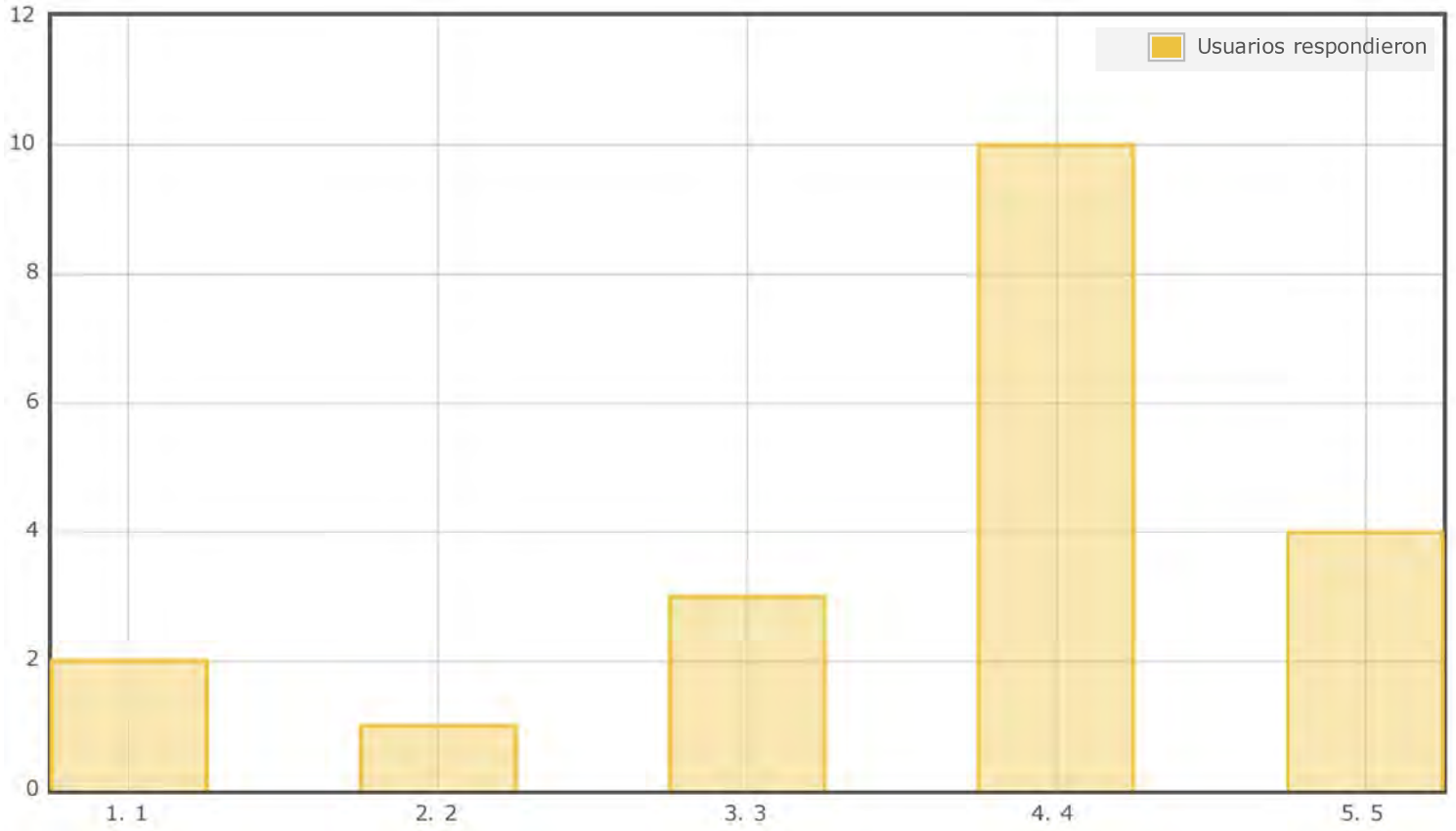
14.5 Facilidad de uso adecuada

Usuarios respondieron:	20
Usuarios ignoraron:	1
Mediana:	4
Respuestas:	1. 1: n=0 (0,00%) 2. 2: n=4 (20,00%) 3. 3: n=4 (20,00%) 4. 4: n=8 (40,00%) 5. 5: n=4 (20,00%)
Tabla/Gráfico:	

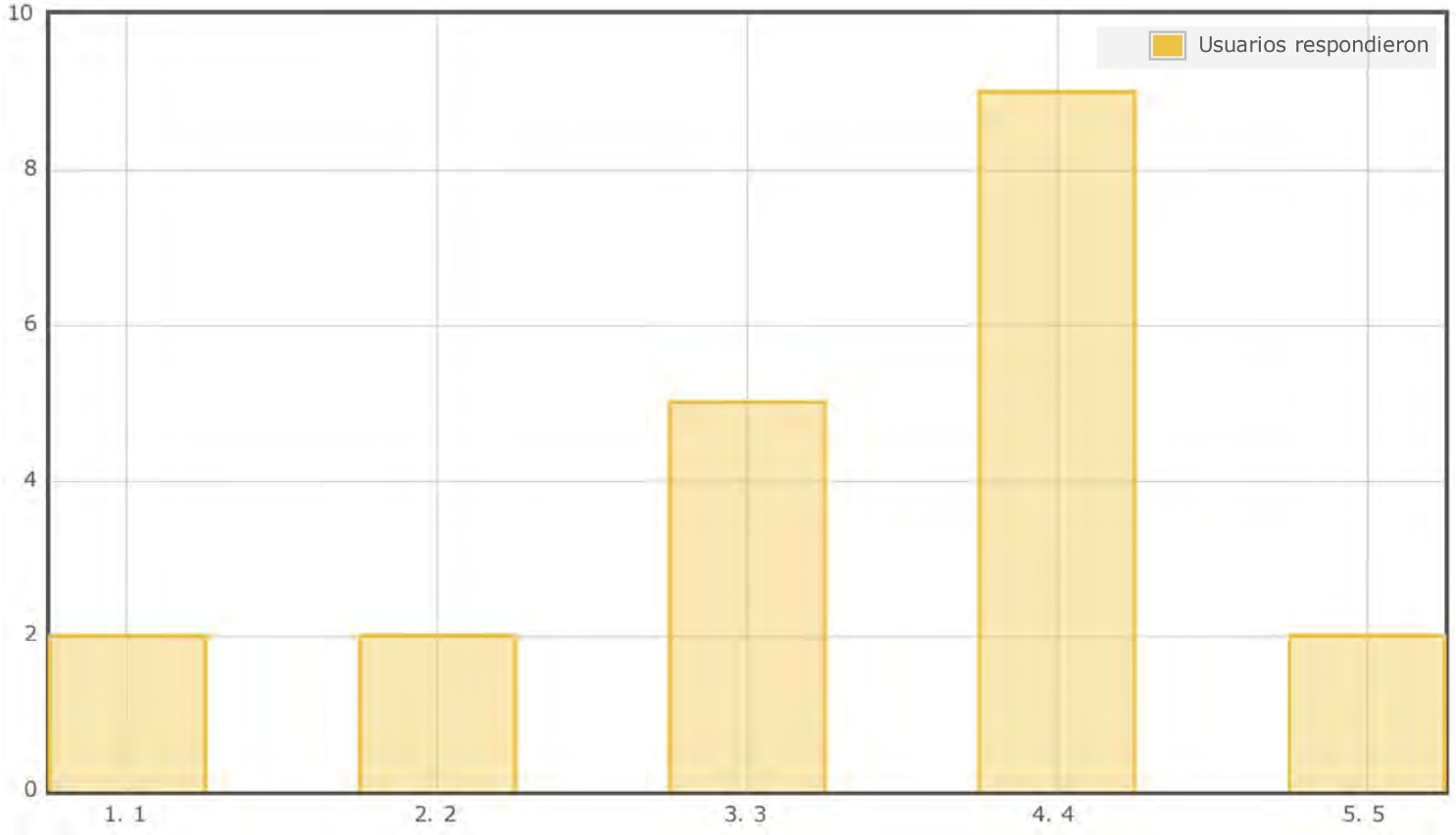
14.6 Sensación de inmersión adecuada

Usuarios respondieron:	20
Usuarios ignoraron:	1
Mediana:	4
Respuestas:	1. 1: n=0 (0,00%) 2. 2: n=1 (5,00%) 3. 3: n=6 (30,00%) 4. 4: n=8 (40,00%) 5. 5: n=5 (25,00%)
Tabla/Gráfico:	

14.7 Tiempo requerido adecuado

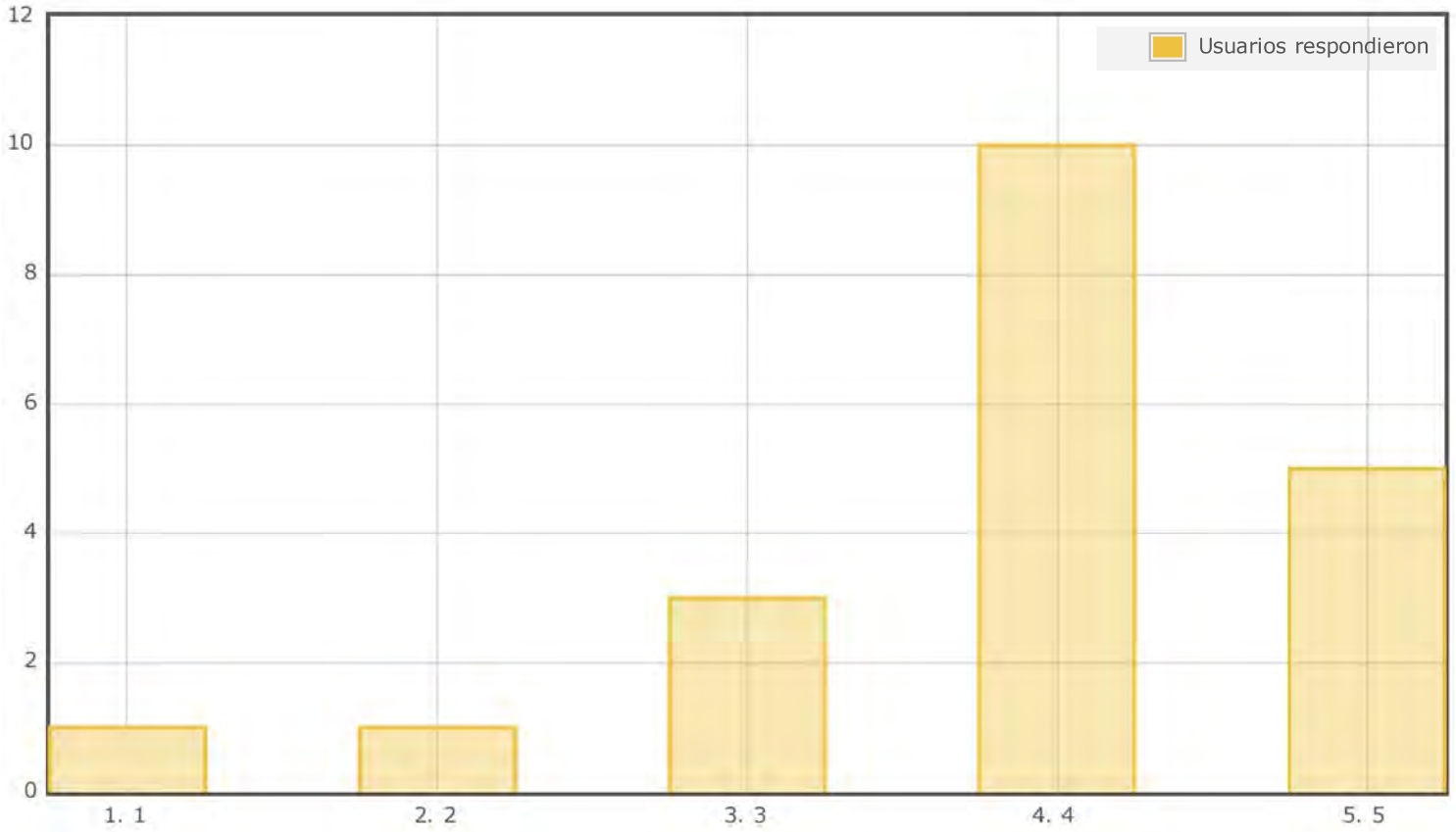
Usuarios respondieron:	20
Usuarios ignoraron:	1
Mediana:	4
Respuestas:	1. 1: n=2 (10,00%) 2. 2: n=1 (5,00%) 3. 3: n=3 (15,00%) 4. 4: n=10 (50,00%) 5. 5: n=4 (20,00%)
Tabla/Gráfico:	

14.8 Instrucciones claras y precisas

Usuarios respondieron:	20
Usuarios ignoraron:	1
Mediana:	4
Respuestas:	1. 1: n=2 (10,00%) 2. 2: n=2 (10,00%) 3. 3: n=5 (25,00%) 4. 4: n=9 (45,00%) 5. 5: n=2 (10,00%)
Tabla/Gráfico:	

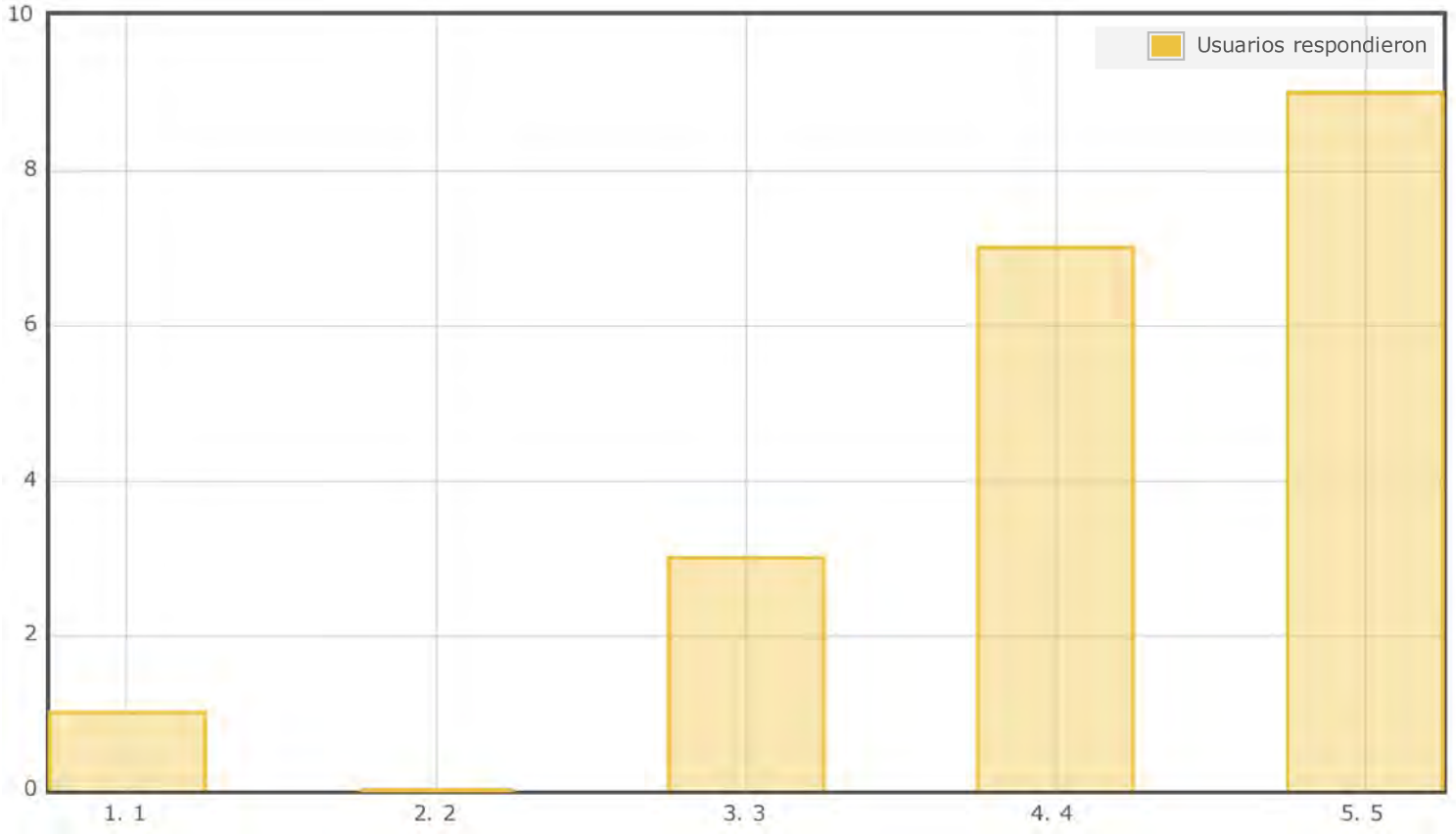
14.9 Fiabilidad del sistema adecuado

Usuarios	20

respondieron:	
Usuarios ignoraron:	1
Mediana:	4
Respuestas:	1. 1: n=1 (5,00%) 2. 2: n=1 (5,00%) 3. 3: n=3 (15,00%) 4. 4: n=10 (50,00%) 5. 5: n=5 (25,00%)
Tabla/Gráfico:	

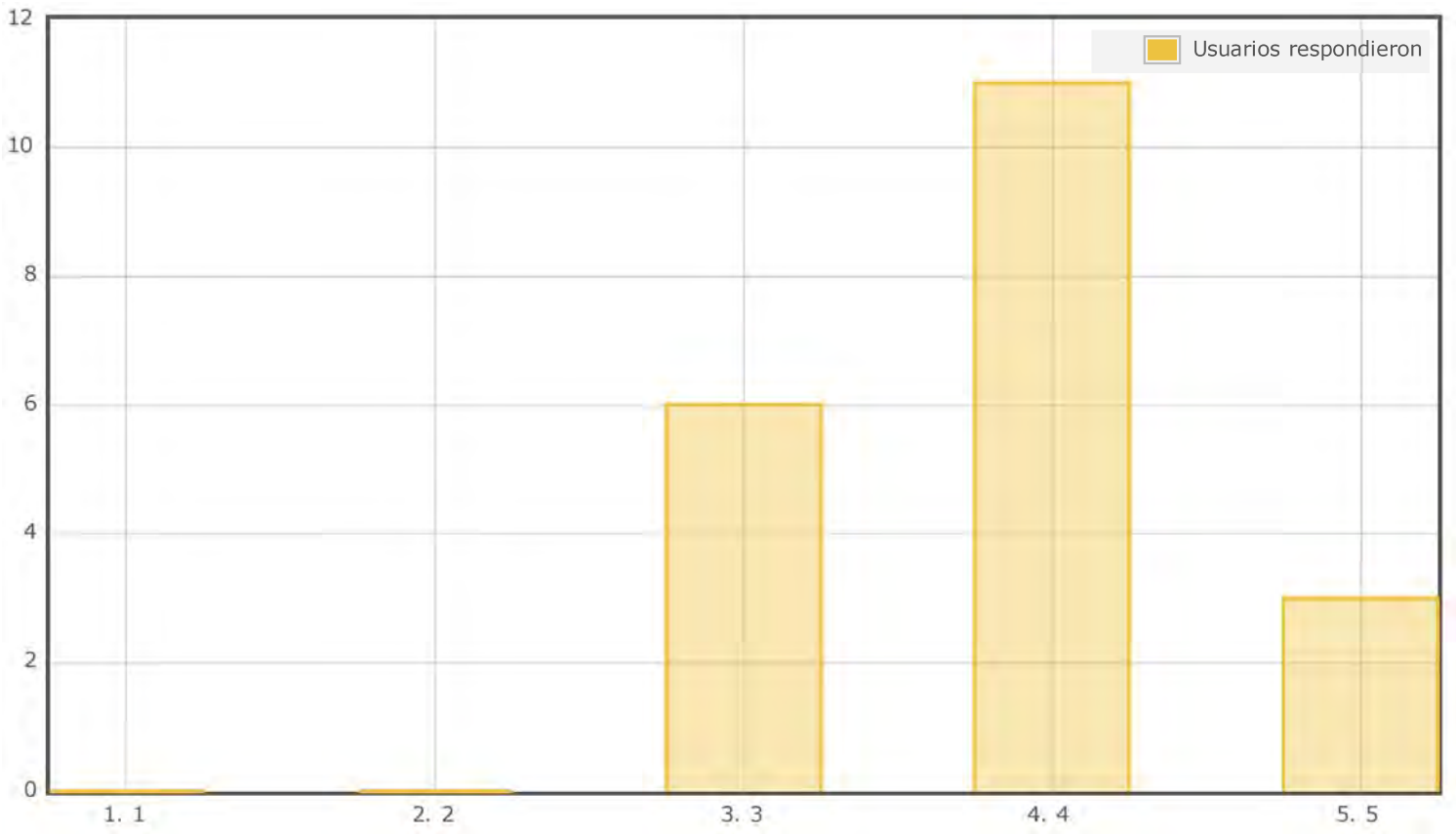
14.10 Utilidad adecuada

Usuarios respondieron:	20

Usuarios ignoraron:	1
Mediana:	4
Respuestas:	1. 1: n=1 (5,00%) 2. 2: n=0 (0,00%) 3. 3: n=3 (15,00%) 4. 4: n=7 (35,00%) 5. 5: n=9 (45,00%)
Tabla/Gráfico:	

15. Valoración Final WebLab

Pregunta:	Valoración de 1 a 5 el WebLab "WebLab PID Motor CC" (1:Mal-5:Bien)

Tipo de pregunta:	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)
Usuarios respondieron:	20
Usuarios ignoraron:	1
Mediana:	4
Respuestas:	1. 1: n=0 (0,00%) 2. 2: n=0 (0,00%) 3. 3: n=6 (30,00%) 4. 4: n=11 (55,00%) 5. 5: n=3 (15,00%)
Tabla/Gráfico:	

16. Mejora WebLab

Pregunta:	En tu opinión, ¿Qué aspectos del WebLab deberían mejorarse?
Tipo de pregunta:	Pregunta de respuesta corta
Usuarios respondieron:	13
Usuarios ignoraron:	8
Respuestas dadas:	• muchos problemas con java y aplicación incomoda de utilizar • Podría desarrollarse otro WebLab similar pero con otro tipo de sistema, como por ejemplo hidráulico o similar, repasando, al mismo tiempo, modelado matemático. Sería una práctica muy interesante. • Quizás es que yo no lo pillara a la primera, pero creo que debería haber un ejemplo de la cancelación cero polo, ya que yo no lo he visto en teoría y hasta muy al final no sabía cómo tenía que hacerla exactamente y eso me ha llevado mucho tiempo, usando apuntes externos. • El tema relacionado con la preparación de Java • Incluir enlaces a algunos conceptos teoricos • Que pueda realizarse con mas tiempo respecto a los examenes de mayo, es decir antes • Quizás explicar con mejor precisión lo del cero-polo ya que es un tema que creo no dar en clase y ademas en las transparencias de teoría no aparecía. Luego resultó ser una cosa elemental, pero, en un principio, suena a chino. • Mas ejemplos de uso, por ejemplo con sensores de temperatura • La configuración del java. • Los problemas con la instalación han sido considerables. Es más complicado instalarlo que usarlo. Creo que las explicaciones de lo exigido no son muy claras. • en mi caso no me dejaba acceso a las formulas que aparecen al inicio y tuve que utilizar las de otro compañero, por todo lo demás me parece una buena aplicación, he aprendido bastante con ella. • No mejoraria nada, tampoco con mi nivel no creo que tenga conocimientos como para evaluar dicho sistema, pero la verdad es que al ser muy grafico, se observa lo que estás haciendo mal cuando lo simulas. • Me ha dado problemas a la hora de instalar la aplicación, por lo demás todo bien.

ANEXO 17	
Título	Resultados de Encuesta WebLab PID Motor CC en el Grupo Experimental

Microsoft Excel ▼ Exportar título y etiqueta ▼

(1 - 23 de 23) Columnas ▼ Filas ▼

Título	Pregunta	Tipo de pregunta	Usuarios respondieron	Usuarios ignoraron	Valor más seleccionado (Moda)	Número de selecciones	Mediana	Media aritmética
1. 01.Edad	Señala cual es tu edad	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)	37	0	2 - 20-24	24	2	
10. 10A.Op Objetivos Competencias	¿Crees que el WebLab "WebLab PID Motor CC" ha sido adecuado para que obteng...	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)	37	0	4 - 4	18	4	
11. 11.Estructura WebLab	Después de acceder a la primera página del laboratorio, ¿Has entendido cuá...	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)	37	0	1 - Sí	36	1	
12. 11A.Op Estructura WebLab	¿Crees que la estructura del WebLab "WebLab PID Motor CC" ha sido correcta?...	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)	37	0	4 - 4	16	4	
13. 12.Teoría	¿Has estudiado y comprendido la teoría sobre el laboratorio que se encontra...	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)	37	0	1 - Sí	24	1	
14. 12A.Op Teoría	¿Crees que la Teoría incluida en la Página 2 del WebLab "WebLab PID Motor C...	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)	37	0	5 - 5	16	4	
15. 13A.Op Test inicial	¿Crees que el Test Inicial incluido en la Página 2 del WebLab "WebLab PID M...	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)	37	0	5 - 5	14	4	
16. 14. Guiones Prácticas	¿Has leído y comprendido los guiones de prácticas que se encuentran en la p...	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)	37	0	1 - Sí	24	1	
17. 14A.Op Guiones prácticas	¿Crees que los guiones de prácticas incluidos en la Página 3 del WebLab "We...	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)	37	0	4 - 4	15	4	
18. 15A.Op VL (Virtual	¿Crees que la aplicación JAVA del	Pregunta de opción	37	0	4 - 4	15	4	

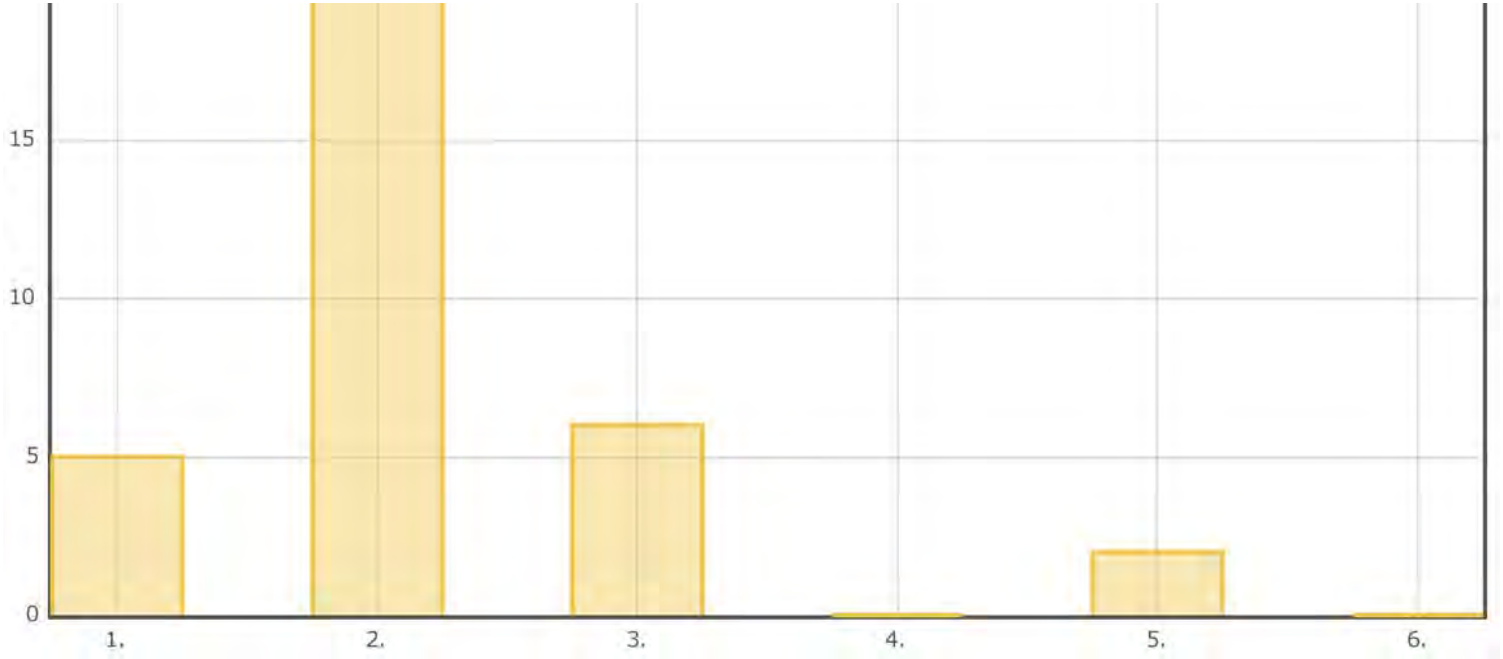
Lab)	laboratorio incluido en la Página 3 del W...	múltiple (Respuesta única)						
19. 16A.Op VL Interfaz-Ayuda del Laboratorio Virtual	¿Crees que el interfaz y la ayuda de la aplicación JAVA del laboratorio inc...	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)	37	0	5 - 5	13	4	
2. 02.Sexo	Indica tu sexo	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)	37	0	1 - Hombre	32	1	
20. 17A.Op Test final	¿Crees que el Test "Test Final de WebLab de PID de Motor CC" asociado al We...	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)	37	0	4 - 4	15	4	
21. 18A.Op Generales WebLab	Valora los siguientes aspectos referidos al WebLab "WebLab PID Motor CC" en...	Pregunta tipo Matriz	37	0	4 - 4	139	4	
	1. Acceso cómodo		37	0	4 - 4	11	4	
	2. Diseño Web (colores, tipos de letra, claridad, etc...) adecuado		37	0	4 - 4	23	4	
	3. Estructura adecuada		37	0	4 - 4	15	4	
	4. Navegación adecuada		37	0	4 - 4	16	4	
	5. Facilidad de uso adecuada		37	0	3 - 3	15	4	
	6. Sensación de inmersión adecuada		37	0	4 - 4	13	4	
	7. Tiempo requerido adecuado		37	0	5 - 5	12	4	
	8. Instrucciones claras y precisas		37	0	4 - 4	15	4	
	9. Fiabilidad del sistema adecuado		37	0	3 - 3	15	3	
	10. Utilidad adecuada		37	0	4 - 4	14	4	
22. Valoración Final WebLab	Valoración de 1 a 5 el WebLab "WebLab PID Motor CC" (1:Mal-5:Bien)	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)	37	0	4 - 4	22	4	
23. Mejora WebLab	En tu opinión, ¿Qué aspectos del WebLab deberían mejorarse?	Pregunta de respuesta corta	21	16	0			
3. 03.Grado	Indica el grado en el que estás matriculado en la asignatura "Automática In...	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)	37	0	3 - Grado en Ingeniería Mecánica	21	3	
4. 04.Ejecutar WebLab	¿Has ejecutado (abierto y entrado) el WebLab "WebLab PID Motor CC" en su ve...	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)	37	0	1 - Sí	37	1	
5. 05.Estudiado Tema7	¿Has leído el tema Tema 7. Diseño del controlador PID de la asignatura	Pregunta de opción múltiple (Respuesta	37	0	1 - Sí	36	1	

	"Aut...	única)						
6. 06.Asistir clase Tema7	¿Has asistido a la/s clase/s presenciales en las que se explicó el tema Te...	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)	37	0	1 - Sí, a todas.	27	1	
7. 07.Terminar WebLab	¿Has terminado (por tanto superado) el WebLab "WebLab PID Motor CC" en su v...	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)	37	0	1 - Sí	36	1	
8. 08.Repetir WebLab	¿Has ejecutado el WebLab "WebLab PID Motor CC" en su versión española o ing...	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)	36	1	2 - 2	12	2	
9. 10.Objetivos Competencias	Después de acceder a la primera página del laboratorio, ¿Has entendido cua...	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)	37	0	1 - Sí	35	1	

(1 - 23 de 23)

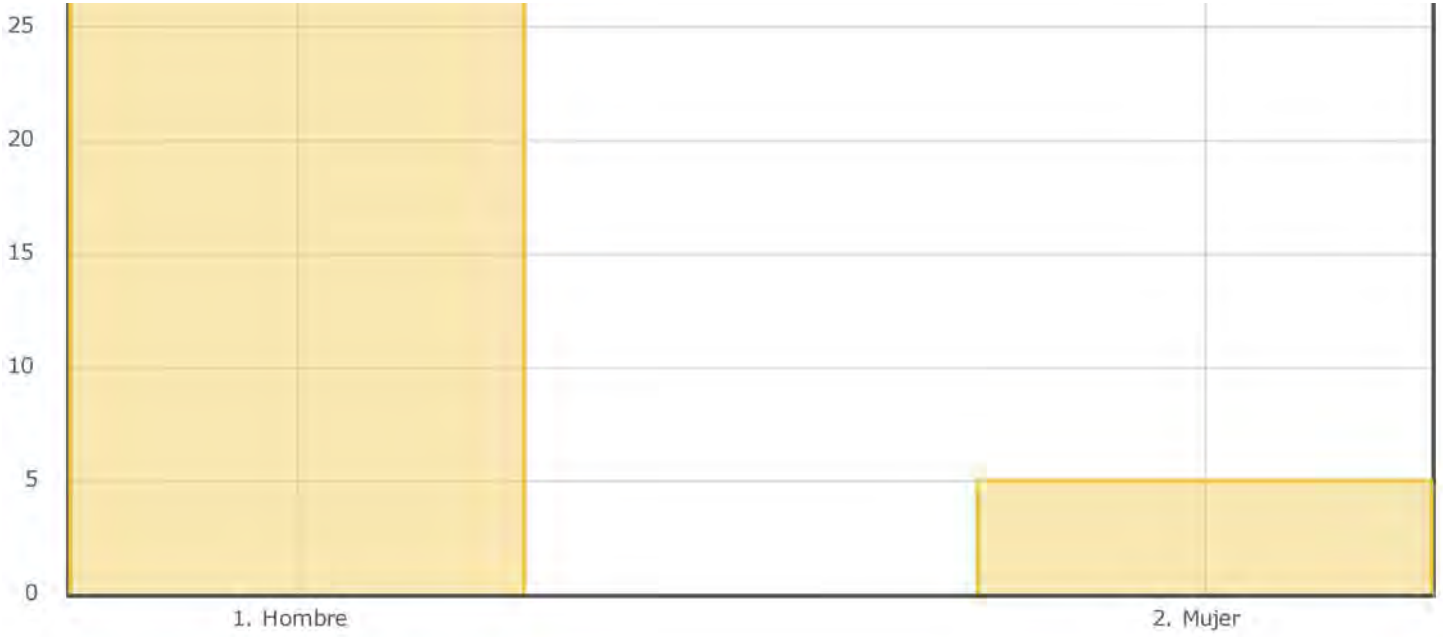
1. 01.Edad

Pregunta:	Señala cual es tu edad
Tipo de pregunta:	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)
Usuarios respondieron:	37
Usuarios ignoraron:	0
Mediana:	2
Respuestas:	1. menos de 20: n=5 (13,51%) 2. 20-24: n=24 (64,86%) 3. 25-29: n=6 (16,22%) 4. 30-35: n=0 (0,00%) 5. 35-40: n=2 (5,41%) 6. más de 40: n=0 (0,00%)
Tabla/Gráfico:	



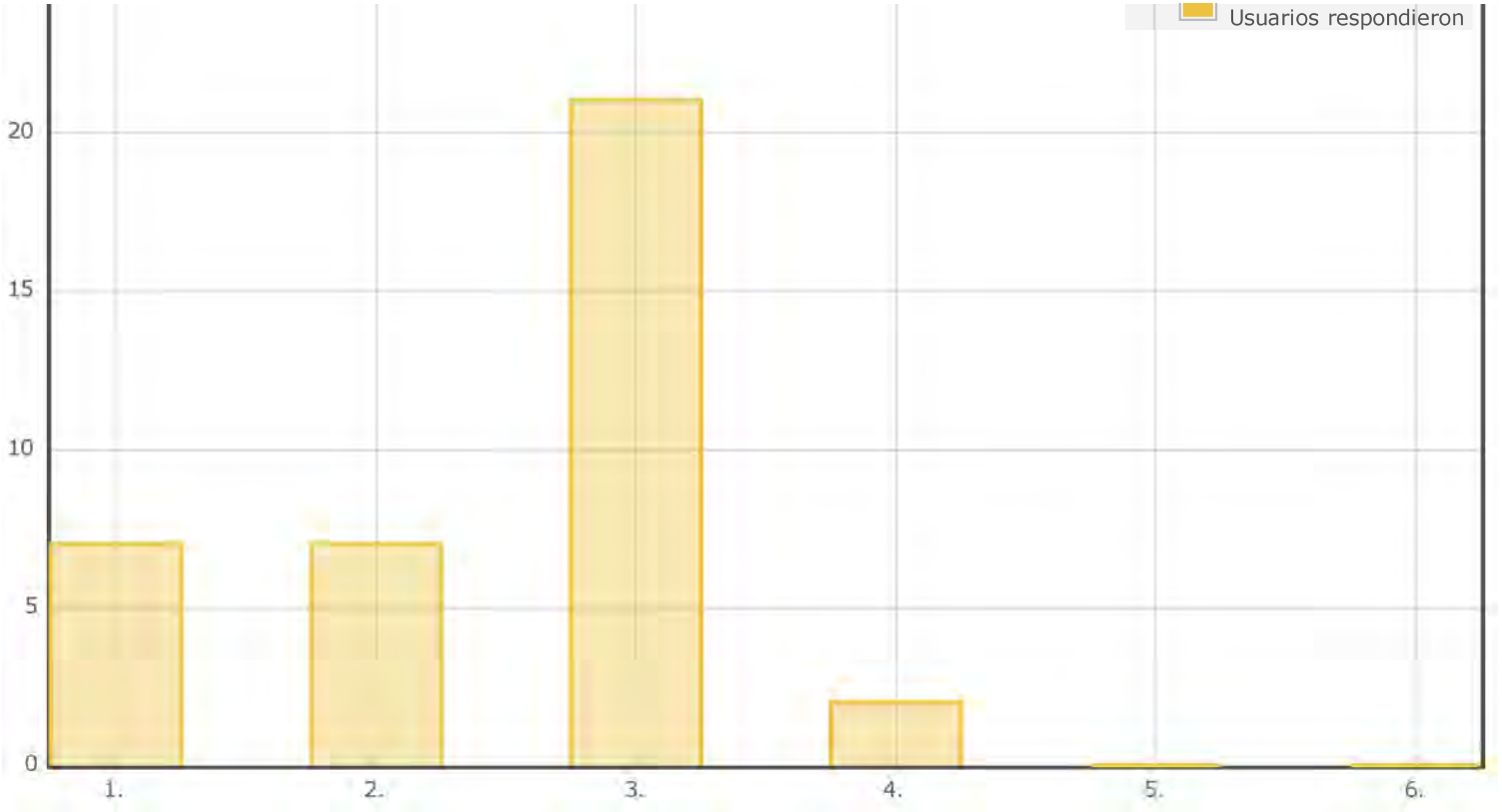
2. 02.Sexo

Pregunta:	Indica tu sexo
Tipo de pregunta:	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)
Usuarios respondieron:	37
Usuarios ignoraron:	0
Mediana:	1
Respuestas:	1. Hombre: n=32 (86,49%) 2. Mujer: n=5 (13,51%)
Tabla/Gráfico:	



3. 03.Grado

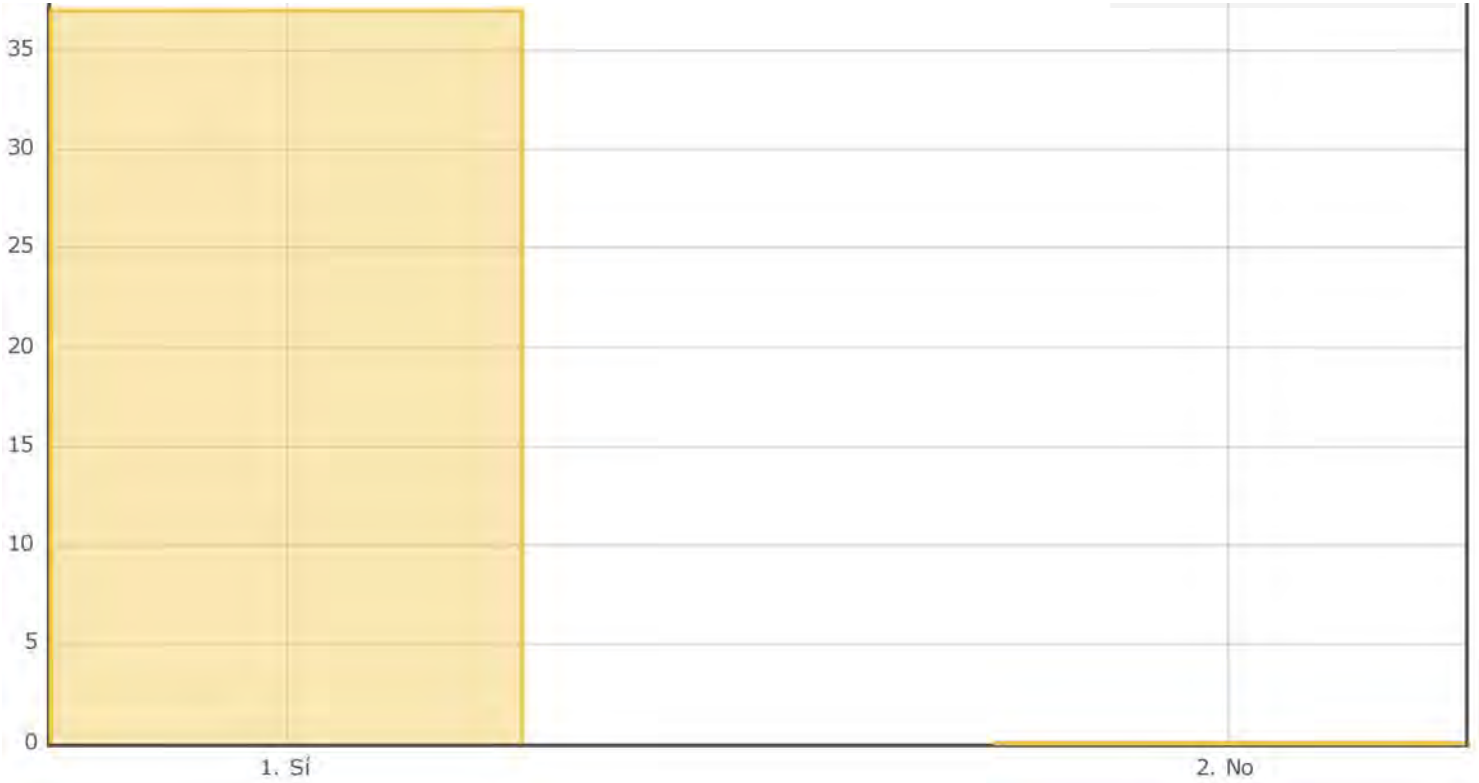
Pregunta:	Indica el grado en el que estás matriculado en la asignatura "Automática Industrial"
Tipo de pregunta:	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)
Usuarios respondieron:	37
Usuarios ignoraron:	0
Mediana:	3
Respuestas:	1. Grado en Ingeniería Eléctrica: n=7 (18,92%) 2. Grado en Ingeniería Electrónica Industrial: n=7 (18,92%) 3. Grado en Ingeniería Mecánica: n=21 (56,76%) 4. Grado en Ingeniería de organización Industrial: n=2 (5,41%) 5. Grado en Ingeniería Química Industrial: n=0 (0,00%) 6. Otro. Indica cual:: n=0 (0,00%)
Tabla/Gráfico:	 1.Grado en



1. Grado en Ingeniería Eléctrica
2. Grado en Ingeniería Electrónica Industrial
3. Grado en Ingeniería Mecánica
4. Grado en Ingeniería de organización Industrial
5. Grado en Ingeniería Química Industrial
6. Otro. Indica cual:

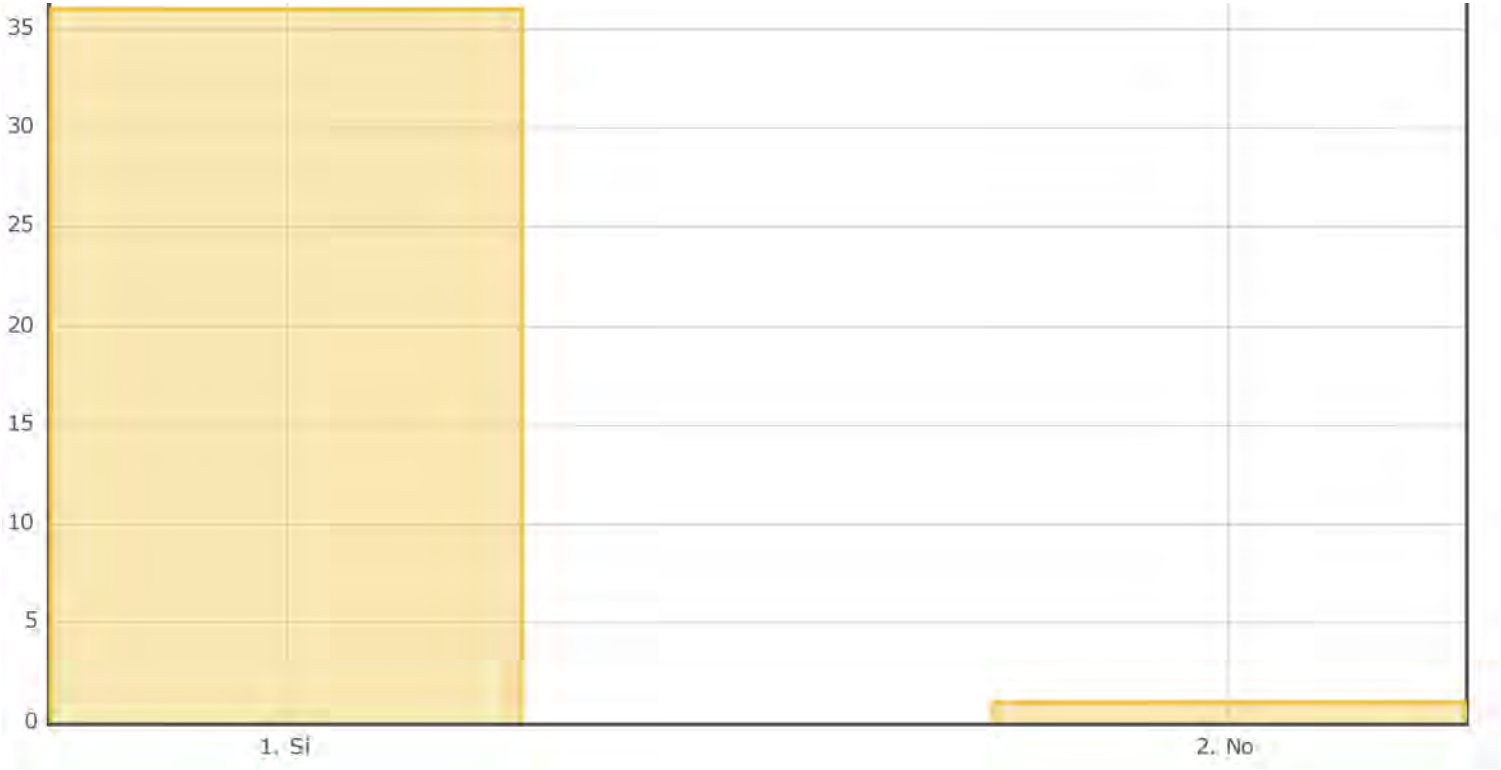
4. 04.Ejecutar WebLab

Pregunta:	¿Has ejecutado (abierto y entrado) el WebLab "WebLab PID Motor CC" en su versión española o inglesa?
Tipo de pregunta:	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)
Usuarios respondieron:	37
Usuarios ignoraron:	0
Mediana:	1
Respuestas:	1. Sí: n=37 (100,00%) 2. No: n=0 (0,00%)
Tabla/Gráfico:	



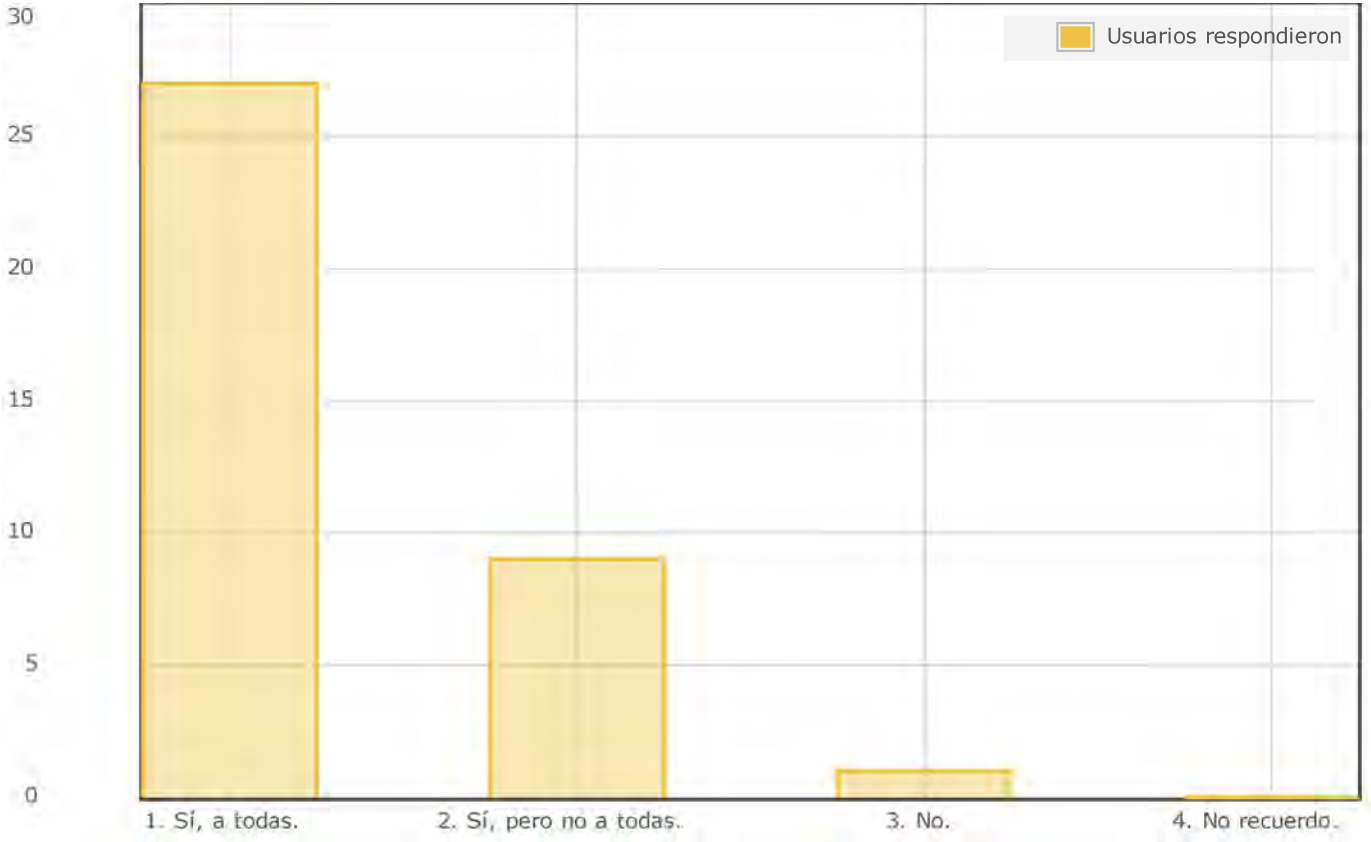
5. 05.Estudiado Tema7

Pregunta:	¿Has leído el tema Tema 7. Diseño del controlador PID de la asignatura "Automática Industrial"?
Tipo de pregunta:	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)
Usuarios respondieron:	37
Usuarios ignoraron:	0
Mediana:	1
Respuestas:	1. Sí: n=36 (97,30%) 2. No: n=1 (2,70%)
Tabla/Gráfico:	



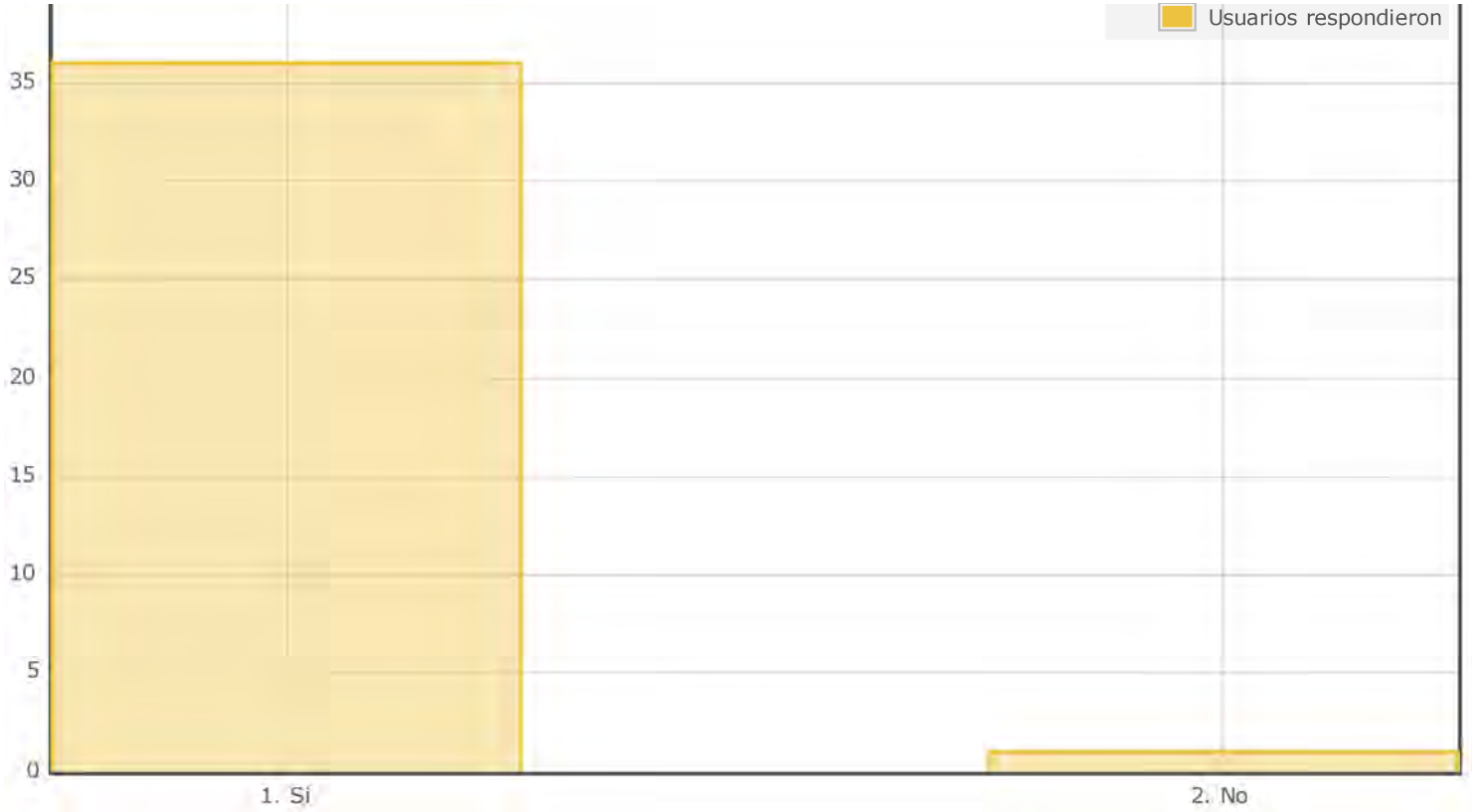
6. 06.Asistir clase Tema7

Pregunta:	¿Has asistido a la/s clase/s presenciales en las que se explicó el tema Tema 7. Diseño del controlador PID de la asignatura "Automática Industrial"?
Tipo de pregunta:	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)
Usuarios respondieron:	37
Usuarios ignoraron:	0
Mediana:	1
Respuestas:	1. Sí, a todas.: n=27 (72,97%) 2. Sí, pero no a todas.: n=9 (24,32%) 3. No.: n=1 (2,70%) 4. No recuerdo.: n=0 (0,00%)
Tabla/Gráfico:	



7. 07.Terminar WebLab

Pregunta:	¿Has terminado (por tanto superado) el WebLab "WebLab PID Motor CC" en su versión española o inglesa?
Tipo de pregunta:	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)
Usuarios respondieron:	37
Usuarios ignoraron:	0
Mediana:	1
Respuestas:	1. Sí: n=36 (97,30%) 2. No: n=1 (2,70%)
Tabla/Gráfico:	

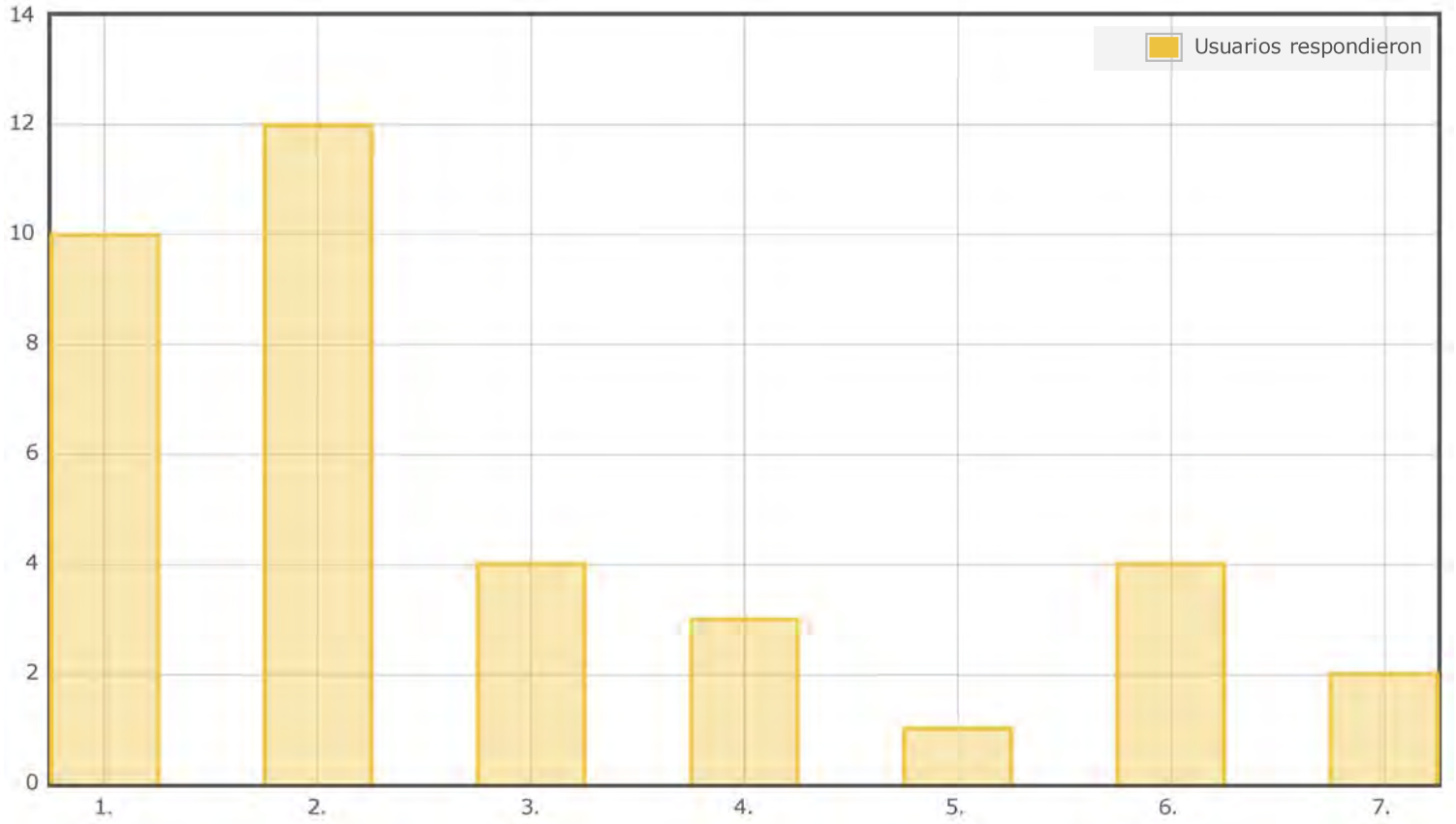


8. 08.Repetir WebLab

Pregunta:	¿Has ejecutado el WebLab "WebLab PID Motor CC" en su versión española o inglesa más de una vez? Señala el número de ejecuciones que has realizado.
Tipo de pregunta:	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)
Usuarios respondieron:	36
Usuarios ignoraron:	1
Mediana:	2
Respuestas:	1. 1: n=10 (27,78%) 2. 2: n=12 (33,33%) 3. 3: n=4 (11,11%) 4. 4: n=3 (8,33%)

5. 5: n=1 (2,78%)
6. entre 6 y 10: n=4 (11,11%)
7. más de 10: n=2 (5,56%)

Tabla/Gráfico:



1.1
2.2
3.3
4.4
5.5
6.entre 6 y 10
7.más de 10

9. 10.Objetivos Competencias

Pregunta:

Después de acceder a la primera página del laboratorio,

¿Has entendido cuales eran los objetivos y competencias que podías obtener si trabajabas el WebLab "WebLab PID Motor CC" y dónde se enmarcaba su contenido en tus estudios?

Introducción al WebLab (PAGINA 1)

Introducción al WebLab (PAGINA 1)

CONTROL PID DE SISTEMAS DINÁMICOS: MOTOR CC

UNIVERSIDAD:	UNIVERSIDAD DE JAEN
TITULACIONES:	GRADOS EN INGENIERIA INDUSTRIAL, MECANICA, ELECTRICA, ORGANIZACION INDUSTRIAL Y ELECTRONICA
ASIGNATURA:	AUTOMATICA INDUSTRIAL (NIVEL BASICO)
PLANIFICACION:	2° CURSO // 2° CUATRIMESTRE
TIPO DE EJERCICIO/EXPERIMENTO:	LABORATORIO VIRTUAL
CONTEXTO DEL EJERCICIO:	BLOQUE III. METODOS DE CONTROL TEMA 7. DISEÑO DEL CONTROLADOR PID.
OBJETIVOS Y COMPETENCIAS:	• **GLOBALES:** ◦ Conocimiento básico de control automático y su aplicación a la automatización industrial. ◦ Aprender para qué sirve un regulador (controlador). • **ESPECIFICOS:** ◦ Conocer y comprender los reguladores de tipo P, PD, PI y PID. ◦ Aprender técnicas de ajuste de los parámetros de estos reguladores. ◦ Consolidar en concepto de tiempo de establecimiento a un % de error de la señal de un sistema. ◦ Sintonizar un controlador para un sistema servo con un motor de corriente continua (motor CC).
TEORIA:	Enlace a la carpeta de teoria: BLOQUE III. METODOS DE CONTROL

Tipo de pregunta: Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)

Usuarios respondieron: 37

Usuarios ignoraron: 0

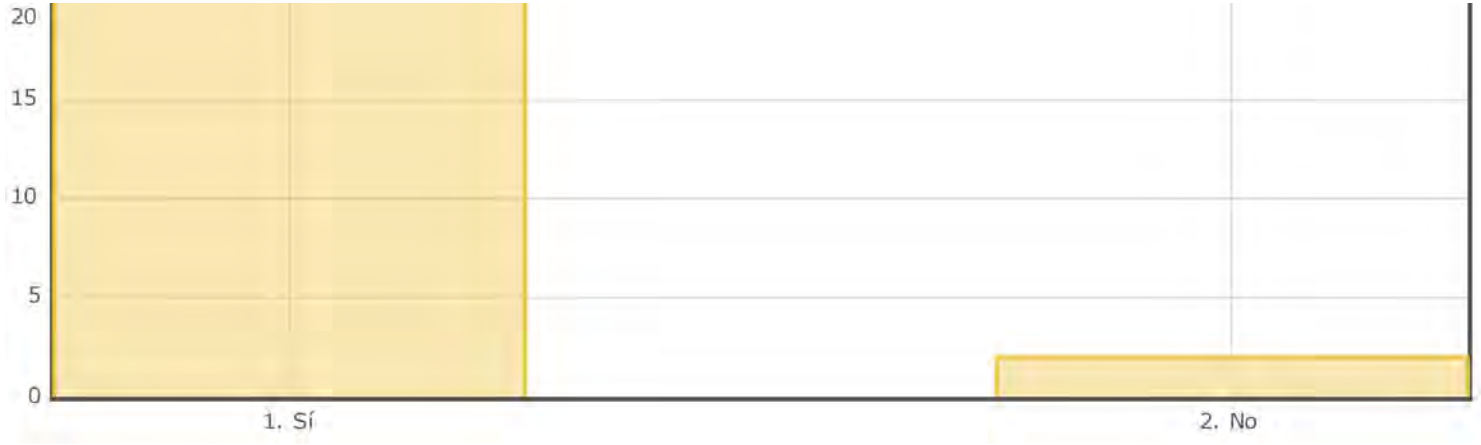
Mediana: 1

Respuestas:

1. Sí: n=35 (94,59%)
2. No: n=2 (5,41%)

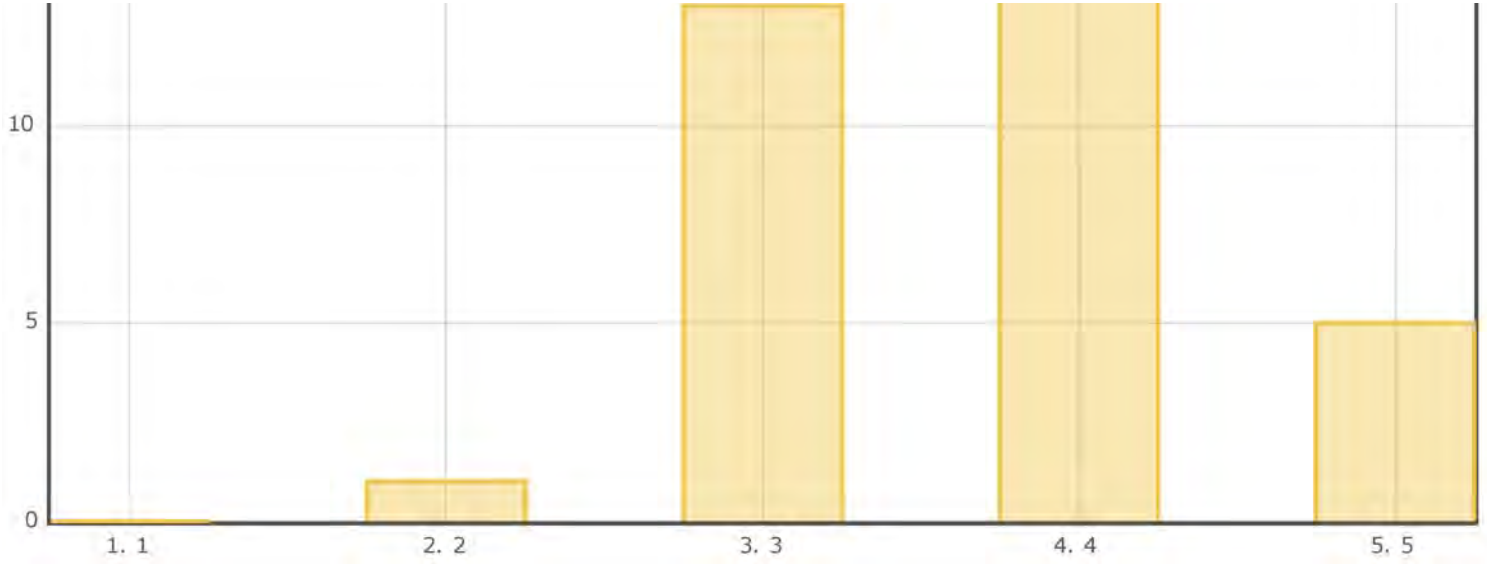
Tabla/Gráfico:





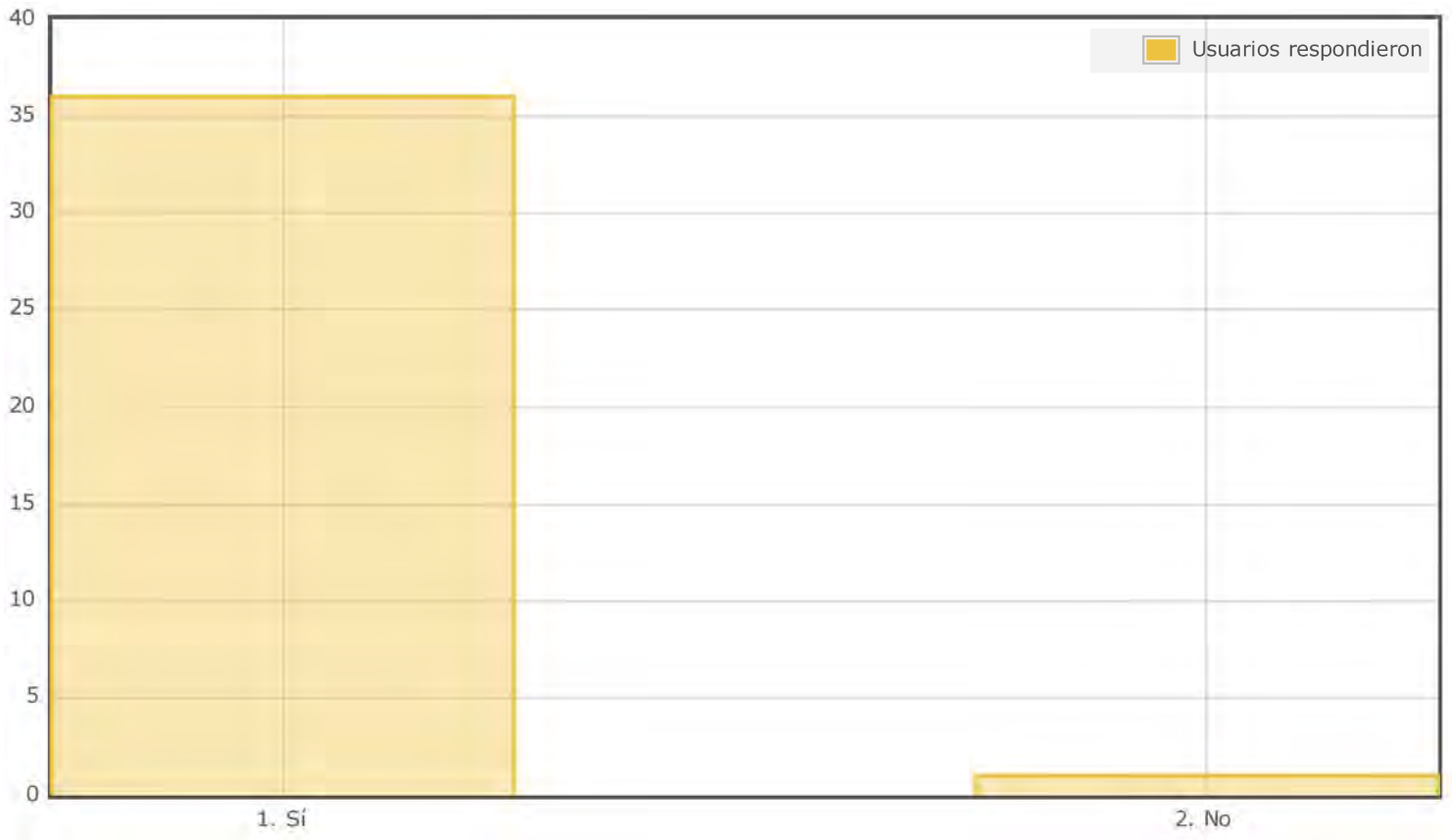
10. 10A.Op Objetivos Competencias

Pregunta:	¿Crees que el WebLab "WebLab PID Motor CC" ha sido adecuado para que obtengas los objetivos y competencias propuestos? 1 (Totalmente en Contra) - 5 (Totalmente de Acuerdo)
Tipo de pregunta:	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)
Usuarios respondieron:	37
Usuarios ignoraron:	0
Mediana:	4
Respuestas:	1. 1: n=0 (0,00%) 2. 2: n=1 (2,70%) 3. 3: n=13 (35,14%) 4. 4: n=18 (48,65%) 5. 5: n=5 (13,51%)
Tabla/Gráfico:	



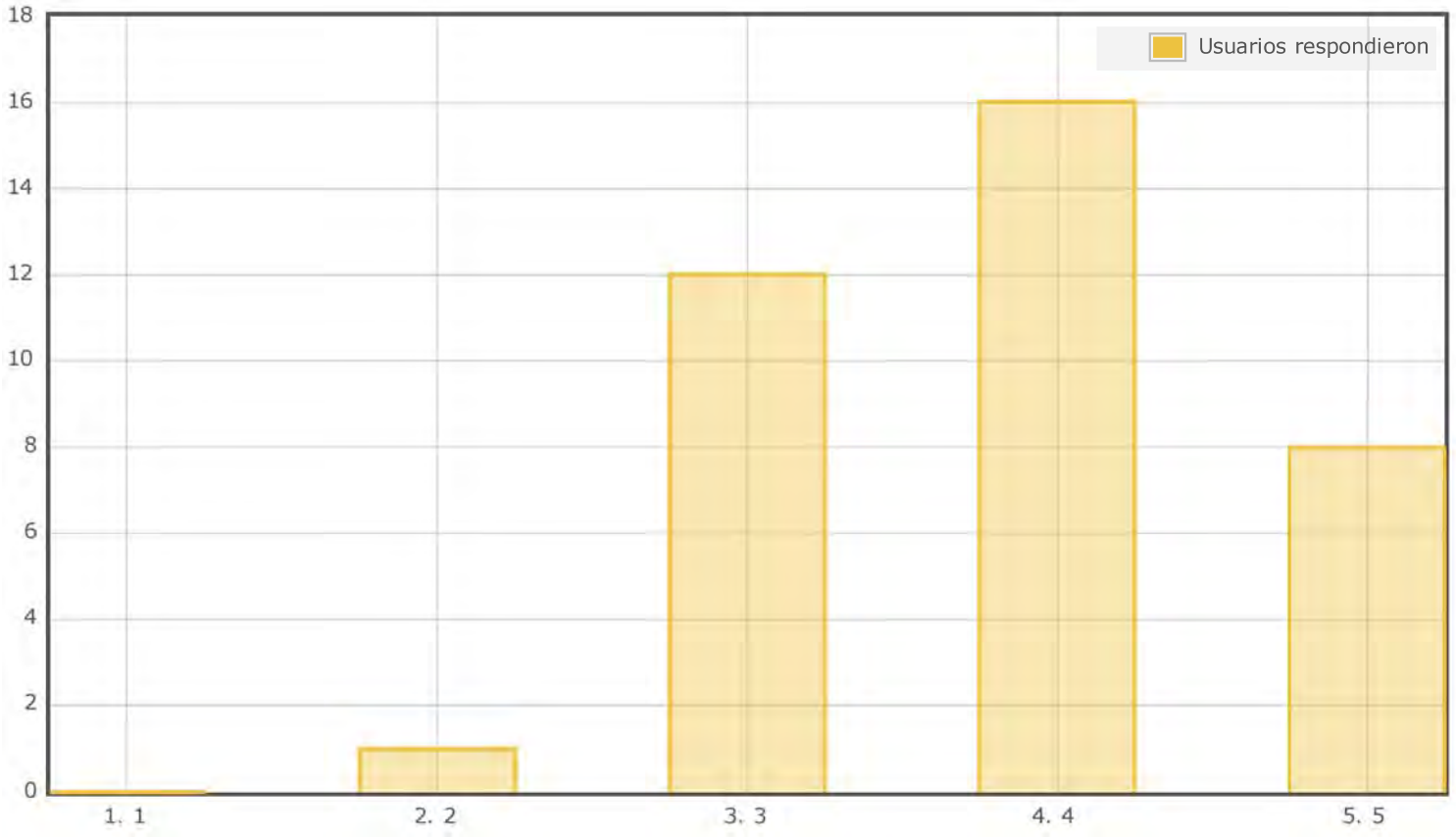
11. 11.Estructura WebLab

Pregunta:	Después de acceder a la primera página del laboratorio, ¿Has entendido cuál es la estructura del WebLab "WebLab PID Motor CC"? 
Tipo de pregunta:	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)
Usuarios respondieron:	37

Usuarios ignoraron:	0
Mediana:	1
Respuestas:	1. Sí: n=36 (97,30%) 2. No: n=1 (2,70%)
Tabla/Gráfico:	

12. 11A.Op Estructura WebLab

Pregunta:	¿Crees que la estructura del WebLab "WebLab PID Motor CC" ha sido correcta? 1 (Totalmente en Contra) - 5 (Totalmente de Acuerdo)
Tipo de pregunta:	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)
Usuarios	37

respondieron:	
Usuarios ignoraron:	0
Mediana:	4
Respuestas:	1. 1: n=0 (0,00%) 2. 2: n=1 (2,70%) 3. 3: n=12 (32,43%) 4. 4: n=16 (43,24%) 5. 5: n=8 (21,62%)
Tabla/Gráfico:	

13. 12.Teoría

Pregunta:	¿Has estudiado y comprendido la teoría sobre el laboratorio que se encontraba en la página 2 del WebLab "WebLab PID Motor CC"?

Teoría del WebLab
(PAGINA 2)

CONTROL PID DE SISTEMAS DINÁMICOS: MOTOR CC

Teoría del WebLab
(PAGINA 2)

Introducción

Un controlador automático compara el valor real de la salida de una planta con la entrada de referencia (el valor deseado), determina el error entre ambas señales (*e(t)=referencia(t)-salida(t)*) y produce una señal de control que reduce la diferencia a cero o a un valor pequeño.
La **acción de control es la forma con la cual el controlador automático produce la señal de control. La figura siguiente muestra el diagrama de bloques de un sistema de control industrial que consiste en un controlador automático, un actuador, una planta y un sensor (elemento de medición).**

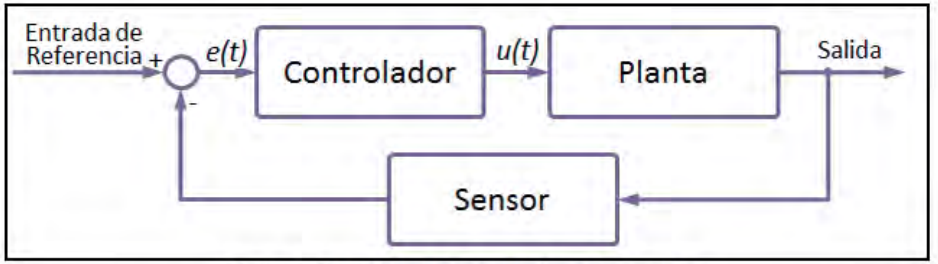
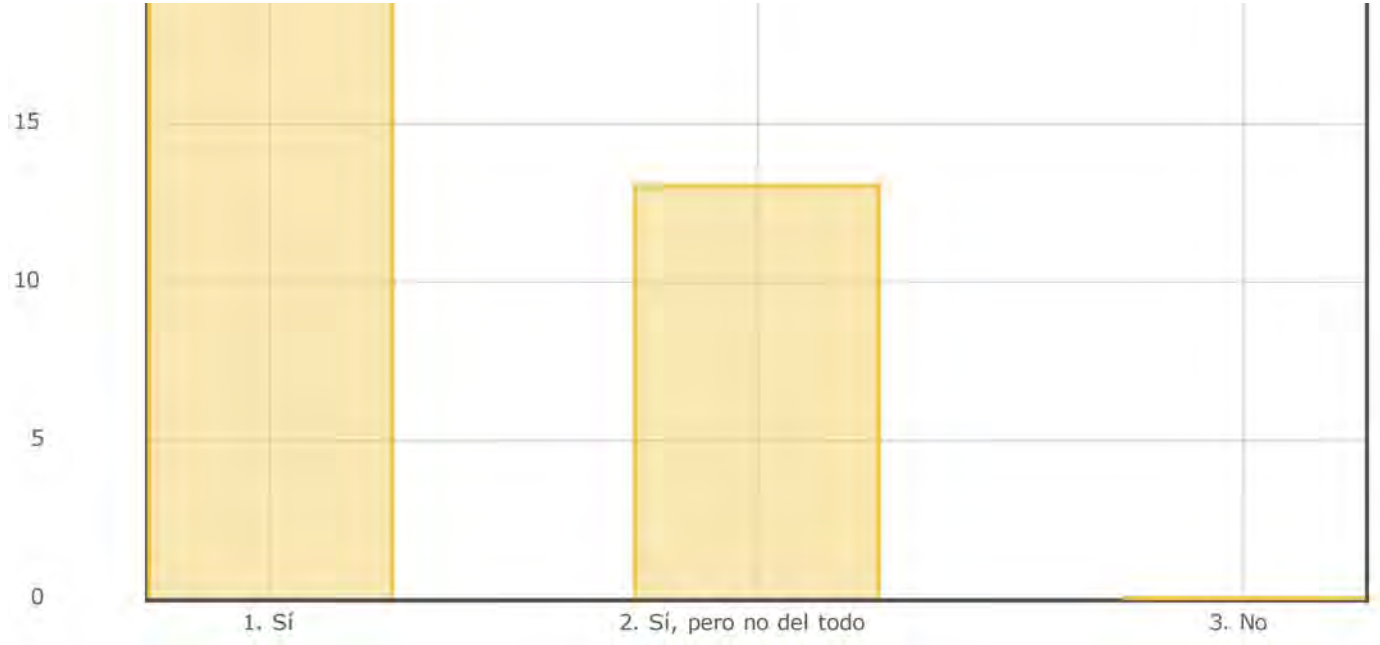


Figura 1. Esquema de Bloques de un Controlador.

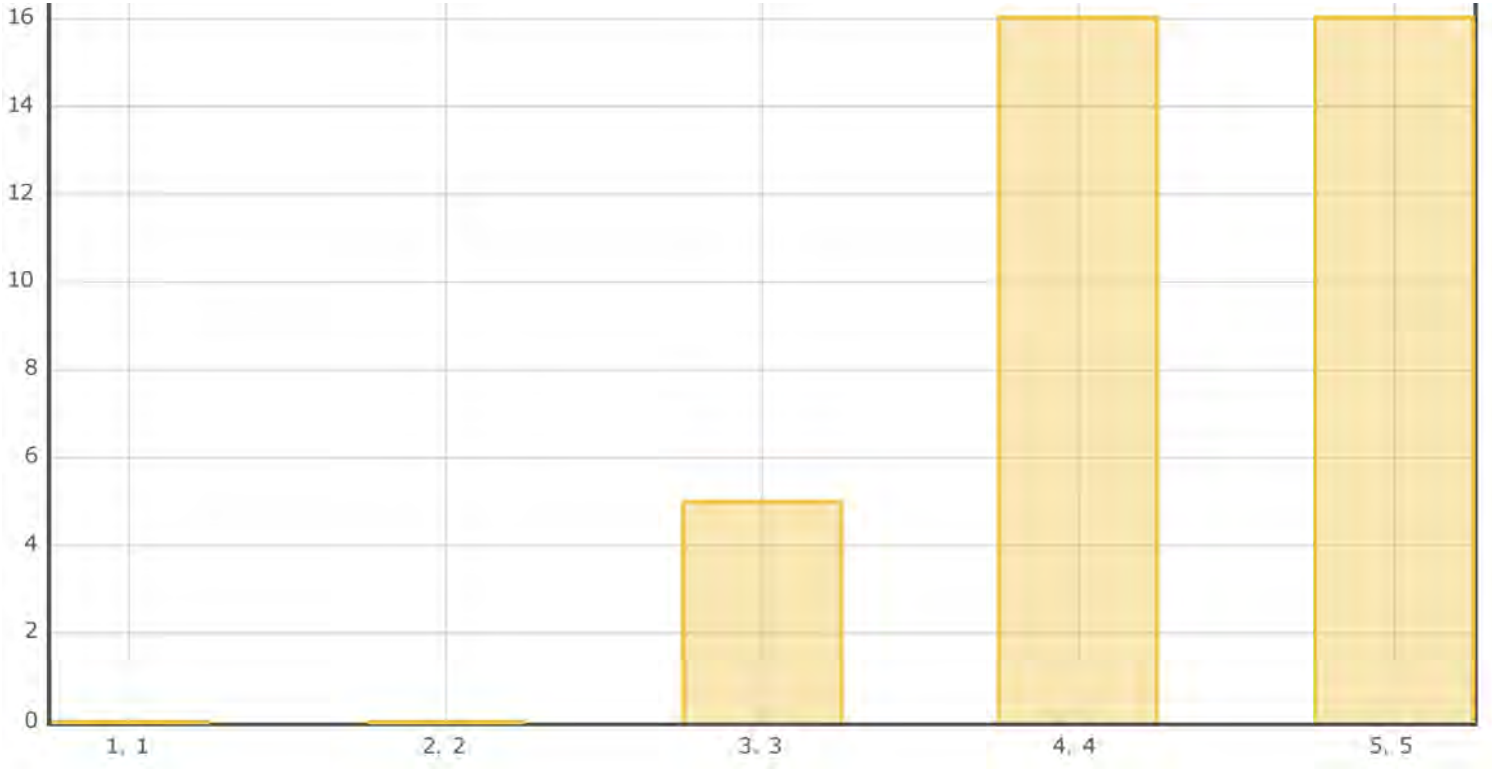
Por un lado, la salida del controlador se alimenta a un actuador, como por ejemplo una válvula. Mientras que el sensor, o elemento de medición, es un dispositivo que convierte una magnitud en una señal, por ejemplo un desplazamiento en metros pasaría a una señal en voltios, mA o % del alcance del sensor.

Tipo de pregunta:	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)
Usuarios respondieron:	37
Usuarios ignoraron:	0
Mediana:	1
Respuestas:	1. Sí: n=24 (64,86%) 2. Sí, pero no del todo: n=13 (35,14%) 3. No: n=0 (0,00%)
Tabla/Gráfico:	



14. 12A.Op Teoría

Pregunta:	¿Crees que la Teoría incluida en la Página 2 del WebLab "WebLab PID Motor CC" ha sido correcta para poder superarlo? 1 (Totalmente en Contra) - 5 (Totalmente de Acuerdo)
Tipo de pregunta:	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)
Usuarios respondieron:	37
Usuarios ignoraron:	0
Mediana:	4
Respuestas:	1. 1: n=0 (0,00%) 2. 2: n=0 (0,00%) 3. 3: n=5 (13,51%) 4. 4: n=16 (43,24%) 5. 5: n=16 (43,24%)
Tabla/Gráfico:	

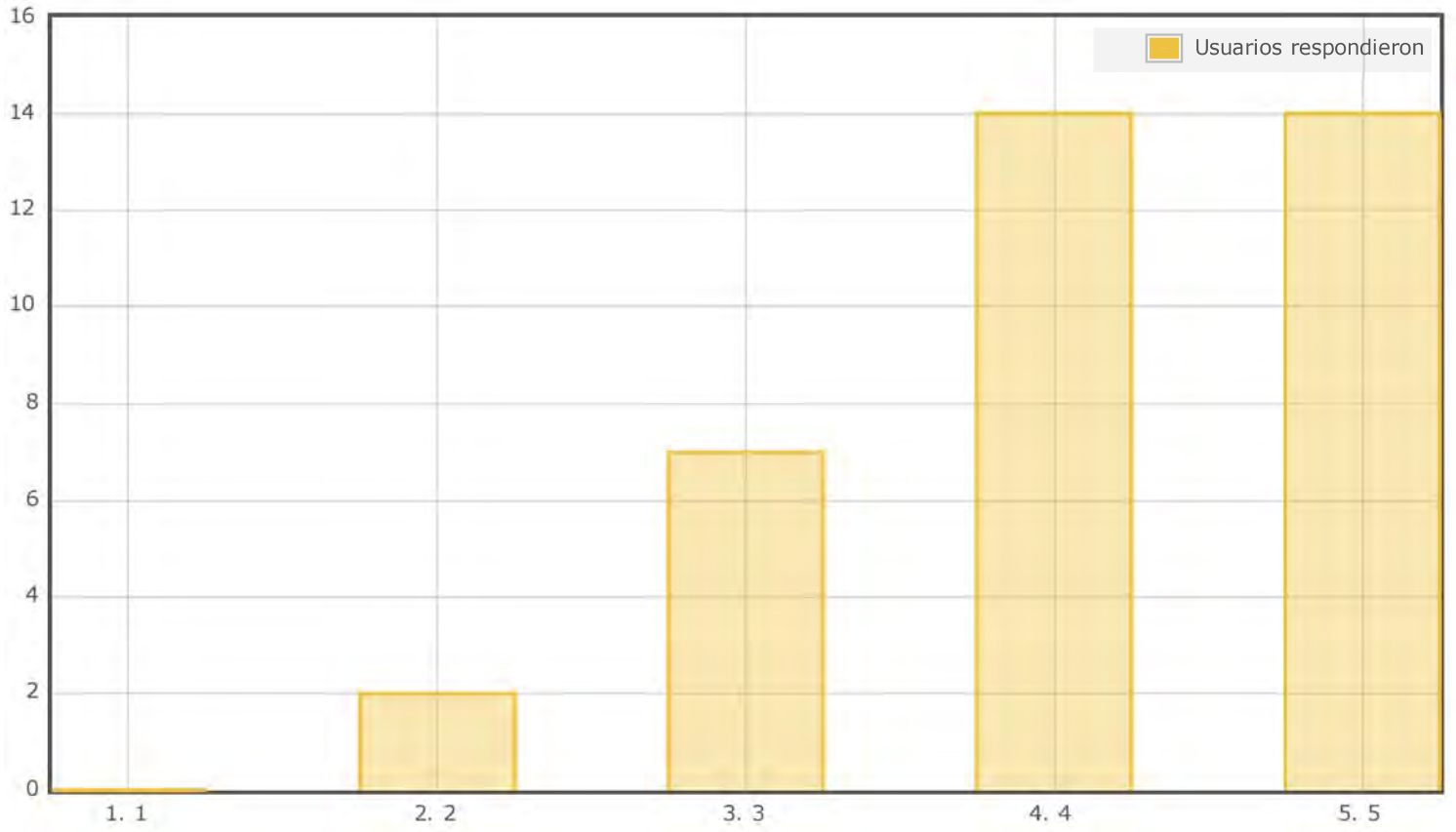


15. 13A.Op Test inicial

Pregunta:	¿Crees que el Test Inicial incluido en la Página 2 del WebLab "WebLab PID Motor CC" ha sido el adecuado para comprobar si has entendido bien la Teoría incluida en la misma página? 1 (Totalmente en Contra) - 5 (Totalmente de Acuerdo)
Tipo de pregunta:	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)
Usuarios respondieron:	37
Usuarios ignoraron:	0
Mediana:	4
Respuestas:	1. 1: n=0 (0,00%) 2. 2: n=2 (5,41%) 3. 3: n=7 (18,92%) 4. 4: n=14 (37,84%)

5. 5: n=14 (37,84%)

Tabla/Gráfico:



16. 14. Guiones Prácticas

Pregunta: ¿Has leído y comprendido los guiones de prácticas que se encuentran en la página 3 del WebLab "WebLab PID Motor CC"?

Apartado 1: Control de la posición angular del Motor CC.

La primera práctica es un control basado en posición en el que el propósito de control consiste en obtener un determinado comportamiento de la posición que adopta el motor CC. En la *Figura 4* se puede ver la función de transferencia del motor CC cuando la señal de salida tenida en cuenta es la posición.

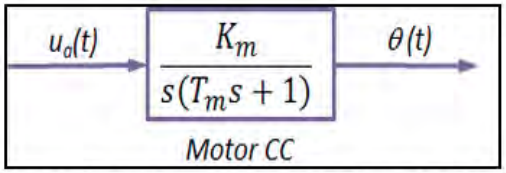


Figura 4. Sistema en Lazo abierto (sin bloque de control).

Como el proceso tiene un polo en el origen y la consigna es una señal escalón, para conseguir alcanzar la posición deseada es suficiente un controlador proporcional, quedando por tanto el esquema de la *Figura 5*:

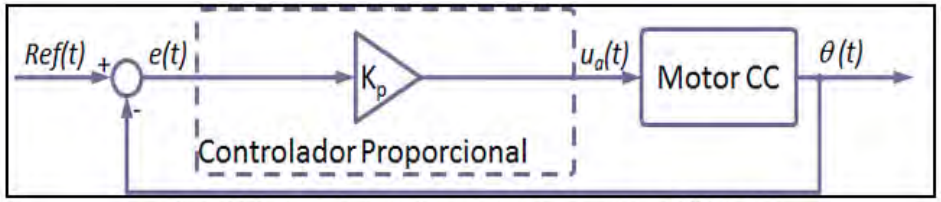


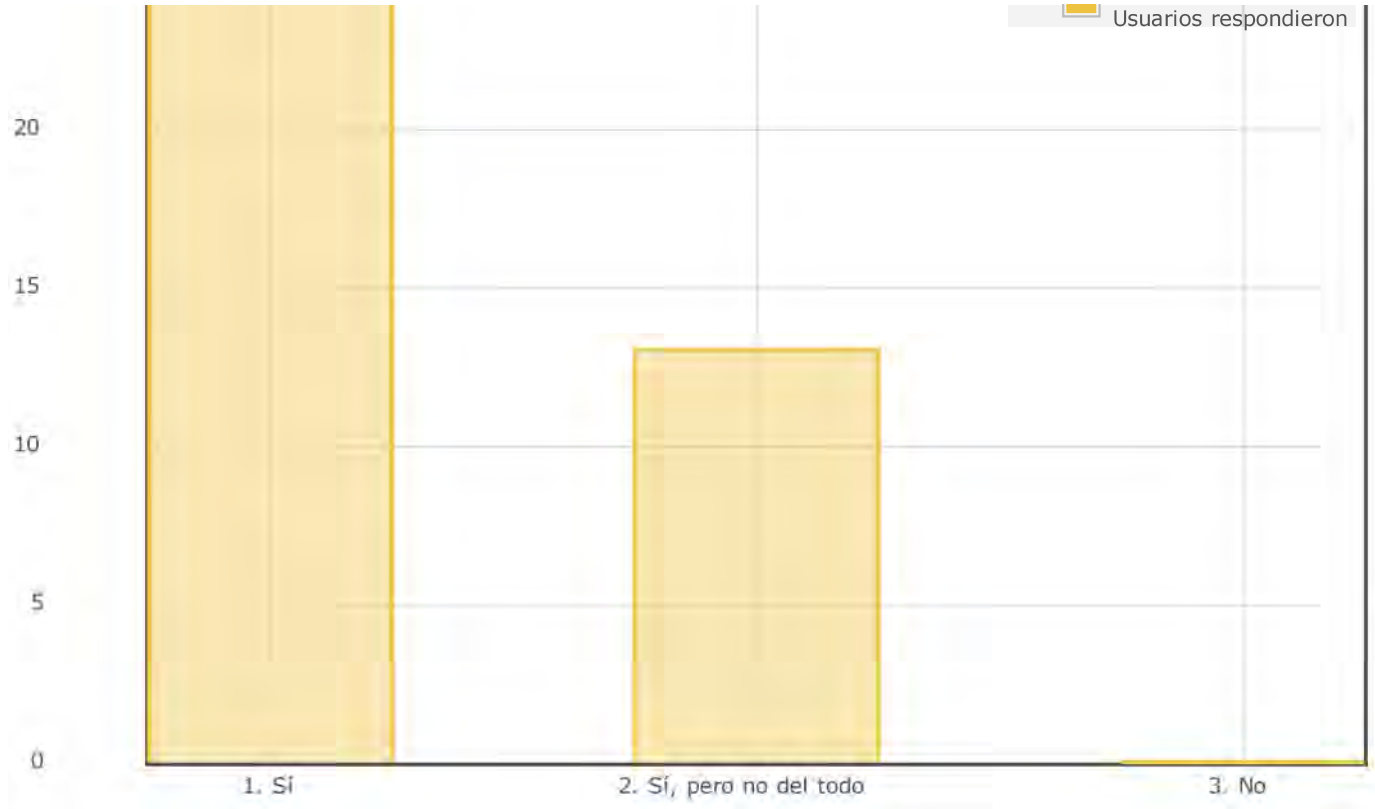
Figura 5. Sistema de control proporcional en posición del Motor CC.

A continuación se van a realizar unas acciones que ayudan a entender cómo afecta a la salida del sistema la aplicación de un control proporcional con K_P=1.

Acciones a realizar en el Laboratorio Virtual

1. Comprobar que la señal de referencia tiene el valor 10. En caso contrario introducir Ref(t)=10 (pulsar el botón intro/enter del teclado).
2. Comprobar que la constante de control proporcional es 1: K_P=1. (Si K_P=0 entonces la entrada al motor CC sería 0 y la salida también).
3. Pulsar el botón de ejecución:

Tipo de pregunta:	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)
Usuarios respondieron:	37
Usuarios ignoraron:	0
Mediana:	1
Respuestas:	1. Sí: n=24 (64,86%) 2. Sí, pero no del todo: n=13 (35,14%) 3. No: n=0 (0,00%)
Tabla/Gráfico:	25

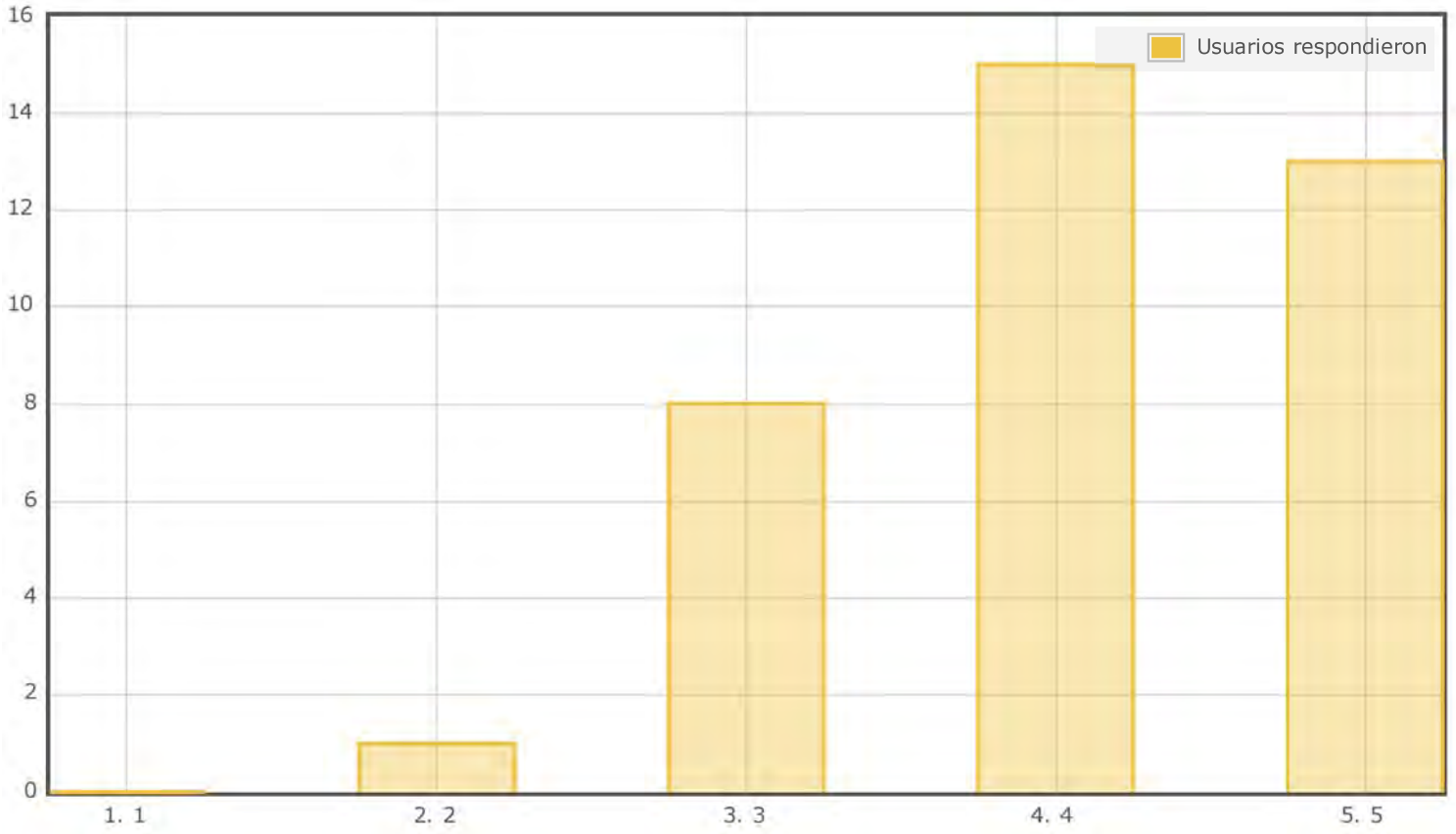


17. 14A.Op Guiones prácticas

Pregunta:	¿Crees que los guiones de prácticas incluidos en la Página 3 del WebLab "WebLab PID Motor CC" han sido adecuados para poder realizar las prácticas propuestas? 1 (Totalmente en Contra) - 5 (Totalmente de Acuerdo)
Tipo de pregunta:	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)
Usuarios respondieron:	37
Usuarios ignoraron:	0
Mediana:	4
Respuestas:	1. 1: n=0 (0,00%) 2. 2: n=1 (2,70%) 3. 3: n=8 (21,62%)

4. 4: n=15 (40,54%)
5. 5: n=13 (35,14%)

Tabla/Gráfico:



18. 15A.Op VL (Virtual Lab)

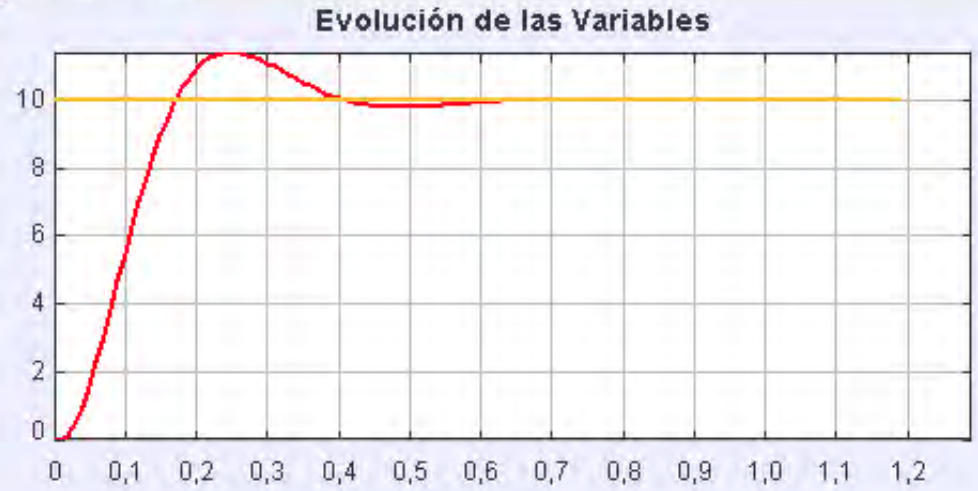
Pregunta: ¿Crees que la aplicación JAVA del laboratorio incluido en la Página 3 del WebLab "WeLab PID Motor CC" es adecuada?

1 (Totalmente en Contra) - 5 (Totalmente de Acuerdo)

Ver: 1.0 Usuario: Ildefonso Ruano Ruano (1458) Modo: normal Fecha-hora: 2015-05-12T18:56:18 Comentarios 009

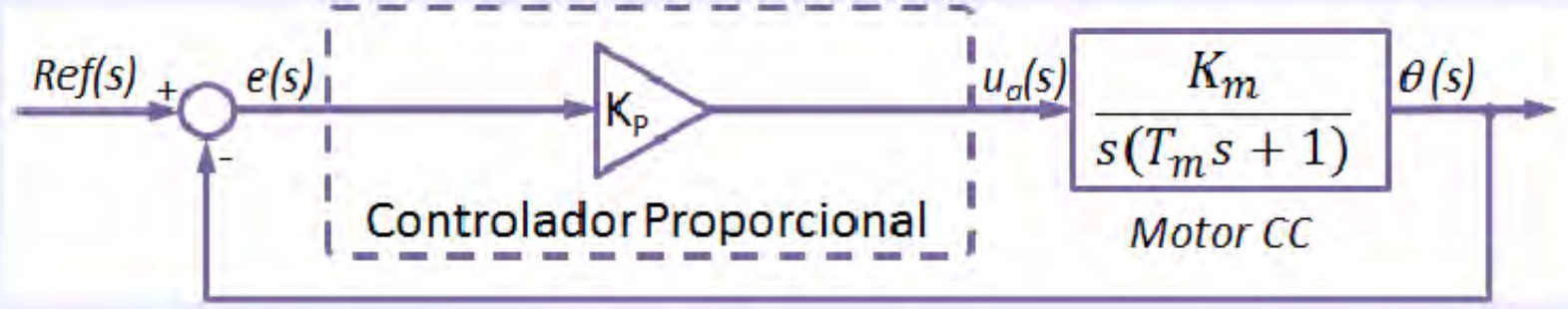
t=01.19 Ref=+10.00 p=+10.001 Es un Applet!! ;)





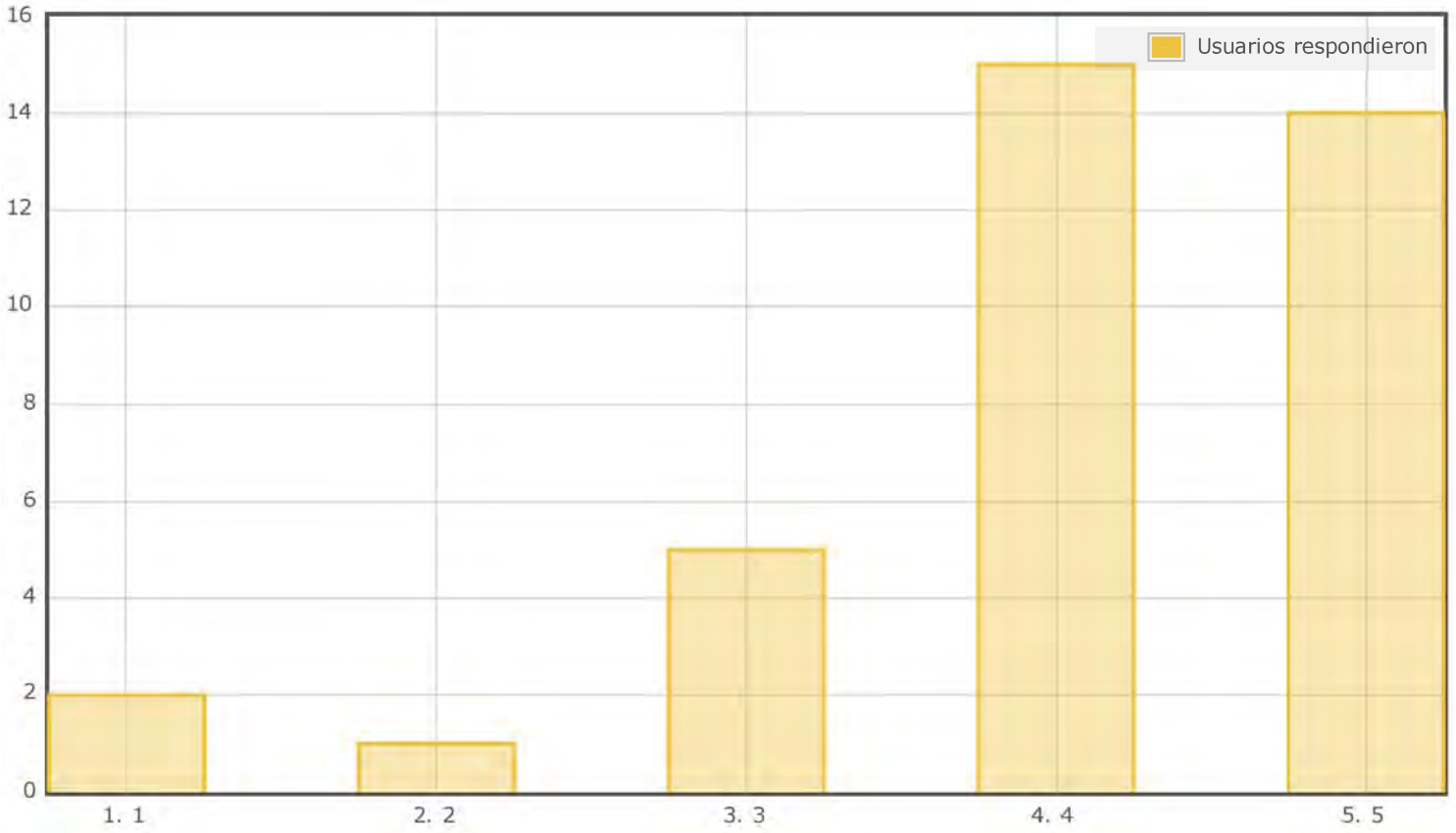
Ejes A X. min: 0.000 max: 1.290 Y. min: 9.276 max: 10.100 Zoom: - Constantes. Tm= 0.057 Km= 0.912

Apartado 1. Esquema de control P de posición. Calcula Kp, constante proporcional, cuando está críticamente amortiguado.



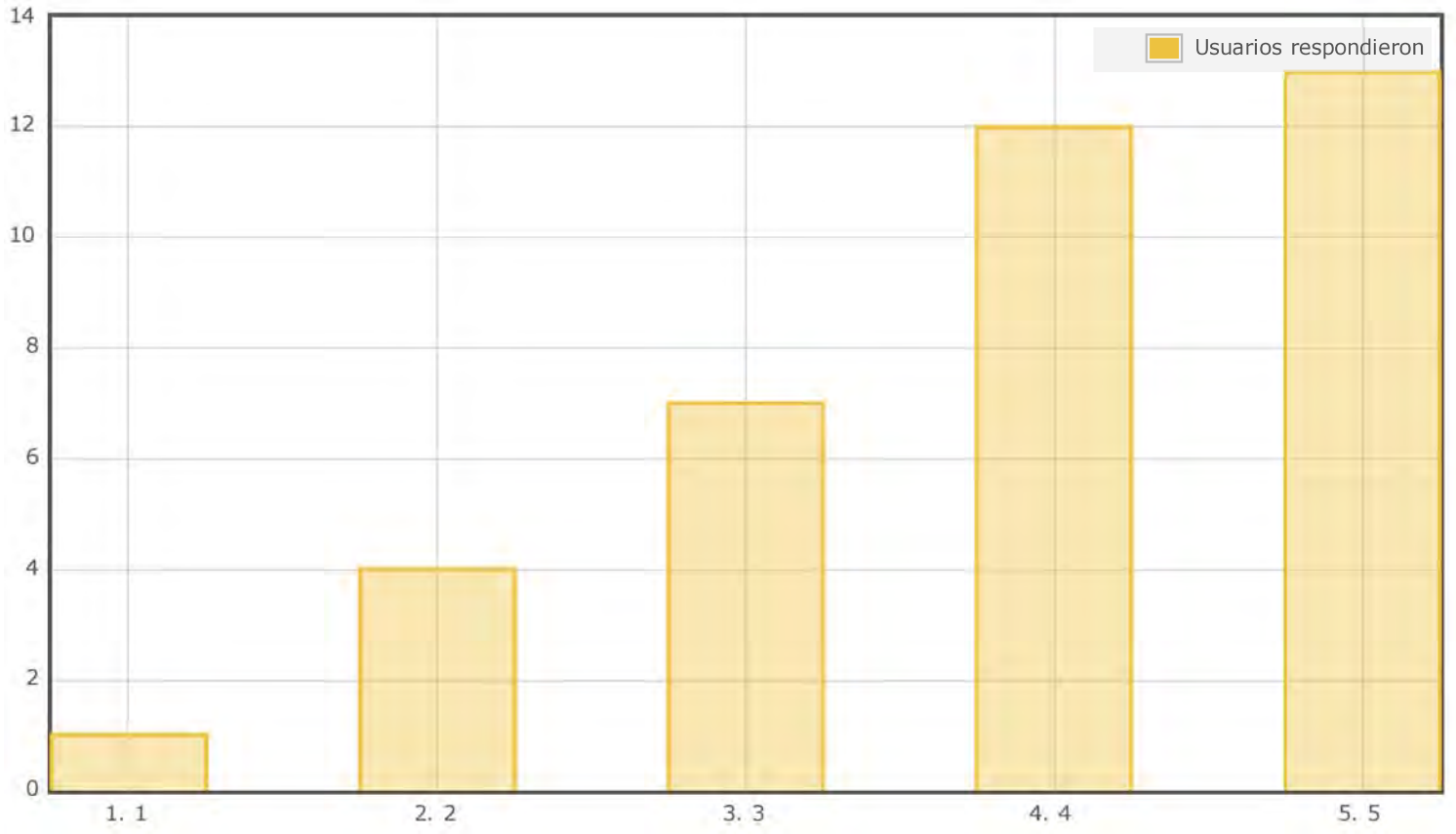
Apartado 1. Kp= 15 Limpiar Comprobar No has respondido aún

Tipo de pregunta:	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)
Usuarios	37

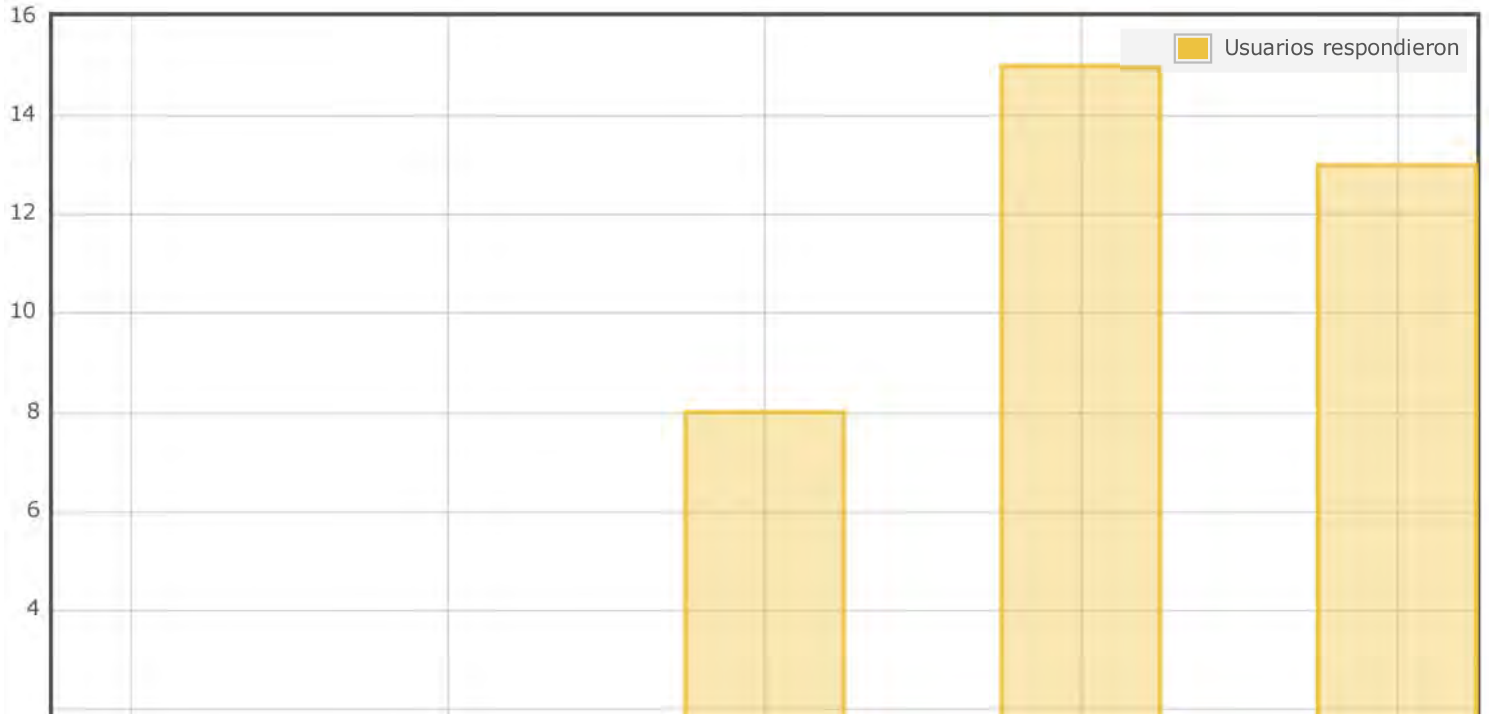
respondieron:	
Usuarios ignoraron:	0
Mediana:	4
Respuestas:	1. 1: n=2 (5,41%) 2. 2: n=1 (2,70%) 3. 3: n=5 (13,51%) 4. 4: n=15 (40,54%) 5. 5: n=14 (37,84%)
Tabla/Gráfico:	

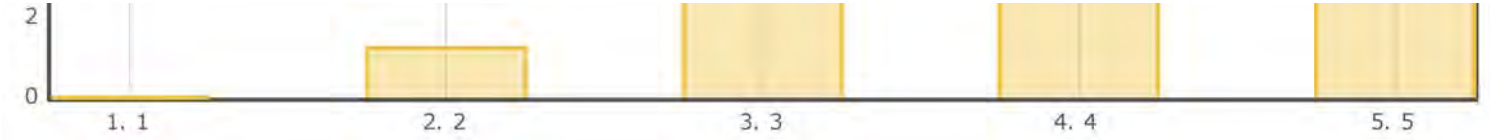
19. 16A.Op VL Interfaz-Ayuda del Laboratorio Virtual

Pregunta:	¿Crees que el interfaz y la ayuda de la aplicación JAVA del laboratorio incluido en la Página 3 del WebLab "WebLab PID Motor CC"

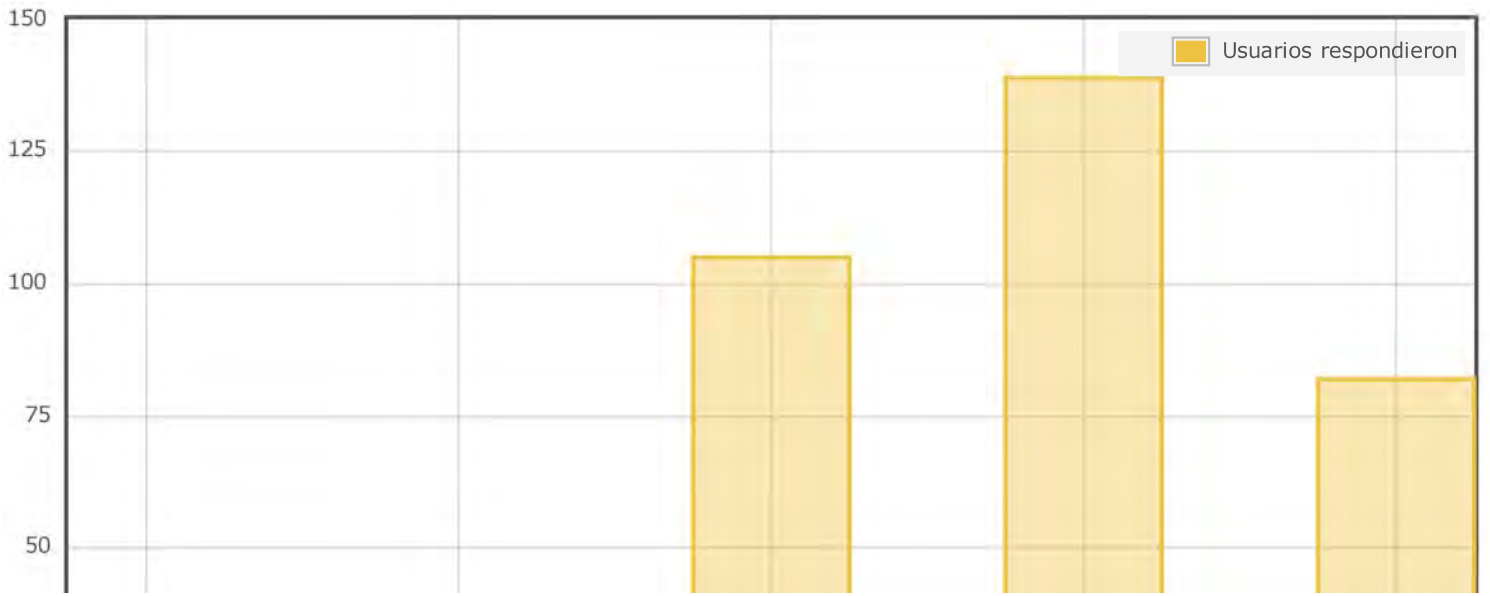
	ha sido adecuada? 1 (Totalmente en Contra) - 5 (Totalmente de Acuerdo)
Tipo de pregunta:	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)
Usuarios respondieron:	37
Usuarios ignoraron:	0
Mediana:	4
Respuestas:	1. 1: n=1 (2,70%) 2. 2: n=4 (10,81%) 3. 3: n=7 (18,92%) 4. 4: n=12 (32,43%) 5. 5: n=13 (35,14%)
Tabla/Gráfico:	

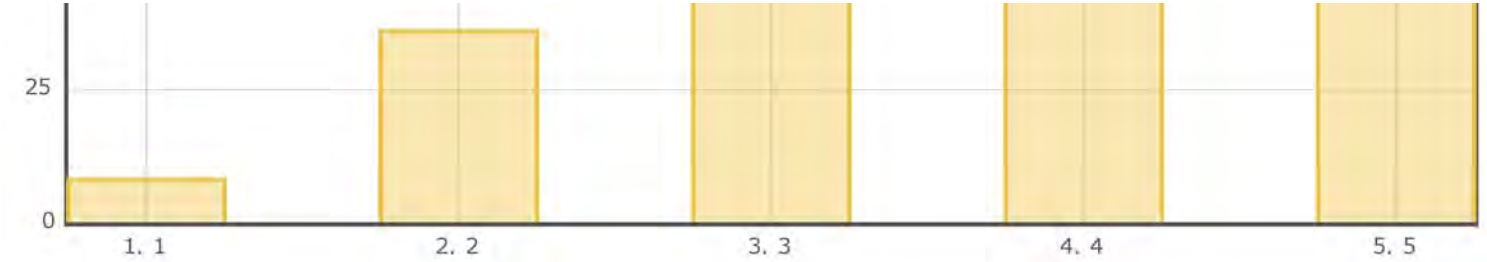
20. 17A.Op Test final

Pregunta:	¿Crees que el Test "Test Final de WebLab de PID de Motor CC" asociado al WebLab "WebLab PID Motor CC" ha sido el adecuado para evaluar el trabajo realizado en todo el WebLab? 1 (Totalmente en Contra) - 5 (Totalmente de Acuerdo)
Tipo de pregunta:	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)
Usuarios respondieron:	37
Usuarios ignoraron:	0
Mediana:	4
Respuestas:	1. 1: n=0 (0,00%) 2. 2: n=1 (2,70%) 3. 3: n=8 (21,62%) 4. 4: n=15 (40,54%) 5. 5: n=13 (35,14%)
Tabla/Gráfico:	

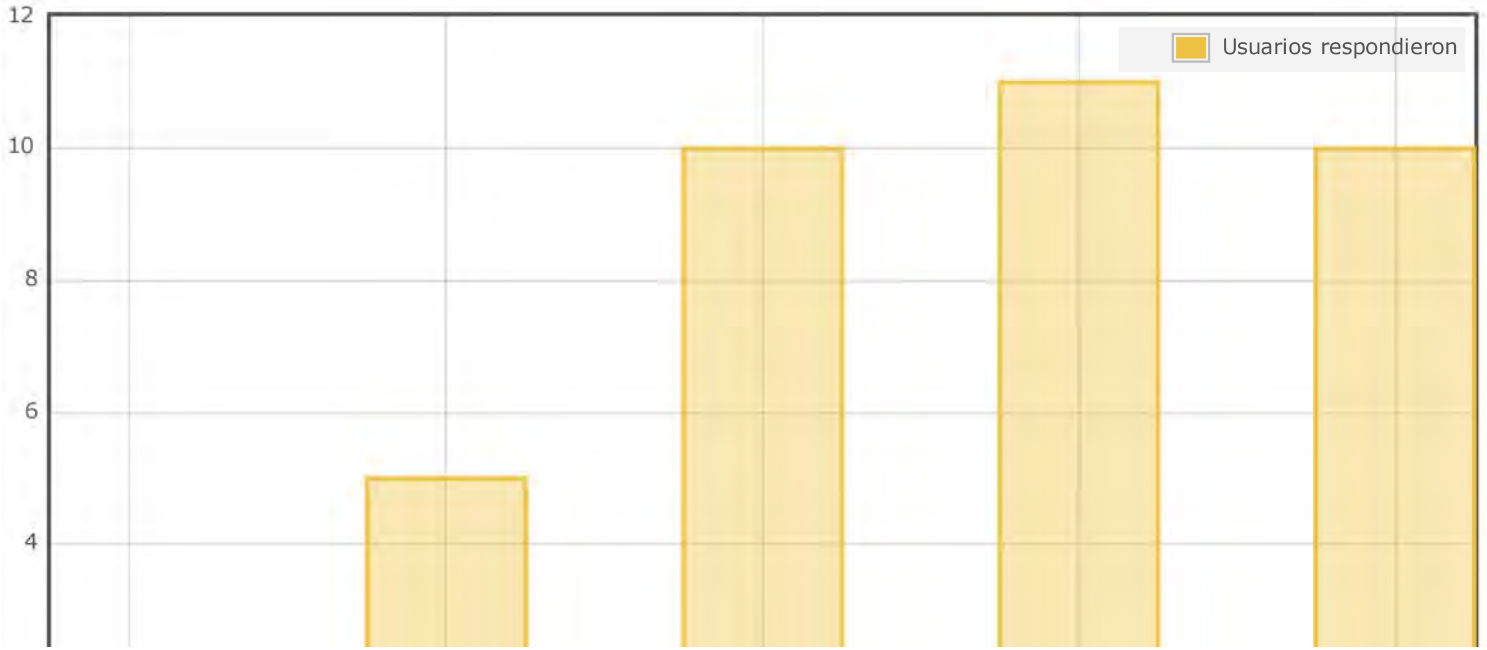


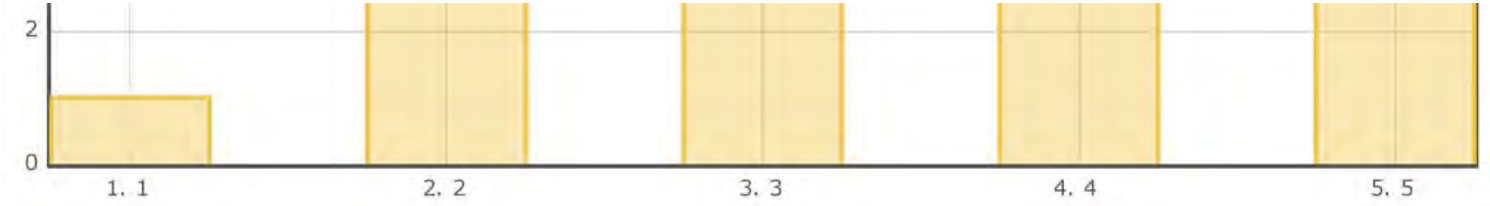
21. 18A.Op Generales WebLab

Pregunta:	Valora los siguientes aspectos referidos al WebLab "WebLab PID Motor CC" en general 1 (Totalmente en contra) - 5 (Totalmente de acuerdo)
Tipo de pregunta:	Pregunta tipo Matriz (10 Filas)
Usuarios respondieron:	37
Usuarios ignoraron:	0
Mediana:	4
Respuestas:	1. 1: n=8 (2,16%) 2. 2: n=36 (9,73%) 3. 3: n=105 (28,38%) 4. 4: n=139 (37,57%) 5. 5: n=82 (22,16%)
Tabla/Gráfico:	

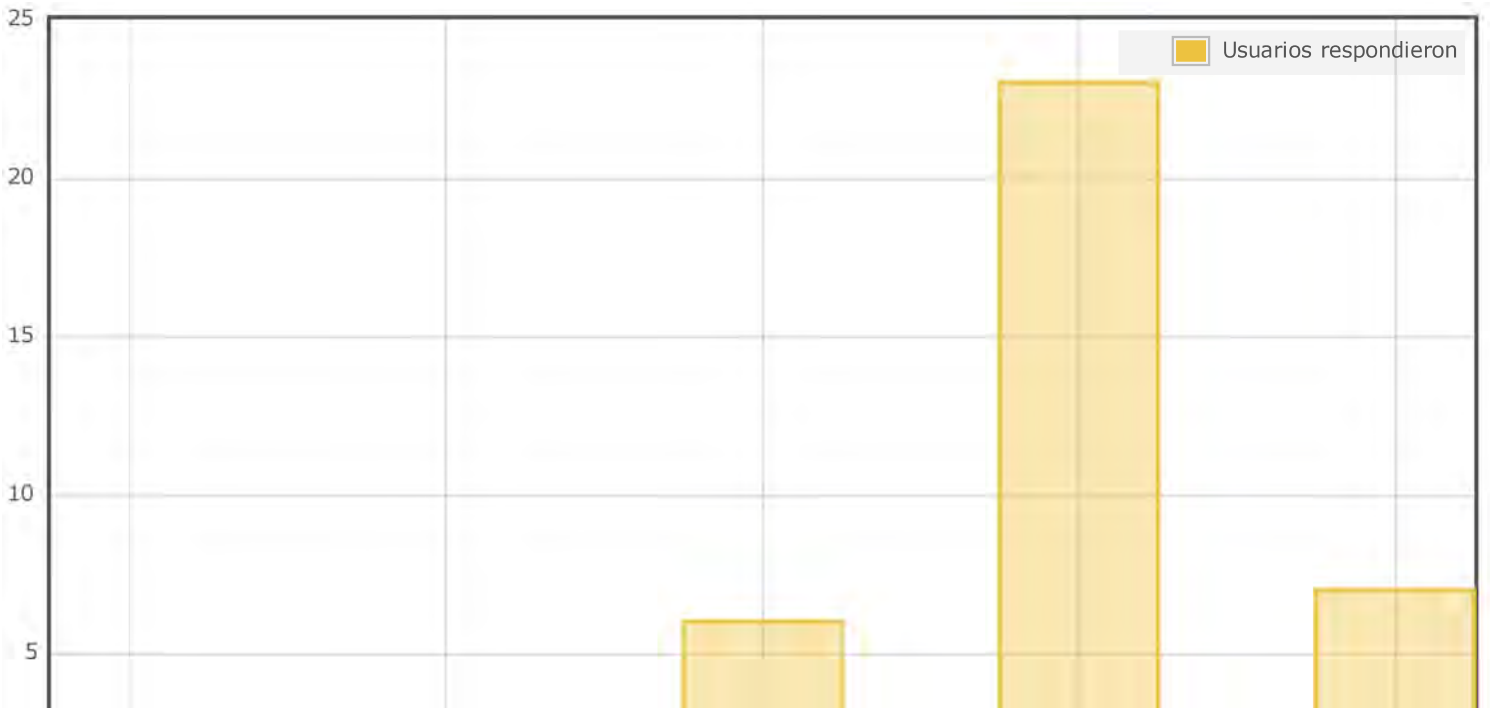


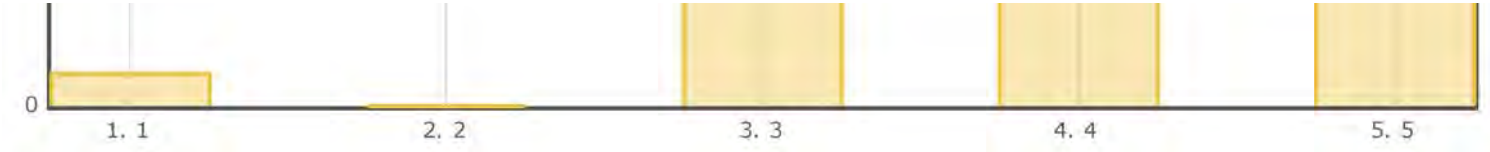
21.1 Acceso cómodo

Usuarios respondieron:	37
Usuarios ignoraron:	0
Mediana:	4
Respuestas:	1. 1: n=1 (2,70%) 2. 2: n=5 (13,51%) 3. 3: n=10 (27,03%) 4. 4: n=11 (29,73%) 5. 5: n=10 (27,03%)
Tabla/Gráfico:	

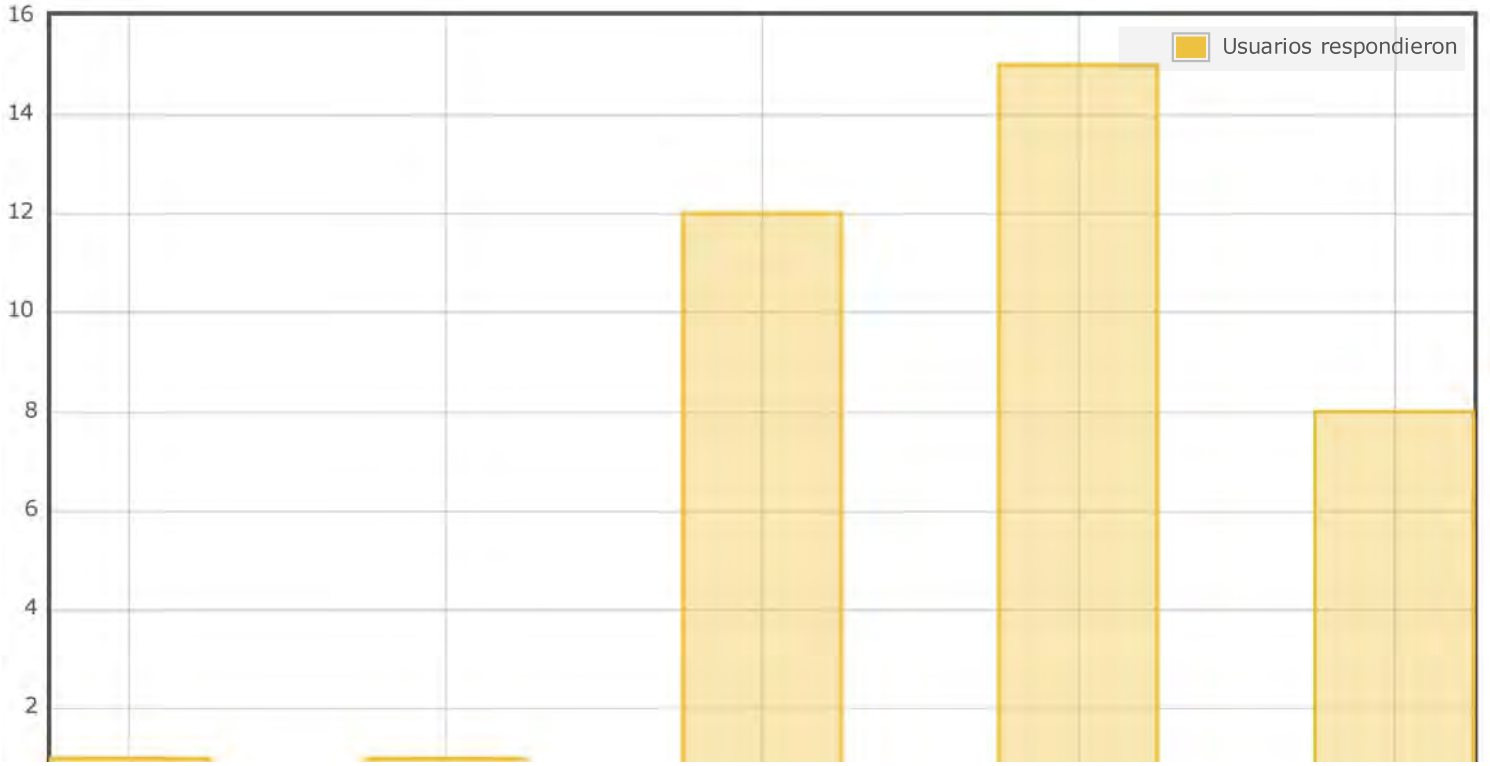


21.2 Diseño Web (colores, tipos de letra, claridad, etc...) adecuado

Usuarios respondieron:	37
Usuarios ignoraron:	0
Mediana:	4
Respuestas:	1. 1: n=1 (2,70%) 2. 2: n=0 (0,00%) 3. 3: n=6 (16,22%) 4. 4: n=23 (62,16%) 5. 5: n=7 (18,92%)
Tabla/Gráfico:	

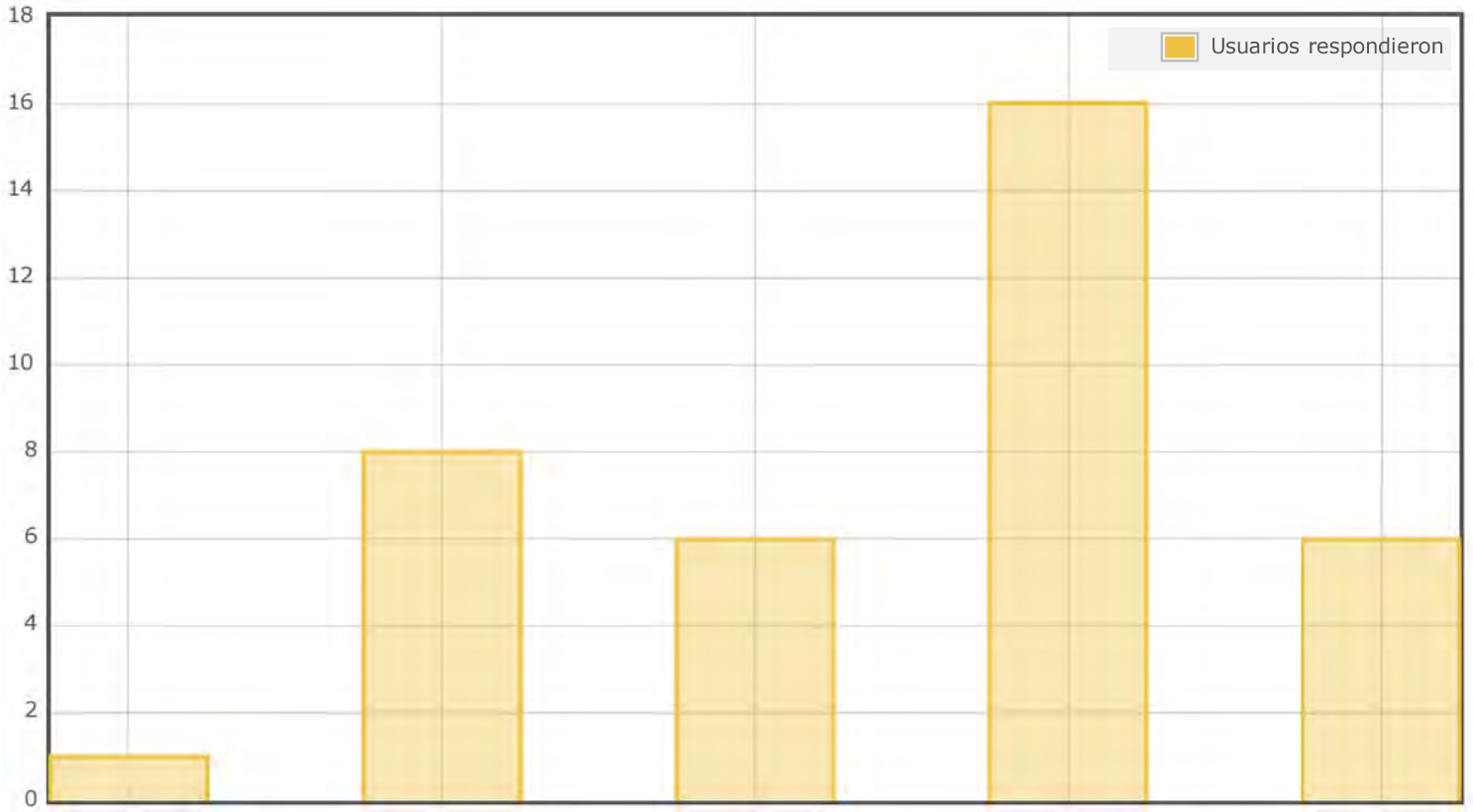


21.3 Estructura adecuada

Usuarios respondieron:	37
Usuarios ignoraron:	0
Mediana:	4
Respuestas:	1. 1: n=1 (2,70%) 2. 2: n=1 (2,70%) 3. 3: n=12 (32,43%) 4. 4: n=15 (40,54%) 5. 5: n=8 (21,62%)
Tabla/Gráfico:	

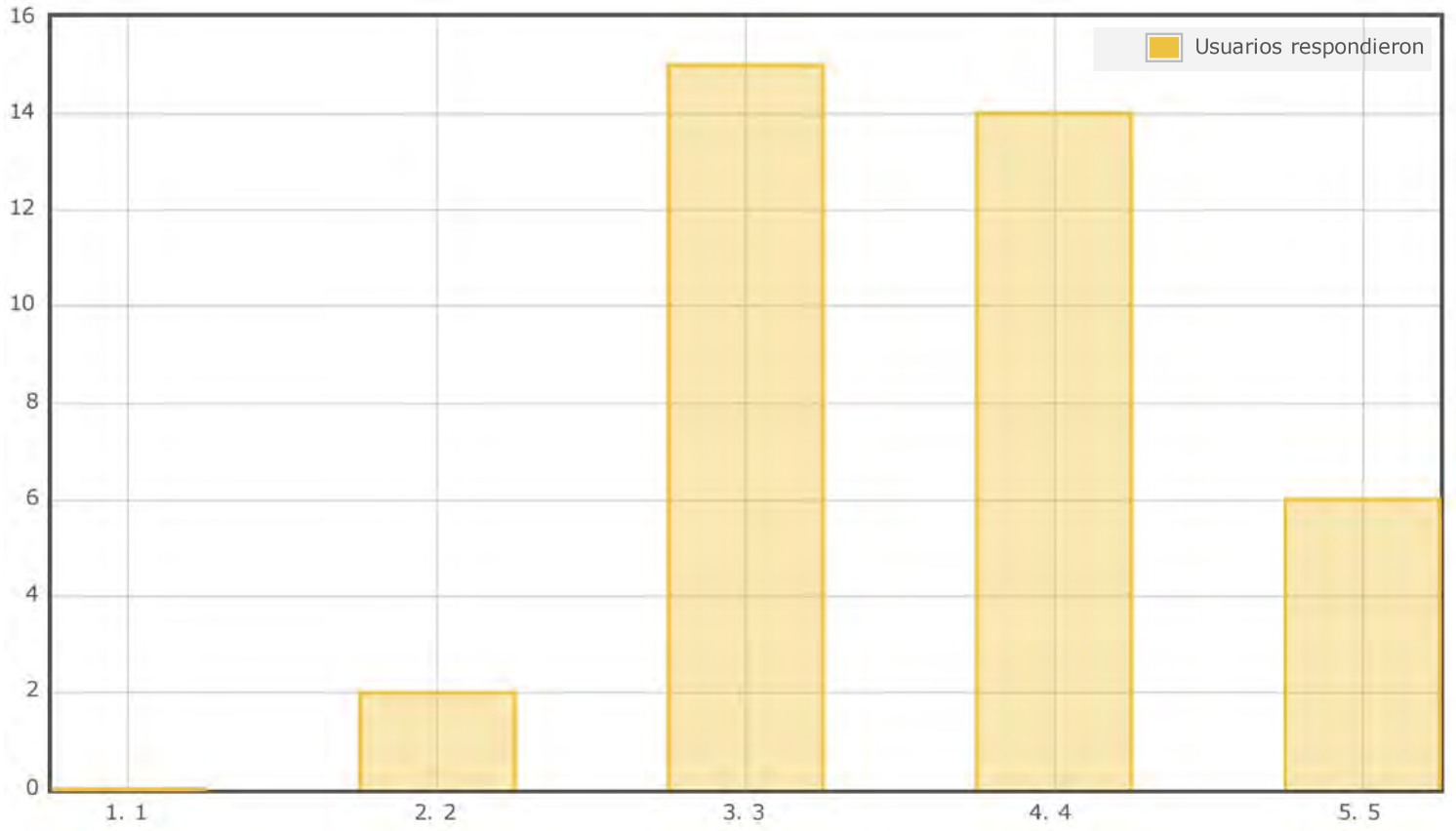


21.4 Navegación adecuada

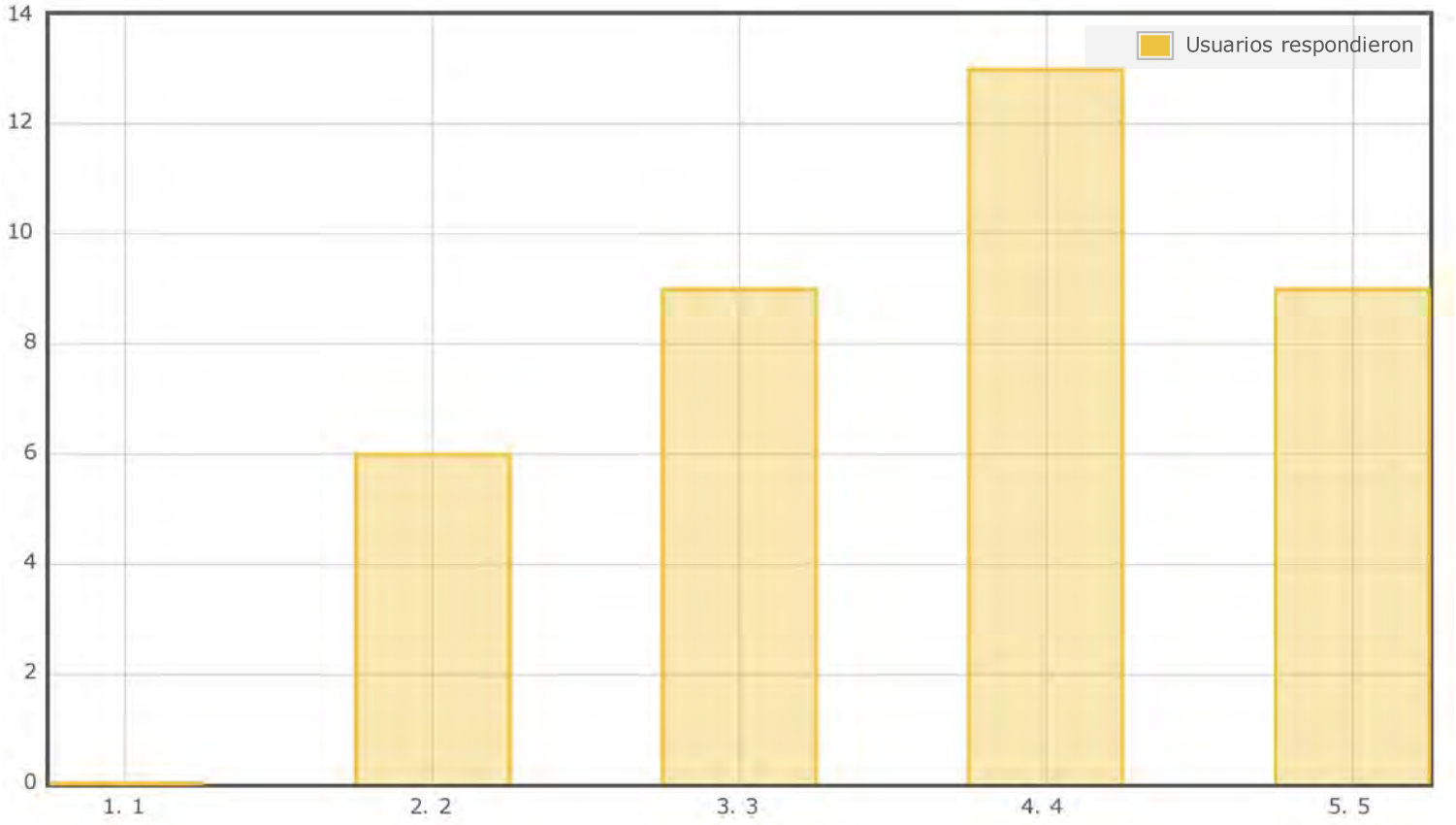
Usuarios respondieron:	37
Usuarios ignoraron:	0
Mediana:	4
Respuestas:	1. 1: n=1 (2,70%) 2. 2: n=8 (21,62%) 3. 3: n=6 (16,22%) 4. 4: n=16 (43,24%) 5. 5: n=6 (16,22%)
Tabla/Gráfico:	

1. 1 2. 2 3. 3 4. 4 5. 5

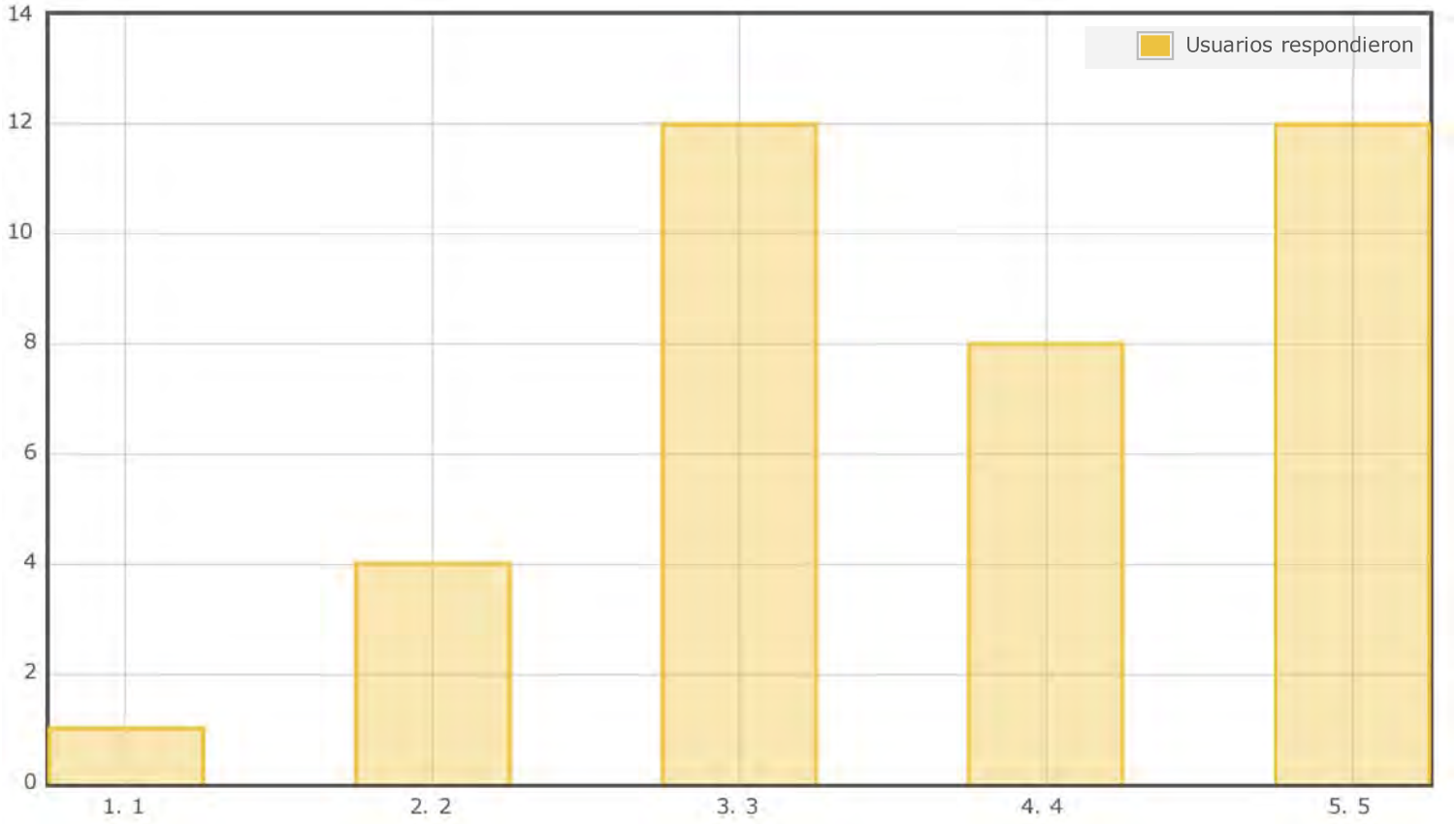
21.5 Facilidad de uso adecuada

Usuarios respondieron:	37
Usuarios ignoraron:	0
Mediana:	4
Respuestas:	1. 1: n=0 (0,00%) 2. 2: n=2 (5,41%) 3. 3: n=15 (40,54%) 4. 4: n=14 (37,84%) 5. 5: n=6 (16,22%)
Tabla/Gráfico:	

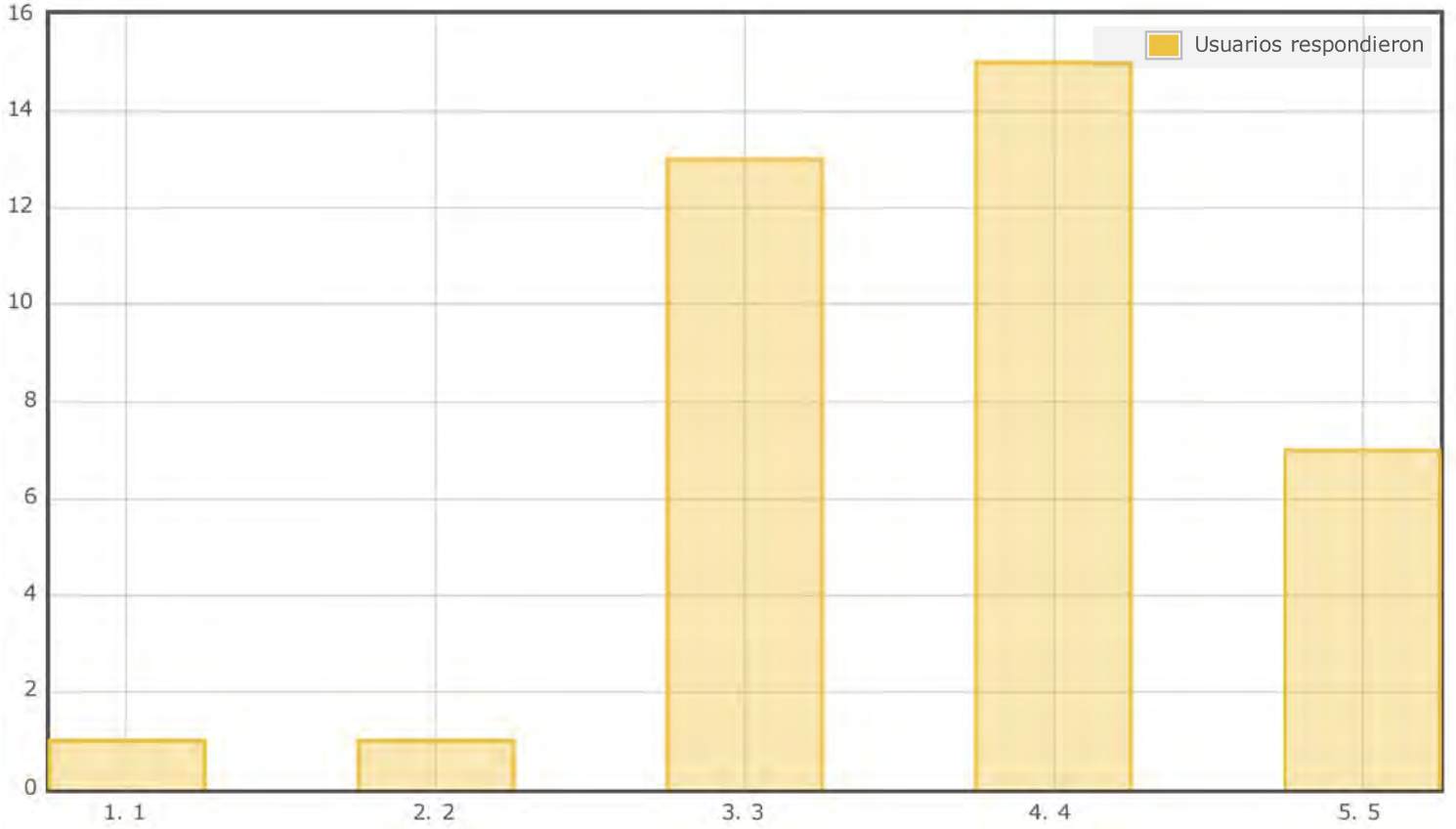
21.6 Sensación de inmersión adecuada

Usuarios respondieron:	37
Usuarios ignoraron:	0
Mediana:	4
Respuestas:	1. 1: n=0 (0,00%) 2. 2: n=6 (16,22%) 3. 3: n=9 (24,32%) 4. 4: n=13 (35,14%) 5. 5: n=9 (24,32%)
Tabla/Gráfico:	

21.7 Tiempo requerido adecuado

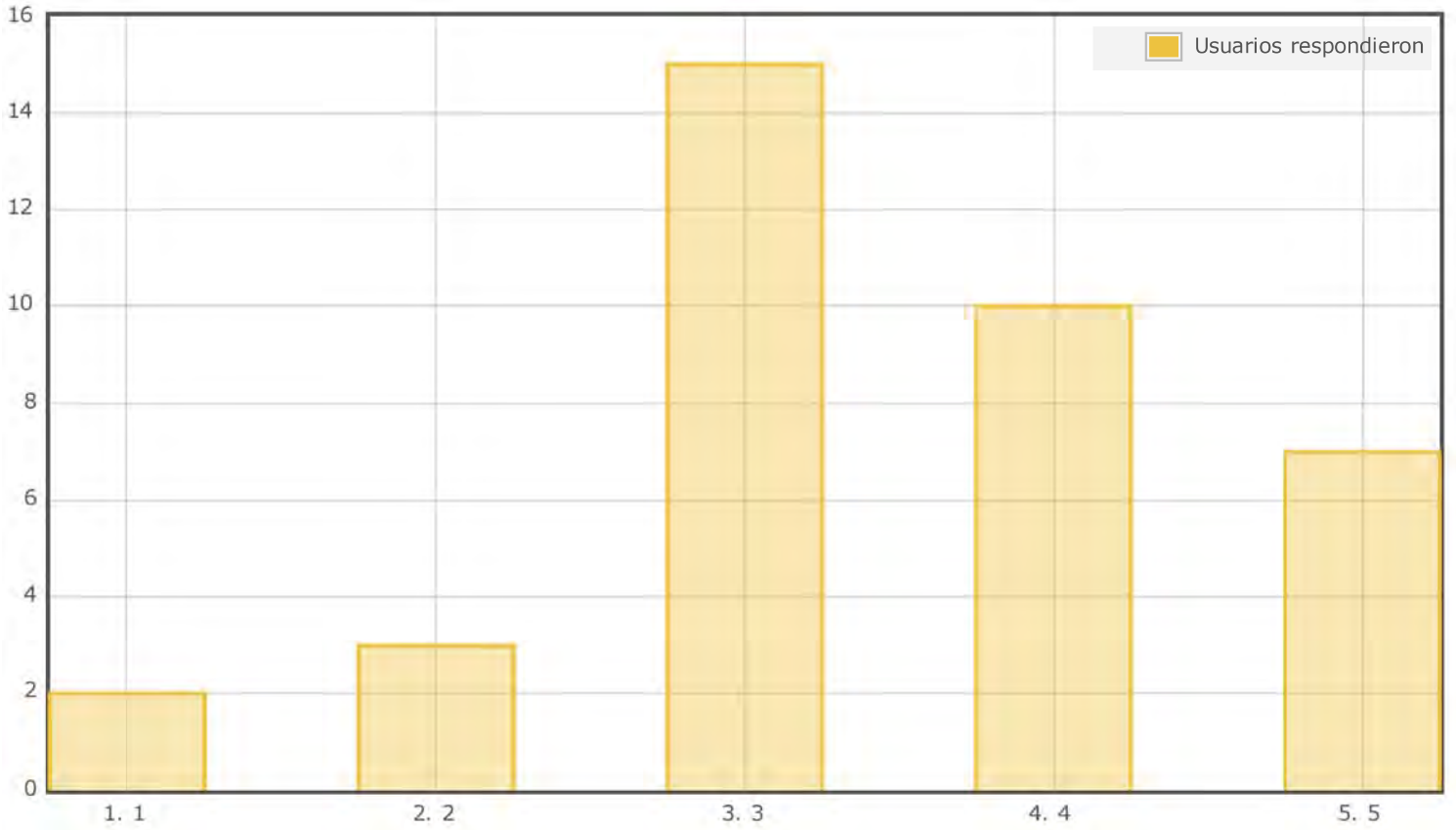
Usuarios respondieron:	37
Usuarios ignoraron:	0
Mediana:	4
Respuestas:	1. 1: n=1 (2,70%) 2. 2: n=4 (10,81%) 3. 3: n=12 (32,43%) 4. 4: n=8 (21,62%) 5. 5: n=12 (32,43%)
Tabla/Gráfico:	

21.8 Instrucciones claras y precisas

Usuarios respondieron:	37
Usuarios ignoraron:	0
Mediana:	4
Respuestas:	1. 1: n=1 (2,70%) 2. 2: n=1 (2,70%) 3. 3: n=13 (35,14%) 4. 4: n=15 (40,54%) 5. 5: n=7 (18,92%)
Tabla/Gráfico:	

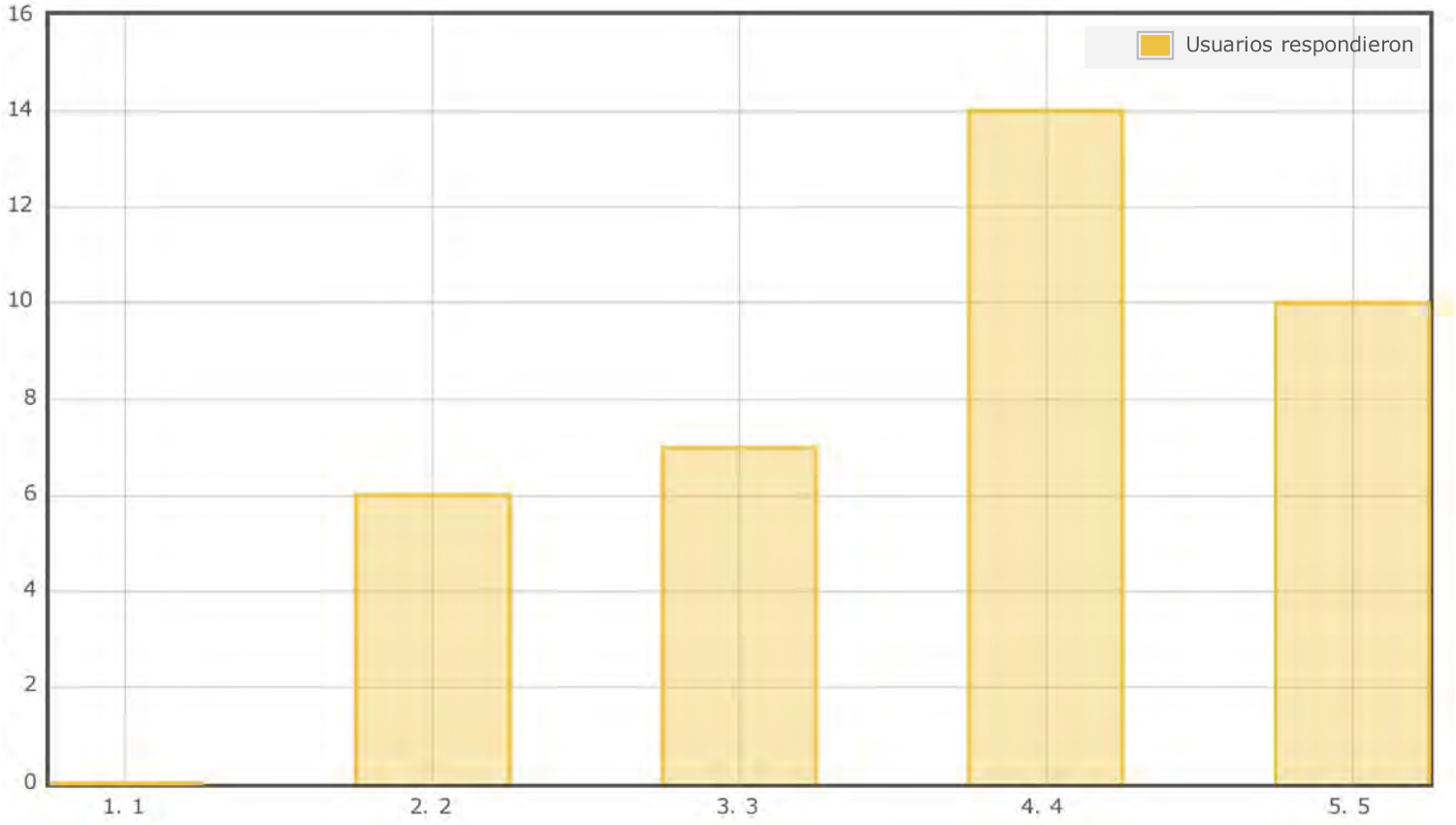
21.9 Fiabilidad del sistema adecuado

Usuarios	37

respondieron:	
Usuarios ignoraron:	0
Mediana:	3
Respuestas:	1. 1: n=2 (5,41%) 2. 2: n=3 (8,11%) 3. 3: n=15 (40,54%) 4. 4: n=10 (27,03%) 5. 5: n=7 (18,92%)
Tabla/Gráfico:	

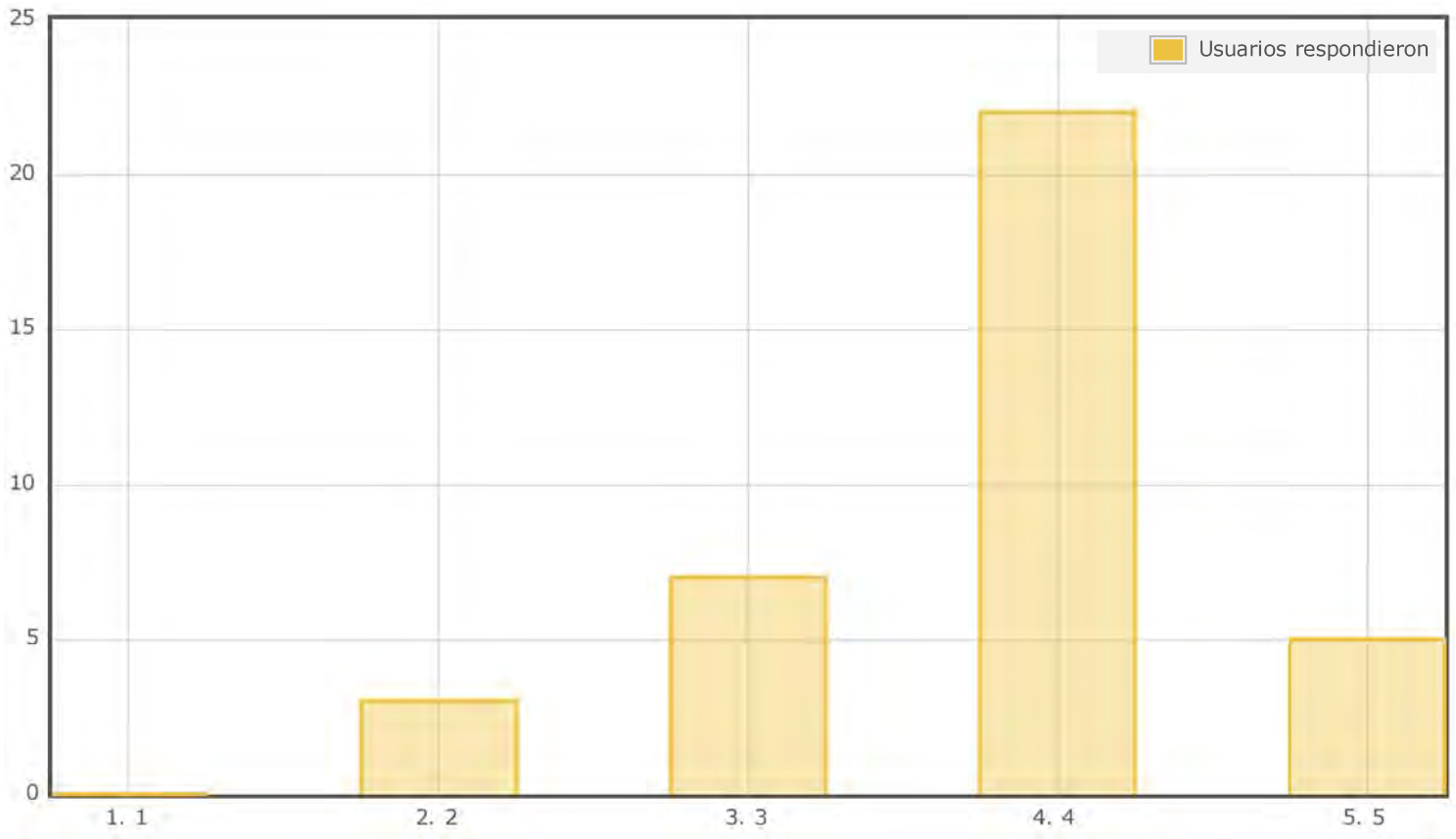
21.10 Utilidad adecuada

Usuarios respondieron:	37

Usuarios ignoraron:	0
Mediana:	4
Respuestas:	1. 1: n=0 (0,00%) 2. 2: n=6 (16,22%) 3. 3: n=7 (18,92%) 4. 4: n=14 (37,84%) 5. 5: n=10 (27,03%)
Tabla/Gráfico:	

22. Valoración Final WebLab

Pregunta:	Valoración de 1 a 5 el WebLab "WebLab PID Motor CC" (1:Mal-5:Bien)

Tipo de pregunta:	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)
Usuarios respondieron:	37
Usuarios ignoraron:	0
Mediana:	4
Respuestas:	1. 1: n=0 (0,00%) 2. 2: n=3 (8,11%) 3. 3: n=7 (18,92%) 4. 4: n=22 (59,46%) 5. 5: n=5 (13,51%)
Tabla/Gráfico:	

23. Mejora WebLab

Pregunta:	En tu opinión, ¿Qué aspectos del WebLab deberían mejorarse?
Tipo de pregunta:	Pregunta de respuesta corta
Usuarios respondieron:	21
Usuarios ignoraron:	16
Respuestas dadas:	• El uso de la aplicación. • No ponerlo en fechas de exámenes.. Necesitamos el tiempo • La interfaz del WebLab debería ser más intuitiva de cara a un usuario principiante, pudiendo también realizar acciones en él con el desplazamiento del ratón (desplazamiento de la gráfica y zoom) y aumentar el espaciado de respuesta, ya que, a veces, no se observaba correctamente la cantidad introducida. • La aplicación en general está muy bien, la simulación del laboratorio virtual está muy conseguida, pero las explicaciones teóricas no son claras y creo que el tiempo empleado en leer y comprender esta parte es más del deseado. • Se podría mejorar el diseño de la aplicación. • Sustituir JAVA dado que da muchos problemas en la actualidad • La utilización de menos tecnicismos y mayor claridad en las explicaciones • El problema más urgente a mejorar es sin duda la ejecución de la aplicación. Actualmente tiene un acceso muy restringido ya que los navegadores no le dan soporte. En mi caso, he invertido más tiempo buscando la forma de hacer que funcione que haciendo la actividad. También, simplemente por comidad, se podría mejorar la aplicación separando la evaluación teórica de la práctica, ya que obliga a volver a realizar el test de teoría cada vez que se quiere ver la parte práctica. Espero que siga mejorando, y se le de más importancia a esta actividad ya que tiene mucho potencial. • Que diera 5 intentos en vez de 3 en la parte de simulación • la encuentro bastenate completa • Debería de avisar antes de empezar la actividad de cuántos decimales hay que usar al introducir los datos en las p´racticas de WebLab para evitar fallos al detectar si el dato introducido es correcto o no. • Explicación de los pasos a seguir en la instalación de Java • Me daba error al pasar de página. • Creo que se debería configurar mejor para que no de tantos errores respecto a la versión Java • La aplicacion java. • Deberian explicarse con mayor nitidez los métodos del cálculo de kp y ki • La fiabilidad del laboratorio virtual. Después de usar más intentos sin darme cuenta (debería mostrarlo mejor) he vuelto a realizarlo pero se bugueó, me daba la puntuación anterior sin tocar nada y al llegar a la tercera preguna incluso usando sólo un intento en cada opción anterior, me decía que ya había usado todos mis intentos. He tenido que recargar la página y rehacer el test teórico y la parte práctica de nuevo, con la molestia que ello supone. • Por ejemplo que no todos los navegadores son compatibles con esta herramienta. • En general WebLab funciona bien, la única pega que he tenido ha sido que he tenido muchos problemas para instalarlo y hacer que funcione. • En mi opinión, en general está bastante bien, y sobretodo trabajado, y tiene pocas cosas que mejorar, pero creo que la

navegación, y sobre todo la parte de la estructura de teoría, ya que, por lo menos a mi, me ha costado buscar ciertas partes, lo cual creo que estaría mejor con algún tipo de epígrafes, o poniendo color a las partes importantes o apartados.

- Todos los pasos previos que hay que seguir para que el navegador y la página detecten el applet Java.

ANEXO 18	
Título	Datos y Conclusiones del uso del WebLab “Control PID de Motor CC”

Datos y Conclusiones del uso del WebLab Control PID de Motor CC

Asignatura "Automática Industrial" Curso 2014/15

DATOS

1. GENERALES

Alumnos matriculados en asignatura: 340 (100%)
Alumnos dados de alta en espacio virtual ILIAS: 339 (99,71%) (100%)
Alumnos en Grupo de Control: 170 (50,00%) (50,15%)
Alumnos en Grupo Experimental: 169 (49,71%) (49,85%)

2. GRUPO DE CONTROL (WebLab MotorCC1):

2.1. Test previo a WebLab de PID de Motor CC

Alumnos que acceden al test: 71 (41,76% grupo Control)

- Nota media: 4,16 (con desviación Estándar, SD: 1,80)

Alumnos que superan el test: 22 (12,94% grupo Control)

- % acceden al test: 30,99%
- Nota media: 6,36 (SD: 0,85)

Alumnos que NO superan el test: 49 (28,82% grupo Control)

- % acceden al test: 69,01%
- Nota media: 4,16 (SD: 0,85)

2.2. Pasos previos a ejecución de WebLab

Alumnos que acceden: 62 (36,47% grupo control)

2.3. WebLab PID Motor CC (1P)

Alumnos que acceden al WebLab: 50 (29,41% grupo Control)

- Nº accesos medio en WebLab: 8,66 (SD: 8,87)
- Tiempo medio en WebLab: 148,34 min (SD: 199,4)
- Tiempo medio por acceso: 19,87 min (SD: 21,38)
- Nota media: 8 (SD: 2,18)

Alumnos que obtienen puntos: 25

Alumnos que superan el WebLab: 22 (12,94% grupo Control)

- % acceden al WebLab: 44,00%
- Nº accesos medio en WebLab: 13,73 (SD: 9,84)
- Tiempo medio en WebLab: 256,09 min (SD: 252,11)
- Tiempo medio por acceso: 22,60 min (SD: 26,65)
- Nota media: 8,72 (SD: 1,14)

Alumnos que NO superan el WebLab: 28 (sólo 3 obtienen ptos)

- % grupo Control: 16,47%
- % acceden al WebLab: 56,00%

2.4. Test Final de WebLab de PID de Motor CC

Alumnos que acceden al test: 22 (12,94% grupo de Control)

- Nota media: 6,88 (con desviación Estándar, SD: 2,32)

Alumnos que superan el test: 16 (9,41% grupo Control)

- % acceden al test: 72,73%
- Nota media: 7,95 (SD: 1,73)

Alumnos que NO superan el test: 6 (3,53% grupo Control)

- % acceden al test: 27,27%
- Nota media: 4,05 (SD: 0,58)

2.5. Foro de dudas del WebLab

4 cadenas, 14 mensajes, 4 alumnos

2.6. Grabación de solución

0 accesos

2.7. Diferencia de conocimientos (test previo-final)

- Promedio: Mejora de 2,01 (SD 3,29) (Mejora de 20,13%)
- Mejoran nota: 13 (59,09% de los que hicieron los 2 tests) con promedio de 4,29 (SD 2,1)
- Empeoran nota: 6 (27,27% de los que hicieron los 2 tests) con promedio de -1,9 (SD 0,74)
- Igual nota: 3 (13,64% de los que hicieron los 2 tests)

3. GRUPO EXPERIMENTAL (WebLab MotorCC3):

3.1. Test previo a WebLab de PID de Motor CC

Alumnos que acceden al test: 69 (40,82% grupo Experimental)

- Nota media: 4,49 (con desviación Estándar, SD: 2,15)

Alumnos que superan el test: 29 (17,16% grupo Experim.)

- % acceden al test: 42,03%
- Nota media: 6,60 (SD: 1,17)

Alumnos que NO superan el test: 40 (23,67% grupo Experim.)

- % acceden al test: 42,03%
- Nota media: 2,96 (SD: 1,18)

3.2. Pasos previos a ejecución de WebLab

Alumnos que acceden: 67 (39,64% grupo experimental)

3.3. WebLab PID Motor CC (3P+Test final)

Alumnos que acceden al WebLab: 57 (33,73% grupo Experimental)

- Nº accesos medio en WebLab: 7,70 (SD: 5,52)
- Tiempo medio en WebLab: 171,37 min (SD: 213,95)
- Tiempo medio por acceso: 38,52 min (SD: 64,51)
- Nota media: 8 (SD: 2,18)

Alumnos que obtienen puntos: 57 (todos)

Alumnos que superan el WebLab: 41 (24,26 % grupo Exp.)

- % acceden al WebLab: 71,93%
- Nº accesos medio en WebLab: 8,68 (SD: 5,52)
- Tiempo medio en WebLab: 172,80 min (SD: 159,77)
- Tiempo medio por acceso: 39,46 min (SD: 65,96)
- Nota media: 8,67 (SD: 0,93)

Alumnos que NO superan el WebLab: 16 (9,47% grupo Exper.)

- % acceden al WebLab: 28,07%
- Nº accesos medio en WebLab: 5,19 (SD: 4,81)
- Tiempo medio en WebLab: 167,69 min (SD: 320,64)
- Tiempo medio por acceso: 36,11 min (SD: 62,66)
- Nota media: 2,91 (SD: 0,99)

3.3.1. Página 1. Intro

Alumnos que acceden: 57 (33,73% grupo Experimental)

- % acceden al WebLab: 100,00%
- Tiempo medio en Página: 4,18 min (SD: 5,69)
- Nota media: 10,00 (SD: 0,00)

3.3.2. Página 2. Teoría-Test Control

Alumnos que acceden: 56 (33,14% grupo Experimental)

- % acceden al WebLab: 98,25%
- Tiempo medio en Página: 46,25 min (SD: 37,56)
- Alumnos superan página: 56 (100% acceden pág.)
- Nota media: 8,89 (SD: 1,45)

3.3.3. Página 3. VRL

Alumnos que acceden: 56 (33,14% grupo Experimental)

- % acceden al WebLab: 98,25%
- Tiempo medio en Página: 66,89 min (SD: 44,10)
- Nota media: 8,74 (SD: 1,76)

Alumnos que obtienen puntos: 44 (78,57% acceden pág.)

Alumnos que superan VRL: 41 (24,26% grupo Experim.)

- % acceden a la página/WebLab: 73,21%/71,93%
- Tiempo medio en página: 66,89 min (SD: 44,10)
- Nota media: 9,18 (SD: 0,68)

Alumnos NO superan el WebLab: 15 (3 obtienen ptos)

- % grupo Experimental: 8,88%
- % acceden a la Página: 26,79%

3.4. Test Final de WebLab de PID de Motor CC

Alumnos que acceden al test: 41 (24,26% grupo Experimental)

- Nota media: 7,35 (SD: 2,49)

Alumnos que superan el test: 32 (18,93% grupo Experim.)

- % acceden al test: 78,05%
- Nota media: 8,39 (SD: 1,65)

Alumnos que NO superan el test: 9 (5,32% grupo Experimental)

- % acceden al test: 21,95%
- Nota media: 3,65 (SD: 0,75)

3.5. Foro de dudas del WebLab

5 cadenas, 14 mensajes, 6 alumnos

3.6. Grabación de solución

0 accesos

3.7. Diferencia de conocimientos (test previo-final)

- Promedio: Mejora de 2,23 (SD 2,8) (Mejora de 22,30%)
- Mejoran nota: 27 (65,85% de los que hicieron los 2 tests) con promedio de 3,7 (SD 2,22)
- Empeoran nota: 4 (9,76% de los que hicieron los 2 tests) con promedio de -2,14(SD 0,82)
- Igual nota: 10 (24,39% de los que hicieron los 2 tests)

EXAMEN FINAL y WEBLAB

Alumnos presentados: 197 de los 340 matriculados (57,94%) con nota promedio de 3,45 (SD 2,20):

- Superan examen: 61 (17,94% de matriculados, 30,96% de presentados) con nota promedio de 6,52 (SD 0,76)
- NO Superan examen: 136 (40,00% de matriculados, 69,04% de presentados) con nota promedio de 2,07 (SD 0,77)

Alumnos no presentados: 143 (42,06%)

1. Grupo Control

Alumnos presentados: 60 de los 71 que accedieron al test previo (84,51%) con nota promedio de 3,79 (SD 2,18):

- Superan examen: 23 (32,39%, 38,33% de presentados) con nota promedio de 6,40 (SD 0,6)
- NO Superan examen: 37 (52,11%, 61,67% de presentados) con nota promedio de 2,17 (SD 0,74)

Alumnos no presentados: 11 (15,49%)

1.1. Entraron en WebLab y Superaron Test Final

Alumnos presentados: 14 de los 16 (87,5%) con nota promedio de 5,21 (SD 2,33):

- Superan examen: 9 (56,25%, 64,29% de presentados) con nota promedio de 6,84 (SD 0,47)
- NO Superan examen: 5 (31,25%, 35,71% de presentados) con nota promedio de 2,26 (SD 0,61)

Alumnos no presentados: 2 (12,50%)

1.2. Entraron en WebLab y No Superaron Test Final

Alumnos presentados: 29 de los 34 (85,29%) con nota promedio de 3,95 (SD 1,92):

- Superan examen: 12 (35,29%, 41,38% de presentados) con nota promedio de 6,08 (SD 0,53)
- NO Superan examen: 17 (50%, 58,62% de presentados) con nota promedio de 2,44 (SD 0,67)

Alumnos no presentados: 5 (14,71%)

1.3. No Entraron en WebLab

Alumnos presentados: 17 de los 21 (87,5%) con nota promedio de 5,21 (SD 2,33):

- Superan examen: 2 (9,52%, 11,76% de presentados) con nota promedio de 6,25 (SD 0,21)
- NO Superan examen: 15 (71,43%, 88,24% de presentados) con nota promedio de 1,83 (SD 0,76)

Alumnos no presentados: 4 (19,05%)

1.4. No Superaron WebLab-Test final

Presentados: 46 de 55 (83,64%), promedio de 3,36 (SD 1,96):

- Superan examen: 14 (25,45%, 30,43% de presentados) con nota promedio de 6,11 (SD 0,49)
- NO Superan examen: 32 (58,18%, 69,57% de presentados) con nota promedio de 2,15 (SD 0,77)

Alumnos no presentados: 9 (16,36%)

2. Grupo Experimental

Alumnos presentados: 54 de los 69 que accedieron al test previo (78,26%) que obtienen nota promedio de 3,90 (SD 2,32):

- Superan examen: 20 (28,99%, 37,04% de presentados) con nota promedio de 6,73 (SD 0,92)
- NO Superan examen: 34 (49,28%, 62,96% de presentados) con nota promedio de 2,24 (SD 0,67)

Alumnos no presentados: 11 (21,74%)

2.1. Entraron en WebLab y Superaron Test Final

Alumnos presentados: 28 de los 32 (87,5%) que obtienen nota promedio de 4,64 (SD 2,42):

- Superan examen: 14 (43,75%, 50% de presentados) con nota promedio de 6,88 (SD 1,02)
- NO Superan examen: 14 (43,75%, 50% de presentados) con nota promedio de 2,40 (SD 0,57)

Alumnos no presentados: 4 (12,50%)

2.2. Entraron en WebLab y No Superaron Test Final

Alumnos presentados: 17 de los 25 (68%) que obtienen nota promedio de 2,97 (SD 1,68):

- Superan examen: 3 (12%, 17,65% de presentados) con nota promedio de 6,24 (SD 0,28)
- NO Superan examen: 14 (56%, 82,35% de presentados) con nota promedio de 2,27 (SD 0,68)

Alumnos no presentados: 8 (32%)

2.3. No Entraron en WebLab

Alumnos presentados: 9 de los 12 (75%) que obtienen nota promedio de 3,36 (SD 2,47):

- Superan examen: 3 (25%, 33,33% de presentados) con nota promedio de 6,49 (SD 0,81)
- NO Superan examen: 6 (50%, 66,67% de presentados) con nota promedio de 1,79 (SD 0,81)

Alumnos no presentados: 3 (25%)

2.4. No Superaron WebLab-Test final

Presentados: 26 de 37 (70,27%), promedio de 3,10 (SD 1,94):

- Superan examen: 6 (16,22%, 23,08% de presentados) con nota promedio de 6,36 (SD 0,56)
- NO Superan examen: 20 (54,05%, 76,92% de presentados) con nota promedio de 2,13 (SD 0,73)

Alumnos no presentados: 11 (29,73%)

CONCLUSIONES

- Los datos promedio temporales no son muy fiables: la desviación estándar es muy elevada. Debe ser debido a que hay alumnos que entran en las páginas y después de trabajar no las cierran y las dejan contando un tiempo que no es real, de ahí la desviación tan grande.
- Acceso inicial escaso: Realizan el test previo (primer recurso) 71 alumnos de 170 en el grupo Control (41,76%) y 69 de 169 en el grupo Experimental (40,82%).
- Nivel de conocimiento inicial escaso en ambos grupos: Nota media obtenida en el test previo de 4,16 (SD 0,85) en el grupo de control y 4,49 (SD 2,15) en el grupo Experimental. Alumnos que superan el test:
    - Grupo Control: 22 (30,99% de los que acceden al test) con nota media de 6,36 (SD 0,85)
    - Grupo Experimental: 29 (42,03% de los que acceden al test) con nota media de 6,60 (SD 1,17)
- Acceso al WebLab muy escaso en ambos grupos: Entran 50 alumnos de 170 en el grupo Control (29,41%, 70,4% de los que hicieron el test previo) y 57 de 169 en el grupo Experimental (33,73%, 82,6% de los que hicieron el test previo).
- Mejores resultados en el laboratorio virtual de los alumnos del grupo Experimental. Lo superan más alumnos y con mejor nota:
    - Grupo Control: 22 (44% de los que entran en el WebLab, 31% de los que hicieron el test inicial) con nota media de 6,36 (SD 0,85)
    - Grupo Experimental: 41 (71,93% de los que entran en el WebLab, 59,4% de los que hicieron el test inicial) con nota media de 9,18 (SD 0,68)
- Buen nivel de conocimiento alcanzado por los alumnos que llegaron a realizar el test final en ambos grupos, pero con mejores resultados en el grupo Experimental: Nota media obtenida en el test final de 6,88 (SD 2,32) en el grupo de control y 7,35 (SD 2,49) en el grupo Experimental. Alumnos que superan el test:
    - Grupo Control: 16 (72,73% de los que acceden al test) con nota media de 7,95 (SD 1,73)
    - Grupo Experimental: 32 (78,05% de los que acceden al test) con nota media de 8,39 (SD 1,65)
- Aumenta al menos un 20% el nivel de conocimiento final alcanzado por los alumnos que llegaron a realizar el test final en ambos grupos:
    - Grupo Control: Mejora Promedio de 2,01 (SD 3,29) (Mejora de 20,13%)
    - Grupo Experimental: Mejora Promedio de 2,23 (SD 2,8) (Mejora de 22,30%)
- El número de alumnos que completa toda la propuesta didáctica superando el test final es bajo aunque el número de alumnos fue muy superior en el grupo experimental respecto al grupo de control:
    - Grupo Control: 16 (32% de los que acceden al WebLab, 22,5% de los que accedieron al test previo)
    - Grupo Experimental: 32 (57,14% de los que acceden al WebLab, 46,4% de los que accedieron al test previo)
- La asistencia al examen de la primera convocatoria de la asignatura no ha sido muy alta, 197 de 340 alumnos (57,94%), y los resultados no han sido muy positivos ya que sólo aprobaron 61 (17,94%) con una nota media de 6,52 (SD 0,76).
- Los alumnos que trabajaron algún recurso asociado al WebLab (al menos el test previo) obtuvieron mejores resultados que la media del curso:
    - Grupo Control: 23 alumnos superaron el examen (38,33% de los que se presentaron) con una nota media de 6,4 (SD 2,18)
    - Grupo Experimental: 20 alumnos superaron el examen (37,04% de los que se presentaron) con una nota media de 6,73 (SD 0,92)
- Los alumnos que superaron el WebLab y el test final de evaluación obtuvieron los mejores resultados:
    - Grupo Control: 9 alumnos superaron el examen (64,29% de los que se presentaron) con una nota media de 6,84 (SD 0,47)
    - Grupo Experimental: 14 alumnos superaron el examen (50% de los que se presentaron) con una nota media de 6,88 (SD 1,02)

Gráfico Resumen de Grupo de Control:

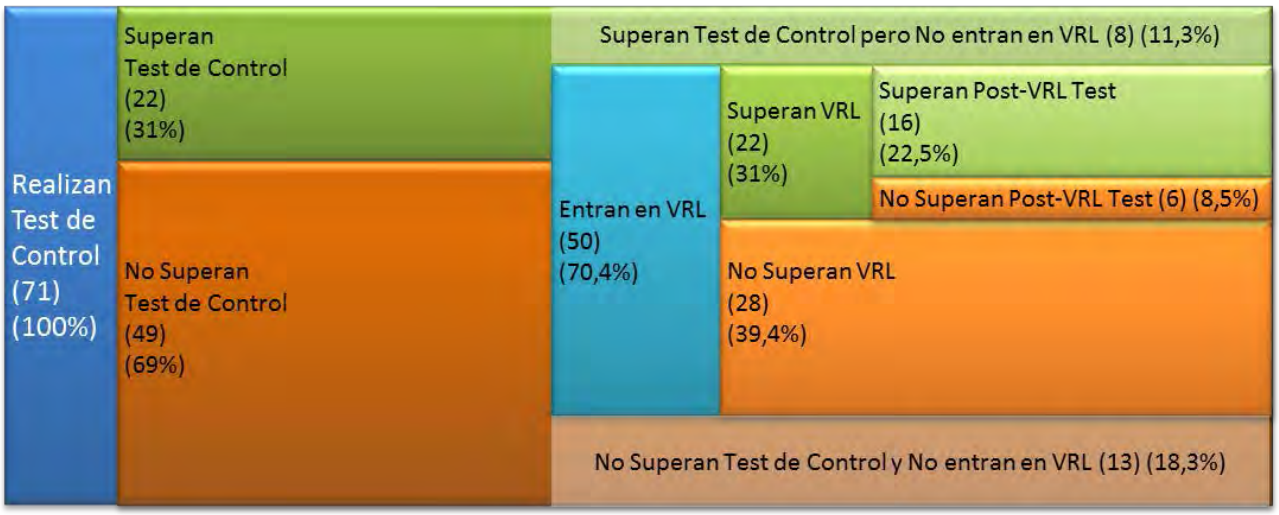
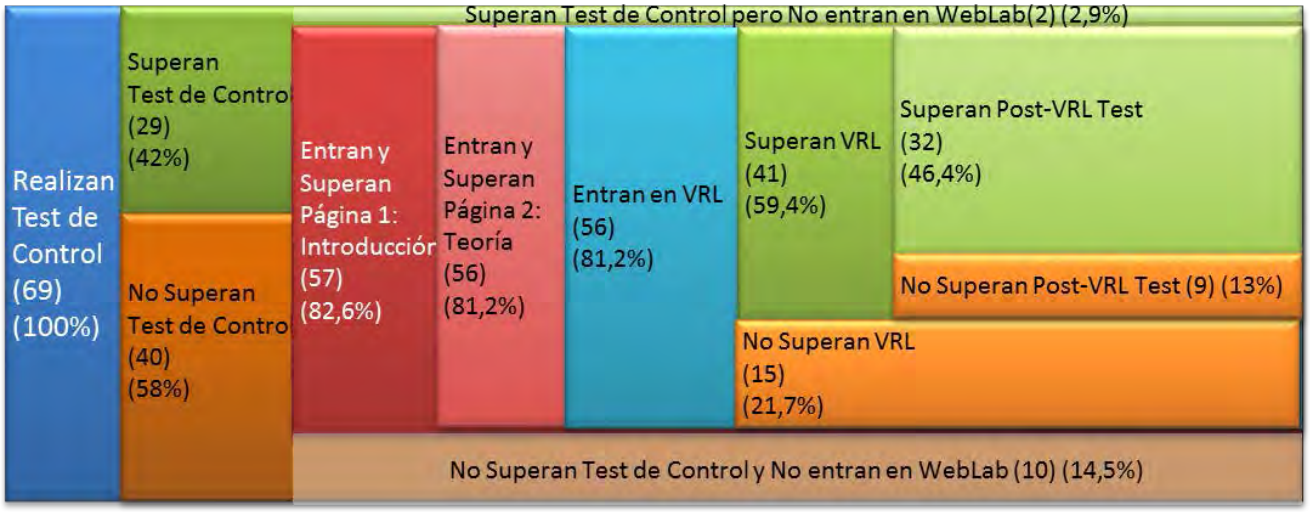
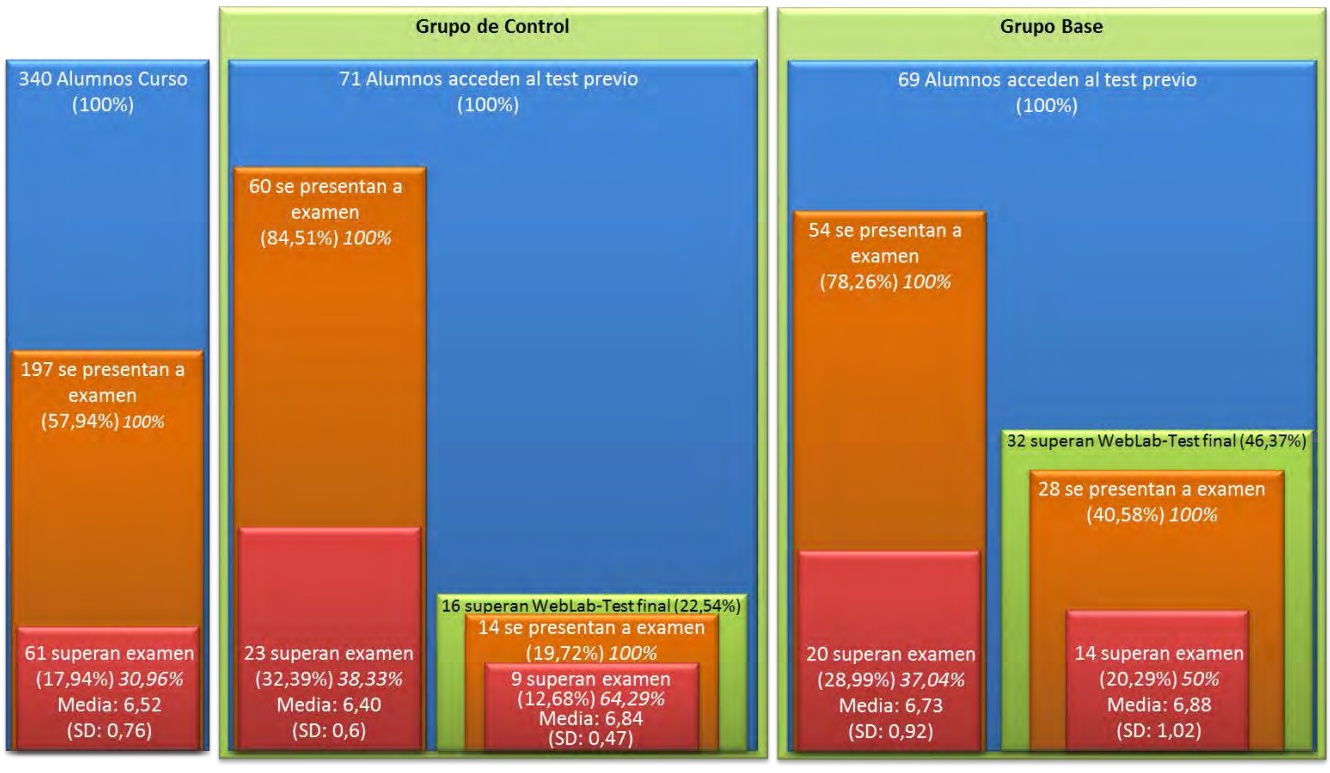


Gráfico Resumen de Grupo Experimental:



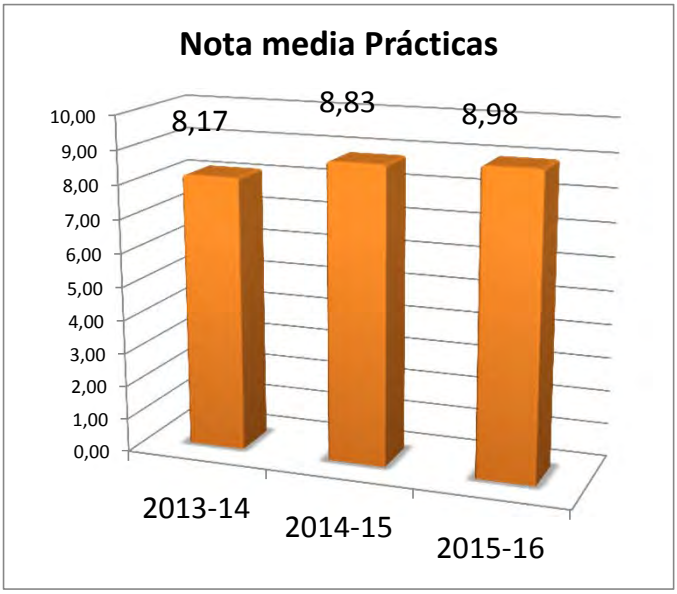


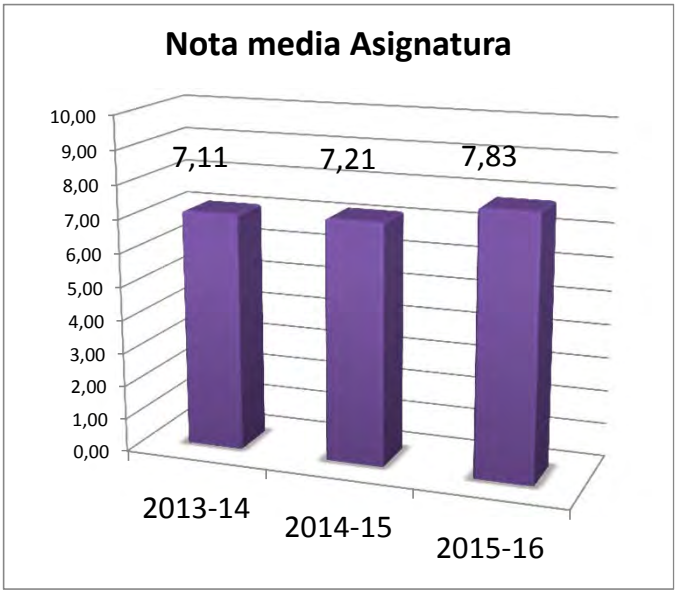
ANEXO 19	
Título	Fichero Excel de resultados de uso del WebLab remoto de “Comunicaciones SIP”

#	Último acceso	Intentos	SCO1	SCO2		SCO3		SCO4		TOTAL			Nota Prácticas Conv1 2015-15	Nota Asignatura Conv1 2015-16
			Tpo	Tpo	Pts	Tpo	Pts	Tpo	Pts	Tpo	Pts	Nota		
1	18. Dic 2015, 18:46	5	2	10	23	29	24	12	24	53	71	8,45	6,75	3,90
2	18. Dic 2015, 18:54	5	4	5	28	82	24	9	18	100	70	8,33	9,25	8,50
3	18. Dic 2015, 19:29	2	4	18	24	56	24	10	18	88	66	7,86	9,50	9,26
4	18. Dic 2015, 18:45	4	5	12	23	76	26	11	23	104	72	8,57	7,00	7,22
5	18. Dic 2015, 18:54	11	1	16	28	79	24	9	23	105	75	8,93	9,25	7,99
6	18. Dic 2015, 19:27	3	4	12	23	39	24	9	18	64	65	7,74	9,50	8,14
7	18. Dic 2015, 18:55	11	4	11	23	91	24	9	28	115	75	8,93	9,75	9,28
8	18. Dic 2015, 18:54	14	3	12	18	109	24	9	23	133	65	7,74	9,75	8,62
9	18. Dic 2015, 18:40	6	1	12	28	70	24	6	28	89	80	9,52	9,75	7,79
10	18. Dic 2015, 18:35	4	3	7	28	43	28	11	28	64	84	10,00	9,50	8,80
11	18. Dic 2015, 19:18	20	1	11	28	97	24	14	13	123	65	7,74	9,75	7,19
12	18. Abr 2016, 13:37	11	1	16	28	61	28	16	23	94	79	9,40	9,50	8,05
13	18. Dic 2015, 19:00	6	1	8	18	143	26	2	28	154	72	8,57	9,50	7,10
14	18. Dic 2015, 19:01	4	3	20	23	37	24	14	23	74	70	8,33	7,00	7,73
	Promedios	7,57	2,64	12,14	24,50	72,29	24,86	10,07	22,71	97,14	72,07	8,58	8,98	7,83
	SD	5,11	1,45	4,19	3,61	31,56	1,51	3,50	4,60	28,37	5,99	0,71	1,13	1,33

media Prácticas	8,17	8,83	8,98
SD	0,59	2,66	1,13
Curso académico	**2013-14**	**2014-15**	**2015-16**
	Nota Prácticas Conv1		

7,11	7,21	7,83	**Nota media Asignatura**
0,72	2,24	1,33	
2013-14	**2014-15**	**2015-16**	
Nota Asignatura Conv1			





ANEXO 20	
Título	Resultados de Encuesta WebLab “Comunicaciones SIP”

Microsoft Excel | Exportar solamente la etiqueta

(1 - 23 de 23) Columnas Filas

Título	Pregunta	Tipo de pregunta	Usuarios respondieron	Usuarios ignoraron	Valor más seleccionado (Moda)	Número de selecciones	Mediana
1. 01.Edad	Señala cual es tu edad	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)	14	0	2 - 20-24	7	2,5 (entre 2-20-24 y 3-25-29
10. 10A.Op Objetivos Competencias	¿Crees que el WebLab "Comunicaciones SIP" ha sido adecuado para que obtenga...	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)	14	0	5 - 5	6	4
11. 11.Estructura WebLab	Después de acceder a la primera página del laboratorio, ¿Has entendido cuá...	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)	14	0	1 - Sí	14	1
12. 11A.Op Estructura WebLab	¿Crees que la estructura del WebLab "Comunicaciones SIP" ha sido correcta? ...	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)	14	0	5 - 5	8	5
13. 12.Teoría	¿Has estudiado y comprendido la teoría sobre el laboratorio que se encontra...	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)	14	0	1 - Sí	12	1
14. 12A.Op Teoría	¿Crees que la Teoría incluida en la Página 2 del WebLab "Comunicaciones SIP...	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)	14	0	5 - 5	9	5
15. 13A.Op Test inicial	¿Crees que el Test Inicial incluido en la Página 2 del WebLab "Comunicacion...	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)	14	0	5 - 5	9	5
16. 14. Guiones Prácticas	¿Has leído y comprendido los guiones de prácticas que se encuentran en la p...	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)	14	0	1 - Sí	11	1
17. 14A.Op Guiones prácticas	¿Crees que los guiones de prácticas incluidos en la Página 3 del WebLab "Co...	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)	14	0	5 - 5	8	5
18. 15A.Op VL (Remote Lab)	¿Crees que las aplicaciones JAVA del laboratorio incluido en la Página 3 de...	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)	14	0	5 - 5	6	4

19. 16A.Op VL Interfaz-Ayuda del Laboratorio Remoto	¿Crees que el interfaz y la ayuda de las aplicaciones JAVA del laboratorio ...	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)	14	0	5 - 5	8	5
2. 02.Sexo	Indica tu sexo	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)	14	0	2 - Mujer	8	2
20. 17A.Op Test final	¿Crees que el Test Final incluido en la Página 4 del WebLab "Comunicaciones...	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)	14	0	4 - 4	8	4
21. 18A.Op Generales WebLab	Valora los siguientes aspectos referidos al WebLab "Comunicaciones SIP" en ...	Pregunta tipo Matriz	14	0	5 - 5	95	5
	1. Acceso cómodo		14	0	5 - 5	11	5
	2. Diseño Web (colores, tipos de letra, claridad, etc...) adecuado		14	0	5 - 5	10	5
	3. Estructura adecuada		14	0	5 - 5	10	5
	4. Navegación adecuada		14	0	5 - 5	10	5
	5. Facilidad de uso adecuada		14	0	5 - 5	8	5
	6. Sensación de inmersión adecuada		14	0	5 - 5	8	5
	7. Tiempo requerido adecuado		14	0	5 - 5	11	5
	8. Instrucciones claras y precisas		14	0	5 - 5	10	5
	9. Fiabilidad del sistema adecuado		14	0	5 - 5	7	4,5 (entre 4-4 y 5-5)
	10. Utilidad adecuada		14	0	5 - 5	10	5
22. Valoración Final WebLab	Valoración de 1 a 5 el WebLab "Comunicaciones SIP" (1:Mal-5:Bien)	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)	14	0	4 - 4	7	4
23. Mejora WebLab	En tu opinión, ¿Qué aspectos del WebLab deberían mejorarse?	Pregunta de respuesta corta	2	12	0		
3. 03.Grado	Indica el grado en el que estás matriculado en la asignatura "Sistemas de T...	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)	14	0	1 - Grado en Ingeniería Telemática	14	1
4. 04.Ejecutar WebLab	¿Has ejecutado (abierto y entrado) el WebLab "Comunicaciones SIP"?	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)	14	0	1 - Sí	14	1
5. 05.Estudiado Tema5	¿Has leído el Tema 5. Arquitectura de VoIP SIP de la asignatura "Sistemas d...	Pregunta de opción múltiple	14	0	1 - Sí	14	1

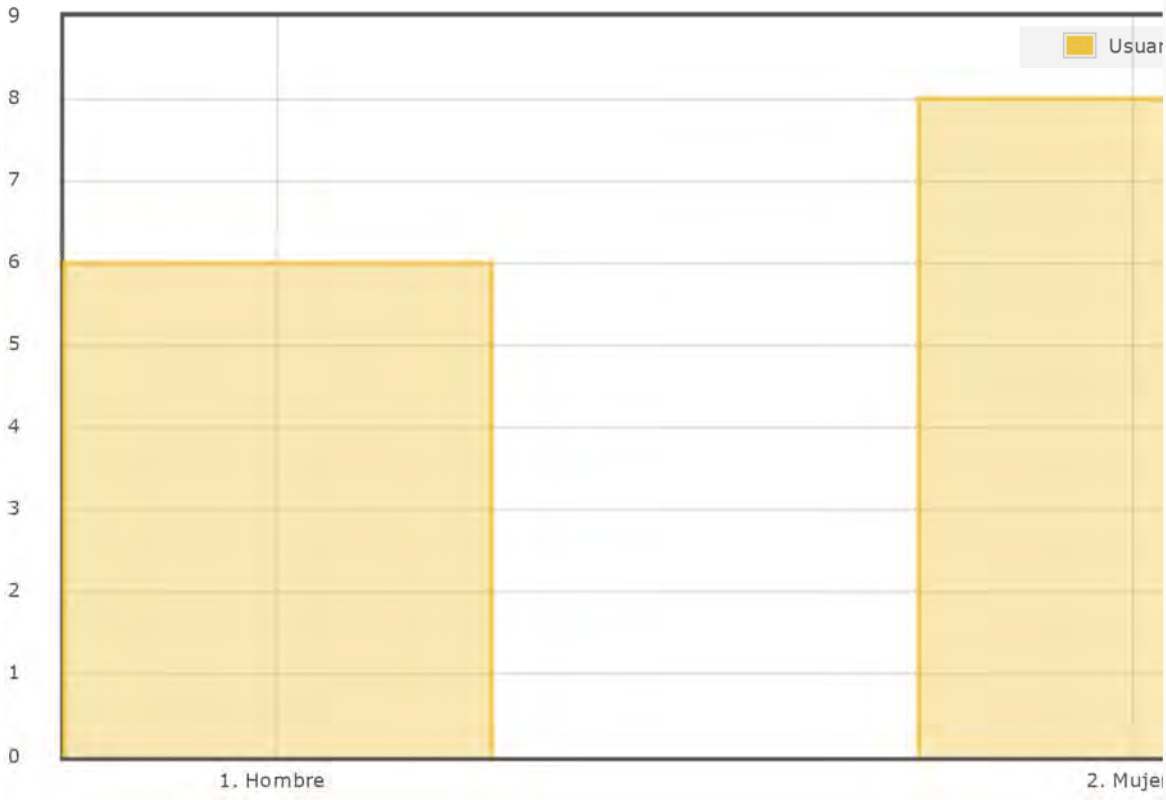
		(Respuesta única)					
6. 06.Asistir clase Tema5	¿Has asistido a la/s clase/s presenciales en las que se explicó el tema Tem...	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)	14	0	1 - Sí, a todas.	7	1,5 (entre 1-Sí, a todas. y 2-Sí, pero no a todas.
7. 07.Terminar WebLab	¿Has terminado (por tanto superado) el WebLab "Comunicaciones SIP"?	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)	14	0	1 - Sí	13	1
8. 08.Repetir WebLab	¿Has ejecutado el WebLab "Comunicaciones SIP" más de una vez? Señala el nú...	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)	13	1	2 - 2	5	2
9. 10.Objetivos Competencias	Después de acceder a la primera página del laboratorio, ¿Has entendido cua...	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)	14	0	1 - Sí	14	1

(1 - 23 de 23)

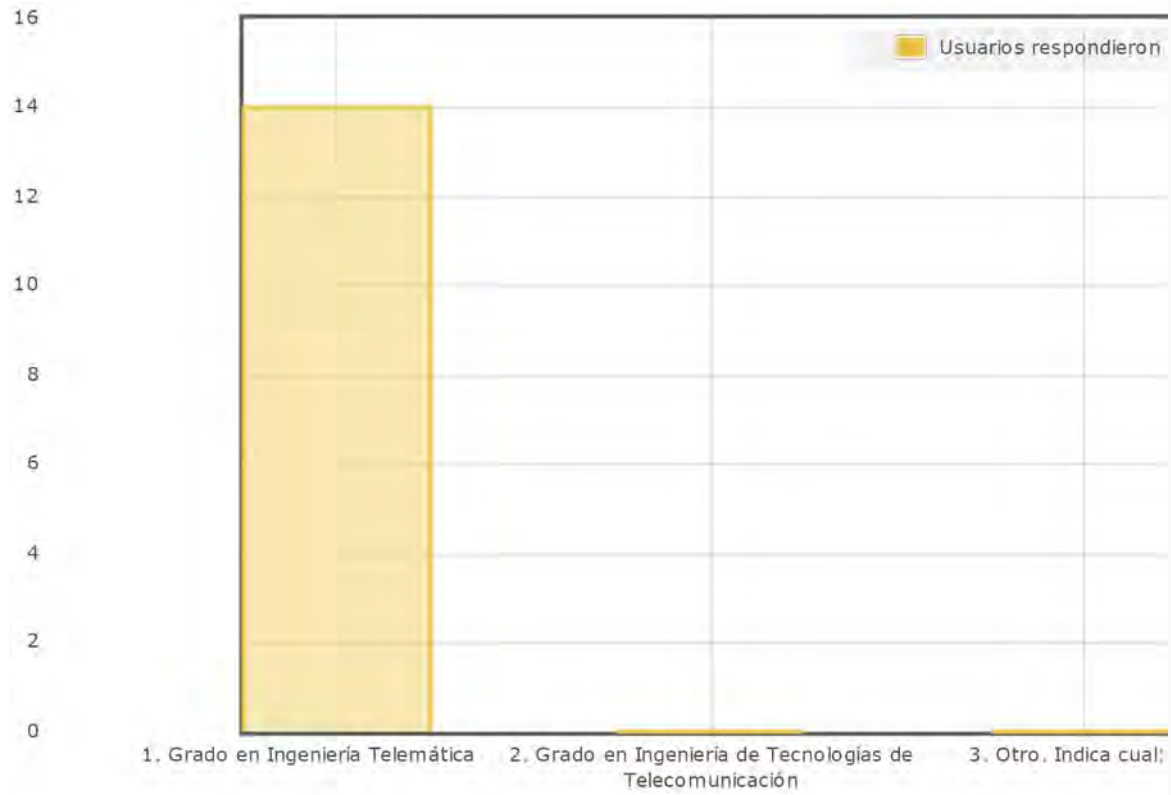
1. 01.Edad

Pregunta:	Señala cual es tu edad
Tipo de pregunta:	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)
Usuarios respondieron:	14
Usuarios ignoraron:	0
Mediana:	2,5 (entre 2-20-24 y 3-25-29)
Respuestas:	1. menos de 20: n=0 (0,00%) 2. 20-24: n=7 (50,00%) 3. 25-29: n=6 (42,86%) 4. 30-35: n=1 (7,14%) 5. 35-40: n=0 (0,00%) 6. más de 40: n=0 (0,00%)
Tabla / Gráfico:	

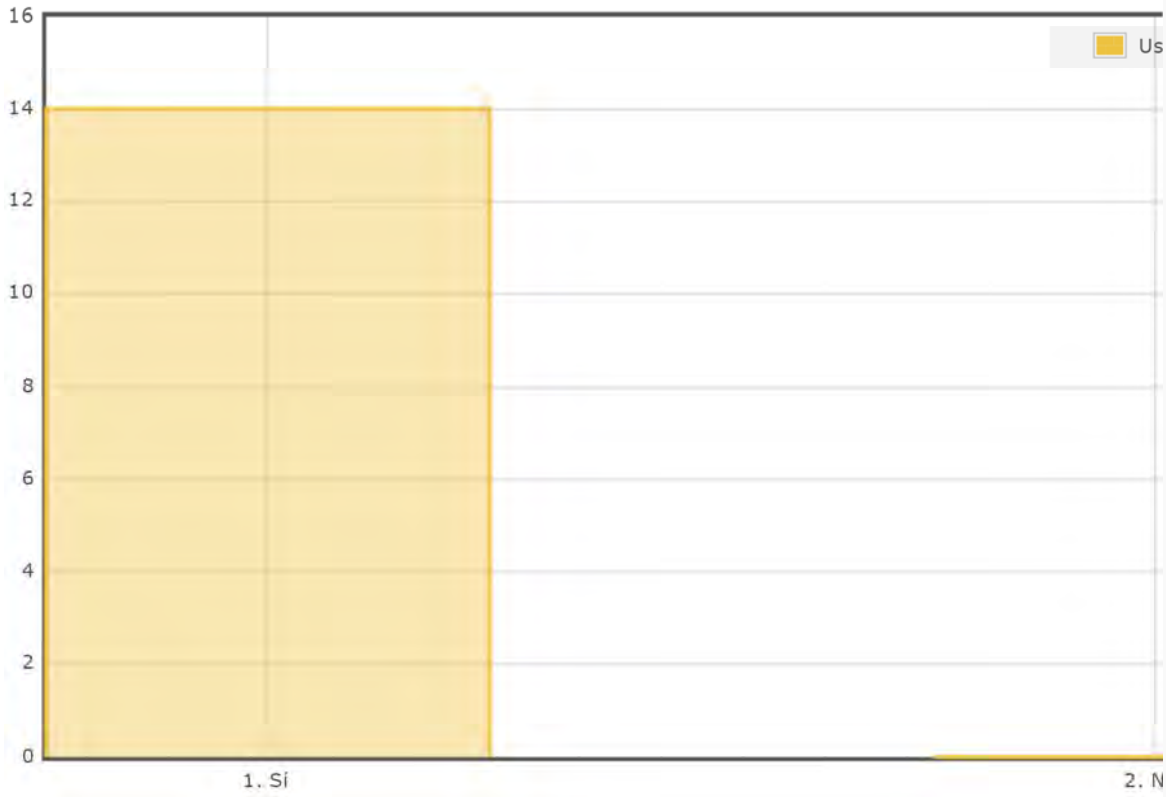
2. 02.Sexo

Pregunta:	Indica tu sexo
Tipo de pregunta:	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)
Usuarios respondieron:	14
Usuarios ignoraron:	0
Mediana:	2
Respuestas:	1. Hombre: n=6 (42,86%) 2. Mujer: n=8 (57,14%)
Tabla / Gráfico:	

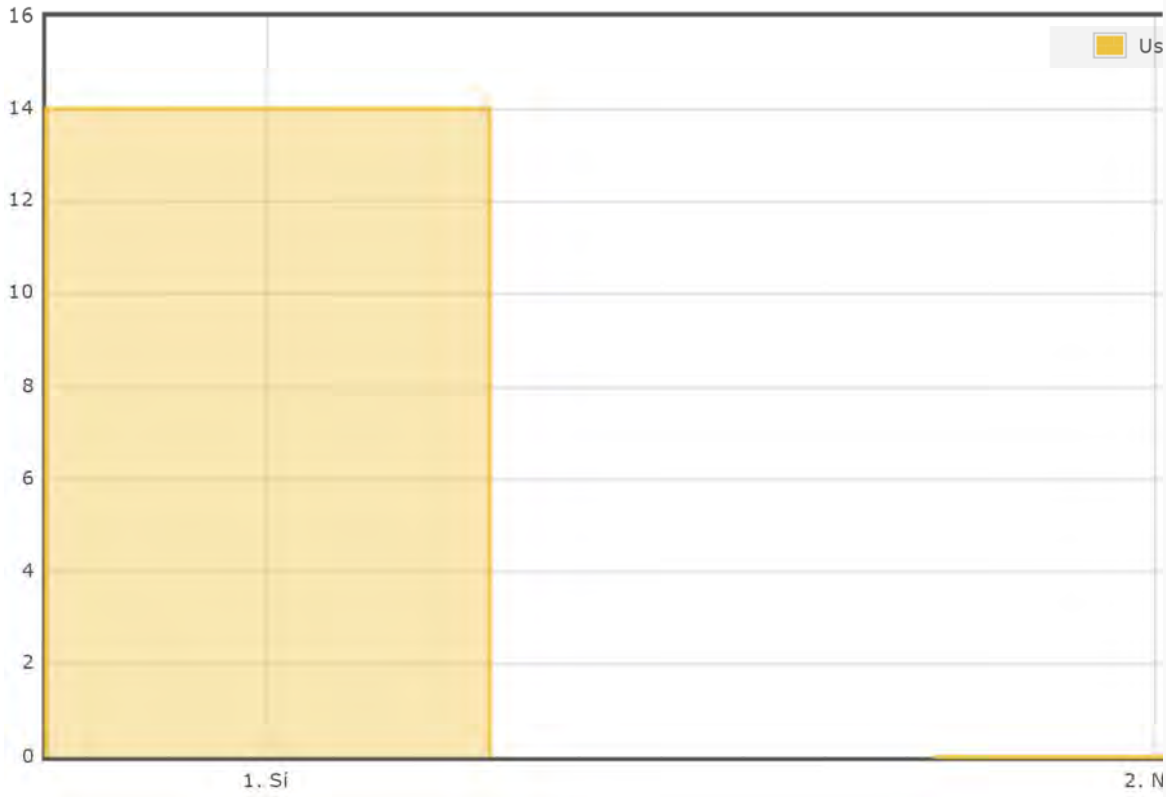
3. 03.Grado

Pregunta:	Indica el grado en el que estás matriculado en la asignatura "Sistemas de Telefonía"
Tipo de pregunta:	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)
Usuarios respondieron:	14
Usuarios ignoraron:	0
Mediana:	1
Respuestas:	1. Grado en Ingeniería Telemática: n=14 (100,00%) 2. Grado en Ingeniería de Tecnologías de Telecomunicación: n=0 (0,00%) 3. Otro. Indica cual:: n=0 (0,00%)
Tabla / Gráfico:	

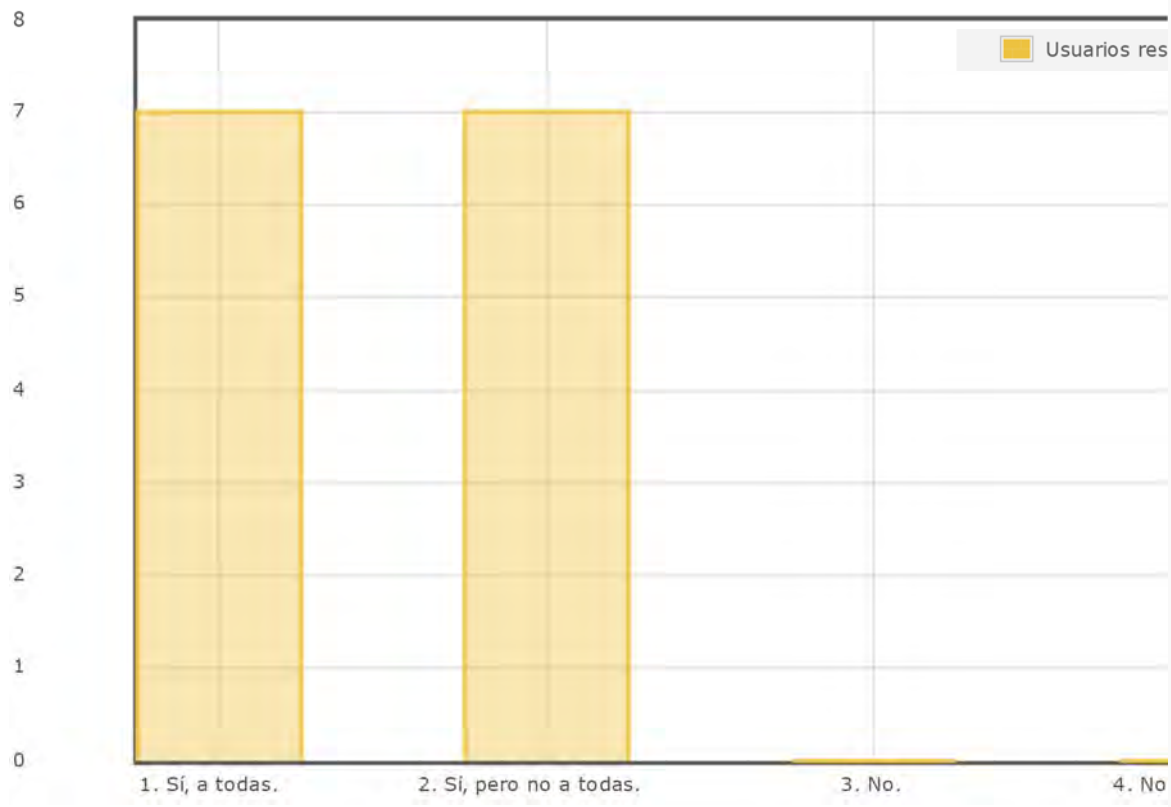
4. 04.Ejecutar WebLab

Pregunta:	¿Has ejecutado (abierto y entrado) el WebLab "Comunicaciones SIP"?
Tipo de pregunta:	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)
Usuarios respondieron:	14
Usuarios ignoraron:	0
Mediana:	1
Respuestas:	1. Sí: n=14 (100,00%) 2. No: n=0 (0,00%)
Tabla / Gráfico:	

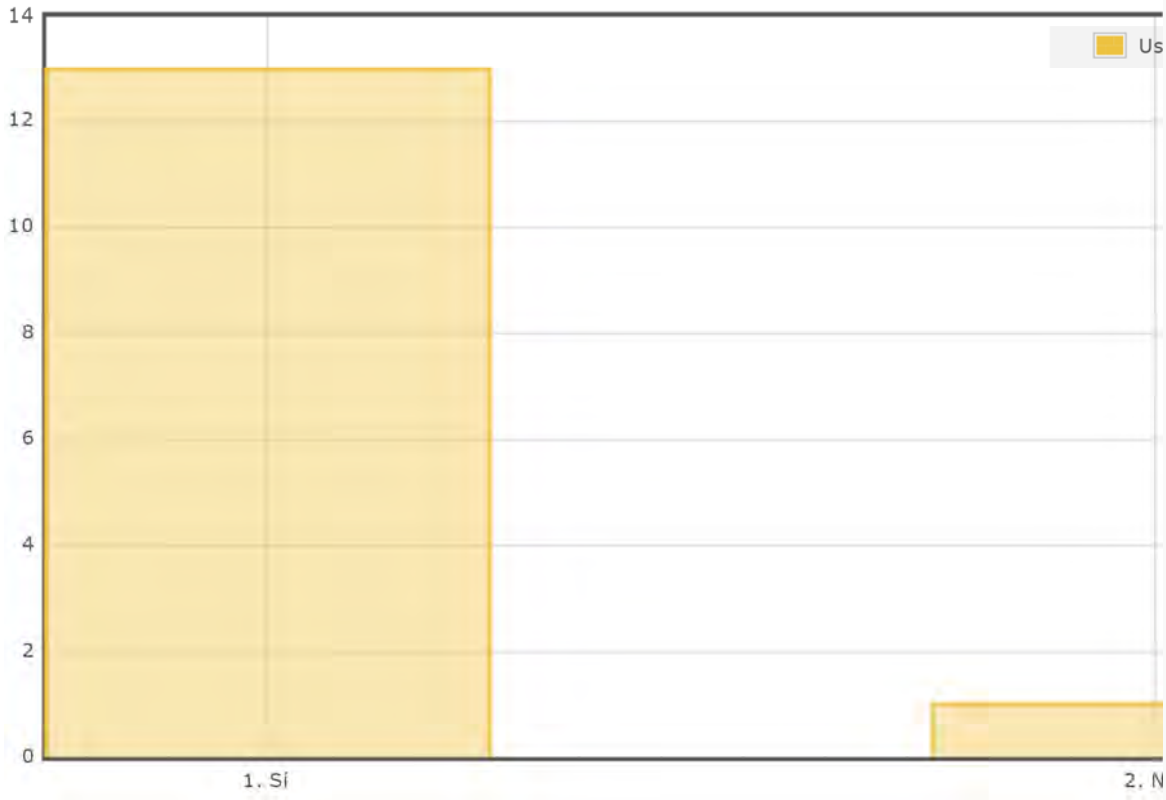
5. 05.Estudiado Tema5

Pregunta:	¿Has leído el Tema 5. Arquitectura de VoIP SIP de la asignatura "Sistemas de Telefonía"?
Tipo de pregunta:	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)
Usuarios respondieron:	14
Usuarios ignoraron:	0
Mediana:	1
Respuestas:	1. Sí: n=14 (100,00%) 2. No: n=0 (0,00%)
Tabla / Gráfico:	

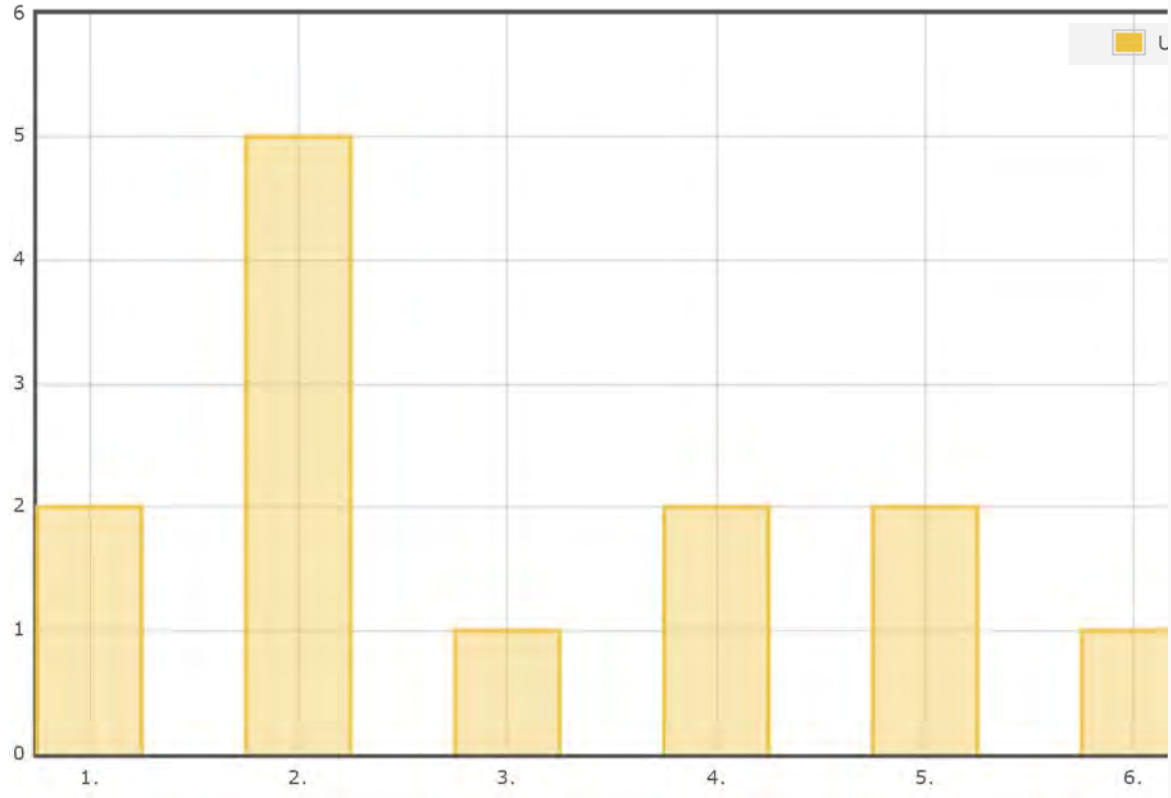
6. 06.Asistir clase Tema5

Pregunta:	¿Has asistido a la/s clase/s presenciales en las que se explicó el tema Tema 5. Arquitectura de Vo asignatura "Sistemas de Telefonía"?
Tipo de pregunta:	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)
Usuarios respondieron:	14
Usuarios ignoraron:	0
Mediana:	1,5 (entre 1-Sí, a todas. y 2-Sí, pero no a todas.)
Respuestas:	1. Sí, a todas.: n=7 (50,00%) 2. Sí, pero no a todas.: n=7 (50,00%) 3. No.: n=0 (0,00%) 4. No recuerdo.: n=0 (0,00%)
Tabla / Gráfico:	

7. 07.Terminar WebLab

Pregunta:	¿Has terminado (por tanto superado) el WebLab "Comunicaciones SIP"?
Tipo de pregunta:	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)
Usuarios respondieron:	14
Usuarios ignoraron:	0
Mediana:	1
Respuestas:	1. Sí: n=13 (92,86%) 2. No: n=1 (7,14%)
Tabla / Gráfico:	

8. 08.Repetir WebLab

Pregunta:	¿Has ejecutado el WebLab "Comunicaciones SIP" más de una vez? Señala el número de ejecuciones que has realizado.
Tipo de pregunta:	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)
Usuarios respondieron:	13
Usuarios ignoraron:	1
Mediana:	2
Respuestas:	1. 1: n=2 (15,38%) 2. 2: n=5 (38,46%) 3. 3: n=1 (7,69%) 4. 4: n=2 (15,38%) 5. 5: n=2 (15,38%) 6. entre 6 y 10: n=1 (7,69%) 7. más de 10: n=0 (0,00%)
Tabla / Gráfico:	

9. 10.Objetivos Competencias

Pregunta: Después de acceder a la primera página del laboratorio,

¿Has entendido cuales eran los objetivos y competencias que podías obtener si trabajabas el Web dónde se enmarcaba su contenido en tus estudios?

Introducción al WebLab (Página1) Intr

COMUNICACIONES SIP

UNIVERSIDAD:	UNIVERSIDAD DE JAÉN
TITULACIONES:	GRADO EN INGENIERÍA TELEMÁTICA
ASIGNATURA:	SISTEMAS DE TELEFONÍA
LABORATORIO:	LABORATORIO REMOTO
PLANIFICACIÓN:	4° CURSO // 1° CUATRIMESTRE
CONTEXTO DEL EJERCICIO:	TEMA 5. ARQUITECTURA DE VOIP SIP
OBJETIVOS Y COMPETENCIAS:	• **GLOBALES:** ◦ Identificar los distintos elementos que intervienen en las comu ◦ Conocer los protocolos utilizados para el intercambio de inform ◦ Conocer las técnicas y protocolos del transporte de audio y víde ◦ Conocer los protocolos para el establecimiento y control de ses ◦ Conocer los distintos protocolos utilizados en la transmisión de ◦ Conocer los elementos que intervienen en una comunicación c • **ESPECÍFICOS:** ◦ Configurar un servidor proxy y estudiar su comportamiento. ◦ Configurar un softphone y estudiar su comportamiento. ◦ Visualizar los paquetes del protocolo SIP intercambiados duran ◦ Identificar los distintos campos existentes en cada paquete SIP
TEORÍA:	Enlace a la carpeta de la asignatura: SISTEMAS DE TELEFONÍA Enlace a la carpeta de teoría: TEMA 5. ARQUITECTURA DE VOIP SIP

Estructura del WebLab (Laboratorio Web) y Modo de superarlo

La siguiente figura muestra la organización de los contenidos del WebLab:

Tipo de pregunta: Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)

Usuarios respondieron: 14

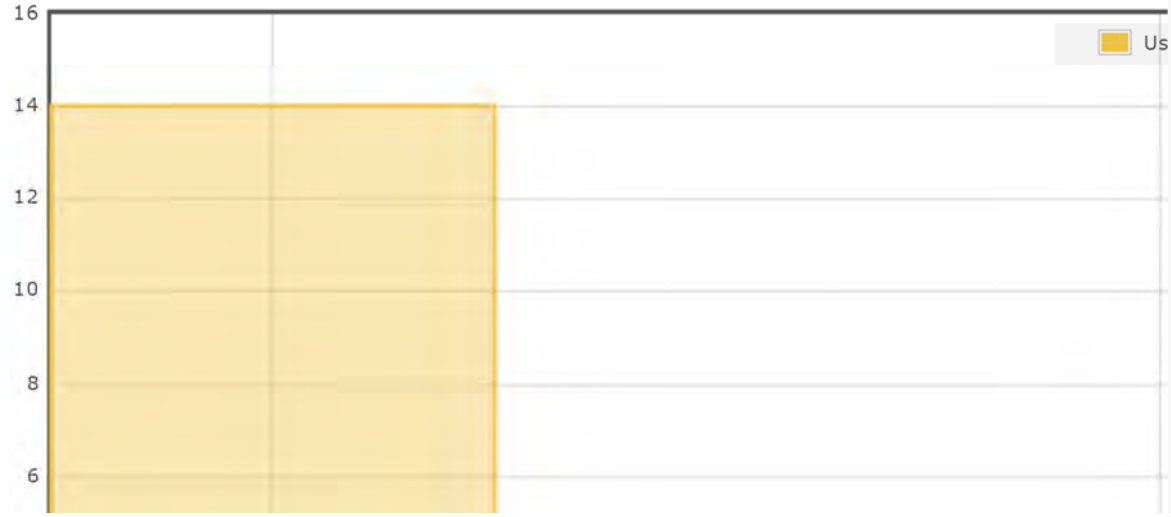
Usuarios ignoraron: 0

Mediana: 1

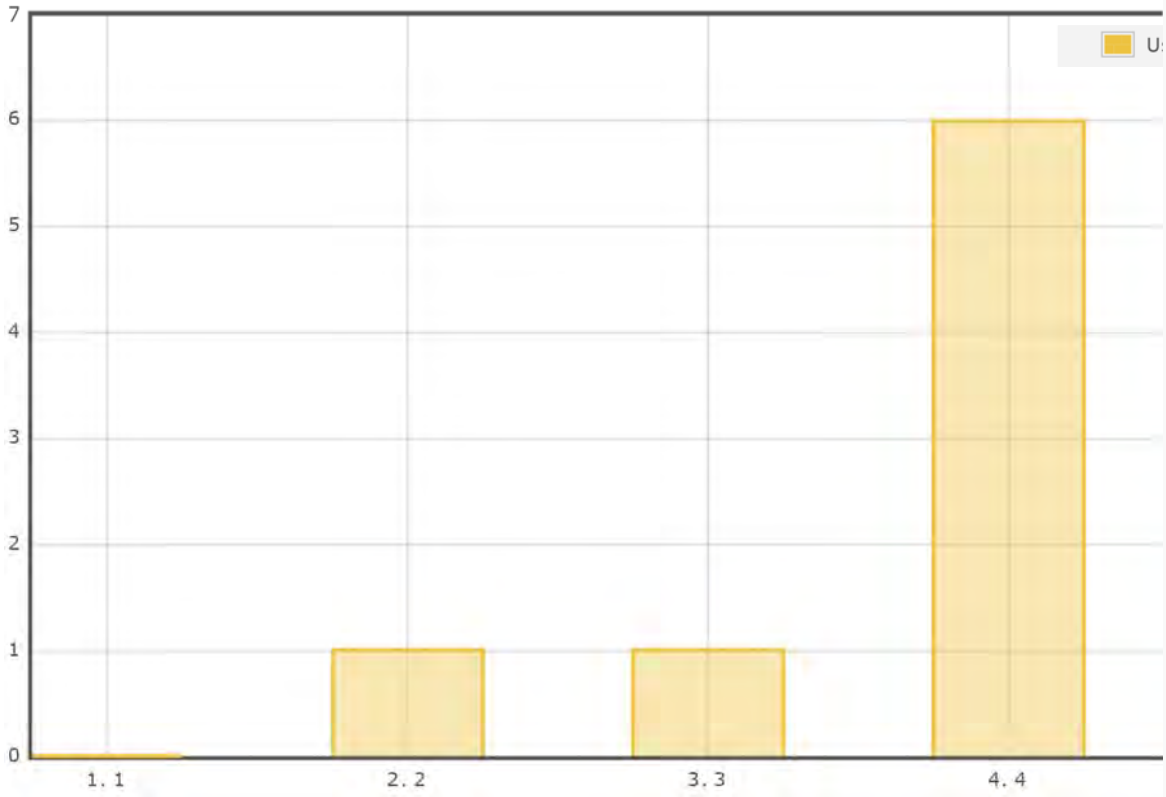
Respuestas:

1. Sí: n=14 (100,00%)
2. No: n=0 (0,00%)

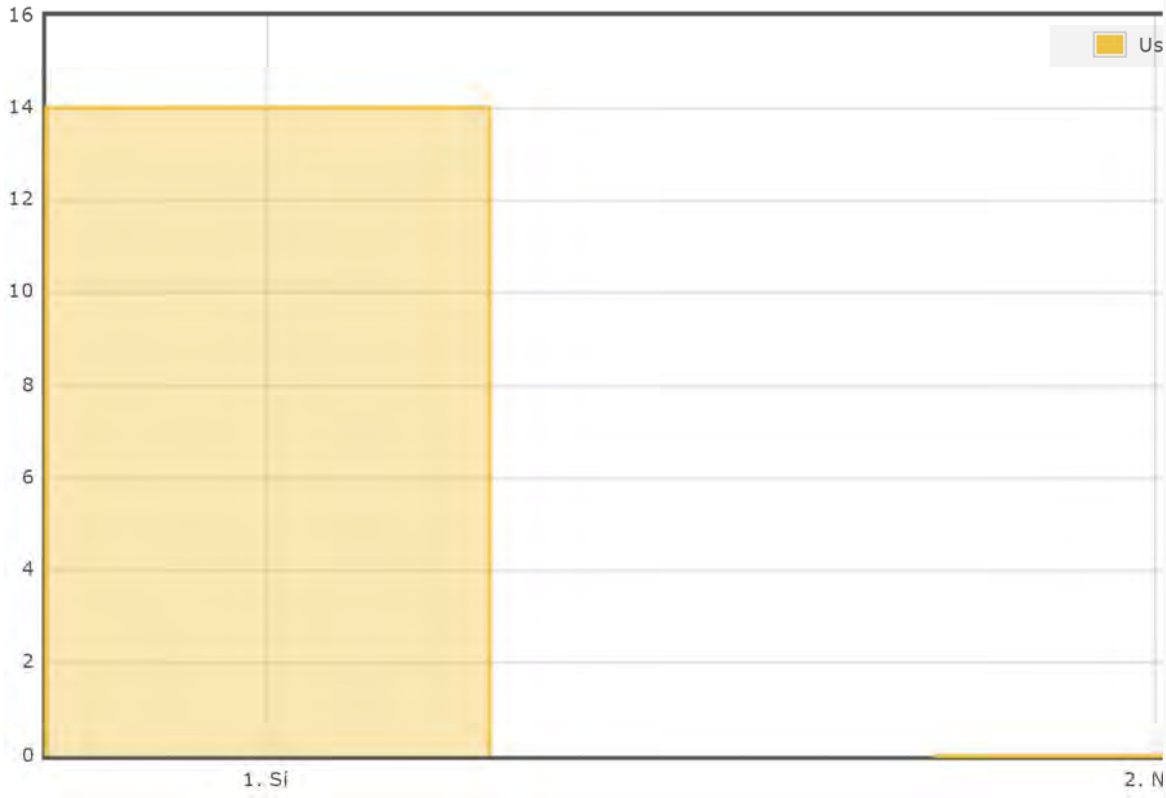
Tabla / Gráfico:



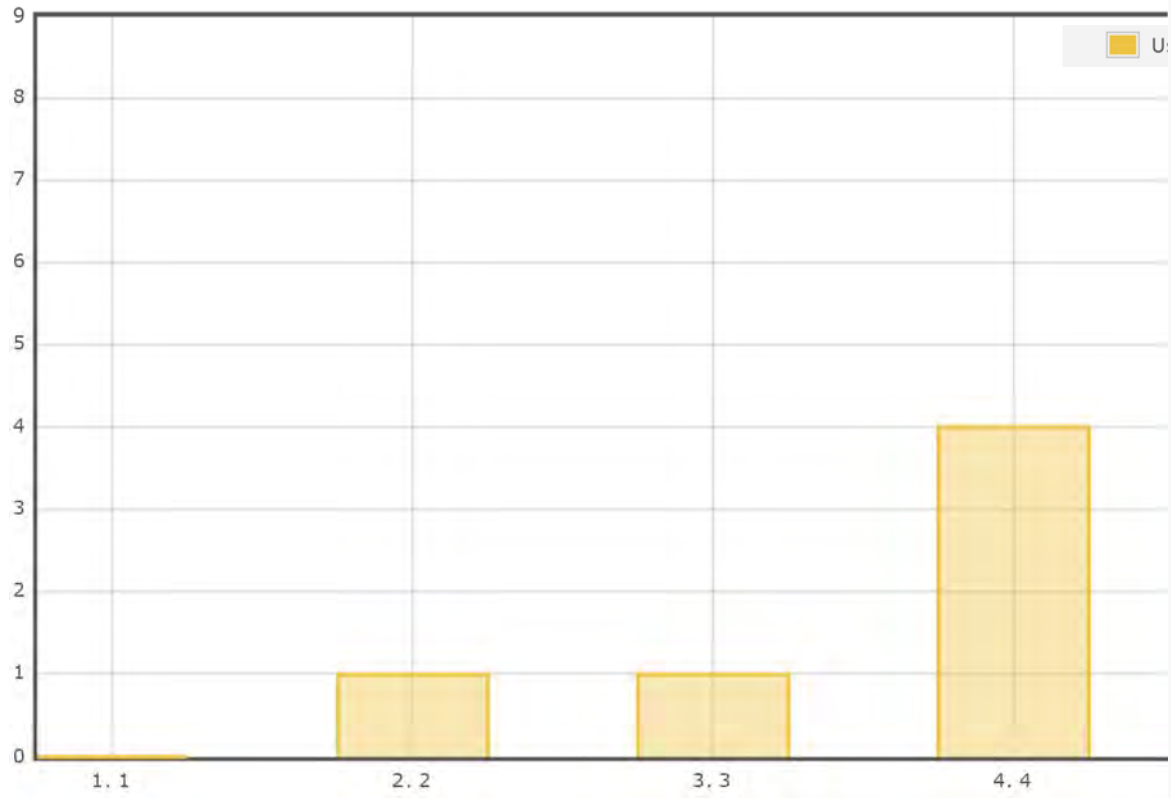
10. 10A.Op Objetivos Competencias

Pregunta:	¿Crees que el WebLab "Comunicaciones SIP" ha sido adecuado para que obtengas los objetivos y propuestos? 1 (Totalmente en Contra) - 5 (Totalmente de Acuerdo)
Tipo de pregunta:	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)
Usuarios respondieron:	14
Usuarios ignoraron:	0
Mediana:	4
Respuestas:	1. 1: n=0 (0,00%) 2. 2: n=1 (7,14%) 3. 3: n=1 (7,14%) 4. 4: n=6 (42,86%) 5. 5: n=6 (42,86%)
Tabla / Gráfico:	

11. 11.Estructura WebLab

Pregunta:	Después de acceder a la primera página del laboratorio, ¿Has entendido cuál es la estructura del WebLab "Comunicaciones SIP"? 
Tipo de pregunta:	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)
Usuarios respondieron:	14
Usuarios ignoraron:	0
Mediana:	1
Respuestas:	1. Sí: n=14 (100,00%) 2. No: n=0 (0,00%)
Tabla / Gráfico:	

12. 11A.Op Estructura WebLab

Pregunta:	¿Crees que la estructura del WebLab "Comunicaciones SIP" ha sido correcta? 1 (Totalmente en Contra) - 5 (Totalmente de Acuerdo)
Tipo de pregunta:	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)
Usuarios respondieron:	14
Usuarios ignoraron:	0
Mediana:	5
Respuestas:	1. 1: n=0 (0,00%) 2. 2: n=1 (7,14%) 3. 3: n=1 (7,14%) 4. 4: n=4 (28,57%) 5. 5: n=8 (57,14%)
Tabla / Gráfico:	

13. 12.Teoría

Pregunta: ¿Has estudiado y comprendido la teoría sobre el laboratorio que se encontraba en la página 2 del


Teoría del WebLab (Página2)

COMUNICACIONES SIP

Introducción

El **objetivo** de este ejercicio es **iniciar al estudiante en el funcionamiento del protocolo SIP** en general, y, en particular, en el entre dos clientes y un proxy en una **comunicación VoIP** mediante el protocolo SIP.

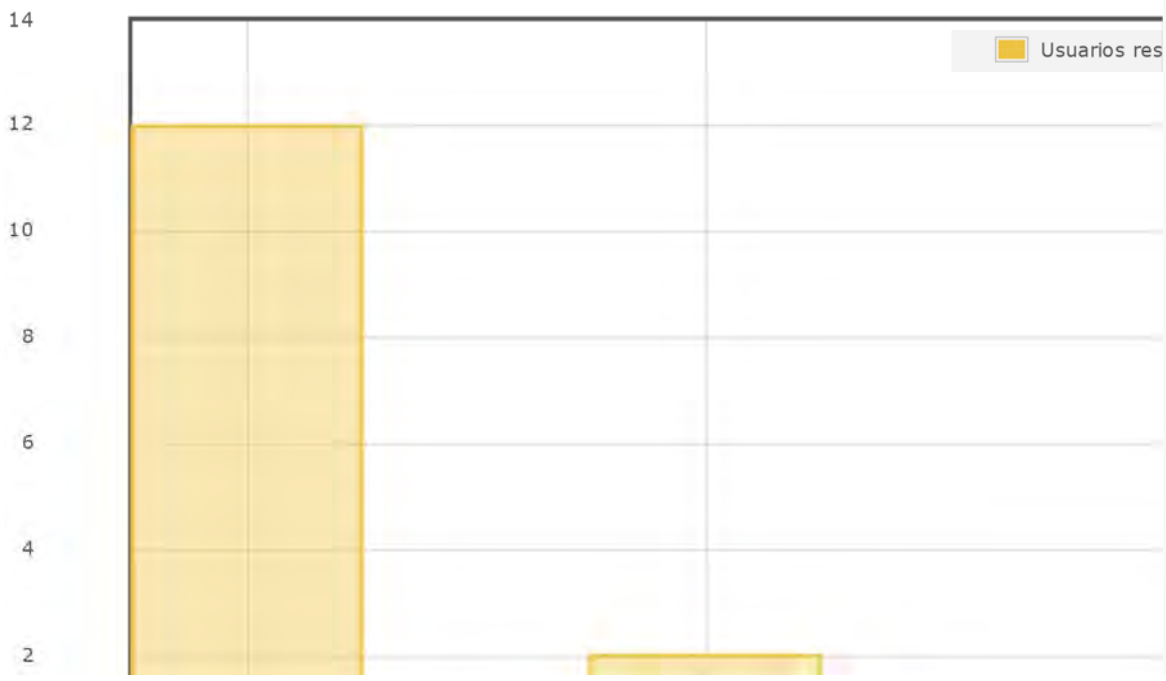
Session Initiation Protocol (Protocolo de Inicio de Sesiones) es un protocolo de control y señalización usado mayoritariam desarrollado por el IETF (RFC 3261). Dicho protocolo permite crear, modificar y finalizar sesiones multimedia con uno o más pa su simplicidad y consistencia.

Hasta la fecha, existían múltiples protocolos de señalización tales como el H.323 de la ITU, el SCCP de Cisco, o el MGCP, pero batalla del estándar: Cisco está progresivamente adoptando SIP como protocolo en sus sistemas de telefonía IP en detriment como protocolo para su nuevo OCS (Office Communication Server), y los operadores (de móvil y fijo) también están implantando aprovechando de este modo la escalabilidad y interoperabilidad que nos proporciona el protocolo SIP.

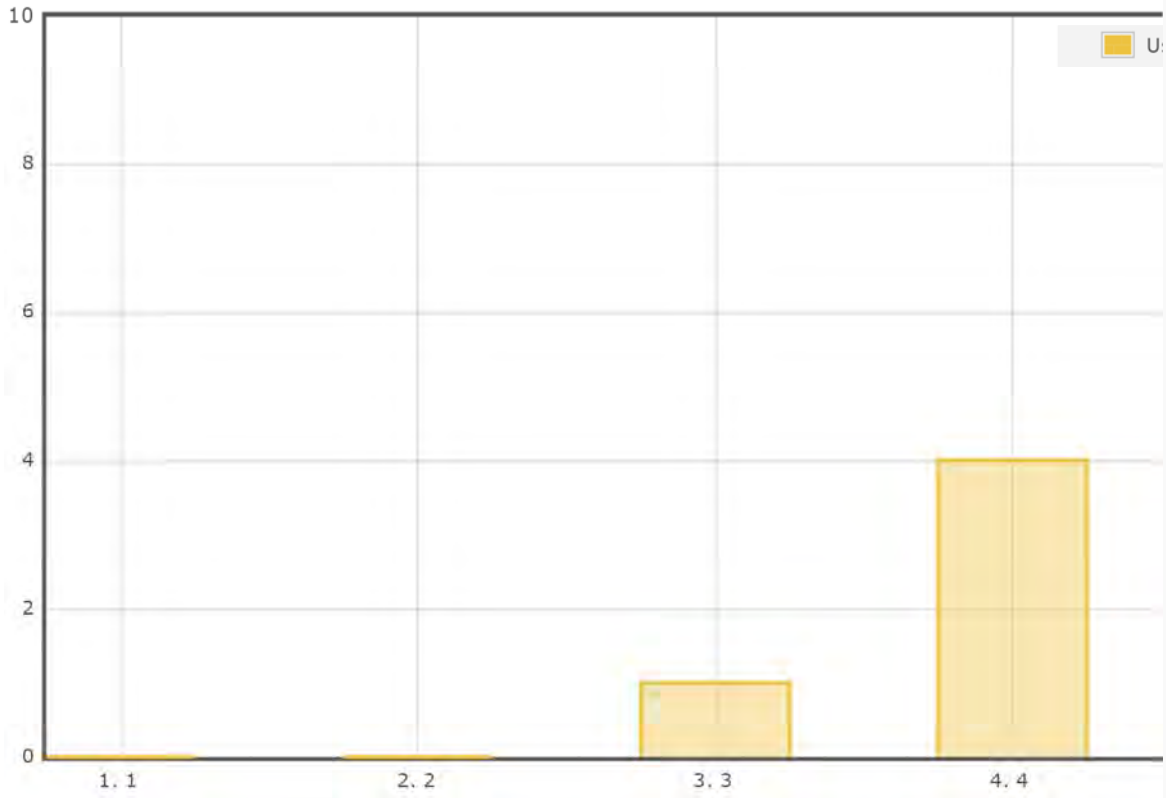
Figura 1. Torre de Protocolos.

Tipo de pregunta:	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)
Usuarios respondieron:	14
Usuarios ignoraron:	0
Mediana:	1
Respuestas:	1. Sí: n=12 (85,71%) 2. Sí, pero no del todo: n=2 (14,29%) 3. No: n=0 (0,00%)

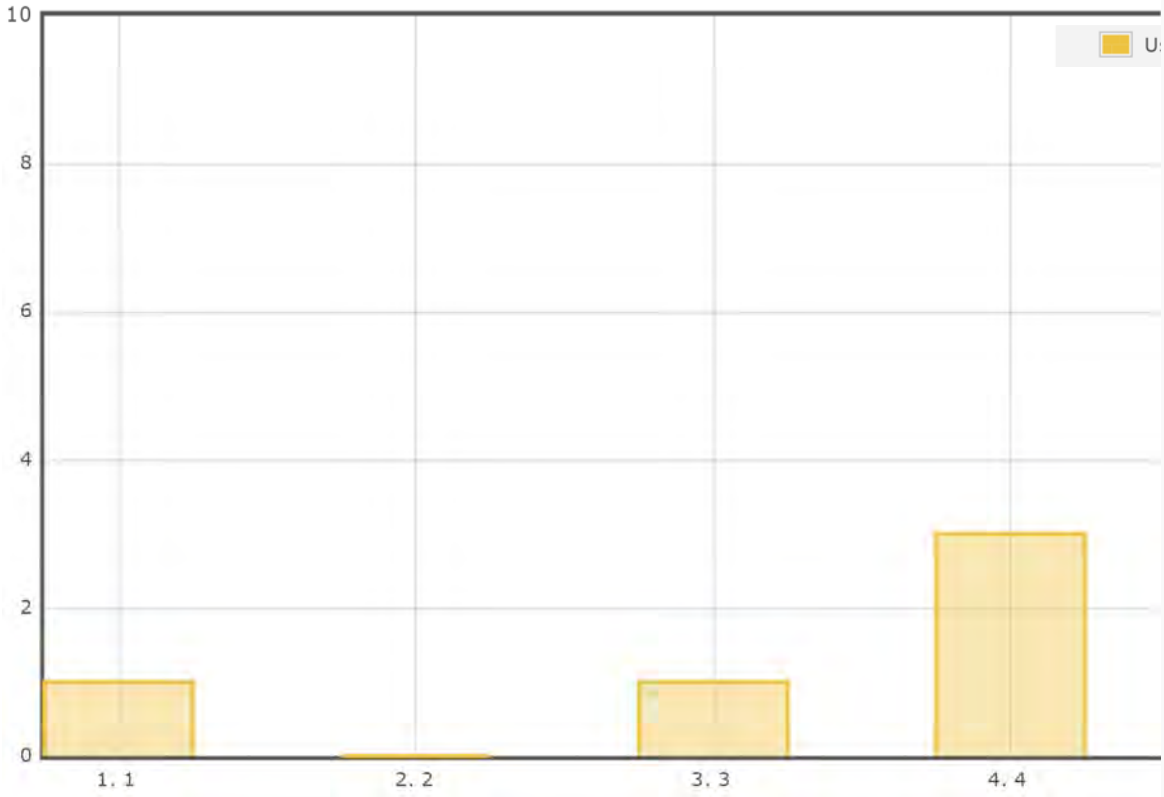
Tabla / Gráfico:



14. 12A.Op Teoría

Pregunta:	¿Crees que la Teoría incluida en la Página 2 del WebLab "Comunicaciones SIP" ha sido correcta p 1 (Totalmente en Contra) - 5 (Totalmente de Acuerdo)
Tipo de pregunta:	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)
Usuarios respondieron:	14
Usuarios ignoraron:	0
Mediana:	5
Respuestas:	1. 1: n=0 (0,00%) 2. 2: n=0 (0,00%) 3. 3: n=1 (7,14%) 4. 4: n=4 (28,57%) 5. 5: n=9 (64,29%)
Tabla / Gráfico:	

15. 13A.Op Test inicial

Pregunta:	¿Crees que el Test Inicial incluido en la Página 2 del WebLab "Comunicaciones SIP" ha sido el ade comprobar si has entendido bien la Teoría incluida en la misma página? 1 (Totalmente en Contra) - 5 (Totalmente de Acuerdo)
Tipo de pregunta:	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)
Usuarios respondieron:	14
Usuarios ignoraron:	0
Mediana:	5
Respuestas:	1. 1: n=1 (7,14%) 2. 2: n=0 (0,00%) 3. 3: n=1 (7,14%) 4. 4: n=3 (21,43%) 5. 5: n=9 (64,29%)
Tabla / Gráfico:	

16. 14. Guiones Prácticas

Pregunta: ¿Has leído y comprendido los guiones de prácticas que se encuentran en la página 3 del WebLab

Práctica 1: Activación del proxy SIP y Registro del Softphone.

El objetivo de esta primera práctica es que adquieras familiaridad con el simulador y conozcas su manejo. Para ello debes realiz

- Controlar la ejecución del simulador del proxy: botones Encender y Apagar.
- Existen dos opciones que vienen rellenas por defecto. El puerto del proxy, que es el 5061, y el dominio, que es red.ujaen.es
- Además, existe una opción, *Record-Route*, que podrás marcar si deseas forzar a futuras peticiones a ser enrutadas a trav
- Pulsa el botón *Encender* y comprueba cómo se activa el proxy y aparece la dirección IP asociada al mismo. Esta direcció quiera registrarse en el proxy a través de su Softphone, tendrá que saber la IP, el puerto y el dominio del proxy al cual se co
- Baja ahora hasta el Softphone. Tiene activo por defecto el panel de *Configuración*. Debes configurar cuatro campos.
  - *Mi Nombre*: Aparece cargado tu nombre.
  - *Mi ID de usuario*: Aparece cargado tu identificador seguido de un dominio por defecto.
  - *Mi puerto SIP*: por defecto es el 5060.
  - *Mi servidor SIP*: introduce la dirección IP y el puerto de tu proxy, separados por dos puntos (:)
- Pulsa el botón *Registrarse* y, tras unos segundos, verás que aparece un *Status* (estado) que indica primero *REGISTERIN* Este último estado indica que todo ha ido bien y el simulador está a la espera de más acciones.

En la siguiente figura, se puede apreciar la transacción que se produce durante el registro de un usuario en el proxy.

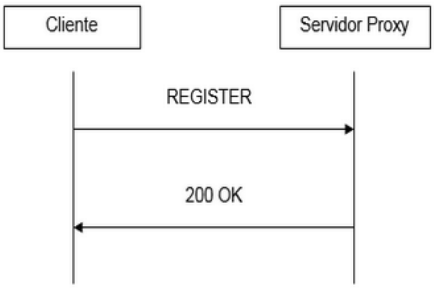


Figura 3. Transacción de Registro.

Tipo de pregunta: Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)

Usuarios respondieron: 14

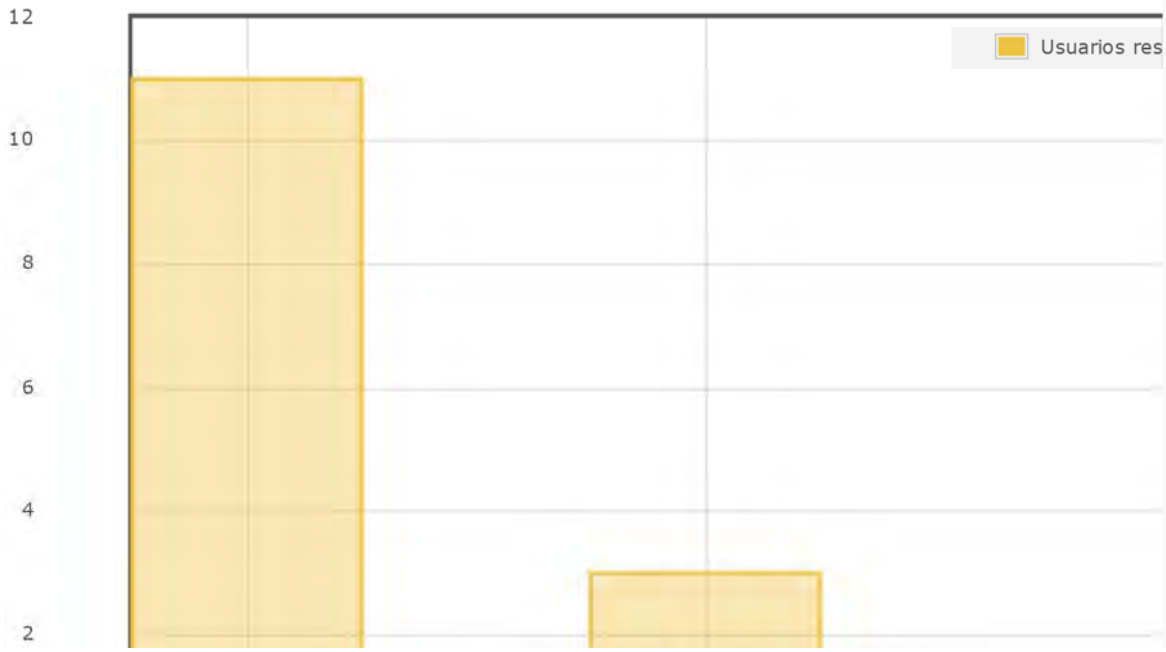
Usuarios ignoraron: 0

Mediana: 1

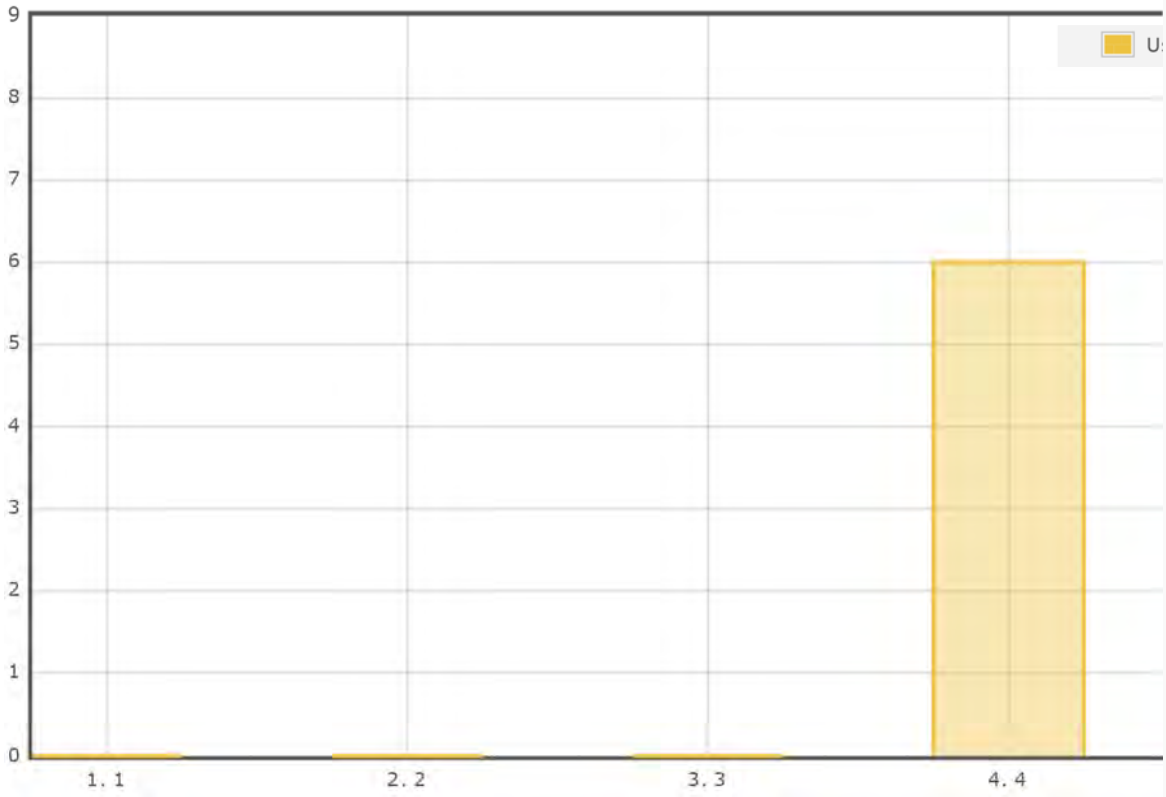
Respuestas:

1. Sí: n=11 (78,57%)
2. Sí, pero no del todo: n=3 (21,43%)
3. No: n=0 (0,00%)

Tabla / Gráfico:



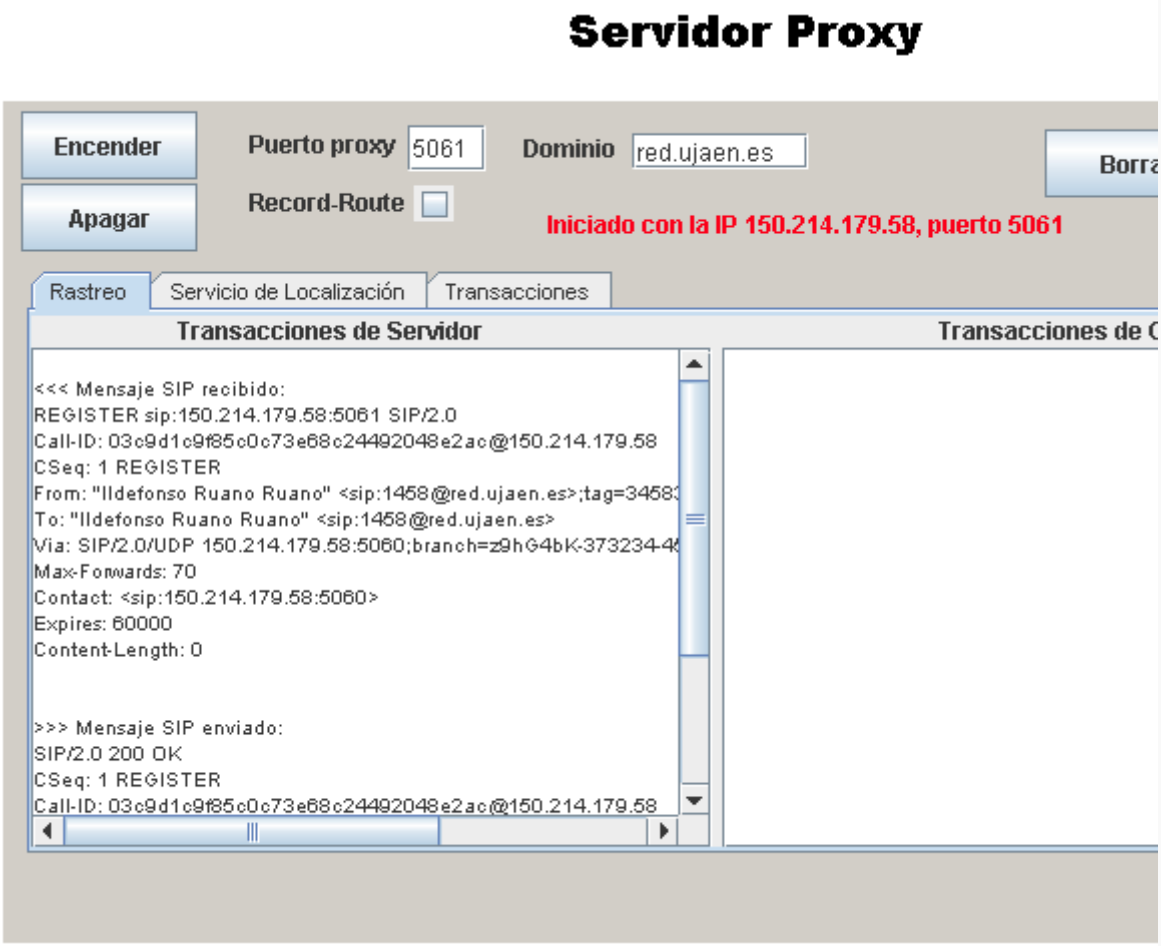
17. 14A.Op Guiones prácticas

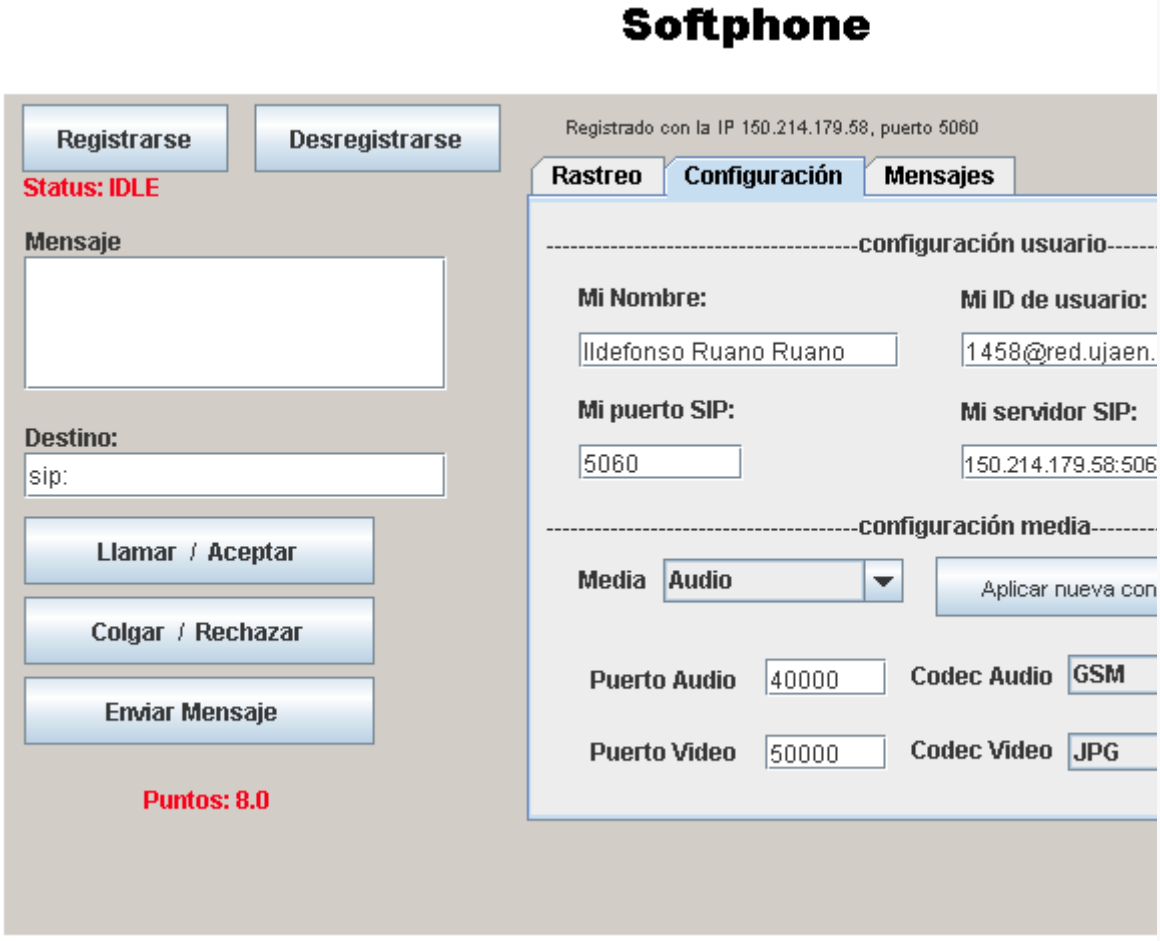
Pregunta:	¿Crees que los guiones de prácticas incluidos en la Página 3 del WebLab "Comunicaciones SIP" ha para poder realizar las prácticas propuestas? 1 (Totalmente en Contra) - 5 (Totalmente de Acuerdo)
Tipo de pregunta:	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)
Usuarios respondieron:	14
Usuarios ignoraron:	0
Mediana:	5
Respuestas:	1. 1: n=0 (0,00%) 2. 2: n=0 (0,00%) 3. 3: n=0 (0,00%) 4. 4: n=6 (42,86%) 5. 5: n=8 (57,14%)
Tabla / Gráfico:	

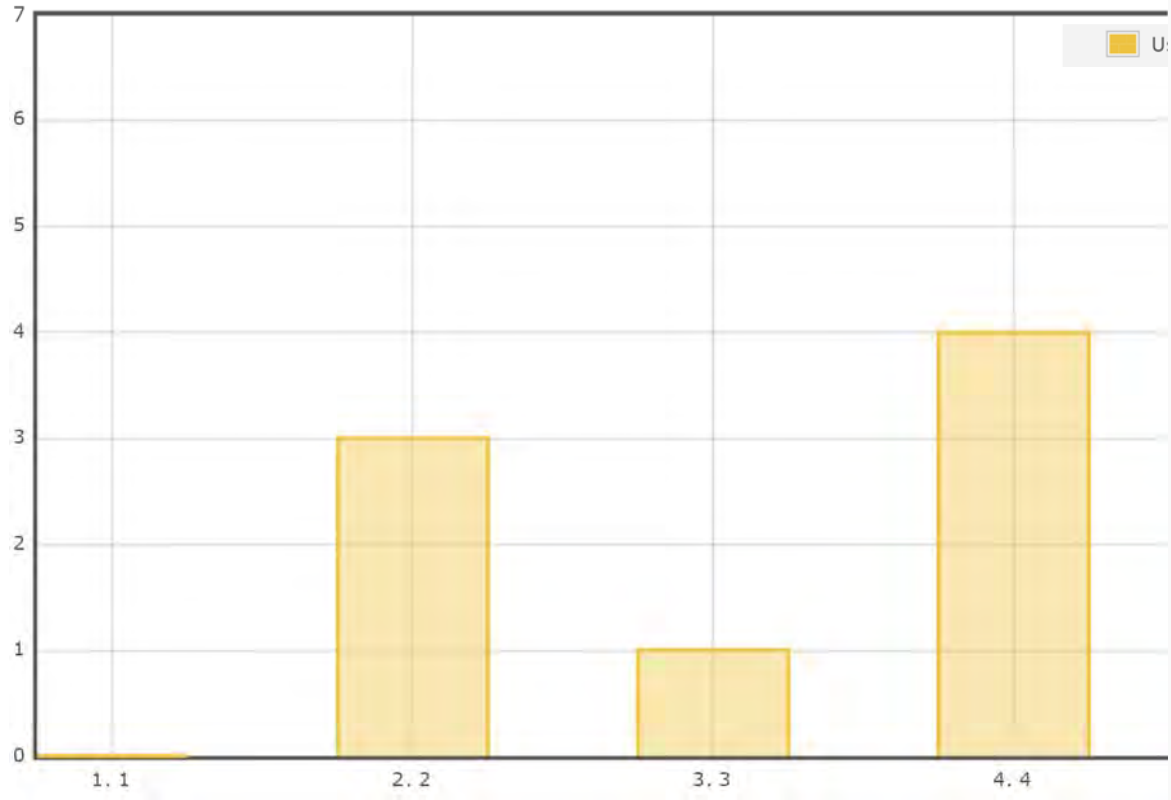
18. 15A.Op VL (Remote Lab)

Pregunta: ¿Crees que las aplicaciones JAVA del laboratorio incluido en la Página 3 del WebLab "Comunicacio

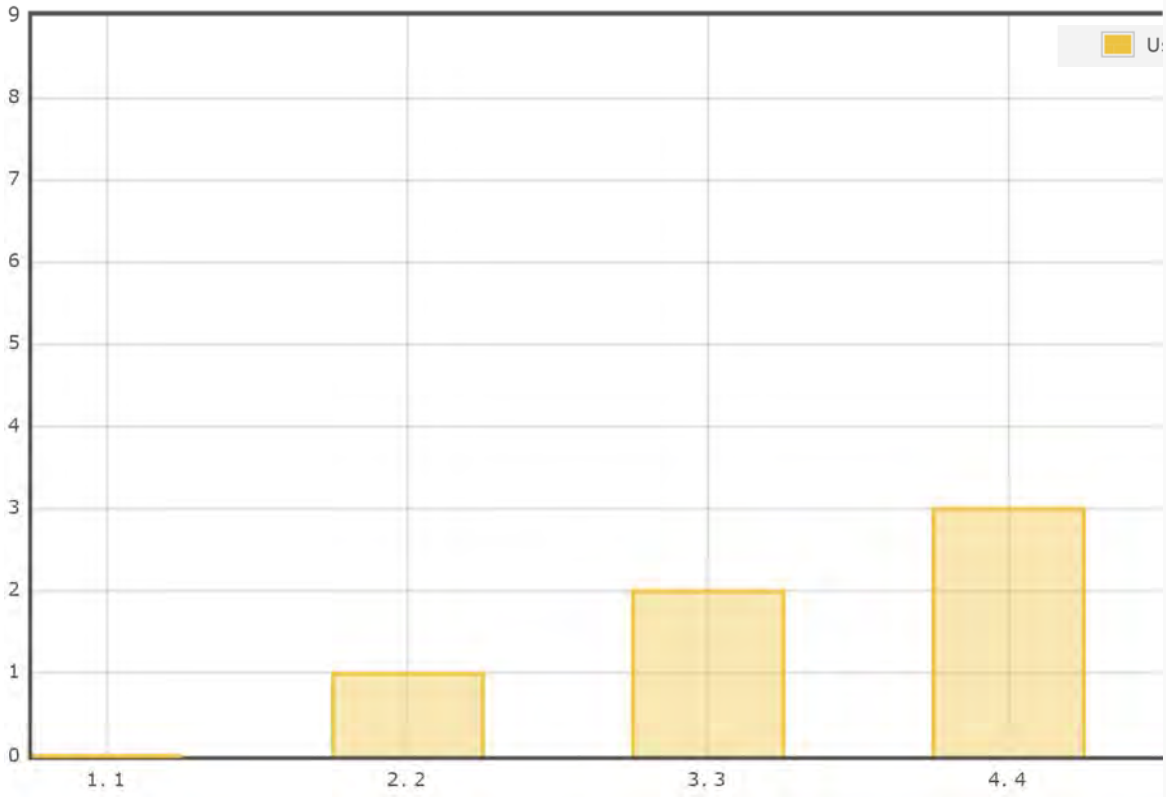
1 (Totalmente en Contra) - 5 (Totalmente de Acuerdo)



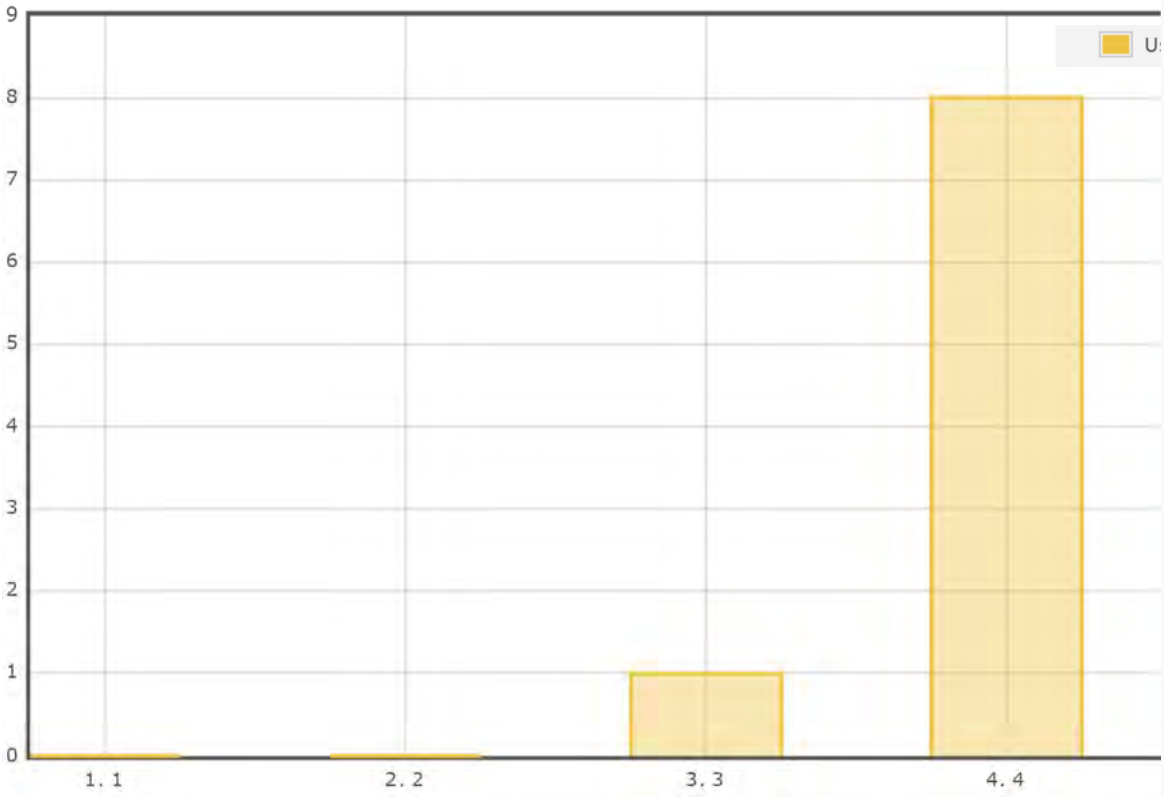


Tipo de pregunta:	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)
Usuarios respondieron:	14
Usuarios ignoraron:	0
Mediana:	4
Respuestas:	1. 1: n=0 (0,00%) 2. 2: n=3 (21,43%) 3. 3: n=1 (7,14%) 4. 4: n=4 (28,57%) 5. 5: n=6 (42,86%)
Tabla / Gráfico:	

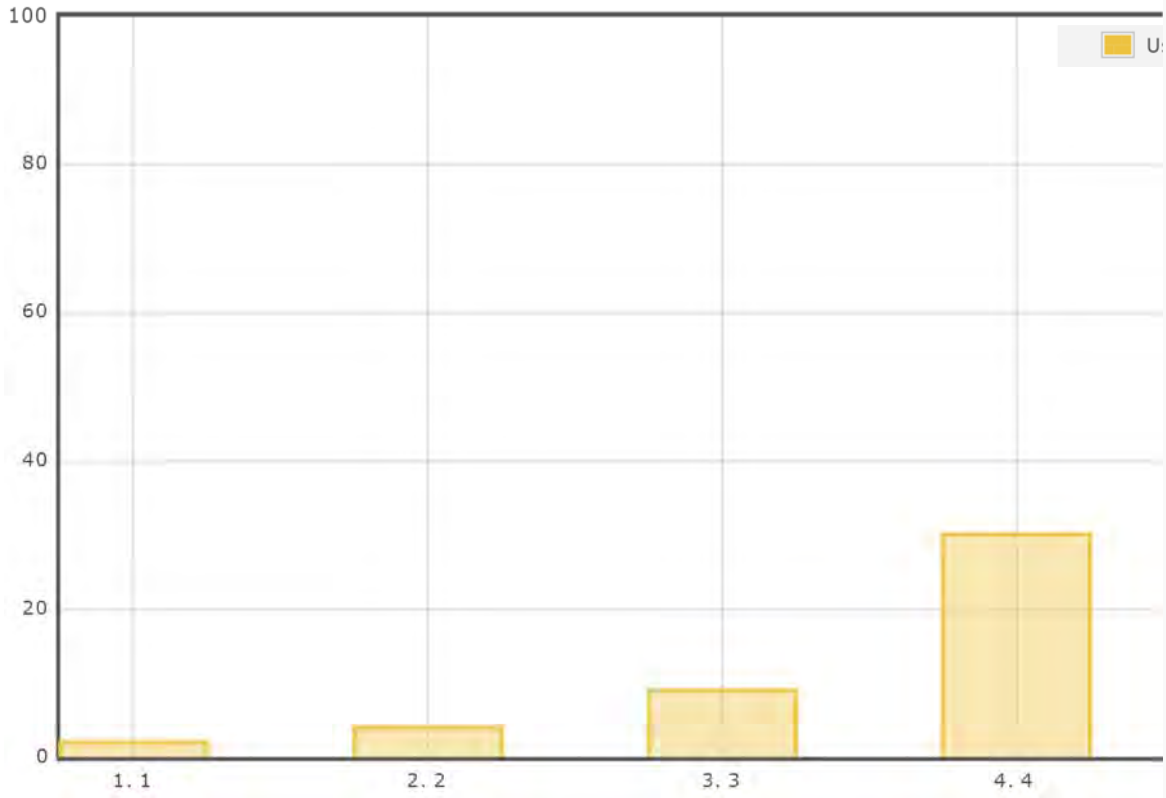
19. 16A.Op VL Interfaz-Ayuda del Laboratorio Remoto

Pregunta:	¿Crees que el interfaz y la ayuda de las aplicaciones JAVA del laboratorio incluido en la Página 3 d "Comunicaciones SIP" han sido adecuadas? 1 (Totalmente en Contra) - 5 (Totalmente de Acuerdo)
Tipo de pregunta:	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)
Usuarios respondieron:	14
Usuarios ignoraron:	0
Mediana:	5
Respuestas:	1. 1: n=0 (0,00%) 2. 2: n=1 (7,14%) 3. 3: n=2 (14,29%) 4. 4: n=3 (21,43%) 5. 5: n=8 (57,14%)
Tabla / Gráfico:	

20. 17A.Op Test final

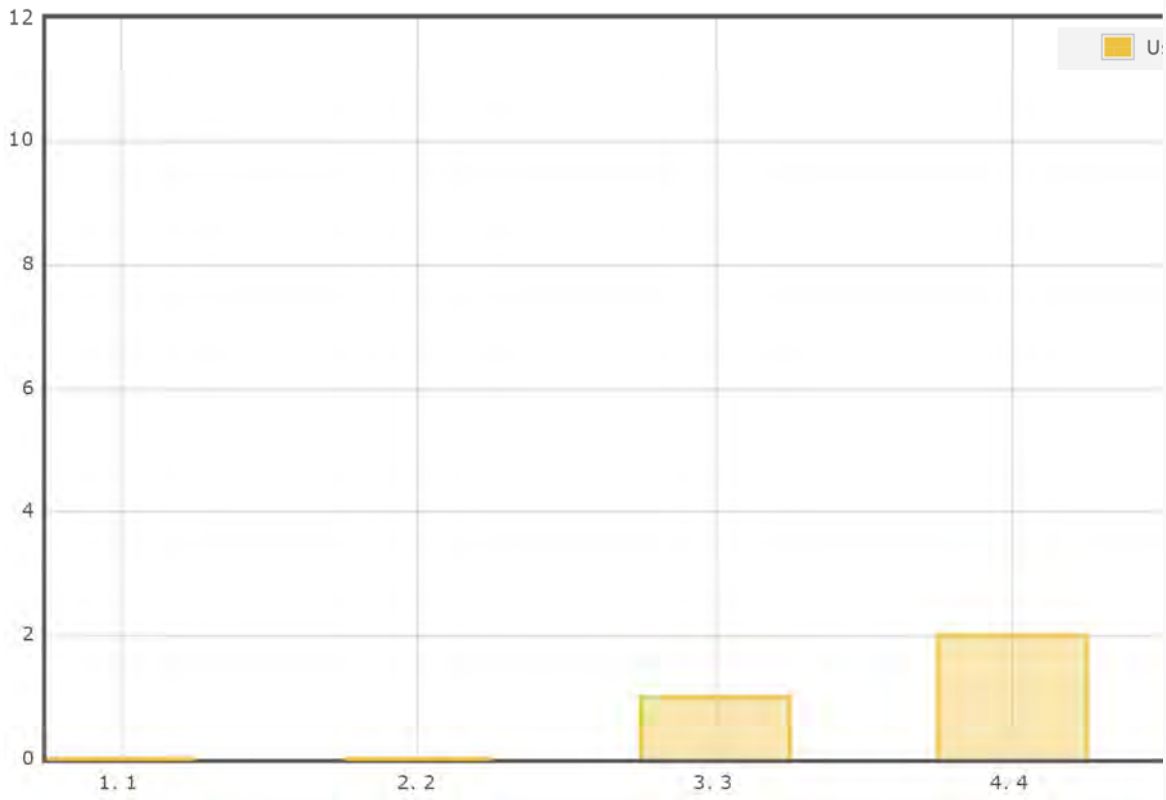
Pregunta:	¿Crees que el Test Final incluido en la Página 4 del WebLab "Comunicaciones SIP" ha sido el adec trabajo realizado en todo el WebLab? 1 (Totalmente en Contra) - 5 (Totalmente de Acuerdo)
Tipo de pregunta:	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)
Usuarios respondieron:	14
Usuarios ignoraron:	0
Mediana:	4
Respuestas:	1. 1: n=0 (0,00%) 2. 2: n=0 (0,00%) 3. 3: n=1 (7,14%) 4. 4: n=8 (57,14%) 5. 5: n=5 (35,71%)
Tabla / Gráfico:	

21. 18A.Op Generales WebLab

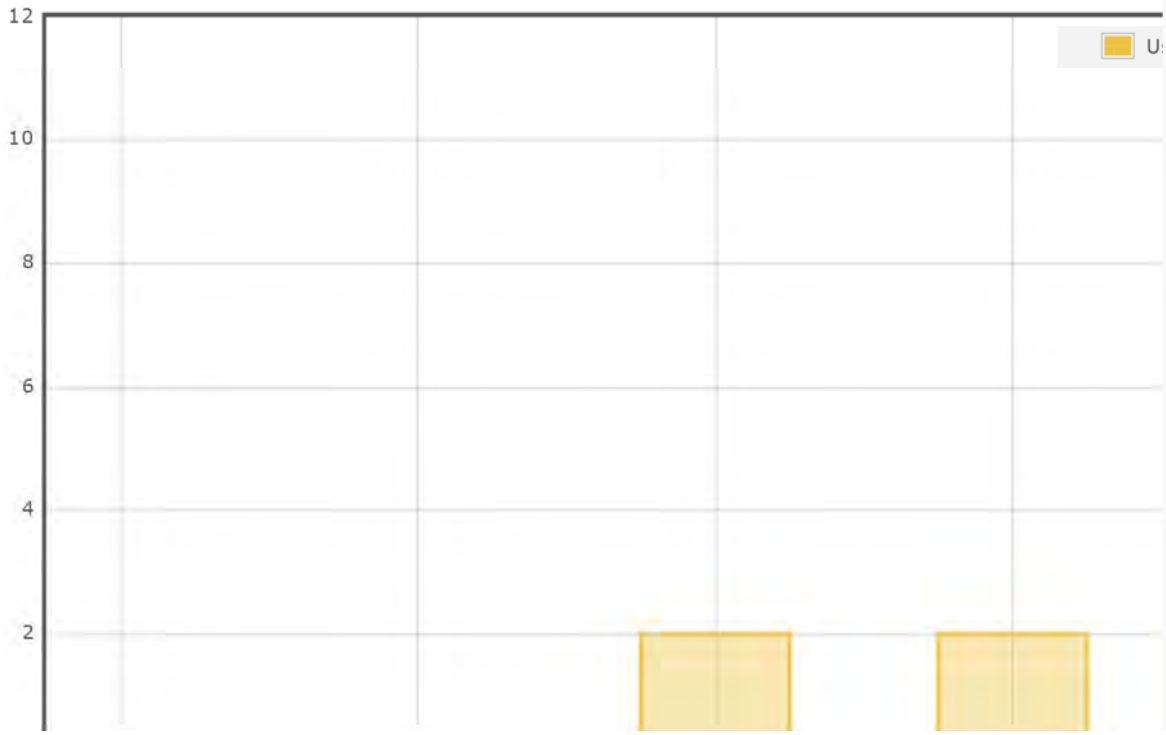
Pregunta:	Valora los siguientes aspectos referidos al WebLab "Comunicaciones SIP" en general 1 (Totalmente en contra) - 5 (Totalmente de acuerdo)
Tipo de pregunta:	Pregunta tipo Matriz (10 Filas)
Usuarios respondieron:	14
Usuarios ignoraron:	0
Mediana:	5
Respuestas:	1. 1: n=2 (1,43%) 2. 2: n=4 (2,86%) 3. 3: n=9 (6,43%) 4. 4: n=30 (21,43%) 5. 5: n=95 (67,86%)
Tabla / Gráfico:	

21.1 Acceso cómodo

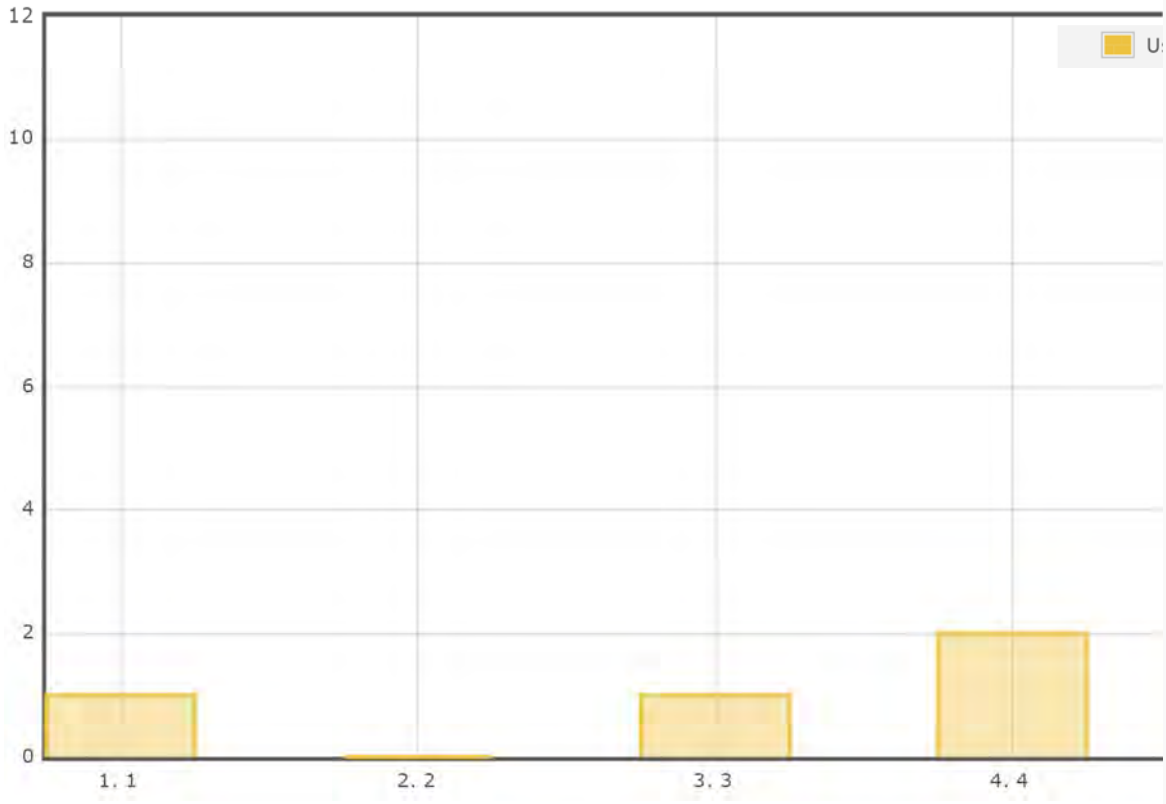
Usuarios respondieron:	14
Usuarios ignoraron:	0
Mediana:	5
Respuestas:	1. 1: n=0 (0,00%) 2. 2: n=0 (0,00%) 3. 3: n=1 (7,14%) 4. 4: n=2 (14,29%) 5. 5: n=11 (78,57%)

Tabla / Gráfico:	

21.2 Diseño Web (colores, tipos de letra, claridad, etc...) adecuado

Usuarios respondieron:	14
Usuarios ignoraron:	0
Mediana:	5
Respuestas:	1. 1: n=0 (0,00%) 2. 2: n=0 (0,00%) 3. 3: n=2 (14,29%) 4. 4: n=2 (14,29%) 5. 5: n=10 (71,43%)
Tabla / Gráfico:	

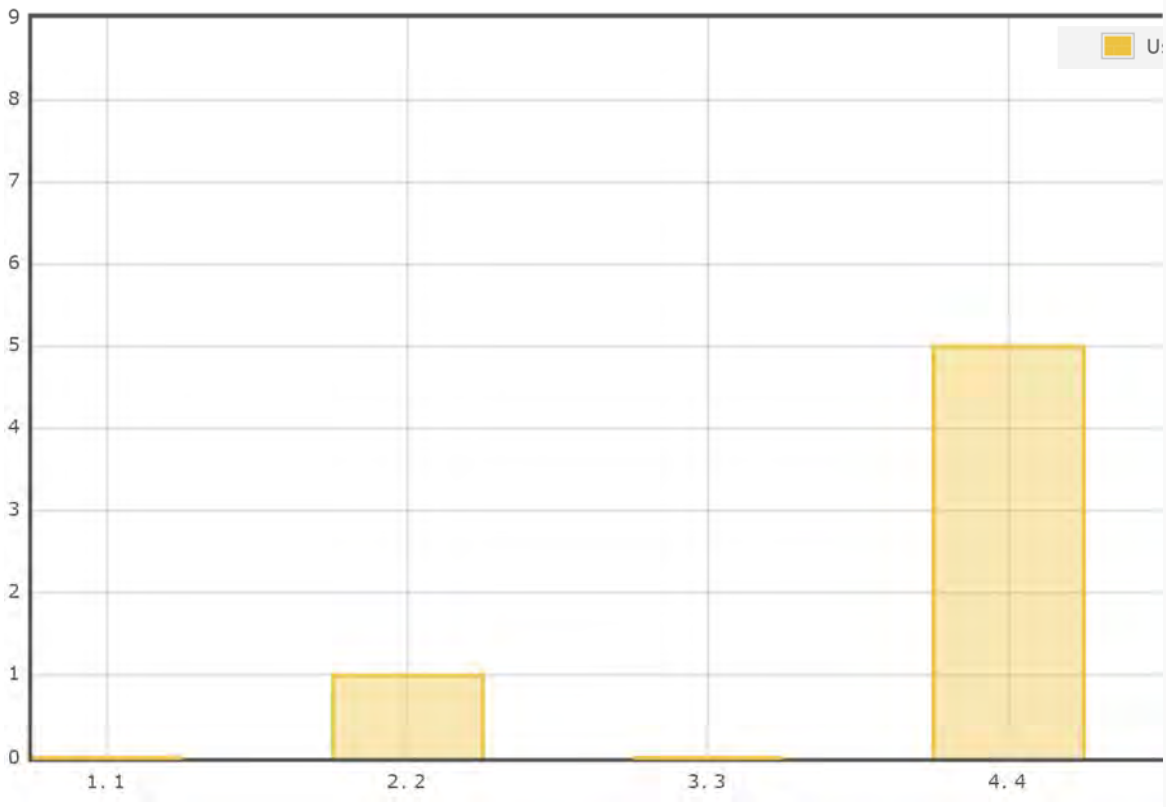
21.3 Estructura adecuada

Usuarios respondieron:	14
Usuarios ignoraron:	0
Mediana:	5
Respuestas:	1. 1: n=1 (7,14%) 2. 2: n=0 (0,00%) 3. 3: n=1 (7,14%) 4. 4: n=2 (14,29%) 5. 5: n=10 (71,43%)
Tabla / Gráfico:	

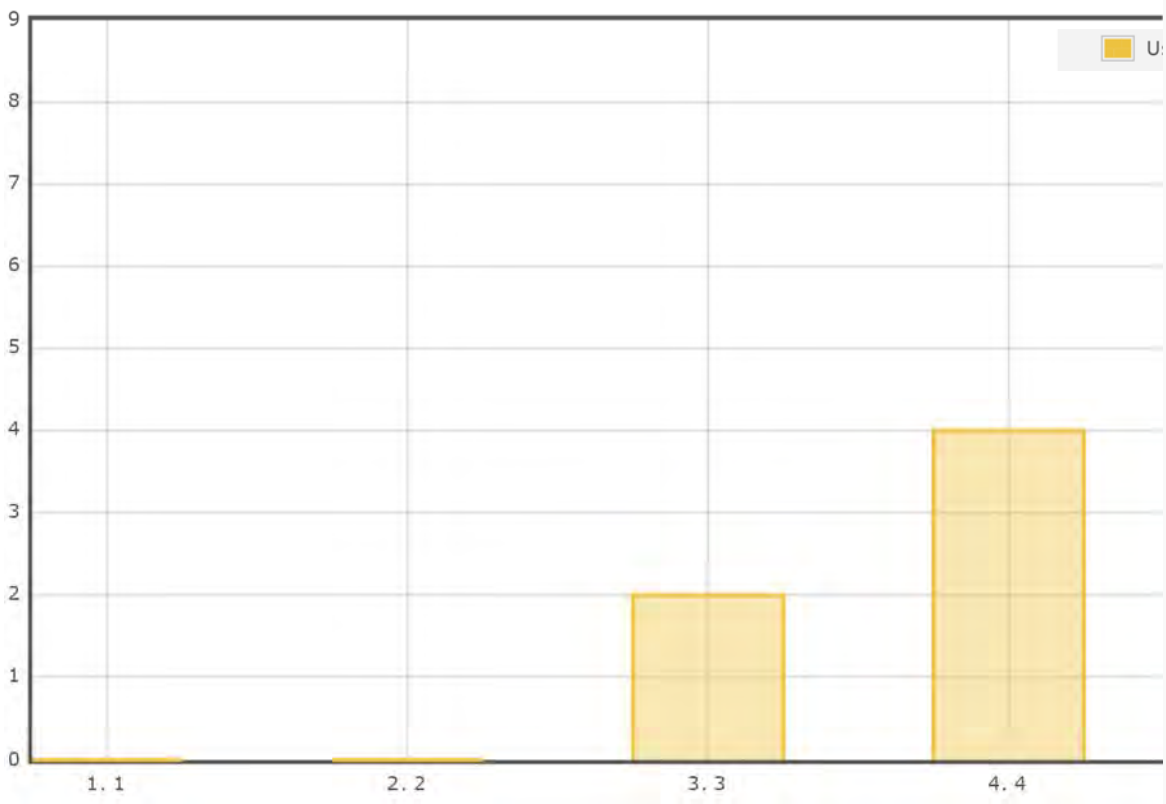
21.4 Navegación adecuada

Usuarios respondieron:	14
Usuarios ignoraron:	0
Mediana:	5
Respuestas:	1. 1: n=0 (0,00%) 2. 2: n=1 (7,14%) 3. 3: n=1 (7,14%) 4. 4: n=2 (14,29%) 5. 5: n=10 (71,43%)
Tabla / Gráfico:	

21.5 Facilidad de uso adecuada

Usuarios respondieron:	14
Usuarios ignoraron:	0
Mediana:	5
Respuestas:	1. 1: n=0 (0,00%) 2. 2: n=1 (7,14%) 3. 3: n=0 (0,00%) 4. 4: n=5 (35,71%) 5. 5: n=8 (57,14%)
Tabla / Gráfico:	

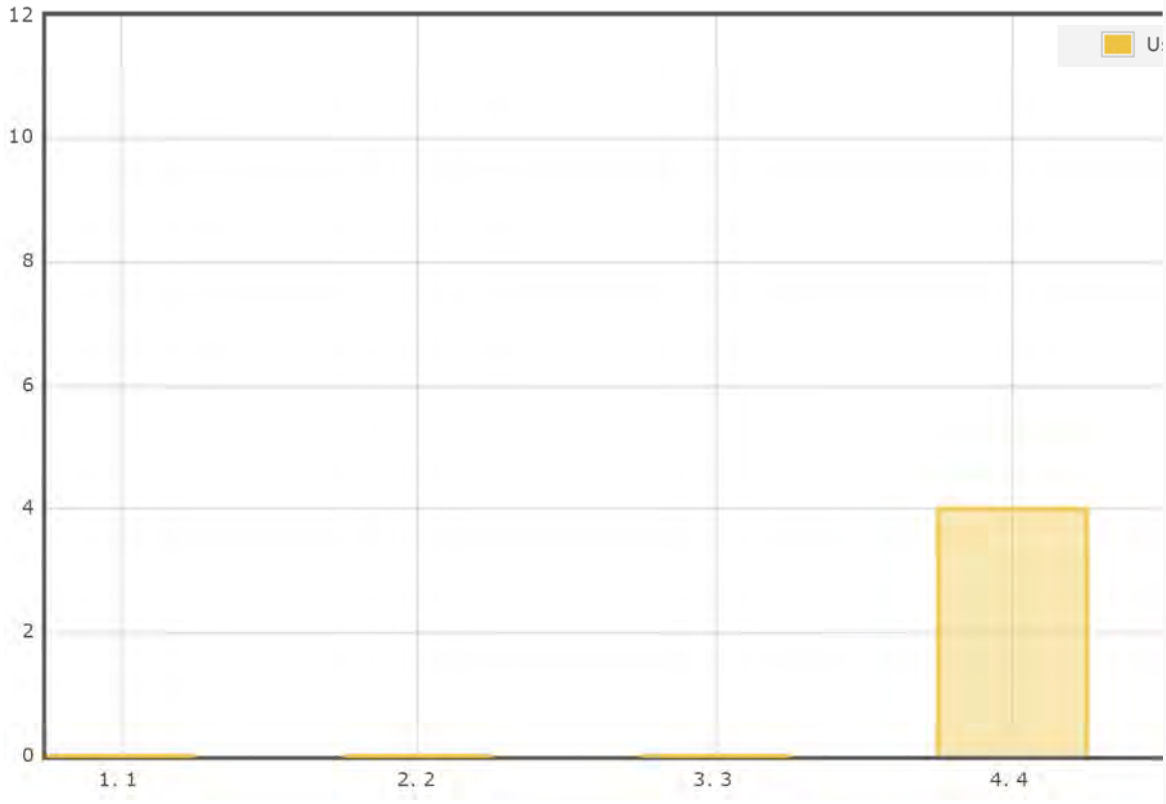
21.6 Sensación de inmersión adecuada

Usuarios respondieron:	14
Usuarios ignoraron:	0
Mediana:	5
Respuestas:	1. 1: n=0 (0,00%) 2. 2: n=0 (0,00%) 3. 3: n=2 (14,29%) 4. 4: n=4 (28,57%) 5. 5: n=8 (57,14%)
Tabla / Gráfico:	

21.7 Tiempo requerido adecuado

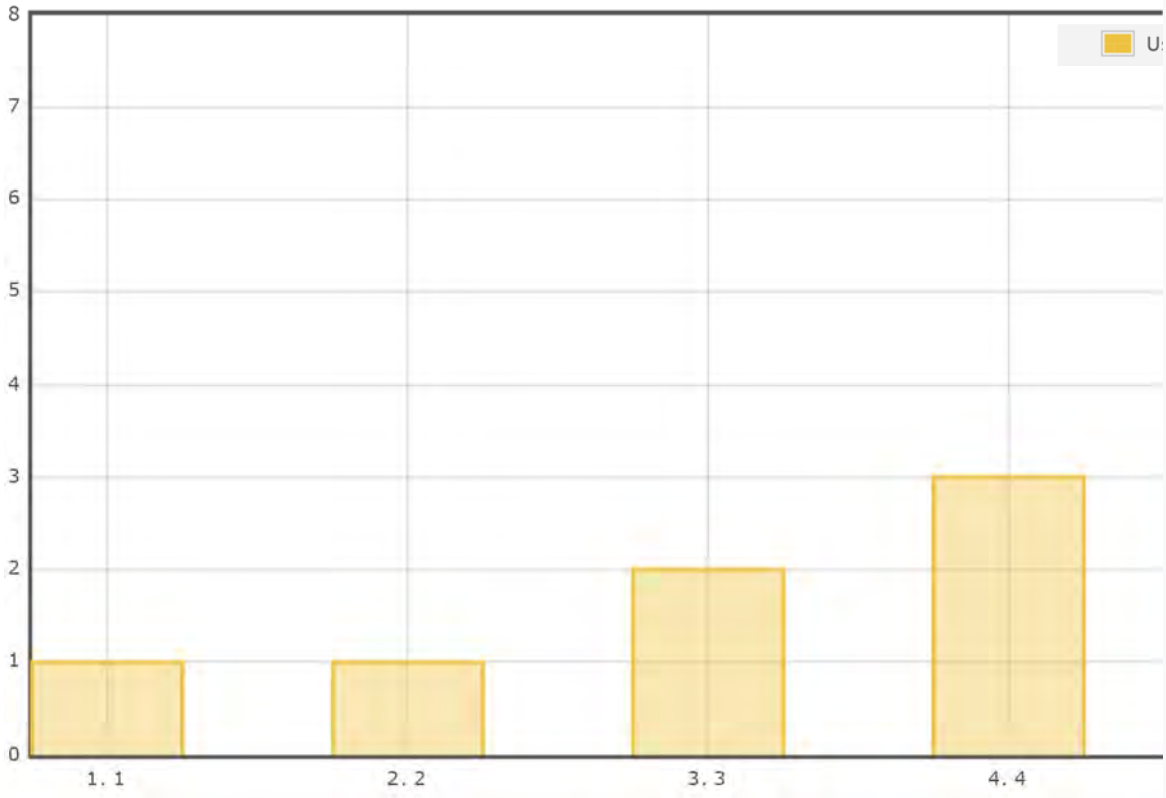
Usuarios respondieron:	14
Usuarios ignoraron:	0
Mediana:	5
Respuestas:	1. 1: n=0 (0,00%) 2. 2: n=0 (0,00%) 3. 3: n=0 (0,00%) 4. 4: n=3 (21,43%) 5. 5: n=11 (78,57%)
Tabla / Gráfico:	

21.8 Instrucciones claras y precisas

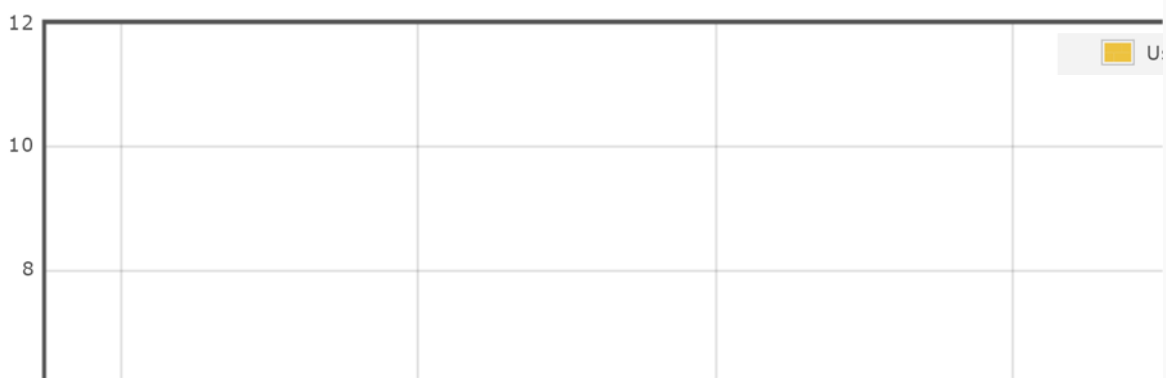
Usuarios respondieron:	14
Usuarios ignoraron:	0
Mediana:	5
Respuestas:	1. 1: n=0 (0,00%) 2. 2: n=0 (0,00%) 3. 3: n=0 (0,00%) 4. 4: n=4 (28,57%) 5. 5: n=10 (71,43%)
Tabla / Gráfico:	

21.9 Fiabilidad del sistema adecuado

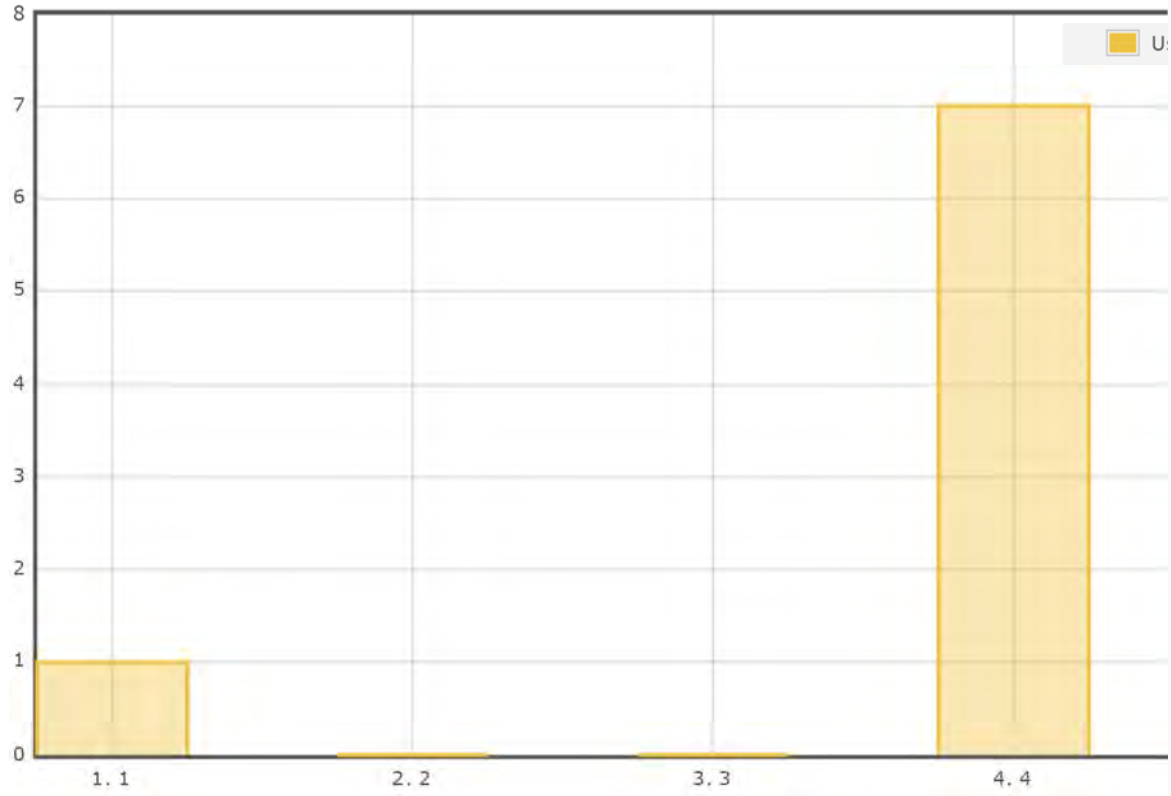
Usuarios respondieron:	14

Usuarios ignoraron:	0
Mediana:	4,5 (entre 4-4 y 5-5)
Respuestas:	1. 1: n=1 (7,14%) 2. 2: n=1 (7,14%) 3. 3: n=2 (14,29%) 4. 4: n=3 (21,43%) 5. 5: n=7 (50,00%)
Tabla / Gráfico:	

21.10 Utilidad adecuada

Usuarios respondieron:	14
Usuarios ignoraron:	0
Mediana:	5
Respuestas:	1. 1: n=0 (0,00%) 2. 2: n=1 (7,14%) 3. 3: n=0 (0,00%) 4. 4: n=3 (21,43%) 5. 5: n=10 (71,43%)
Tabla / Gráfico:	

22. Valoración Final WebLab

Pregunta:	Valoración de 1 a 5 el WebLab "Comunicaciones SIP" (1:Mal-5:Bien)
Tipo de pregunta:	Pregunta de opción múltiple (Respuesta única)
Usuarios respondieron:	14
Usuarios ignoraron:	0
Mediana:	4
Respuestas:	1. 1: n=1 (7,14%) 2. 2: n=0 (0,00%) 3. 3: n=0 (0,00%) 4. 4: n=7 (50,00%) 5. 5: n=6 (42,86%)
Tabla / Gráfico:	

23. Mejora WebLab

Pregunta:	En tu opinión, ¿Qué aspectos del WebLab deberían mejorarse?
Tipo de pregunta:	Pregunta de respuesta corta
Usuarios respondieron:	2
Usuarios ignoraron:	12
Respuestas dadas:	• El funcionamiento en si del programa • Fiabilidad del sistema.

ANEXO 21	
Título	Comunicación “PID Control WebLab with LMS Integration Using SCORM” presentada en el 3rd IFAC Workshop on Internet Based Control Education, IBCE 2015, (Brescia, Italia)

Available online at www.sciencedirect.com

ScienceDirect

IFAC Papers Online CONFERENCE PAPER ARCHIVE

IFAC-PapersOnLine 48-29 (2015) 301–306

PID Control WebLab with LMS Integration Using SCORM

Ruano Ruano, I., Cano Marchal, P., Gámez García, J., Gómez Ortega, J.

Group of Robotic, Automation and Computer Vision (GRAV), University of Jaén, Jaén, 23071 Spain (Tel: +34 953212448; e-mail: alonso@ujaen.es).

Abstract: Proportional-Integral-Derivative (PID) controller is an essential content of the Automation subjects in many Engineering degrees. The PID controller theory should be supported by some practices that help students to bring the "real world" into an otherwise theoretical education. This paper presents a PID Control WebLab that has been developed with a set of related learning resources using an innovative methodology. Traditional laboratories lessons have been adapted to an e-learning strategy based on a virtual laboratory embedded into a Shared Content Object Reference Model (SCORM) package along with a set of related learning resources. The result is a SCORM package including a learning path with specific theory, tests and a series of experiments where the assessment of the work performed by each student is recorded in the Learning Management System (LMS). The package itself constitutes a learning resource that can be reused in any SCORM supported LMS. This PID Control WebLab has been offered to 340 students of the "Industrial Automation" subject of the University of Jaén in the 2014-15 course. Several evaluations of this WebLab, also included in this paper, demonstrate that this proposal has produced excellent results in the knowledge obtained by the students, the WebLab has helped students to pass the subject final exam and it has been highly regarded by its users: the learners.

© 2015, IFAC (International Federation of Automatic Control) Hosting by Elsevier Ltd. All rights reserved.

Keywords: Education Laboratory, Laboratory Techniques, Control Education, Motor Control, PID Controllers.

1. INTRODUCTION

The Proportional-Integral-Derivative control is one of the controllers most frequently used in industrial control system so it is an always present content in the curriculum of automation students. Many laboratories have been developed based on PID controller to ensure that students fully understand its operation (Dormido, 2008). Students of engineering degrees have done their laboratory practices in various ways depending on the type of laboratory. Nowadays, students can work in different types of laboratories: hands-on, virtual, remote, hybrid, virtual reality, etc. The WebLabs are laboratories (virtual, remote or hybrid) that are offered to students via a website and the Learning Management Systems (LMS) are the most widely used web platforms for e-learning in higher education. Almost all educational institutions, naturally including universities, use LMS to deliver online and blended/hybrid courses or improve the possibilities of the on-campus courses.

This article presents a WebLab whose main objective is to help students to understand the operation of PID control and learn to tune a P, a PD and a PI controller for a DC motor from a given specifications. The WebLab is formatted as a Shared Content Object Reference Model (SCORM) package (ADL, 2009) that can be uploaded in any SCORM-conformant LMS and interacts with it. SCORM is a collection of standards and specifications used to define e-learning contents that is supported by most of the LMS. Inside the WebLab there are four pages where students can find useful resources related to the PID control virtual lab. The student can navigate between these pages accessing to the resources through a learning path that has been programmed in a sequence. This sequence can be modified depending on the actions performed by the learners and their marks. Each page in the WebLab includes an automatic assessment whose result is recorded in the LMS and can later be viewed by the course teachers. The virtual Lab (VL) is a java Applet developed with Easy Java Simulations (EJS) (Esquembre, 2003) that is embedded in the third page of the WebLab. It communicates with the LMS through the SCORM Run Time Environment (RTE) sub-specification to obtain the learner identification. Each time a learner runs the VL, it offers three customized experiments based on the user identification, it records in the LMS the marks obtained by the learner and some comments about the work performed by the learner in each attempt. The learner can recover these comments during the current run of the VL or in subsequent runs of the software.

This WebLab has been presented to 340 students of the "Industrial Automation" subject of the University of Jaén in the 2014-15 course. Students were divided initially into two groups (control group and experimental group) in order to analyse the performance and effectiveness of the laboratory in various scenarios. The results demonstrate that student

2405-8963 © 2015, IFAC (International Federation of Automatic Control) Hosting by Elsevier Ltd. All rights reserved.
Peer review under responsibility of International Federation of Automatic Control.
10.1016/j.ifacol.2015.11.252

learning can be enhanced through the effective use of this WebLab accessible on the Internet.

This paper is organized as follows; next Section explains the process used to develop the PID control WebLab, then, the WebLab structure, navigation and communications are described in Section 3. Section 4 clarifies the use scenario of the WebLab and additional resources and Section 5 shows results obtained by students and data about the use of the elements. Section 6 includes the evaluation processes and their findings and finally in Section 7 the conclusions are shown.

2. DEVELOPMENT OF THE PID CONTROL WEBLAB

This WebLab has been developed following a methodology to obtain an effective laboratory. The starting point for obtaining a laboratory is the selection of competencies and/or objectives from the list of competencies and objectives of the subject that students will acquire if they complete the laboratory. The global objectives and competencies related to the WebLab are:

- Basic knowledge of automatic control and its application to industrial automation.
- Learn what a regulator (controller) is.

And the specific objectives and competencies related to the WebLab are:

- Know and understand the regulators of type P, PD, PI and PID.
- Learn techniques for tuning the parameters of these regulators.
- Consolidate the concept of a settling time specified by absolute percentage of the final value of a system signal (2% or 5% criterion).
- Tune a controller for a servo system with a direct current motor (DC motor).

Based on these items three experiments have been designed to control a DC Motor similar to the system included in the:

1. Control of the angular position of a DC Motor using a P controller. The students should observe the behaviour of the system when the value of the proportional constant (*Kp*) is changed and they must calculate the value of *Kp* such that the system becomes critically damped.
2. Control of the angular position of a DC Motor using a PD controller. The students should reduce the order of the system equation by using the pole-zero cancellation criterion and they must calculate the *Kp* and *Kd* values such that the system responds to a step input with a given settling time (2% or 5% criterion).
3. Control of the angular velocity of a DC Motor using a PI controller. The students should reduce the order of the system equation using the pole-zero cancellation criterion and they must calculate the *Kp* and *Ki* values such that the system responds to a step input with a given settling time (2% or 5% criterion).

The students of "Industrial Automation" course of the University of Jaén work in the Control Laboratories using the plant-Feedback inc.'s mechanical unit model 33-100 (Fig. 1) that includes a DC Motor, so the experiments were developed thinking on a first-order simplified model of this system (Fig.2).



Fig. 1. Feedback inc.'s mechanical unit model 33-100.

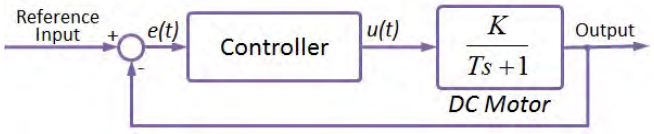


Fig. 2. Scheme of the System (control of angular velocity).

These experiments were implemented creating a virtual WebLab. The Easy Java Simulations (EJS) software was used to obtain a virtual laboratory (VL) applet that included the experiments. The applet was programmed in Java with a friendly graphic user interface (GUI) and imported the scormRTE java packet (Ruano, 2014) to create a scormRTE object that facilitated the VL-LMS communications through the SCORM API. This is very important because when the applet runs in a web page, one of the first things it does is to initiate communication with the LMS to get student ID. This way, the functioning of the VL is customized based on the learner:

- The DC motor is different for each student: the *K* (static gain of the system) and *T* (Time constant of the System) parameters are customized.
- The VL automatically stores in the LMS the most important actions taken by each student (number of attempts for each experiment, results introduced by the student and date/time). Later, students can privately check these data.
- The applet assesses the work done by the students in each of the three experiments and the obtained marks are stored in the LMS. Later, tutors can check these data.

There is a set of resources that should be presented next to the VL in order to maximize the learning effectiveness of the WebLab. The following resources were created:

- General information about the WebLab (frame the WebLab in the curricula, objectives and competencies, structure of the WebLab, etc.).
- Theoretical contents and examples about the PID control, type of systems according to the dynamic behaviour, the settling time, the pole-zero cancellation criterion, etc.
- Pre-VL test (test prior to the VL), this test checks that students have the knowledge needed to successfully work on the PID experiments. There are some -multiple choice single response- questions about some concepts that students should master: Did they know what is *e(t)*? Could they calculate the PID controller constants from a control law? Could they distinguish between different types of control (P, PD, PI, PID)? Did they know the equation of the settling time (5%) of a first order system? Did they know what type of PID control works as a lag compensator? Did they know what type of control action operates as a self-adjustable offset? Did they know what type of PID control improves the transient-response?
- A manual that explains the GUI of the VL. It describes all the zones of the VL and the meaning of all the panels, buttons, displays, graphics, and other elements of the GUI.
- The experiment guides, these guides explain the steps the learner should take to perform the three experiments: control the angular position of a DC motor using a P controller, Control the angular position of the DC motor using a PD controller and control the angular velocity of the DC motor using a PI controller.
- A VL requirement document, this document describes the configuration options of the device on which the learner want to run the WebLab to avoid compatibility issues or lack of resources. It explains how to install and configure JAVA correctly to run an applet in the browser.
- A post-VL test, this test checks that students have mastered the concepts and obtained the desired skills. The test contains some multiple choice single response questions about some concepts that students should master: Could the students distinguish between the dynamic behaviour of an overdamped system, a critically damped system and an underdamped system? Did they know the definition of the term “settling time (X%)”? Could the student calculate the closed-loop/open-loop transfer function of a given system including a PI/PD controller? Could they decide what type of controller is the simplest (P, PD, PI, PID) to reach some specifications on a given system from its transfer function? Could the students identify the PID constants from a given control law?
- A forum, where students can communicate with the tutor writing their questions about the PID control WebLab and they can read and discuss the contributions of their peers and the tutor.

All these resources have been presented to students in ILIAS (ILIAS, 2015), the institutional LMS of the University of Jaén. The VL requirement document has been implemented as an ILIAS module and the forum has been implemented as an ILIAS forum. However, the rest of resources, including the VL, have been included in a SCORM package whose structure, sequencing, navigation and communication are described in the next section.

3. THE SCORM WEBLAB

SCORM is a set of standards and specifications for e-learning contents that are organized in three sub-specifications. These sub-specifications define the content aggregation model, the sequencing and navigation between the contents, and the SCORM-LMS communications. The SCORM package of the PID WebLab uses the three sub-specifications to define the Structure, Sequencing and Navigation and Communications.

3.1. SCORM package Structure

The SCORM package has been structured on 4 pages (Fig.3):

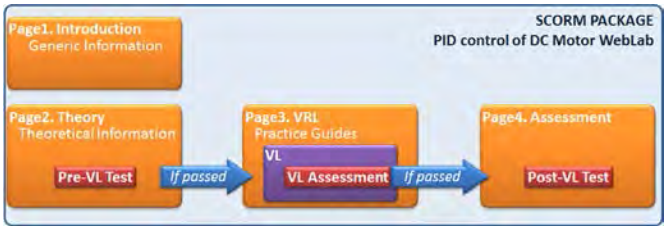


Fig. 3. Structure of the PID control of DC Motor WebLab.

Page 1. Introduction. This web page contains the generic information in a table that frames the lab in the curriculum and a section where the structure of the Weblab and an explanation on how to complete it are shown.

Page 2. Theory. This page contains the theoretical information needed to complete the VL and the pre-VL test with 7 multiple choice single response questions to check the learner knowledge about the theoretical contents of the page. The subsections of the theoretical contents included in this page are: 1) Introduction, 2) Controller Types, 3) P-controller (including an example of the position P-controller of a DC Motor), 4) PD-Controller (including an example of the angular position PD-controller of a DC Motor using the zero-pole cancellation criterion), 5) PI-controller (including an example of the angular velocity PI-controller of a DC Motor using the zero-pole cancellation criterion) and 6) PID-controller.

Page 3. VL. This page includes the experiment guides of the VL and the VL itself, which is a JAVA applet embedded at the bottom of the web page. The first subsection of this page includes a brief manual of the VL software and the following subsections correspond to the three experiments described in Section 1: 1) Control of the angular position of a DC Motor using a P controller, 2) Control of the angular position of a DC Motor using a PD controller and 3) Control of the angular velocity of a DC Motor using a PI controller. A colour code has been used in this page to facilitate to the student the understanding of the experiments (Fig. 5): white for normal explanations and step-by-step actions that the learner should do in the VL, yellow for observations that the student should perform in the VL and orange for important data and explanations of the practice assessments.

Page 4. Final Test. This page contains just the post-VL test that consists of the 7 -multiple choice single response- questions which checks whether the student has achieved the skills indicated in the WebLab.

3.2. SCORM package Sequencing and Navigation

The sequencing and navigation between the pages of the SCORM are configured sequentially to advance from page 1, through page 2 and page 3 to page 4. There is some checking in page 2 and 3 to avoid access the next page if the completion status of the page is not "completed" (Fig.4). The VL applet is responsible for checking if the student has reached the completed status on page 3 (the learners reach the completed status when they pass the experiment 3). The applet also checks the status of completion of each experiment to prevent access to the following if they have not completed the current experiment.

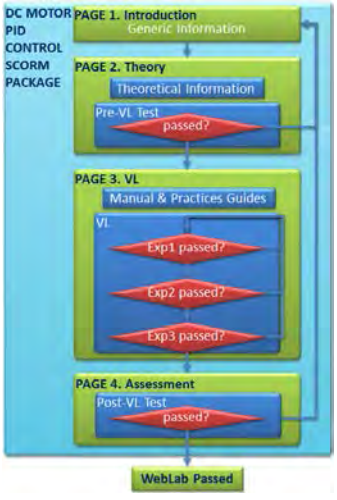


Fig. 4. Sequencing and Navigation of the SCORM WebLab.

3.3. SCORM package Communications

The four pages and the VL applet of the SCORM WebLab communicate with the ILIAS LMS. The pages include a helper JavaScript file called APIWrapper.js that makes use of the SCORM API and facilitates the communication programming. Communications begin when the page is loaded by the user browser by using the doInitialize() JavaScript function and finish with the doTerminated() JavaScript function (usually when the page is unloaded). The VL applet includes the scormRTE package that contains some objects with variables and methods to simplify the communications from java.

4. USAGE SCENARIOS

The WebLab has been used in the "Industrial Automation" subject of the University of Jaén. 340 students were enrolled in this subject in the 2014/15 course and 339 were registered in ILIAS. Registered students were divided in two ILIAS groups, each of them was able to access to a private virtual space (folder) in the platform where some resources were loaded:

- **Experimental Group**: 169 students. This group had access to a complete WebLab experience. To measure correctly the difference of knowledge acquired by the students, the Post-VL test was extracted from the WebLab SCORM package and it was loaded in the folder as an ILIAS test with the same characteristics. Some brief instructions were shown at the top of the folder, and then all the resources were loaded in order of use:
    - **Test previous to WebLab.** It is an ILIAS test identical to the Post-VL test that is used to measure the students' knowledge before accessing to the WebLab.
    - **Steps previous to WebLab.** This is the VL requirement documents implemented as an ILIAS module.
    - **WebLab PID DC Motor.** This is the WebLab SCORM package but with the first 3 pages only (without page 4).
    - **WebLab final test.** This is the Post-VL test included in page 4 of the original WebLab.
    - **WebLab survey.** It is a survey used to know the opinion of the students.
    - **Forum about the WebLab.** This is the forum used to help students.
    - **VL solution video.** This resource was not offered to students until the learning proposal had ended. It is an ILIAS module where there is embedded a video created with Adobe Connect software that shows a presentation and an example of the WebLab solution.
- **Control Group**: 170 students. This group had access to a limited WebLab experience. The format and resources presented to this group is exactly the same as those described for the experimental group

but the WebLab PID DC Motor is a reduced version that has only the page 3 of the VL (without pages 1, 2, and 4).

Participation in this learning proposal was voluntary and optional so there are many students who, having the opportunity to access the resources of the group, have not participated.

5. USAGE DATA AND RESULTS

The detailed analysis of the usage data provides many conclusions; some of the highlights are listed below:

- Averages time data are not very reliable: the standard deviation is very high. This is probably due to students who enter pages but after work they do not close them, thus the counting time is not real, hence the big deviation.
- Initial participation is low: The "test previous to WebLab" is completed by 71 of the 170 students in the control group (41.76%) and 69 of the 169 students in the experimental group (40.82). These poor data can be explained by the optional characteristic of the WebLab. Participation in the final examination of the subject has also been low (57.94%), this may mean that many students have not followed the course and therefore optional proposals like the WebLabs.
- Initial knowledge level is low: Average score of the "test previous to WebLab" in the control group is 4.16 (SD 0.85) and 4.49 (SD 2.15) in the experimental group.
- The experimental group results for VL are better: The VL was passed by a larger number of students in the experimental group (41 students, 59.4% of those who accessed test previous to WebLab) than in the control group (22 students, 31% of those who accessed test previous to WebLab). In addition these students obtained better marks: 9.18 (SD 0.68) vs. 6.36 (SD 0.85). The resources included in page 1 and page 2 of the WebLab in the experimental group, which were not included in the WebLab of the control group, have helped students.
- The number of students completing and passing the learning proposal is low: the number of students who passed the final test in the experimental group is 32 (46.38% of those who accessed the test previous to WebLab) and in the control group is 16 (22.54% of those who made the previous test), it is exactly half the students in the experimental group (Fig. 5-6).
- Final knowledge level of the students who successfully completed the learning proposals is high: Average score of the "WebLab final test" in the control group is 7.95 (SD 1.73) and in the experimental group is 8.39 (SD 1.75). WebLabs have been positive for student knowledge.

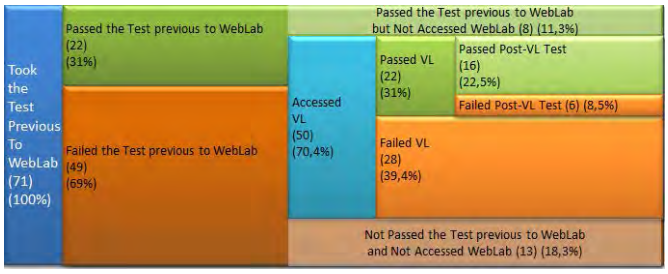


Fig. 5. Control Group summary graph.

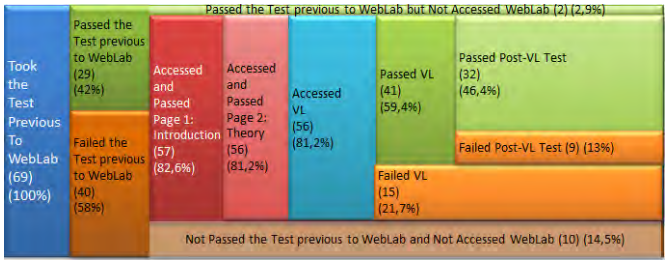


Fig. 6. Experimental Group Summary Graph.

The VL is effective because students passing WebLabs have increased their knowledge. But the effectiveness of the WebLab based on SCORM package described in this work is much higher than the learning effectiveness of a laboratory by itself. The number of students passing the completed WebLab (3 pages) is the biggest and the marks are the highest.

The student participation in the final exam of the subject has not been very high: 197 of 340 students (57.94%), and the results have not been positive because only 61 student have passed the exam (17.94%, 30.96% of those who participated) with an average mark of 6.52 (SD 0.76). These data are much better for students who passed the final test of WebLabs (Fig.11):

- Experimental group: 28 students of those 32 who passed the final test participated in the final exam of the subject, 14 students (50%) passed the final exam with an average mark of 6.88 (SD 1.02).
- Control group: 14 students of those 16 who passed the final test participated in the final exam of the subject, 9 students (64.29%) passed the final exam with an average mark of 6.84 (SD 0.47).

6. EVALUATION PROCESSES

The evaluation of a laboratory is a complex task that has been performed by different ways in the specialized research papers. In this paper several evaluations methods have been used.

Measure of the improvement of the knowledge acquired by the learners: Students in the experimental and control groups completed the same test before and after completing the WebLab and differences between scores on each of the

tests provide insight into the learning effectiveness of the WebLab. The average mark improvement is approximately 30% (29.9% and 31.3%). This confirms that the WebLab and related resources have produced an improvement in the level of knowledge of students who have followed the two learning proposals (WebLab with VL and WebLab with 3 pages) and therefore the WebLab is effective.

WebLab and Subject Assessment: The data obtained in the final examination by students who successfully completed the WebLabs is much better than the average of the course. The percentage of students who participated in the final exam is much higher: 28 of 32 in the experimental group and 14 of 16 in the control group (87.5% in both cases) versus 197 of 340 the entire course (57.94%, nearly 30% better). Also the percentage of students who passed the final exam is much higher: 14 of 28 in the experimental group (50%) and 9 of 14 in the control group (64.29%) compared with 61 of 197 in the entire course (30.96%, nearly 20% and 34% better). There are many factors that can affect these results so it cannot be established that it is determined only by the overcoming of the WebLabs, but there is a direct correlation.

Opinion of the learners: The results of the surveys completed by the students of the experimental and control group help to validate the effectiveness of this learning proposal. All results have been positive (Fig. 7 and 8).

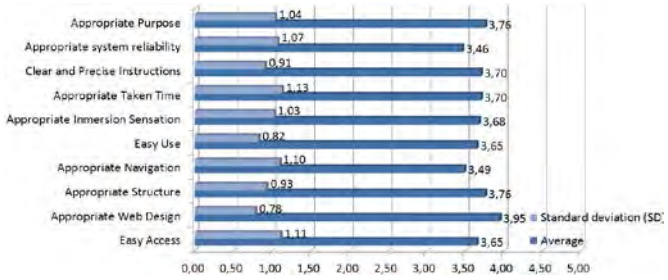


Fig. 7. WebLab aspects Rating (Experimental Group).

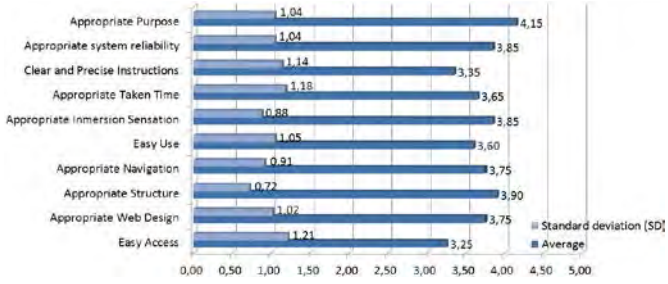


Fig. 8. WebLab aspects Rating (Control Group).

The most representative data indicate that final rating of the WebLab in the experimental group is 3.78 (SD 0.79) and in the control group is 3.85 (SD 0.67) (Fig. 9).

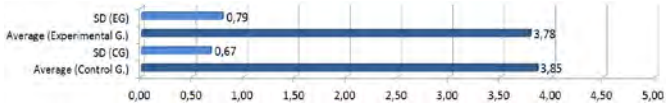


Fig. 9. WebLab Final Rating (two groups).

All this data confirm that the students have validated positively the WebLabs.

7. CONCLUSIONS

A proposal of WebLab based on a SCORM package that has been used in the "Industrial Automation" subject in the University of Jaén has been shown in this paper. A VL to deepen the knowledge of PID controllers has been created to get some proposed skills and objectives. The WebLab has been developed using a new methodology that seeks the learning effectiveness of the laboratories, and the VL has been embedded in it as a Java applet. Two versions of the WebLab have been used to check the effectiveness of the resources included in the WebLab next to the VL.

The evaluation processes based on the usage data and results provided by the learners demonstrate several conclusions:

- The WebLab structure based on 4 pages and all the related resources shown in previous sections help to complete and pass the laboratory. It is an effective learning resource. Learners successfully completing the WebLab improve their knowledge level in the assessed competencies and objectives. Students of the experimental group that participated in this proposal and successfully completed the WebLab achieved an average increment of 29.9% in their knowledge level. The WebLab is more effective when it contains all the resources.
- The passing of the virtual laboratory (at any scenario) helps to pass the course itself.
- Students have validated very positively the WebLab. The assessment received was 3.85 in the control group and 3.78 out of 5 in the experimental group.

ACKNOWLEDGMENT

This work was partially supported by the projects DPI2011-27284, PID30-2014-16 and PI10-AGR-6616.

REFERENCES

Advanced Distributed Learning Initiative. (2009). SCORM 2004 4th Ed. [Online]. Available: http://www.adlnet.gov/scorm/

Dormido, R., Vargas, H., Duro, N., Sanchez, J., Dormido-Canto, S., Farias, G., & Dormido, S. (2008). Development of a web-based control laboratory for automation technicians: The three-tank system. Education, IEEE Transactions on, 51(1), 35-44.

Esquembre, F. (2003, September). Using Easy Java Simulations to create scientific simulations in Java. In EUROCON 2003. Computer as a Tool. The IEEE Region 8 (Vol. 1, pp. 20-23). IEEE.

ILIAS, Learning Management System (2015). [Online] Available: http://ilias.de.

Ruano I., Gámez J. & Gómez J. (2014). Building SCORM embedded WebLabs with LMS interaction. In Frontiers in Education Conference (FIE), 2014. IEEE.

ANEXO 22	
Título	Presentación de Comunicación “PID Control WebLab with LMS Integration Using SCORM” presentada en el 3rd IFAC Workshop on Internet Based Control Education, IBCE 2015, (Brescia, Italia)

IFAC
INTERNATIONAL FEDERATION OF AUTOMATIC CONTROL

ibce

IFAC Workshop on Internet Based Control Education
Brescia, 04-06 November 2015

PID Control WebLab with LMS Integration Using SCORM

Universidad de Jaén

Ildefonso Ruano Ruano, Pablo Cano Marchal, Javier Gámez García y Juan Gómez Ortega

{alonso, pcano, jggarcia, juango}@ujaen.es

GRAV (Group of Robotic, Automation and Computer Vision), University of Jaén

Contents

1. Introduction and objectives.
2. WebLab Development.
3. PID Control WebLab.
4. Scenarios and Results.
5. Evaluation.
6. Conclusions.

1. Introduction and objectives

1. Introduction and objectives
2. WebLab Development
3. PID Control WebLab
4. Scenarios and Results
5. Evaluation
6. Conclusions

PID Control WebLab with LMS Integration Using SCORM

WebLab ➔Online laboratory used through a Web browser.

PID Control ➔One of the most frequently used in Industrial control systems.

LMS* ➔ The Web platforms most used in e-learning.

SCORM** ➔ Standards set used to define e-learning contents (The most used).

Main Objectives of this Work:

1. Develop an example of platform for VRL*** **fully integrated** in LMS based on the SCORM standard with experiments about PID control.
2. Use **new methodology** to develop the WebLab that ensure its learning effectiveness.
3. **Validate** WebLab: a) Present the WebLab to students of Engineering degrees.
   b) Evaluate WebLab:
   1)Learning effectiveness. **2)**Impacts on course. **3)**Students opinion.

**LMS: Learning Management System (e.g. Moodle, WebCT, ILIAS, …).*
***SCORM: Shared Content Object Reference Model.*
****VRL: Virtual Remote Laboratory.*

1. Introduction and objectives
2. WebLab Development
3. PID Control WebLab
4. Scenarios and Results
5. Evaluation
6. Conclusions

WEBLAB PROPERTIES

- Designed for learning effectiveness.
- Complex resource (General Info, Theoretical Info, pre-Lab Evaluation, Virtual Lab, post Lab Evaluation, …).
- Integrated with the LMS (WebLab-LMS Communications):
  - LMS Student Id. (Customized operation & automatic evaluation)
- Reusable (ILIAS** → Moodle***→ Any SCORM-conformant LMS)
- It includes a PID Control Virtual Lab (EJS* JAVA Applet), 3 experiments:
  - P controller experiment.
  - PD controller experiment.
  - PI controller experiment.
- Used in Industrial Automation 2014-15, University of Jaén (340 students).

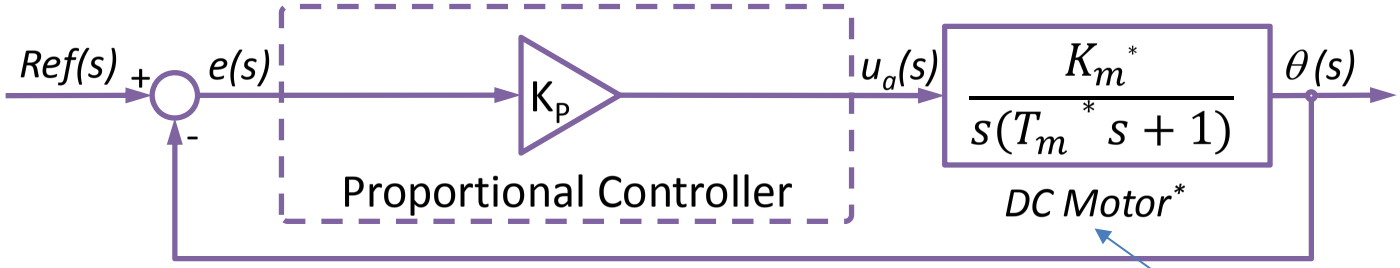
**EJS: Easy Java Simulations*
***ILIAS: Integriertes Lern-, Informations- und Arbeitskooperations-System (Integrated Learning, Information and Work Cooperation System) Institutional LMS of the University of Jaén.*
****Moodle: LMS most used in the world.*

1. Introduction and objectives

1. Introduction and objectives
2. WebLab Development
3. PID Control WebLab
4. Scenarios and Results
5. Evaluation
6. Conclusions

Experiment 1: P-control of the angular position of a DC Motor

Compute the value of K_P such that the system becomes critically damped:



**Customized*

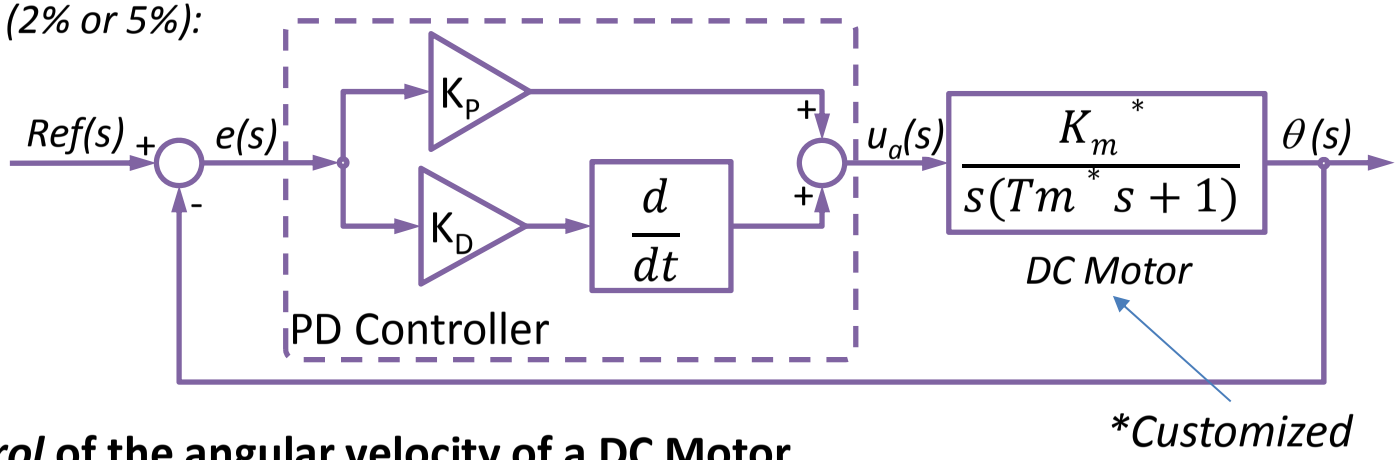


1. Introduction and objectives

1. Introduction and objectives
2. WebLab Development
3. PID Control WebLab
4. Scenarios and Results
5. Evaluation
6. Conclusions

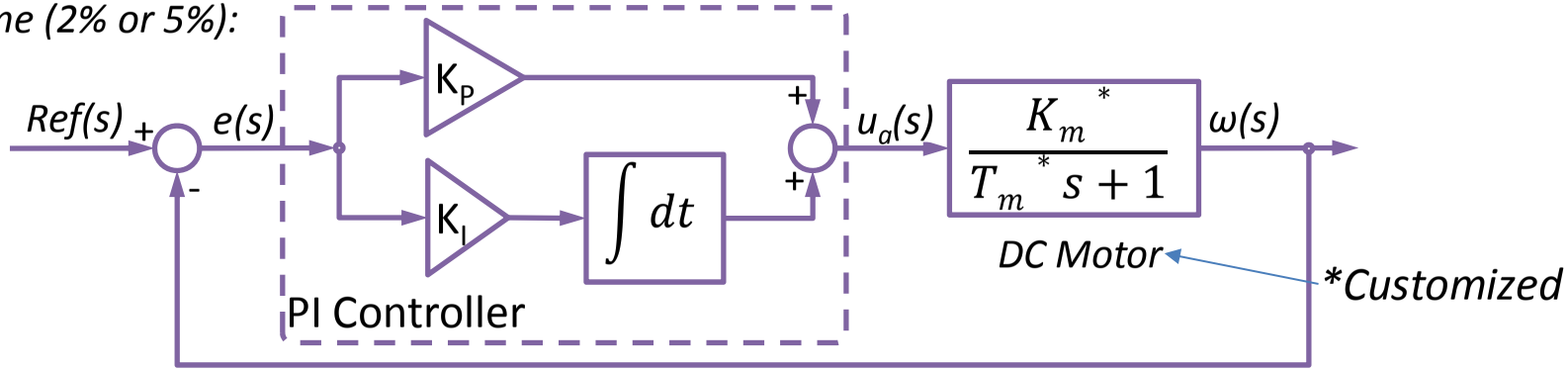
Experiment 2: PD-control of the angular position of a DC Motor

1. *Reduce the order of the system equation by using the pole-zero cancellation criterion and…*
2. *… compute the value of K_P and K_D such that the system responds to a step input with a given settling time (2% or 5%):*



Experiment 3: PI-control of the angular velocity of a DC Motor

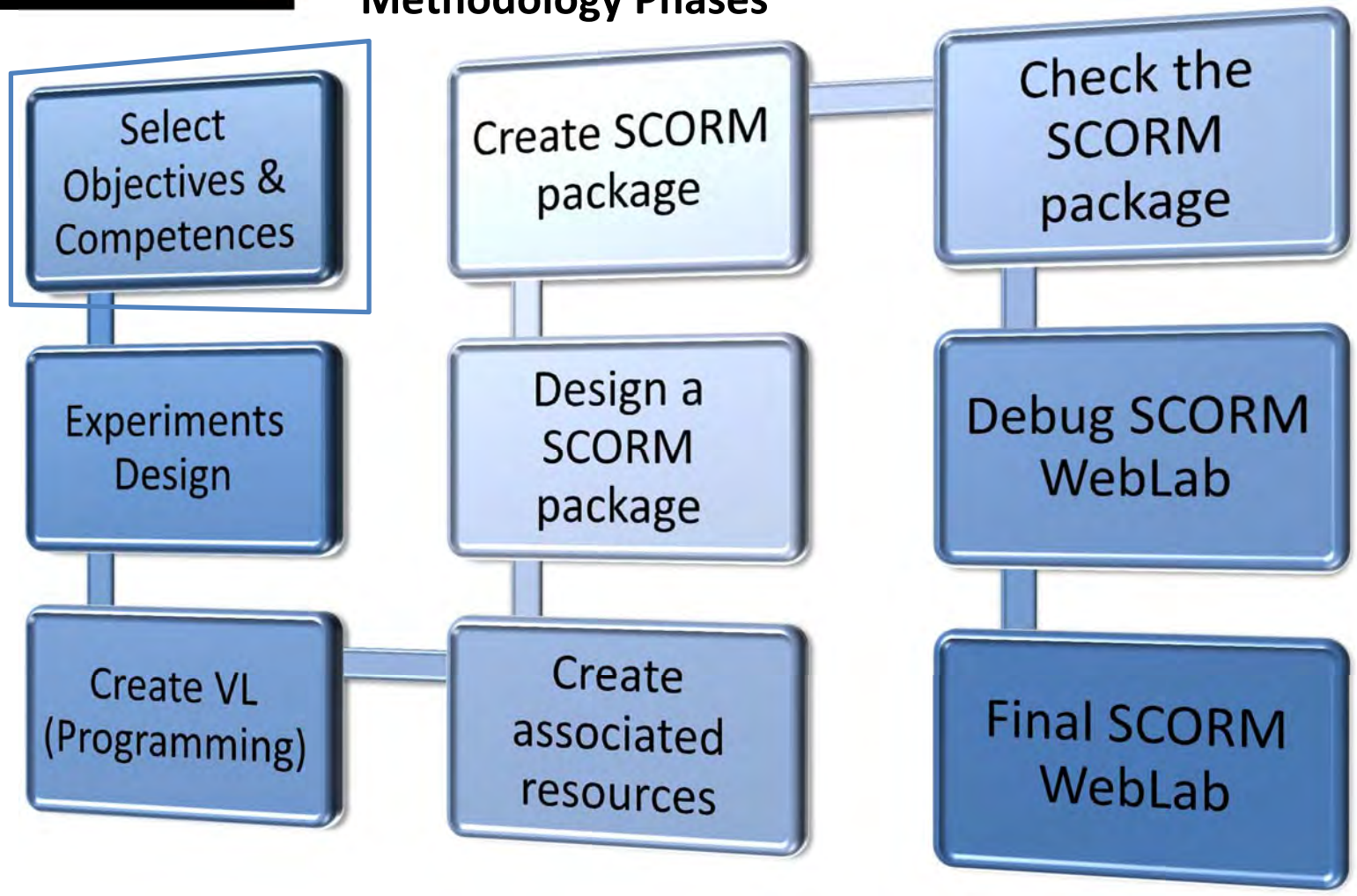
1. *Reduce the order of the system equation by using the pole-zero cancellation criterion and…*
2. *… compute the value of K_P and K_I such that the system responds to a step input with a given settling time (2% or 5%):*



2. WebLab Development

1. Introduction and objectives
2. WebLab Development
3. PID Control WebLab
4. Scenarios and Results
5. Evaluation
6. Conclusions

Methodology Phases

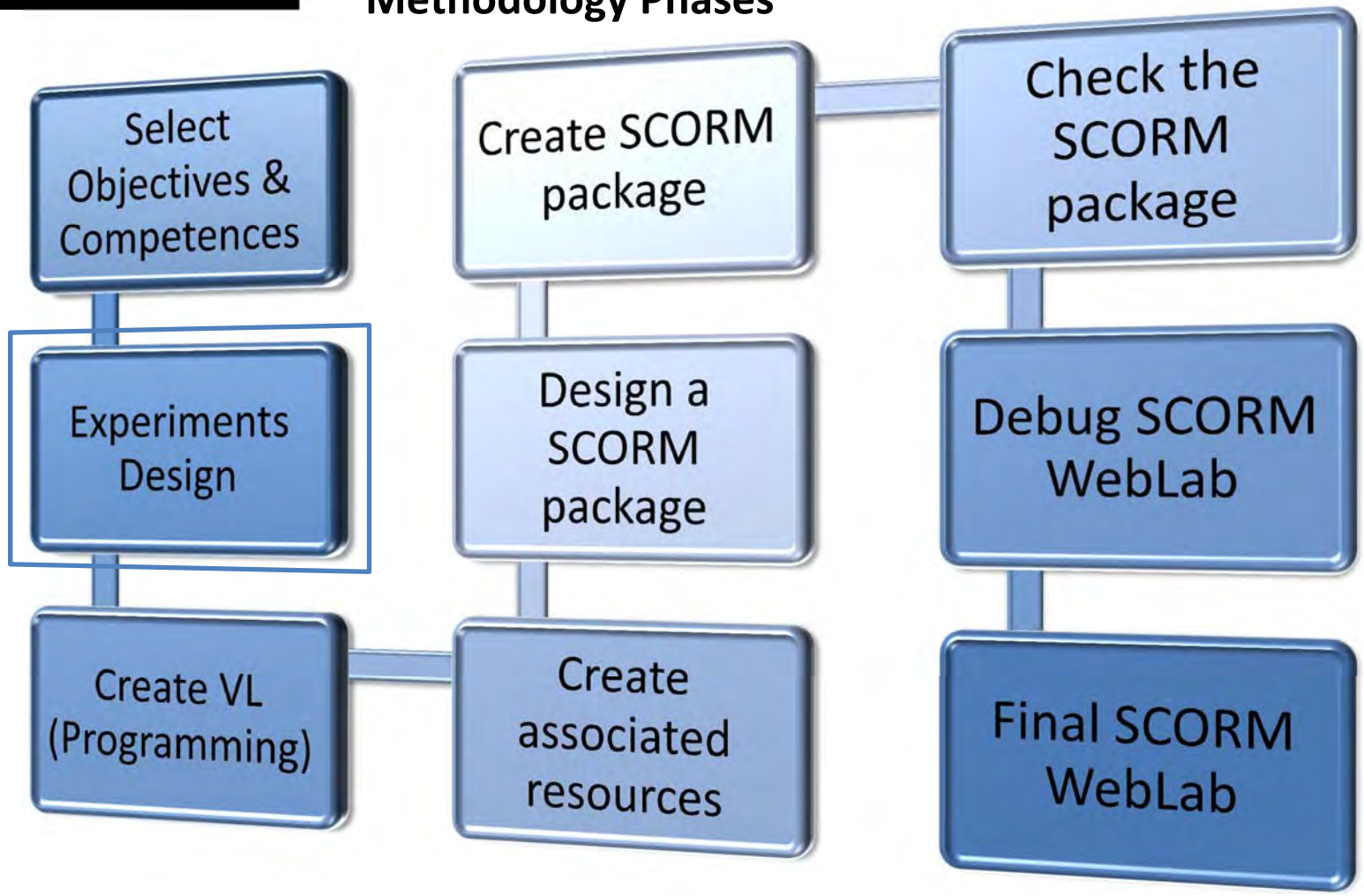


- Basic knowledge of automatic control and its application to industrial automation.
- Learn what a regulator (controller) is.

2. WebLab Development

1. Introduction and objectives
2. WebLab Development
3. PID Control WebLab
4. Scenarios and Results
5. Evaluation
6. Conclusions

Methodology Phases

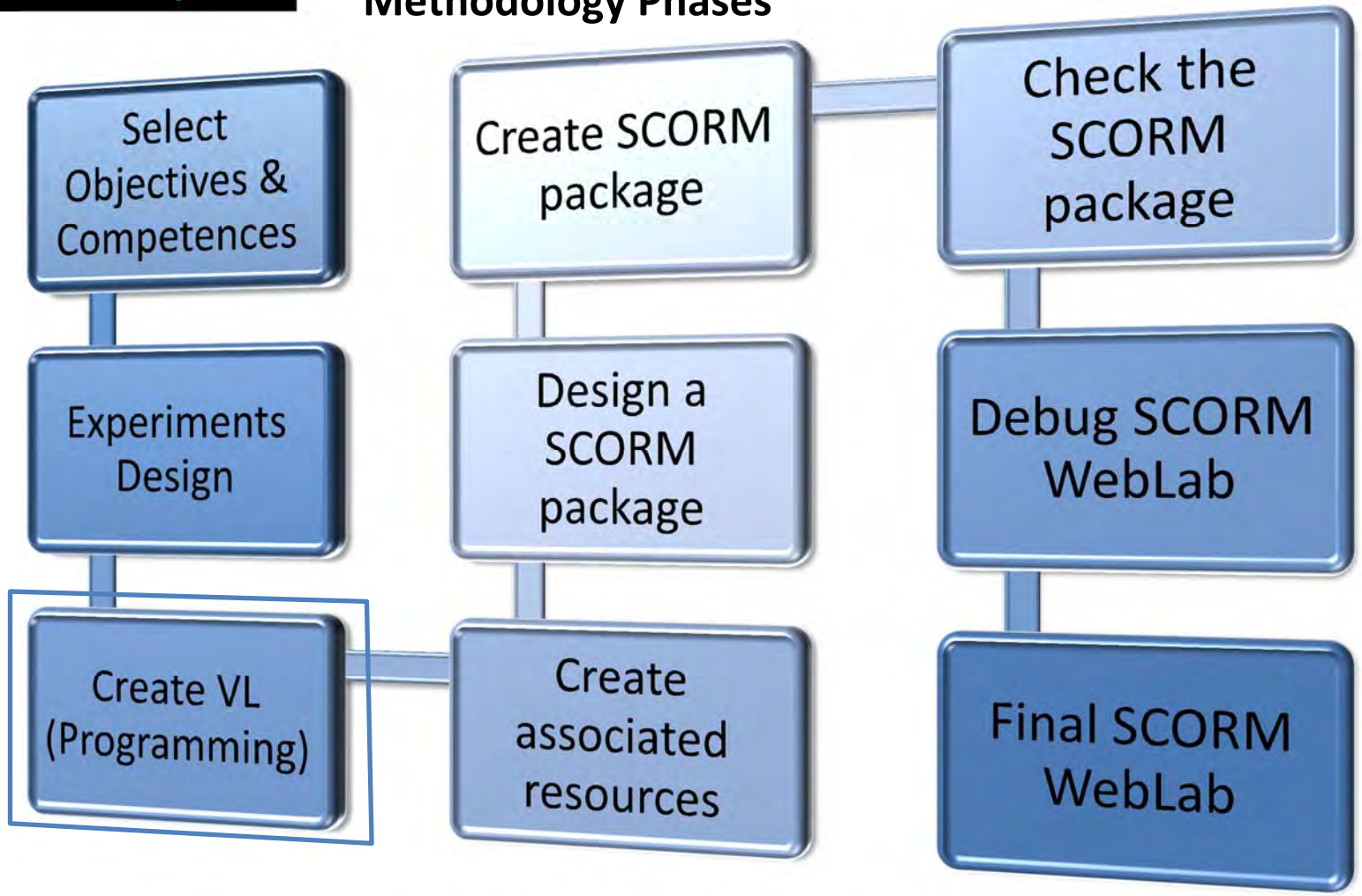


- Control of the angular position of a DC Motor using a P controller.
- Control of the angular position of a DC Motor using a PD controller.
- Control of the angular velocity of a DC Motor using a PI controller.

2. WebLab Development

1. Introduction and objectives
2. WebLab Development
3. PID Control WebLab
4. Scenarios and Results
5. Evaluation
6. Conclusions

Methodology Phases

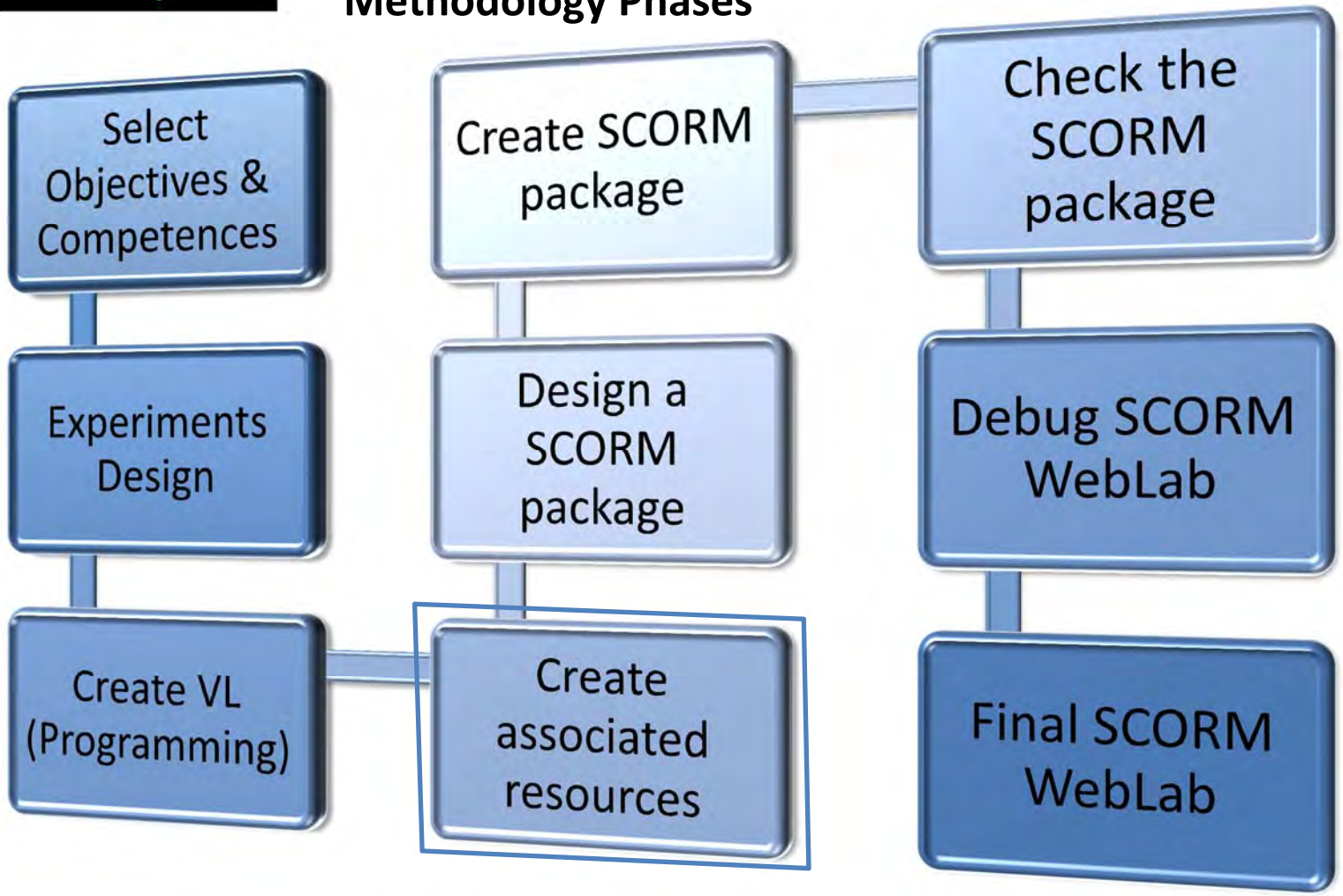


- Choose technology: JavaScript, Java, Flash (e.g. Java Applet using EJS).
- Program the experiments, automatic evaluations and communications VL-LMS.
- Tool used: scormRTE java package.

2. WebLab Development

1. Introduction and objectives
2. WebLab Development
3. PID Control WebLab
4. Scenarios and Results
5. Evaluation
6. Conclusions

Methodology Phases



- The laboratory is not an isolated element.
- Associated resources help students to better understand the experiments.
- Associated resources maximize the learning effectiveness of the laboratory.

2. WebLab Development

1. Introduction and objectives
2. WebLab Development
3. PID Control WebLab
4. Scenarios and Results
5. Evaluation
6. Conclusions

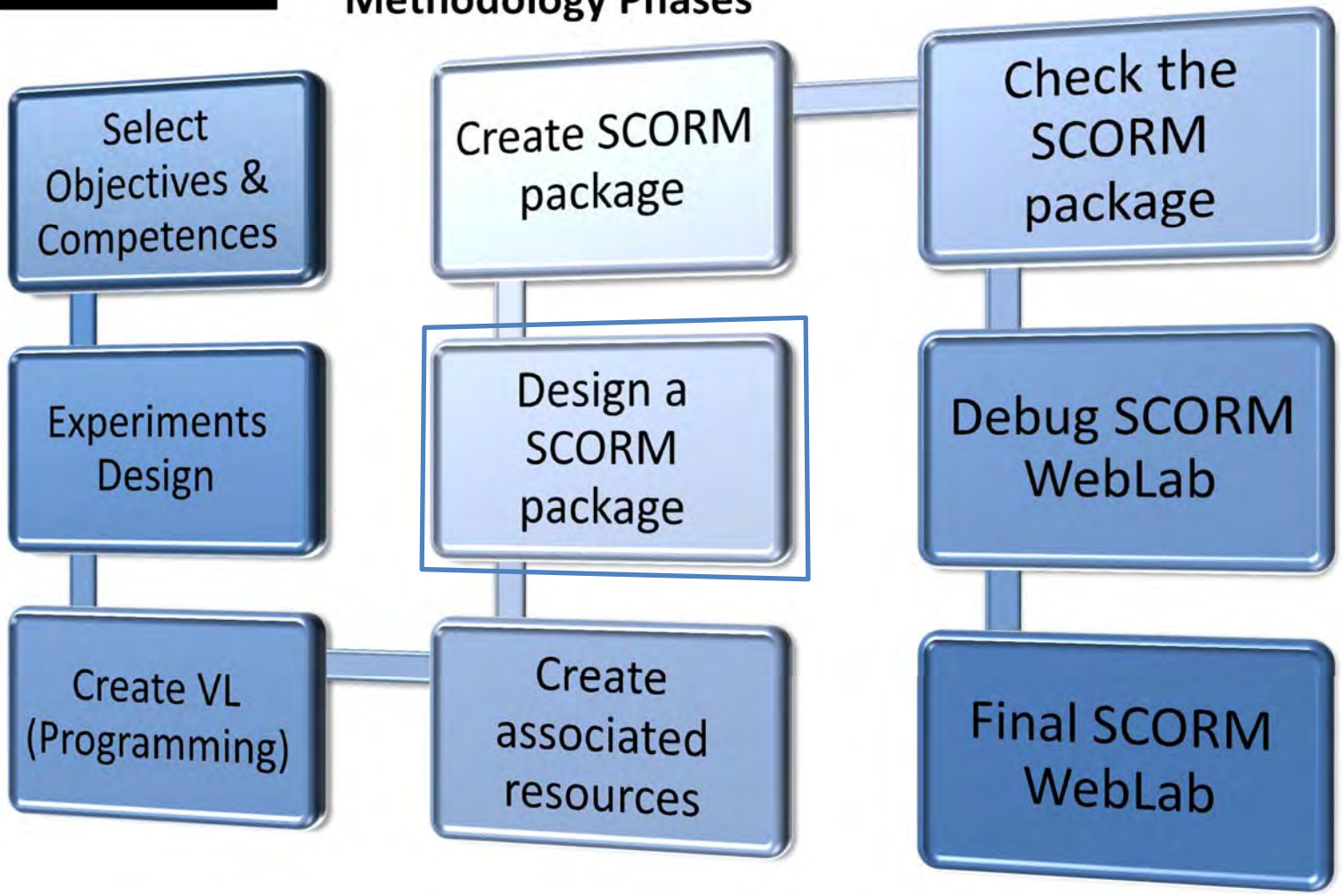
Associated Resources

- Resource I: General Info
- Resource II: Theoretical Info
- Resource III: Pre-Lab Evaluation
- Resource IV: VRL Requirement document.
- Resource V: VRL GUI Manual
- Resource VI: Experiment Guides
- Resource VII: Post-Lab Evaluation
- Resource VIII: Forum
- Resource IX: Other resources

2. WebLab Development

1. Introduction and objectives
2. WebLab Development
3. PID Control WebLab
4. Scenarios and Results
5. Evaluation
6. Conclusions

Methodology Phases

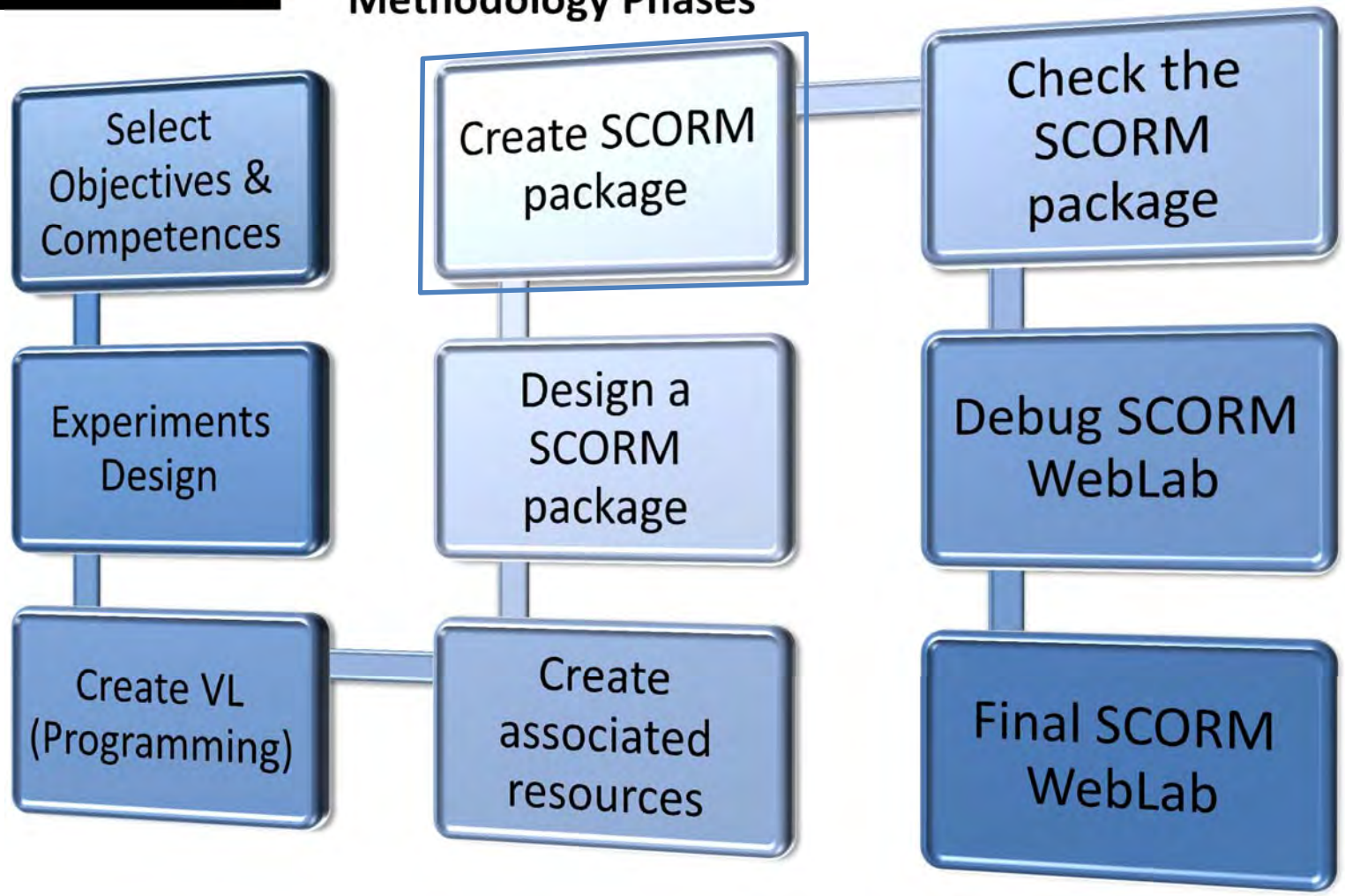


- ❑ Decide the SCORM version to use: 1.2 or 2004 (e.g. SCORM2004).
- ❑ Decide the structure of the SCORM package based on web pages: (e.g. 4 Pages).
- ❑ Design the SCO-LMS navigation and communications.

2. WebLab Development

1. Introduction and objectives
2. WebLab Development
3. PID Control WebLab
4. Scenarios and Results
5. Evaluation
6. Conclusions

Methodology Phases

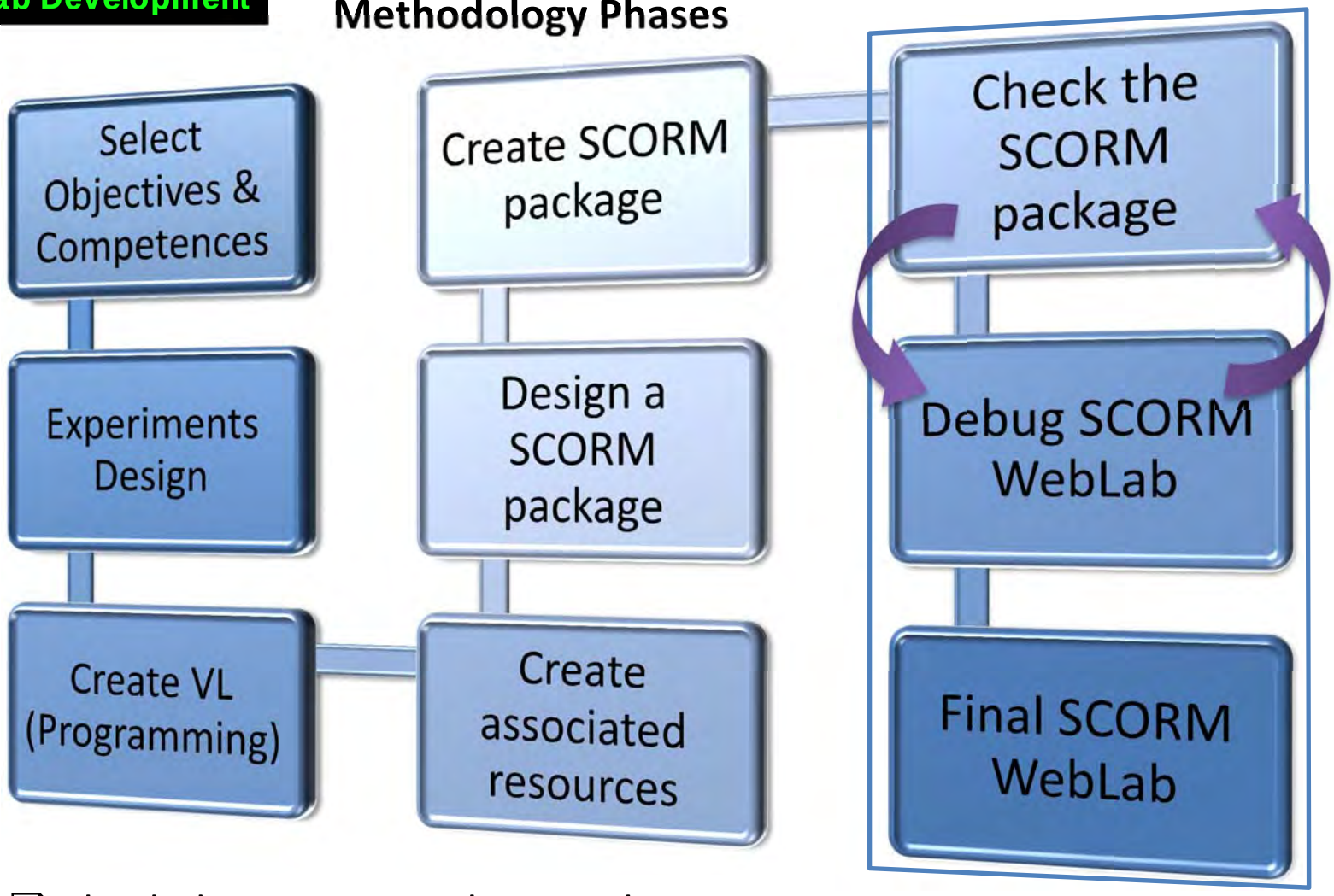


- ❑ Program the SCORM Contents (XML, HTML & JavaScript).
- ❑ Include the VL and the needed associate resources.
- ❑ Compress ZIP file (SCORM package).

2. WebLab Development

1. Introduction and objectives
2. WebLab Development
3. PID Control WebLab
4. Scenarios and Results
5. Evaluation
6. Conclusions

Methodology Phases



- ❑ Check the SCORM package in the LMS.
- ❑ Debug the SCORM WebLab and...
- ❑ ...Obtain the final version.

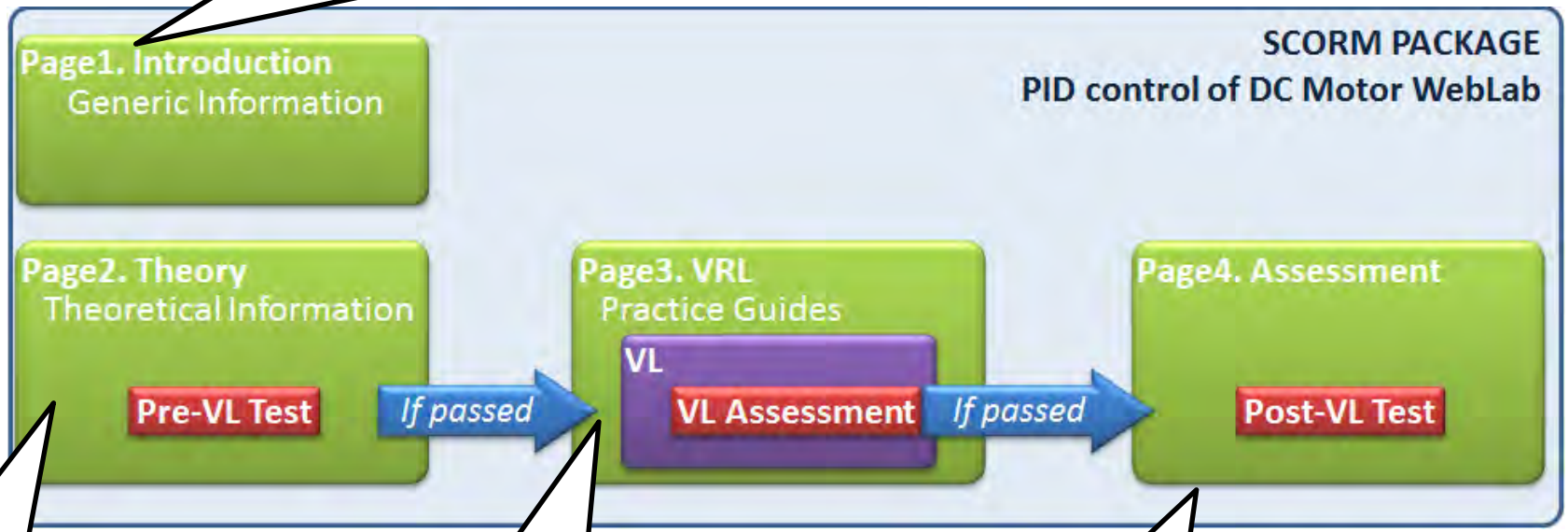
3. PID Control WebLab

1. Introduction and objectives
2. WebLab Development
3. PID Control WebLab
4. Scenarios and Results
5. Evaluation
6. Conclusions

Structure

PID Control WebLab
ILIAS®

- ❑ Generic Information
- ❑ WebLab Structure/Explanation



- ❑ Theoretical Information
- ❑ Pre-Lab Evaluation (Test: 7 MCSR questions)

- ❑ GUI manual.
- ❑ Experiments guides.
- ❑ Lab software.

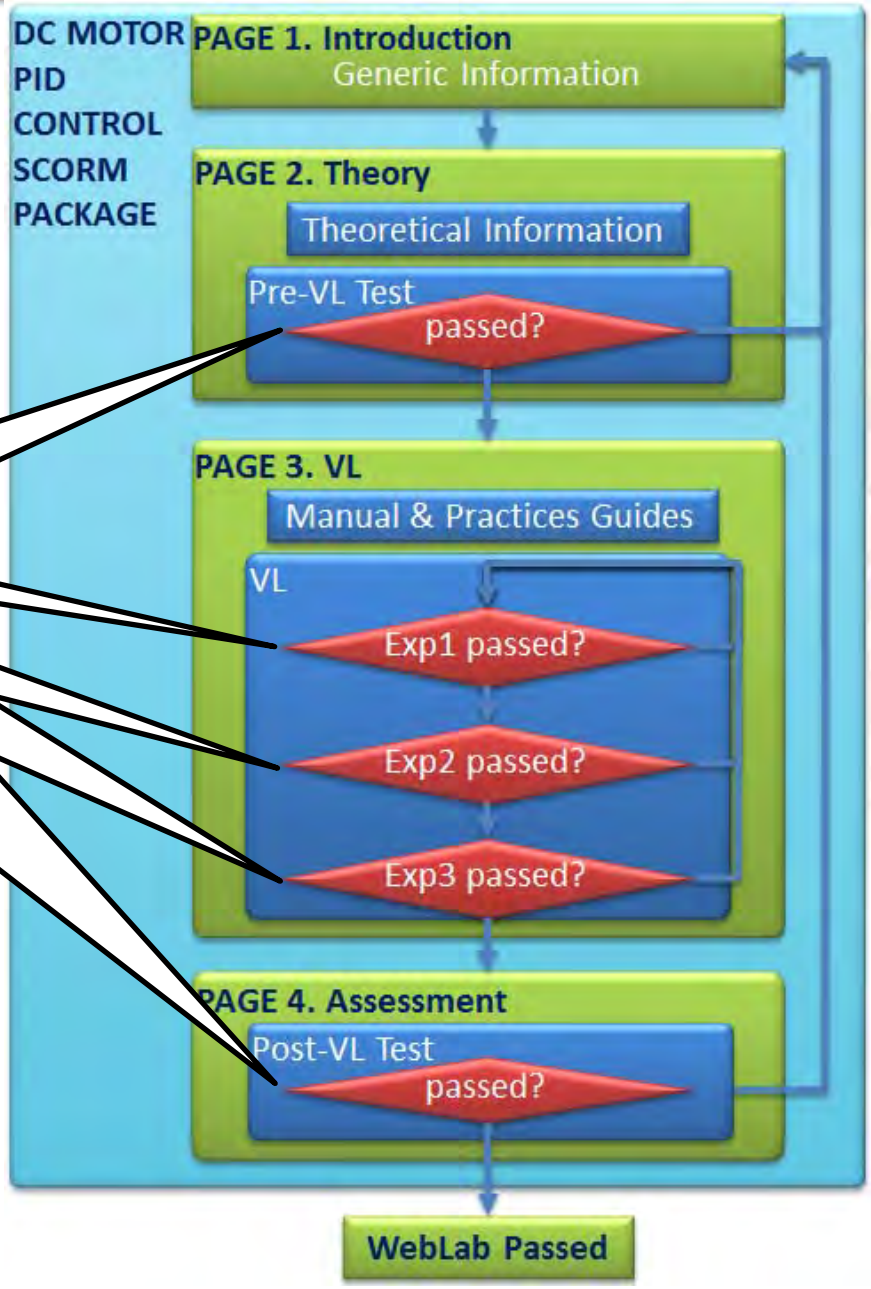
- ❑ Post-Lab Evaluation (Test: 7 MCSR questions)

3. PID Control WebLab

1. Introduction and objectives
2. WebLab Development
3. PID Control WebLab
4. Scenarios and Results
5. Evaluation
6. Conclusions

Sequencing & Navigation

- Based on automatic evaluations



Communications

- Based on SCORM RTE*
  - SCORM Page ←→LMS (JavaScript)
  - VL ←→LMS (scormRTE Java Package)

**RTE: Run-Time Environment*

4. Scenarios and Results

1. Introduction and objectives
2. WebLab Development
3. PID Control WebLab
4. Scenarios and Results
5. Evaluation
6. Conclusions

- Subject: Industrial Automation
- Enrolled Students: 340
- Course: 2014/15
- Institutional LMS Platform: ILIAS (339 identified students)
- 2 Groups (Voluntary Participation):
  - Experimental Group: 169 students.
  - Control group: 170 students.

PID Control WebLab ILIAS®

Contents of Scenario 1: Experimental Group (EG)

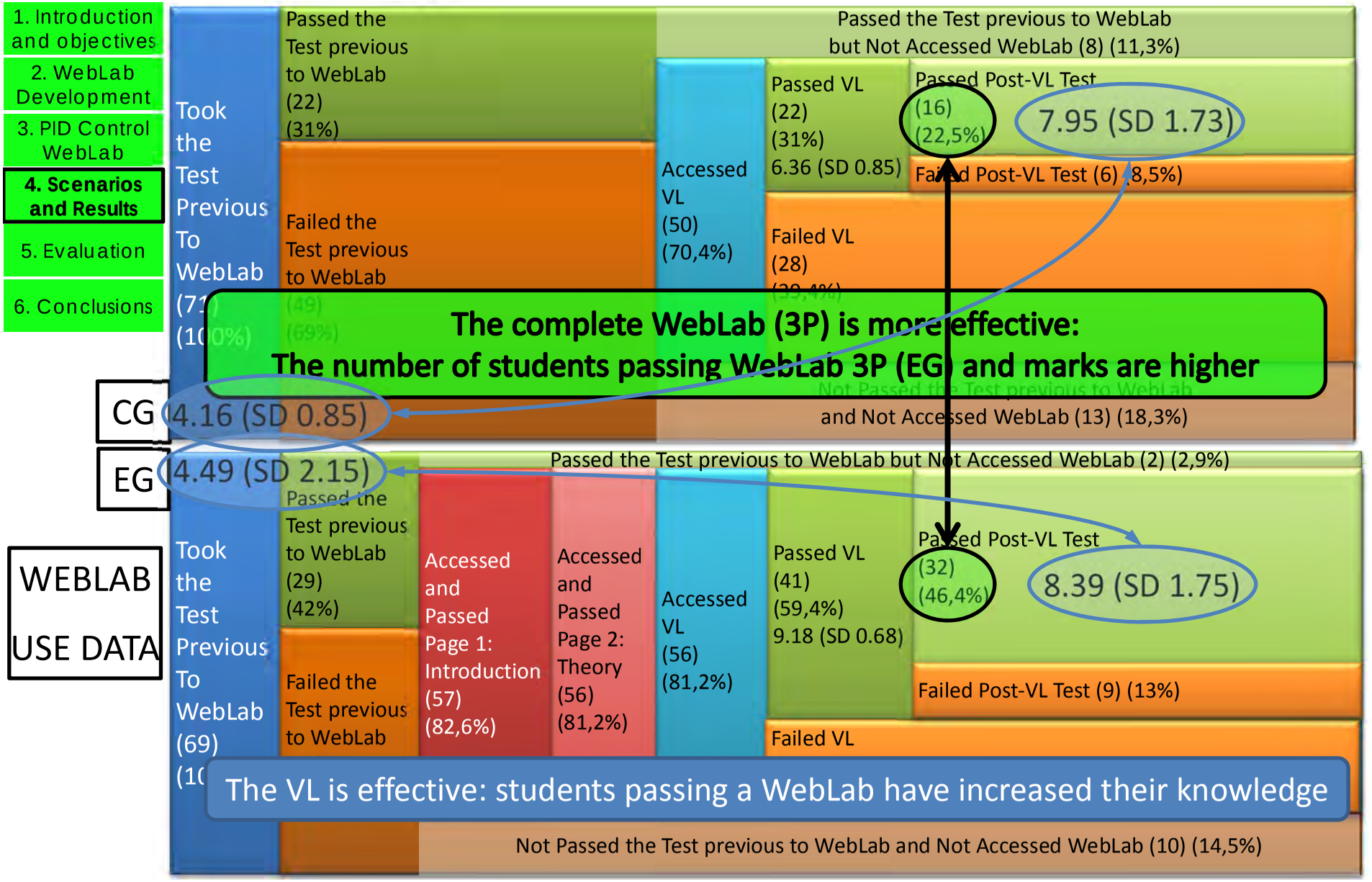
- **Test previous to WebLab.** Measure the students' knowledge before accessing WebLab.
- **Steps previous to WebLab.** VL requirement document.
- **WebLab PID DC Motor.** SCORM package of the WebLab (3 pages only, no page 4).
- **WebLab final test.** Post-VL test included in page 4 of the original WebLab.
- **WebLab survey.** To know the opinion of the students.
- **Forum about the WebLab.** To help students.
- **VL solution video.** Video showing a presentation/example of the WebLab solution.

Contents of Scenario 2: Control Group (CG)

The same contents except for the SCORM package of the WebLab, which had only 1 page: page 3. VL

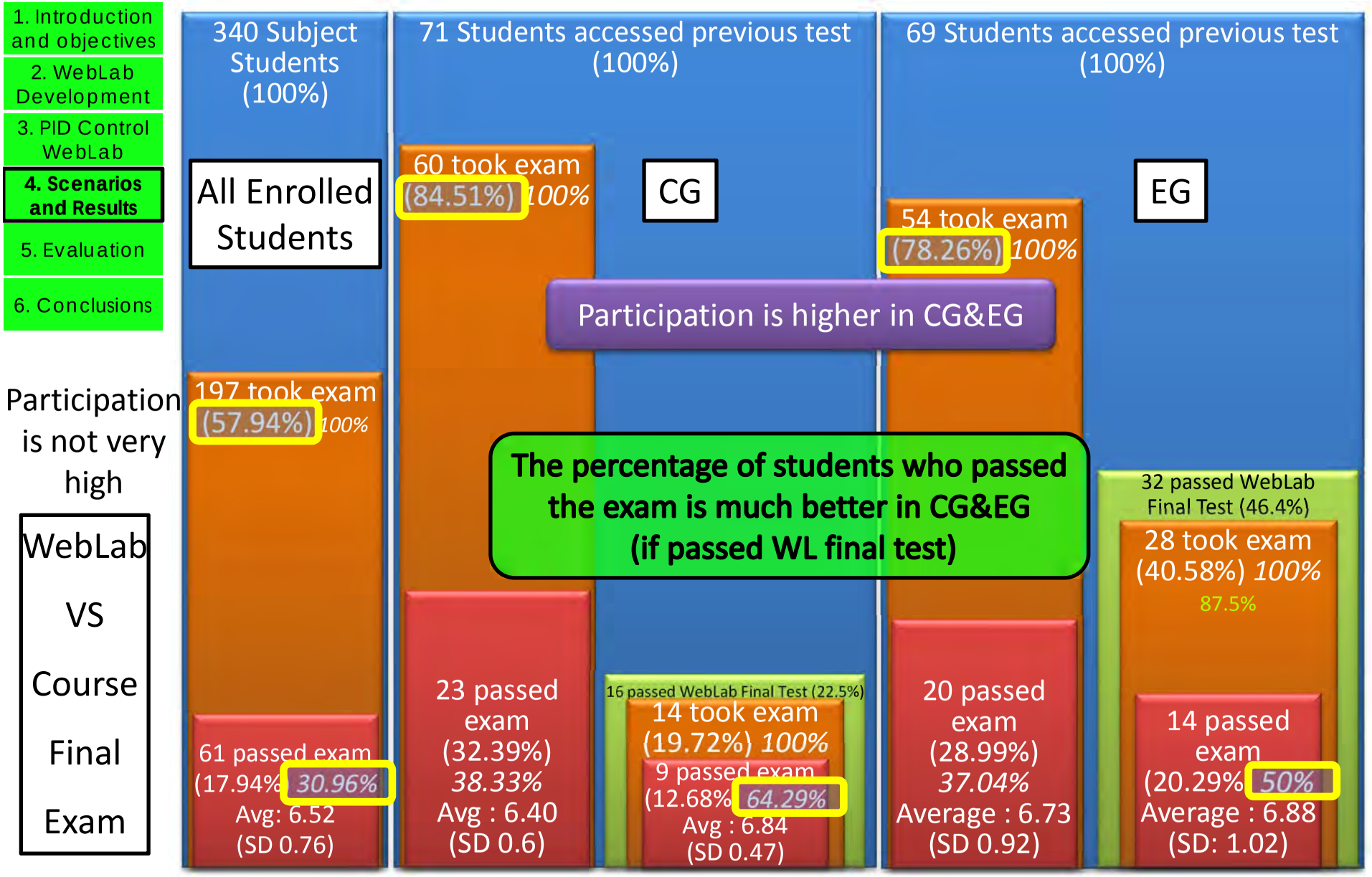
4. Scenarios and Results

1. Introduction and objectives
2. WebLab Development
3. PID Control WebLab
4. Scenarios and Results
5. Evaluation
6. Conclusions



4. Scenarios and Results

1. Introduction and objectives
2. WebLab Development
3. PID Control WebLab
4. Scenarios and Results
5. Evaluation
6. Conclusions



5. Evaluations

1. Introduction and objectives
2. WebLab Development
3. PID Control WebLab
4. Scenarios and Results
5. Evaluation
6. Conclusions

Improvement of the knowledge acquired by the learners

	Previous Test		Final Test	Improvement
CG	4.82* (SD 1.72)	PID Control WebLab 1P	7.95 (SD 1.73)	3.13 (SD 3.1)
EG	5,4* (SD 2.1)	PID Control WebLab 3P	8.39 (SD 1.75)	2,99 (SD 2.57)

~ 30%

Average mark of students who completed a WebLab (passed the final test of the WebLab)

WebLabs produce an improvement of the level of knowledge (marks ↑ ~30%)

WebLabs and Course Final Exam (CFE)

		Participation (CFE)	Students who passed (CFE)	Average marks (CFE)
All Enrolled Students		197/340 (57.94%)	61/197 (30.96%)	6.52 (SD 0.76)
Students who passed WebLab	CG	14/16 (87.5%)	9/14 (64.29%)	6.84 (SD 0.47)
	EG	28/32 (87.5%)	14/28 (50%)	6.88 (SD 1.02)

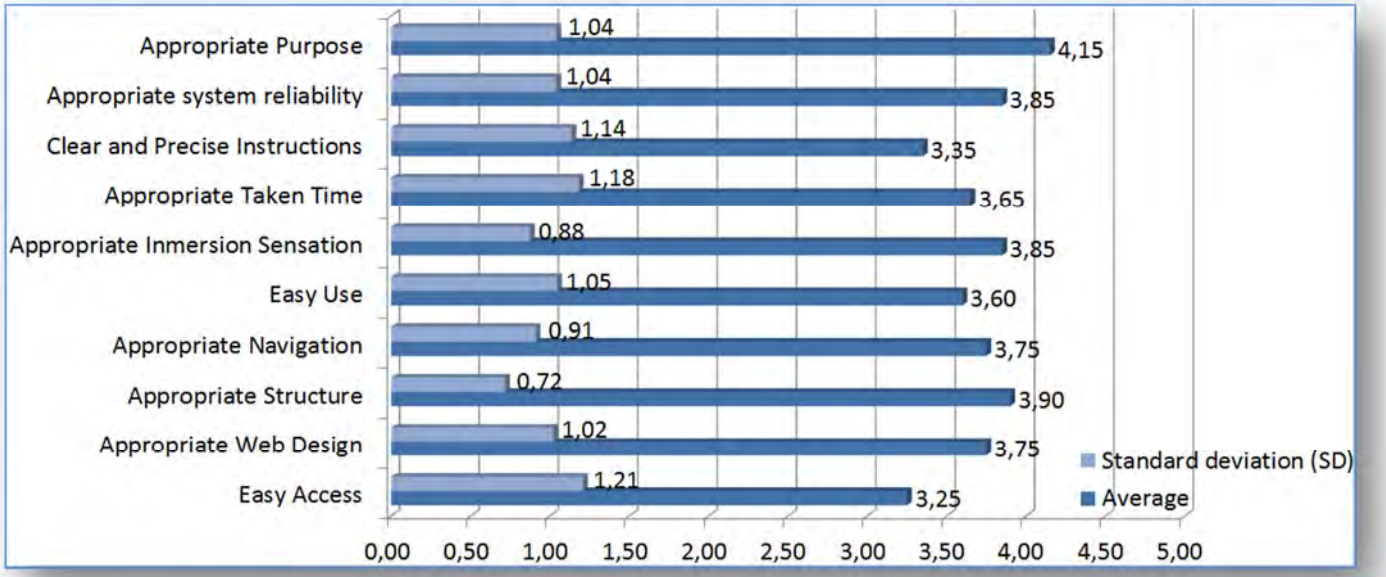
There is a direct correlation: Pass WebLab → Good result in final exam

5. Evaluations

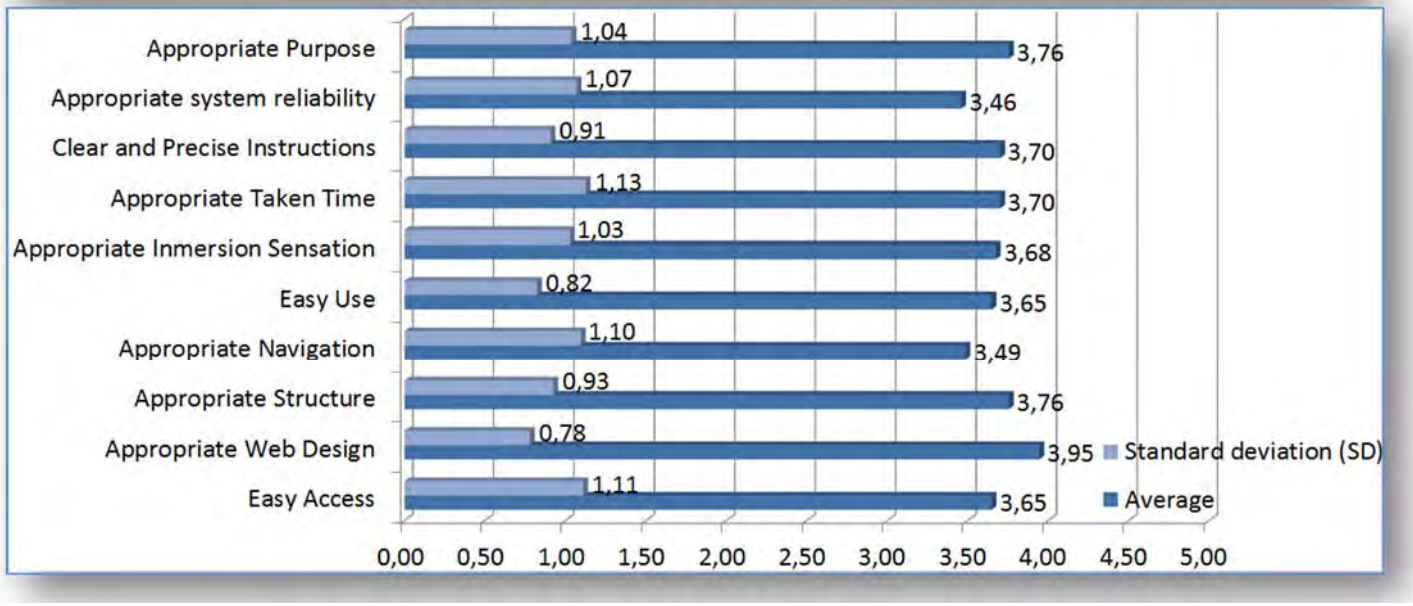
1. Introduction and objectives
2. WebLab Development
3. PID Control WebLab
4. Scenarios and Results
5. Evaluation
6. Conclusions

Student opinions

CG



EG



5. Evaluations

1. Introduction and objectives
2. WebLab Development
3. PID Control WebLab
4. Scenarios and Results
5. Evaluation
6. Conclusions

Student opinions

CG



EG



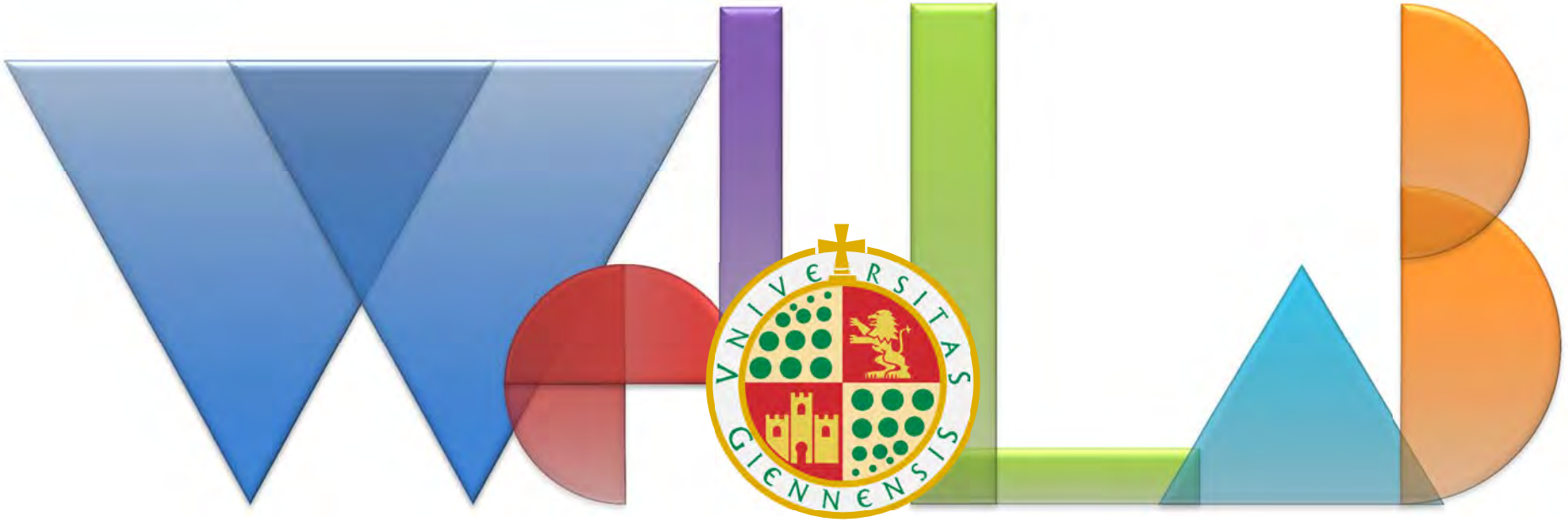
Students have validated positively the WebLabs

6. Conclusions

1. Introduction and objectives
2. WebLab Development
3. PID Control WebLab
4. Scenarios and Results
5. Evaluation
6. Conclusions

- A new methodology has been used to obtain a WebLab:
  - It includes a VL (EJS) for 3 PID control experiments.
  - It is based on SCORM specifications.
  - It is a complex structure.
  - It is a learning effective resource.
  - It performs automatic evaluations.
  - It is LMS-Integrated.
  - It is reusable, interoperable.
- VL is effective: students passing VL have increased their knowledge.
- The complete WebLab (3P) is learning effective: The number of students passing WebLab 3P (EG) is higher than WebLab 1P (CG).
- 3 Evaluations of the WebLabs were positive and demonstrated:
  - Improvement of the level of knowledge (marks ↑ ~30%).
  - Direct correlation: Pass WebLab → Good result in final exam.
  - Students have validated positively the WebLabs.

THANK YOU FOR YOU ATTENTION



ANY QUESTIONS?

ANEXO 23	
Título	Presentación de investigación “Integración de Laboratorios online de Automática y Telecomunicación en los Sistemas de Gestión de Aprendizaje mediante SCORM” presentada en las II Jornadas Doctorales del Programa TIC, (Baeza, España).

Integración de Laboratorios online de Automática y Telecomunicación en los Sistemas de Gestión de Aprendizaje mediante SCORM.

Doctorando: Ildefonso Ruano Ruano

Co-Directores: Juan Gómez Ortega y Javier Gámez García

Grupo de Robótica Automática y Visión por Computador.

uja.es

INDICE

1. Introducción.
2. Objetivos de la Investigación.
3. Antecedentes y Estado Actual.
4. Resultados Obtenidos.
5. Publicaciones.

1. Introducción

Educación universitaria

Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC)

E-Learning

LMS (Learning Management System)

Shared Content Object Reference Model (SCORM)

Laboratorios On-Line (LoL)

Laboratorios Remotos (RL)

Laboratorios Virtuales (VL)

Laboratorios Híbridos

1. Introducción

Contexto

- Universidad de Jaén (UJA)
  - GRAV, Grupo de Robótica, Automática y Visión por Computador de la Universidad de Jaén (Inv. Ppal. Juan Gómez Ortega).
  - Departamento de Ingeniería Electrónica y Automática.
    - Área de Sistemas y Automática.
  - Departamento de Ingeniería de Telecomunicación.
    - Área de Ingeniería Telemática.
  - Proyectos de Innovación Docente:
    - PID44_201214. Laboratorio Remoto de un sistema de péndulo invertido sobre carro de trayectoria lineal (Coord. Juan Gómez Ortega).
    - PID30_201416. Diseño, desarrollo, implementación y evaluación de Laboratorios Web (Coord. Javier Gámez García).
  - Acción de Innovación y Mejora Docente:
    - 2012-13. Modelo de masa simple para simular el sistema de suspensión de la rueda de un coche (Coord. Juan Gómez Ortega).

- Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED)
  - Grupo de Modelado, Simulación y Control de Procesos.
  - Departamento de Informática y Automática.
  - UNILabs

1. Introducción

Trabajo de Laboratorio: **Esencial en Ingeniería**

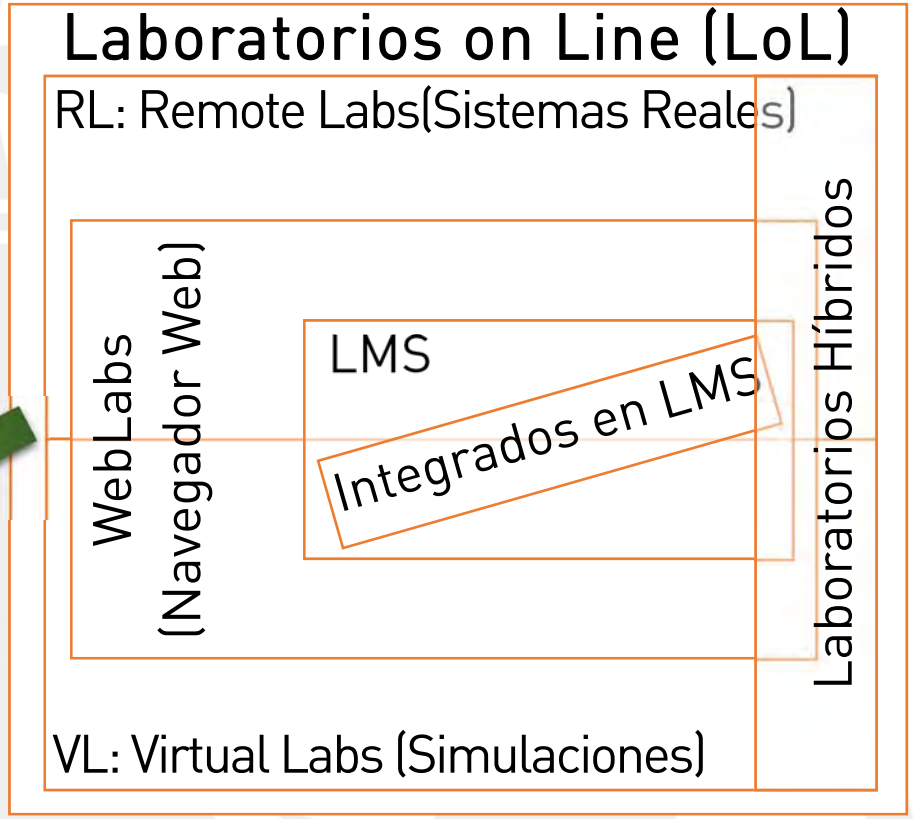


Tipos de Laboratorios

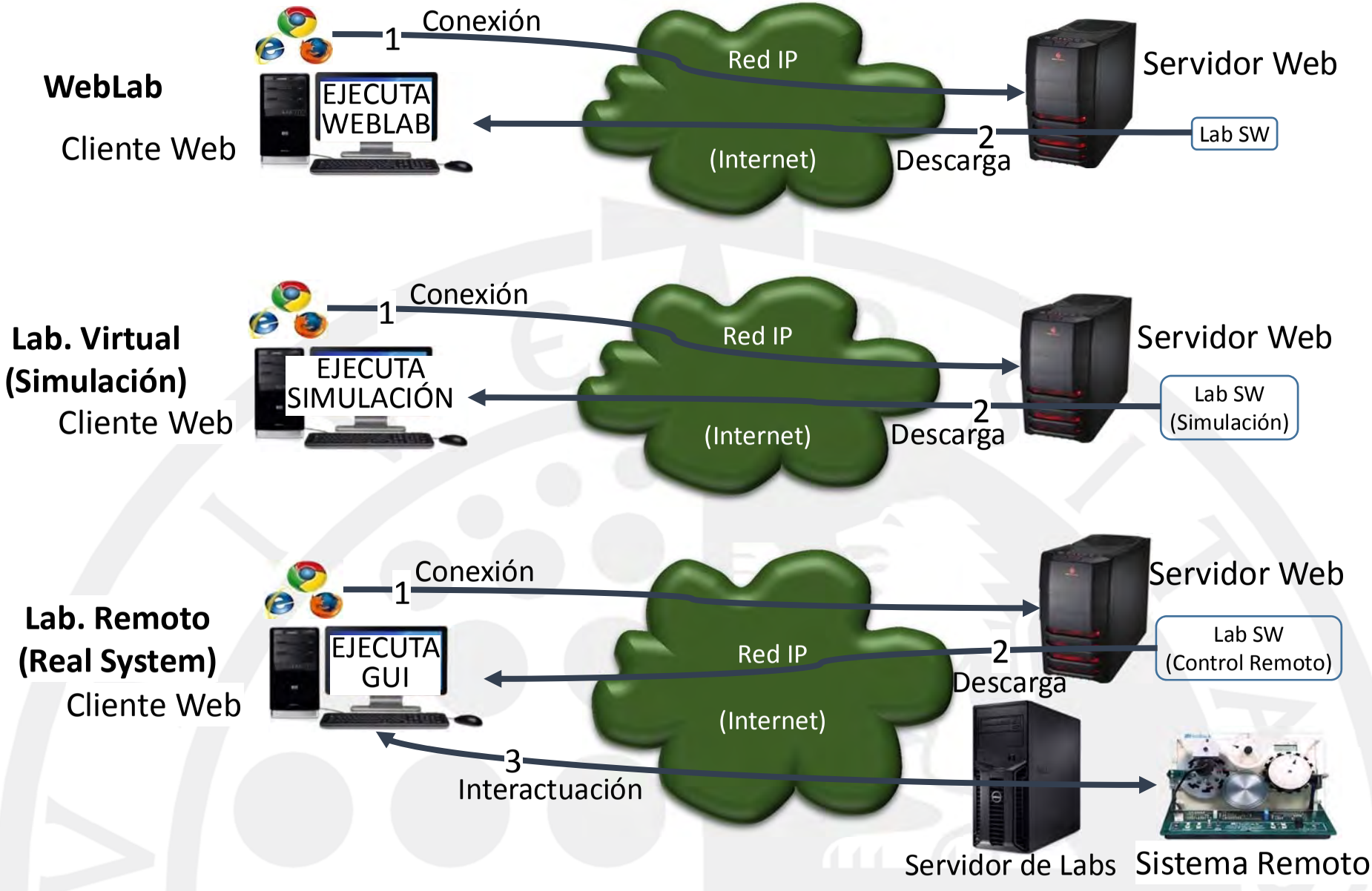
- Presenciales
- Sistemas Reales
- Simulaciones

Ventajas

- Ahorro de Costes.
- Extender uso de recursos escasos.
- Compartir sistemas de experimentación.
- Aumentar Seguridad.
- Más disponibilidad: tiempo y espacio.
- ...

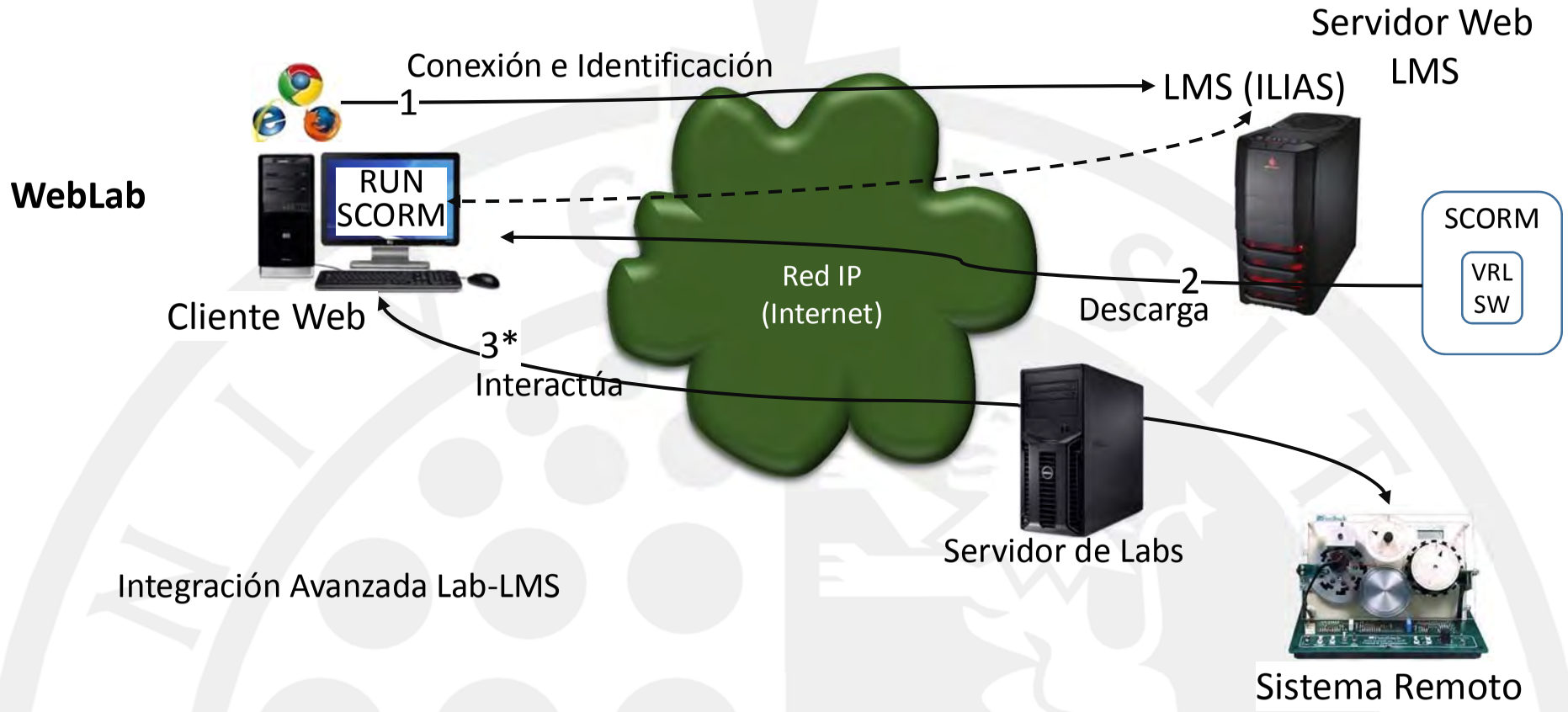


1. Introducción



1. Introducción

Modelo de Trabajo



2. Objetivos de la Investigación.

Objetivo principal:

Facilitar integración de LoL en LMS basada en SCORM.
Desarrollar metodología y herramientas de desarrollo de SW LoL que interactúa con LMS usando SCORM.

Beneficios:

- Facilitar comunicaciones SCORM-LMS a Programadores (transparentes).
- Portabilidad (formato SCORM soporte de LoL).
- Control de acceso de los usuarios al LoL (LMS).
- Ubicación de todos los recursos docentes en un mismo entorno.
- Automatización del proceso de incrustación.
- Posibilidad de exportación del LoL en la mayoría de LMS ("estandarización" LoL).
- Interacción LoL-LMS basado en modelo de datos RTE SCORM. P.e. :
  - Identificación del alumno (Aprendizaje Adaptado).
  - Información personalizada (comentarios).
  - Resultado del trabajo de alumno (evaluación, t. de trabajo, calificación, etc.).
  - Preferencias (audio, idioma, subtítulos, velocidad).

2. Objetivos de la Investigación.

Objetivos Secundarios:

- Estudiar el estado del arte y situación actual.
- Estudiar y desarrollar un modelo pedagógico de estructura, contenidos y funcionalidades necesarias en los LoL integrados en LMS.
- Estudiar, probar y obtener herramientas y metodología de integración LoL-LMS mediante SCORM.
- Validar, de forma experimental las herramientas y metodología desarrolladas
- Difusión de los resultados obtenidos.

Hipótesis de partida:

La obtención de herramientas que faciliten la integración de los LoL y los LMS mediante SCORM permitirá mejorar las prestaciones que ofrecen los LoL en los entornos de trabajo de e-learning, aportando ventajas significativas en las prácticas de laboratorio que se realicen utilizando esta metodología -aumento de la interactividad, uso compartido de información, exportabilidad, etc.-, tanto a los alumnos como a los tutores.

Además, el modelado de la metodología y herramientas de apoyo a la integración LoL-LMS mediante SCORM permitirá el desarrollo software de las mismas en múltiples lenguajes de programación extendiendo su uso a todo tipo de LoL.

3. Antecedentes y Estado Actual.

Investigación en Laboratorios On-Line (I)

Primer Periodo (1993-2004):

1 red temática: V-LAB

- Más trabajos sobre VL (ingeniería, robótica y física) que sobre RL (ingeniería y robótica).
- Inicio de uso de realidad virtual en VRL, como forma de incrementar la experiencia de usuarios.
- Se previene aislamiento de estudiantes proporcionando soporte de aprendizaje colaborativo.

RED TEMÁTICA	V-LAB
Publicaciones	723
Citaciones recibidas	5101
Indice H	32

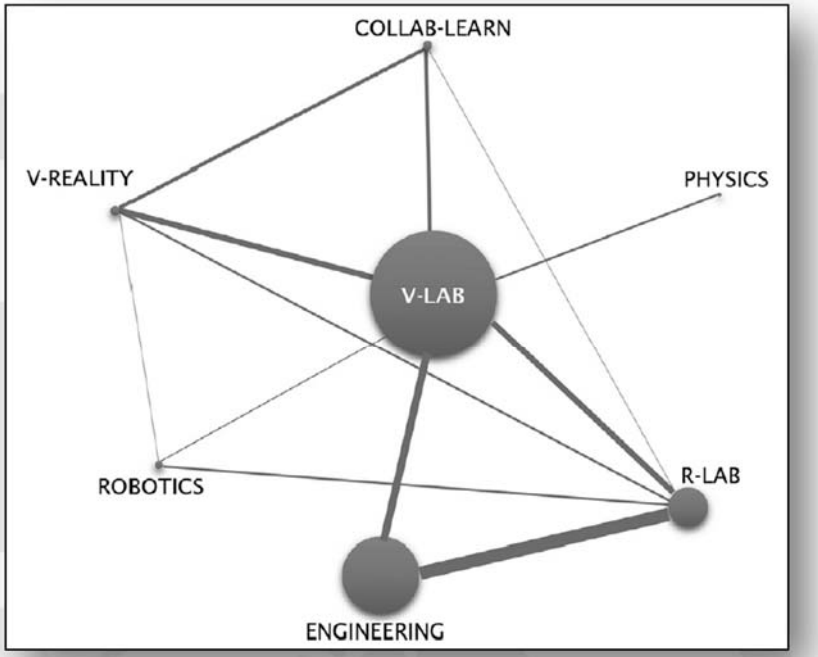


Gráfico de red temática basado en estudio bibliométrico (V-LAB)*

** R. Heradio, L. de la Torre, D. Galan, F. J. Cabrerizo, E. Herrera-Viedma, and S. Dormido, "Virtual and remote labs in education: A bibliometric analysis," Comput. Educ., vol. 98, pp. 14–38, Jul. 2016.*

3. Antecedentes y Estado Actual.

Investigación en Laboratorios On-Line (II)

Segundo Periodo (2005-2009):

2 redes temáticas: R-LAB y COLLAB-LEARN

- V-LAB: Keyword más usado, R-LAB: elemento central.
- Campos de aplicación principales: ingeniería y robótica.
- Surge tema esencial: evaluar la efectividad en educación.
- Interoperabilidad para Compartir VRL entre organismos (Web-services).
- Comienza convergencia VRL-LMS.
- Dimensión social de VRL.

RED TEMÁTICA	R-LAB	COLLAB-LEARN
Publicaciones	1101	166
Citaciones recibidas	6444	1069
Indice H	34	11

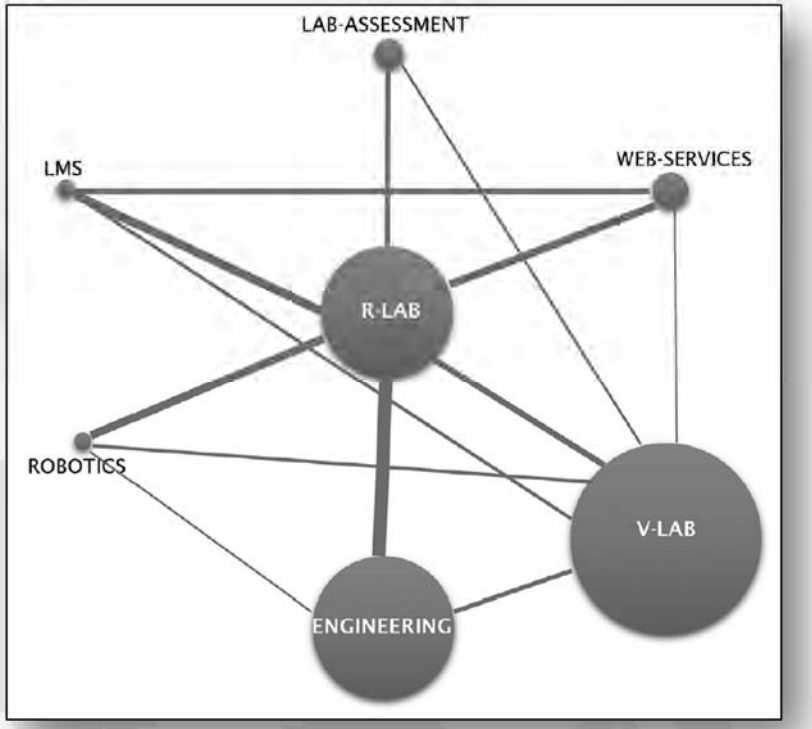


Gráfico de red temática basado en estudio bibliométrico (R-LAB)*

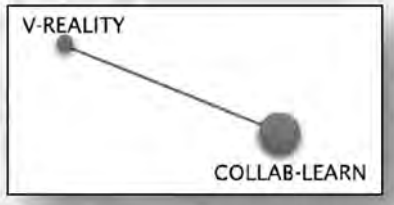


Gráfico de red temática basado en estudio bibliométrico (COLLAB-LEARN)*

** R. Heradio, L. de la Torre, D. Galan, F. J. Cabrerizo, E. Herrera-Viedma, and S. Dormido, "Virtual and remote labs in education: A bibliometric analysis," Comput. Educ., vol. 98, pp. 14–38, Jul. 2016.*

3. Antecedentes y Estado Actual.

Investigación en Laboratorios On-Line (III)

Tercer Periodo (2010-2015):

4 redes temáticas: R-LAB, V-REALITY, WEB-SERVICES y LMS

- Red R-LAB se comporta igual que en periodo 2:
  - Red más importante en cantidad e impactos
  - V-LAB: Keyword más usado, R-LAB: elemento central.
  - Tema esencial: Evaluación de la efectividad en educación.
  - Campos de aplicación principales: ingeniería, robótica, electrónica (RL) y ciencias naturales, particularmente física (VL).
- Red LMS emerge con fuerza por el uso conjuntno de LMS y VRLs en b-learning.
- Red V-REALITY muestra esfuerzo por mejorar efectividad del aprendizaje al incluir entretenimiento y entornos inmersivos sociales 3D.
- Red WEB-SERVICES muestra tendencia de reducción de costes y energía usando web-services y web-computing para compartir desarrollos.

RED TEMÁTICA	R-LAB	LMS	V-REALITY	WEB-SERVICES
Publicaciones	1953	167	112	81
Citaciones recibidas	2834	178	123	96
Indice H	34	9	6	5

3. Antecedentes y Estado Actual.

Investigación en Laboratorios On-Line (III)

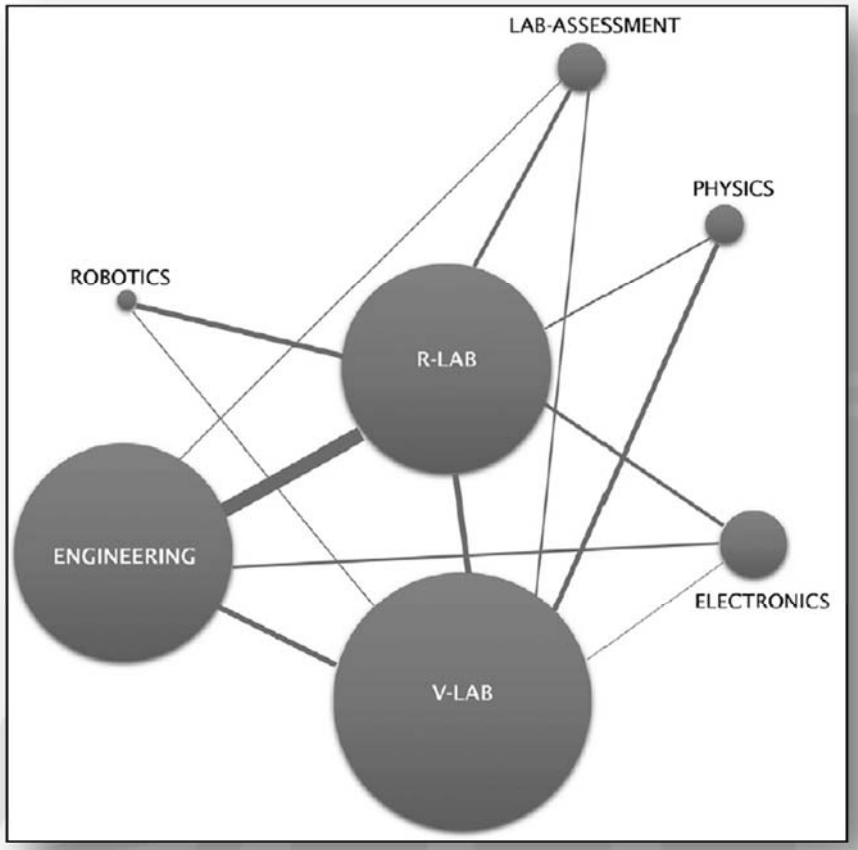


Gráfico de red temática basado en estudio bibliométrico (R-LAB)*



Gráfico de red temática basado en estudio bibliométrico (LMS)*

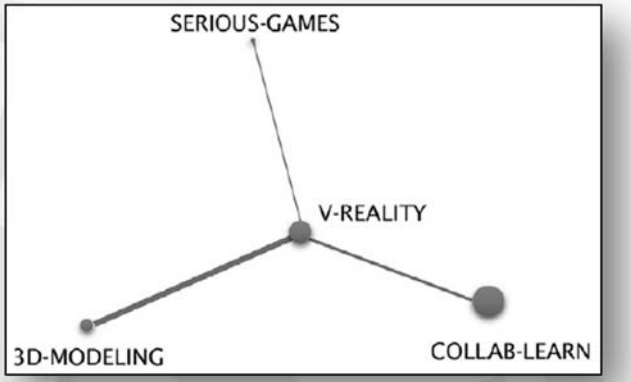


Gráfico de red temática basado en estudio bibliométrico (V-REALITY)*

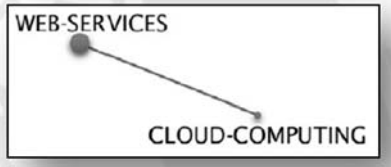


Gráfico de red temática basado en estudio bibliométrico (WEB-SERVICES)*

** R. Heradio, L. de la Torre, D. Galan, F. J. Cabrerizo, E. Herrera-Viedma, and S. Dormido, "Virtual and remote labs in education: A bibliometric analysis," Comput. Educ., vol. 98, pp. 14–38, Jul. 2016.*

4. Resultados Obtenidos.

Metodología

Fase 1. Análisis bibliográfico, Diseño de contenidos SCORM, funcionalidades necesarias y posibles en los LoL integrados en LMS mediante SCORM.

Fase 2. Modelado de la metodología, estructura y funcionalidades de la integración de LoL en LMS mediante SCORM.

Fase 3. Desarrollo de herramientas y programación de ejemplos: Java (EJS), JavaScript (EJsS), HTML.

Fase 4. Validación de herramientas.
Desarrollo de LoL que se aplicarán en asignaturas de grados de Ingeniería Industrial y Telecomunicaciones de la UJA.
Evaluación y validación de las ventajas esperables que aportan la incorporación de la integración LoL-LMS mediante SCORM.
Exportabilidad de los LoL desarrollados en otros LMS como moodle.

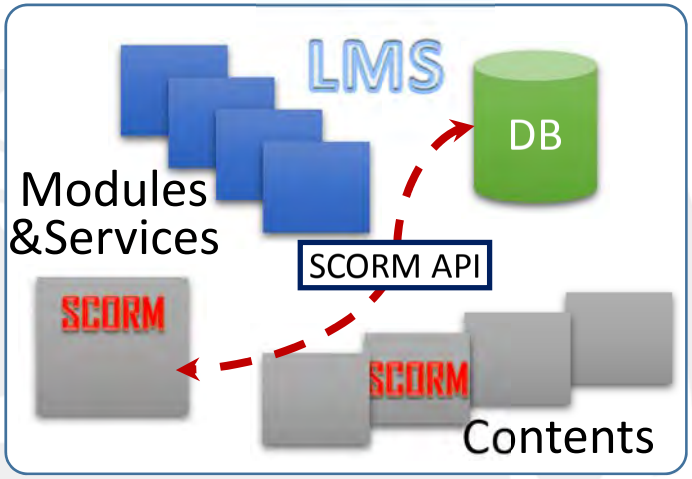
4. Resultados Obtenidos.

SCORM

- Estándar de facto de contenido de e-learning.
- Proporciona marco en contenidos para definir su encapsulación, lanzamiento e intercambio de datos.
- *Sub-Especificaciones*:
  - **Modelo de Agregación de Contenido (CAM).** Especifica como describir y empaquetar contenido.
  - **Secuenciación y Navegación (SN).** Especifica navegación entre partes de contenido (SCO o Asset).
  - **Entorno de Tiempo de Ejecución (RTE).**Especifica como debe lanzarse y comunicarse con el LMS. Basado en ECMAScript (JavaScript).

VRL Tools

VRL*

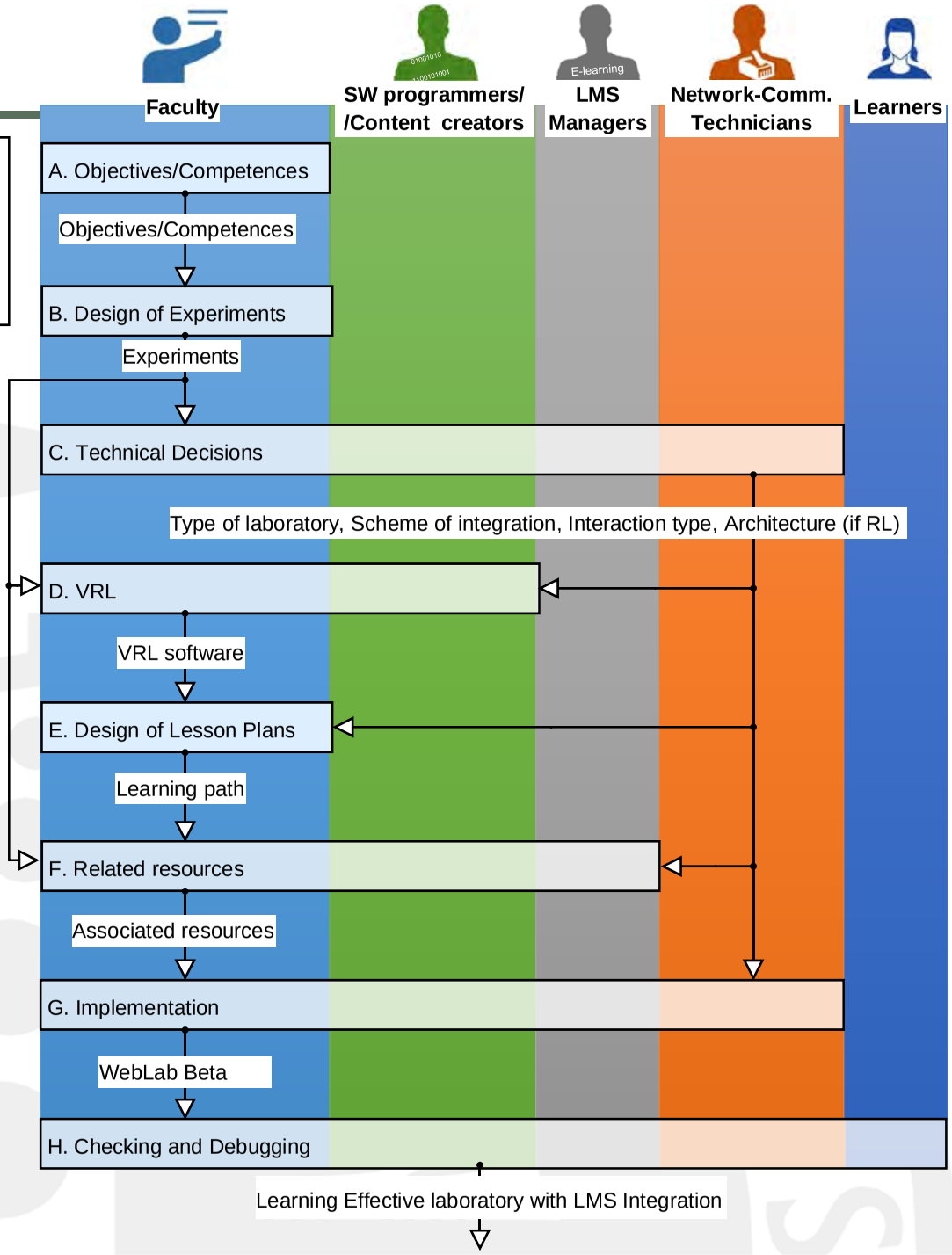


4. Resultados Obtenidos.

Metodología para Obtener laboratorios de aprendizaje efectivo con Integración en LMS

Características potenciales Lab:

- Acceso universal.
- Cualquier tipo (VRL), estándar y tecnología.
- Identifica Fases y Actores.
- Considera VRL como un objeto no aislado (recursos asociados).
- Contiene elementos para efectividad pedagógica.
- Propone entorno conocido (LMS).
- Permite integración Lab-LMS.
- Propone uso de estándares.
- Permite personalización.
- Permite evaluación automática.
- Permite registro automático del progreso de aprendizaje.
- Lab compartible y reutilizable.



4. Resultados Obtenidos.

Recursos de soporte Desarrollados

Paquete Java scormRTE .jar

- Paquete Java desarrollado para ayudar a los programadores Java de WebLab
- 2 clases: scormRTE y scormRTE12 (2 versiones: 2004 y 1.2).
- Metodos/Variables que facilitan la comunicación VRL-LMS para usar la base de datos RTE de SCORM.





Class	version	Public Variables (arrays)	Public Methods
scormRTE12	SCORM1.2	49 (17)	75
scormRTE	SCORM2004	74 (30)	122

4. Resultados Obtenidos.

Recursos de Soporte Desarrollados

Librería JavaScript RTE .js

- Librería JavaScript desarrollada para ayudar a los programadores JavaScript de WebLab.
- Función RTE con parámetro version (2 versiones: "2004" y "1.2").
- Funciones/Variables que facilitan la comunicación VRL-LMS para usar la base de datos RTE de SCORM.



Versiones SCORM	Relación directa con el modelo de datos RTE	Variables	Funciones
Comunes (SCORM2004/1.2)	Sí	45	71
	No	5	10
SCORM2004	Sí	29	60
SCORM1.2	Sí	4	5
	Totales	83	146

4. Resultados Obtenidos.

Recursos de Soporte Desarrollados

Otros Recursos de Soporte Desarrollados*:*

- *Paquetes SCORM de prueba* de comunicaciones para los modelos de datos RTE de SCORM1.2 y SCORM2004: Muestran la disponibilidad de datos RTE en el LMS.
- *Plantillas/Modelos de paquetes SCORM 1.2 y SCORM 2004* (1-4 págs.): Sirven como modelos para el desarrollo de paquetes SCORM.
- *Tabla resumen de métodos del paquete scormRTE.jar*: Ayuda a la hora de usar los elementos del paquete ya que muestra los elementos del modelo de datos, sus posibles valores, como acceder y como modificar su valor en el LMS con scormRTE.jar en SCORM 1.2 y SCORM 2004 .
- *Tabla resumen de funciones de la librería RTE.js*: Ayuda a la hora de usar los elementos de la librería ya que muestra los elementos del modelo de datos, sus posibles valores, como acceder y como modificar su valor en el LMS con RTE.js en SCORM 1.2 y SCORM 2004.
- Hoja de datos resumen de RTE.js: incluye listado de funciones, versiones SCORM compatibles y elementos del modelo de datos afectados por cada una.

4. Resultados Obtenidos.

Tutorización de Proyectos Fin de Carrera (PFC), Trabajos Fin de Grado (TFG) y Mención.

PFC:

- Manuel Gavilán Ortiz. "Laboratorio Remoto basado en Web Services". Ing. Téc. en Telecomunicaciones esp. Telemática. 2013. SOB.
- J. Carlos Ruiz Moreno. "Sistema de riego Automatizado configurable de forma remota". Ing. Téc. en Telecomunicaciones esp. Telemática. 2014. MH.

TFG:

- Ismael Malpica Herrera. "WebLab SIP-Java basado en SCORM". Grado en Ingeniería Telemática. 2015. SOB.

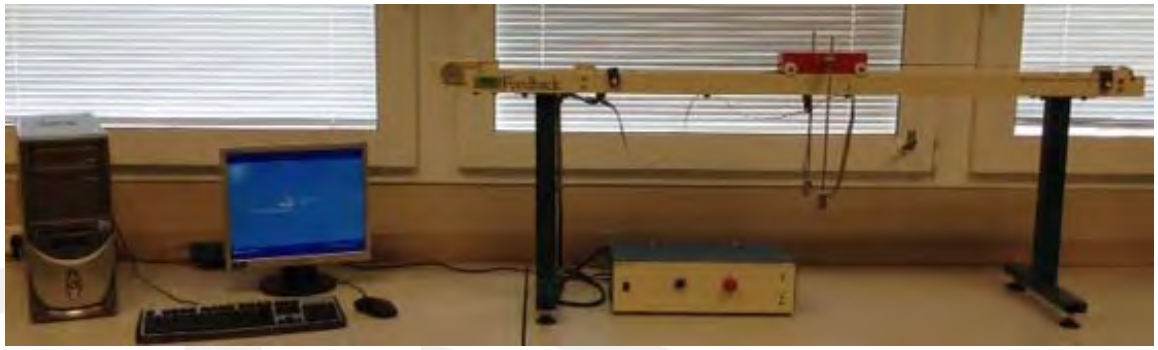
Mención:

- Mención Honorífica en la modalidad de "Creación de Simulaciones y Laboratorios Virtuales" en la Acción de Innovación y Mejora Docente titulada: "Modelo de masa simple para simular el sistema de suspensión de la rueda de un coche" 2012-13 (Coord. Juan Gómez Ortega).

4. Resultados Obtenidos.

Simulaciones Easy Java Simulations (EJS) de Sistemas Reales.

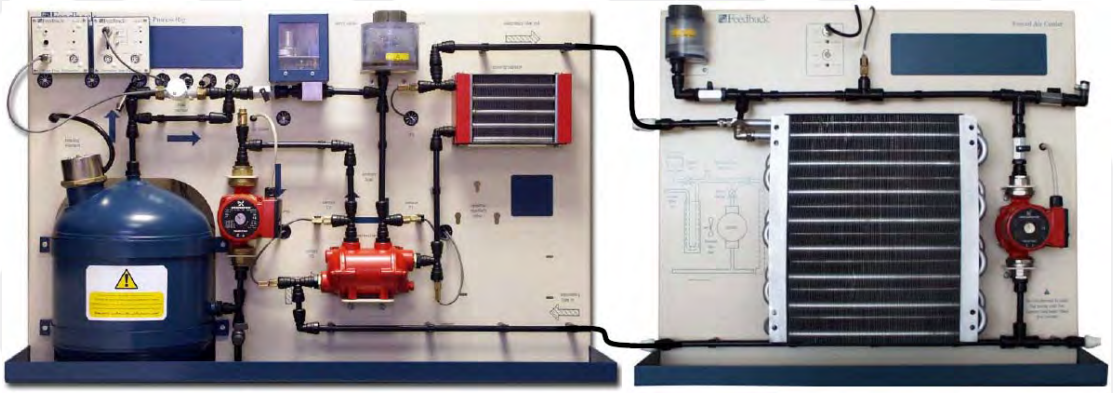
- *Modelo de Péndulo Invertido.*



- *Modelo de Motor CC.*



- *Modelo de Intercambiador de Calor .*



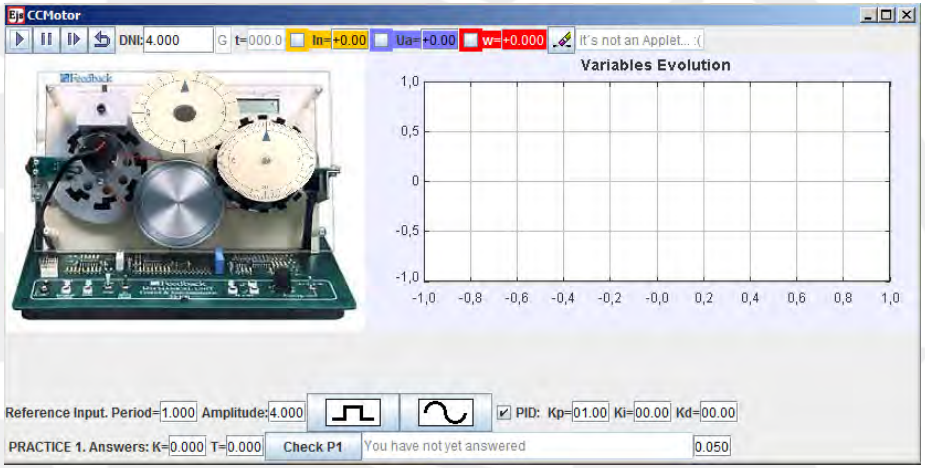
4. Resultados Obtenidos.

Simulaciones Easy Java Simulations (EJS).

- *Modelo de Sistema de Suspensión.*



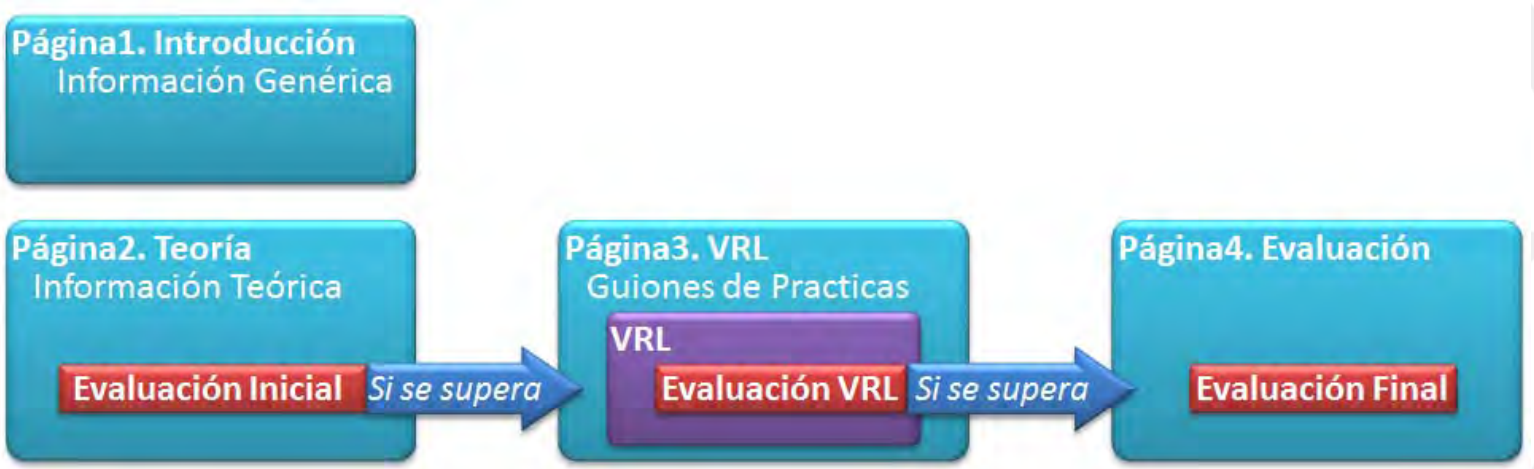
- *Modelo de Control PID de Motor CC.*



4. Resultados Obtenidos.

WebLabs SCORM utilizados en Docencia reglada.

- *WebLab Identificación Motor CC*.
  Usado en Asignatura de "Automática Industrial". Curso 2013-14.
  Grados en Ingeniería Industrial, Mecánica, Eléctrica, Organización Industrial y Electrónica.
- *WebLab Control PID de Sistemas Dinámicos: Motor CC.*
  Usado en Asignatura de "Automática Industrial". Curso 2014-15 y 2015-16.
  Grados en Ingeniería Industrial, Mecánica, Eléctrica, Organización Industrial y Electrónica. UNILabs
- *WebLab Comunicaciones SIP*.
  Usado en Asignatura de "Sistemas de Telefonía". Curso 2015-16.
  Grado de Ingeniería Telemática.



4. Resultados Obtenidos.

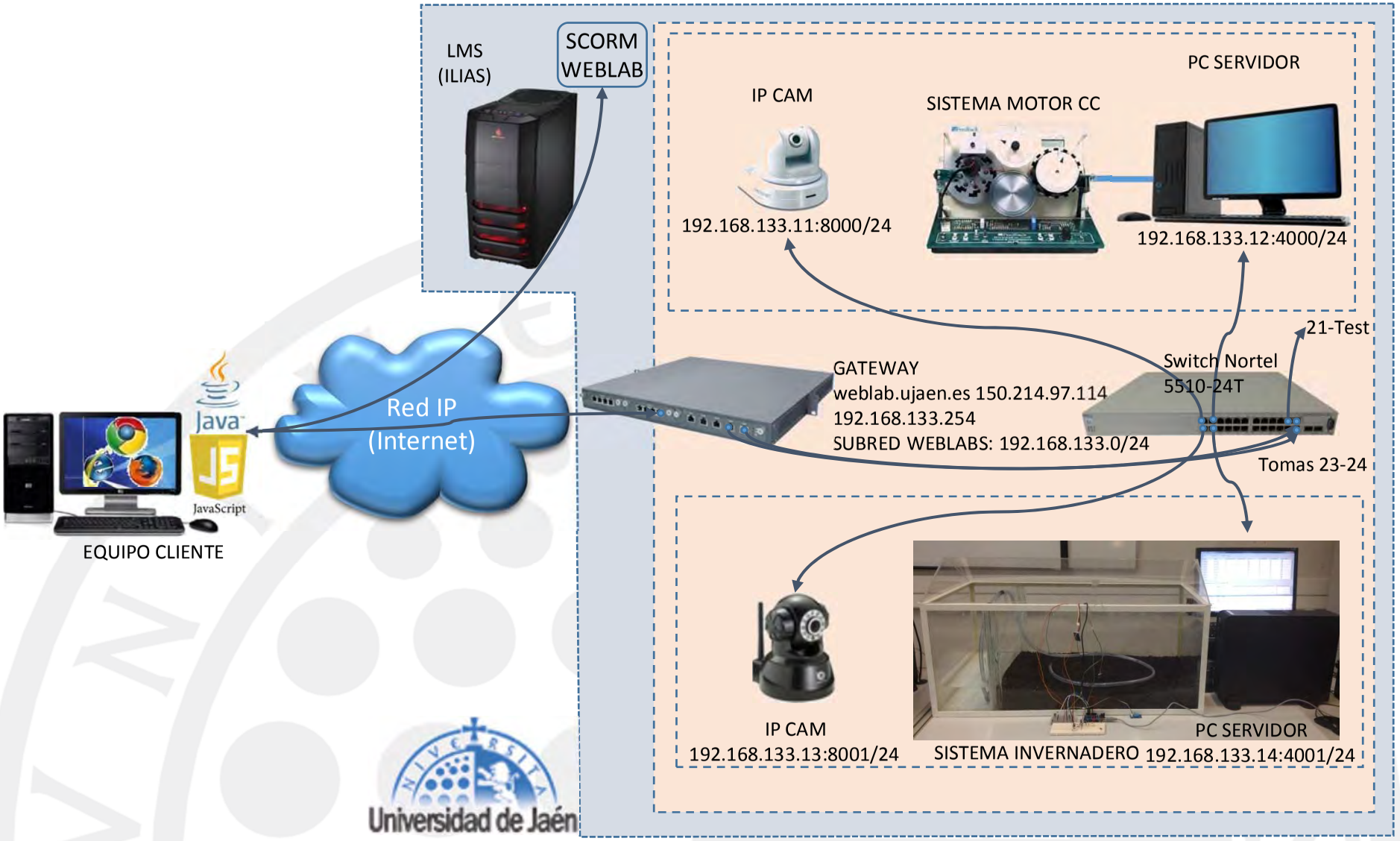
Laboratorios Remotos: weblab.UJAEN.es



4. Resultados Obtenidos.

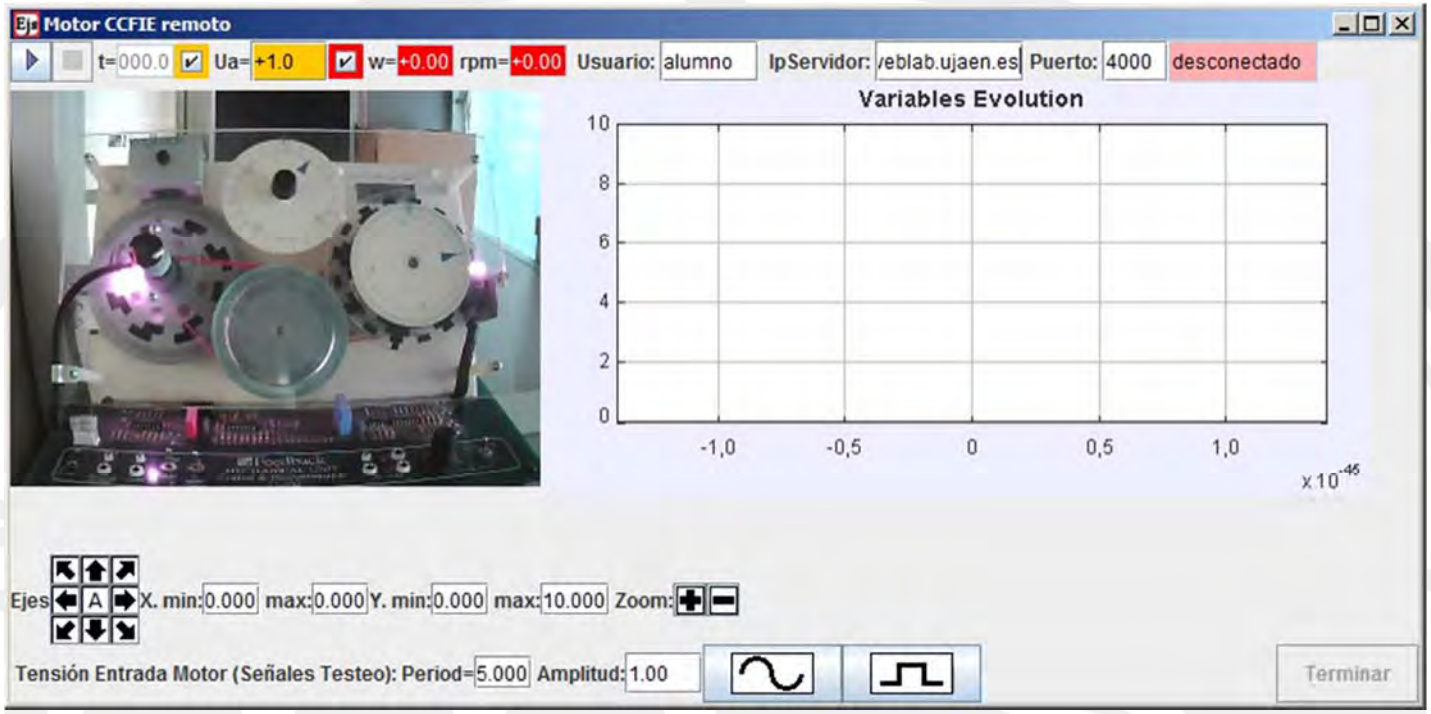
WebLabs SCORM remotos

weblab.UJAEN.es



4. Resultados Obtenidos.

Laboratorios Remotos: weblab.UJAEN.es



5. Publicaciones.

Publicaciones en Revistas directamente relacionadas

[1] Ruano Ruano, I.; Gámez García, J.; Gómez Ortega, J. "**Laboratorio Web SCORM de Control PID con Integración Avanzada**". Revista Iberoamericana de Automática e Informática industrial-RIAI-ISSN 1697-7912 Aceptado-Pendiente de publicación (Ref. RIAI-D-15-00066R2). JCR(2015): 0,475

[3] Ruano-Ruano, I., Gamez-Garcia, J., Bencomo, S. D., & Gomez Ortega, J. "**A methodology to Obtain Learning Effective Laboratories with Learning Managament System Integration**". IEEE Transaction on Learning Technologies. Aceptado (Minor revision). JCR(2015): 1,129

[2] Ruano-Ruano, I.; Cano-Marchal, P.; Gámez-García, J.; Gomez-Ortega, J. **"Advanced LMS Integration of SCORM Web Laboratories"**. IEEE Access. Aceptado doi 10.1109/ACCESS.2016.2587805. JCR(2015): 1,249

Otras Publicaciones en Revistas

[1] Garcia-Cabrera, L.G.; Ruano-Ruano, I.; Balsas-Almagro, J.R. "**A B-Learning Methodology Case for Faculty at High Education**". Journal of Cases on Information Technology. Vol.15, Issue 1, 2013, P.19–35. doi: 10.4018/jcit.2013010102. Acceso Web

[2] Garcia-Cabrera, L.G.; Ortega-Tudela, J.M.; Peña-Hita, M.A.; Ruano-Ruano, I.; Ortiz Colón, A.M. (2010, October). "**La calidad en la docencia virtual: la importancia de la guía de estudio**". Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación. Nº37, P.77-92. 2. http://www.sav.us.es/pixelbit/pixelbit/articulos/n37/7.pdf. ISSN: 1133-848

[3] Ruano Ruano, I., Galán S.; García, S.; Viciana, R. (2006, Febrero). "**IP network authentication software across closed ports**". WSEAS Transactions on Computers. Issue 2, Volume 5, February 2006 ISSN 1109-2750 (pp. 417-46).

5. Publicaciones.

Publicaciones en Congresos directamente relacionadas

[1] Ruano-Ruano, I.; Gámez-García, J.; Gomez-Ortega, J. "**Modos de integración de laboratorios online en sistemas de gestión de aprendizaje**". XXXVII Jornadas de Automática 2016, JA2016 — Madrid (España), September 7-9, 2016.

[2] Ruano-Ruano, I.; Cano-Marchal, P.; Gámez-García, J.; Gomez-Ortega, J. "**PID Control WebLab with LMS Integration Using SCORM**". IFAC Workshop on Internet Based Control Education IBCE15 — Brescia (Italy), November 4-6, 2015. IFAC-PapersOnLine Vol.48, Issue 29, 2015, P.301–306. doi: 10.1016/j.ifacol.2015.11.252 Disponible online: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405896315025100.

[3] Ruano-Ruano, I., Gamez-Garcia, J., Bencomo, S. D., & Gomez Ortega, J. (2014, October). "**A SCORM based package model for WebLabs**". In Frontiers in Education Conference (FIE), 2014 IEEE (pp. 47-50). IEEE. Madrid, España. ISBN: 978-1-4799-3921-3. Acceso Web

[4] Ruano Ruano, I., Garcia Gamez, J., & Gomez Ortega, J. (2014, October). "**Building SCORM embedded WebLabs with LMS interaction**". In Frontiers in Education Conference (FIE), 2014 IEEE (pp. 43-46). IEEE. Madrid, España. ISBN: 978-1-4799-3921-3. Acceso Web

[5] Ruano-Ruano, I., Gómez-Ortega, J., Gámez-García, J., & Estevez-Estevez, E. (2013, October). "**Integration of Online Laboratories-LMS via SCORM**". In Systems, Man, and Cybernetics (SMC), 2013 IEEE International Conference on (pp. 3163-3167). IEEE. Manchester, Reino Unido. Acceso Web

[6] Ruano-Ruano, I., Gómez-Ortega, J., Gámez-García, J., & Estevez-Estevez, E. (2013, Septiembre). "**Herramienta basada en SCORM para la integración automática de Laboratorios Online en LMS**" XXXIV Jornadas de Automática, 2013. Tarrasa, Barcelona, España. Acceso Web

5. Publicaciones. Otras Publicaciones en Congresos Internacionales

[1] Garcia-Cabrera, L.G.; Balsas-Almagro, J.R.; Ruano-Ruano, I. (2014, October). "**A Higher Education Social Network to Share and Promote Teaching Innovation Experiences**". In Frontiers in Education Conference (FIE), 2014 IEEE (pp. 1934-1941). IEEE. Madrid, España. ISBN: 978-1-4799-3921-3

[2] Garcia-Cabrera, L.G.; Balsas-Almagro, J.R.; Ruano-Ruano, I. (2013, October). "**Lifelong Learning to Academic Staff by means of Blended Learning & Tailor-Made Courses**". 6th International GUIDE Conference, 2013. Atenas, Grecia.

[3] Garcia-Cabrera, L.G.; Balsas-Almagro, J.R.; Ruano-Ruano, I. (2013, Agosto). "**A B-Learning tailor-made course on ILIAS advanced resources for faculty**". 12th International ILIAS conference, 2013 Múnich, Alemania

[4] Balsas-Almagro, J.R.; Ruano-Ruano, I.; Garcia-Cabrera, L.G. (2013, Junio). "**A proposal for enhancing teaching innovation through collaboration networks on internet**". International Conference on Education and New Developments, END 2013. Lisboa, Portugal. ISBN: 978-989-97866-5-3. pp.150-154.

[5] Garcia-Cabrera, L.G.; Ruano-Ruano, I.; Balsas-Almagro, J.R. (2012, Septiembre). "**Curso de formación para profesorado universitario en modalidad de b-learning sobre manejo avanzado de un entorno LMS**". I Jornadas Internacionales de Innovación Docente Universitaria en entornos de aprendizaje enriquecidos. UNED. ISBN: 84-695-8245-3. Madrid, España. pp.306-308

[6] Garcia-Cabrera, L.G.; Ortega-Tudela, J.M.; Balsas-Almagro, J.R.; Ruano-Ruano, I.; Peña-Hita, M.A.; Cuevas-Martínez, J.C. (2012, Junio). "**New Assessment Tools in Learning Management Systems**". International 2nd Conference Edition The Future of Education. Florencia, Italia. ISBN 978-88-7647-809-3. pp.182-187.

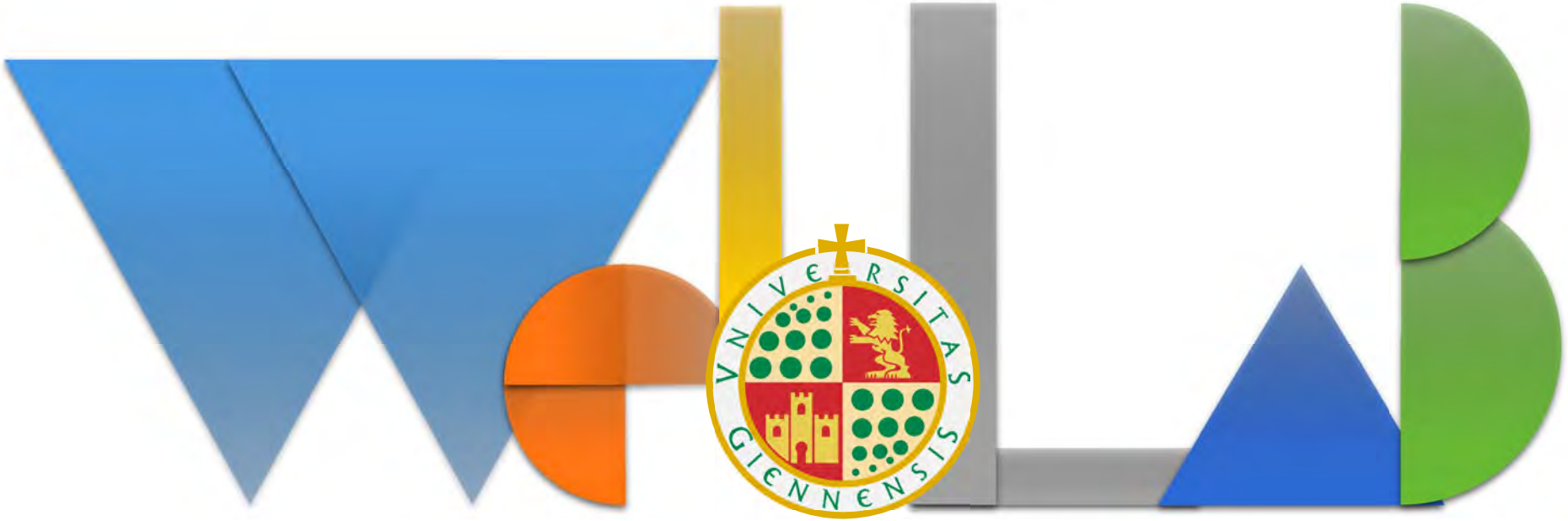
[7] Balsas-Almagro, J.R.; Ruano-Ruano, I.; Garcia-Cabrera, L.G. (2012, febrero). "**Análisis de Evaluación Inicial de Asignaturas Virtuales**". III Jornadas Internacionales de Campus Virtuales. Oviedo, España. ISBN: 978-84-8317-902-4.

[8] Ruano-Ruano, I.; Balsas-Almagro, J.R.; Garcia-Cabrera, L.G.; Cuevas-Martínez, J.C.; Ortega-Tudela, J.M.; Peña-Hita, M.A. (2011, Julio). "**Estudio y parametrización de pruebas de evaluación para su implementación en docencia virtual**". I Congreso Internacional de Innovación Docente, CIID 2011. Cartagena (Murcia), España.

[9] Ruano-Ruano, I.; Balsas-Almagro, J.R.; Garcia-Cabrera, L.G.; Cuevas-Martínez, J.C. ; Peña-Hita, M.A.; Ortega-Tudela, J.M. (2011, Septiembre). "**Nuevas pruebas de evaluación en plataformas de docencia virtual para la educación universitaria**". I Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad CINAIC 2011. UPM. Madrid, España.

[10] López-López, L.; Andrés-Romero, M.P.; Ruano-Ruano, I.; Balsas-Almagro, J.R.; Martín-Rodríguez, O.; Garcia-Cabrera, L.G. (2011, Junio). "**A proposal on e-learning quality assessment in higher education initiative of Andalusian virtual campus**". International Conference The Future of Education. Florencia, Italia.

GRACIAS POR SU ATENCIÓN



¿ALGUNA PREGUNTA?

ANEXO 24	
Título	Comunicación “Modos de integración de Laboratorios Online en Sistemas de Gestión de Aprendizaje” a presentar en las XXXVII Jornadas de Automática, JA2016, (Madrid, España).

MODOS DE INTEGRACIÓN DE LABORATORIOS ONLINE EN SISTEMAS DE GESTIÓN DE APRENDIZAJE

Ildefonso Ruano Ruano
alonso@ujaen.es
Javier Gámez García
jggarcia@ujaen.es
Juan Gómez Ortega
juango@ujaen.es

Resumen

El trabajo práctico que se desarrolla en los diferentes tipos de laboratorios es esencial para la obtención de una formación completa en los estudios de ingeniería. La aplicación de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en la educación ha traído consigo muchos cambios en la forma de impartir la docencia, se puede decir que el mayor exponente de estos cambios lo constituye el uso de los Sistemas de Gestión de Aprendizaje, más conocido por LMSs o Learning Management System, en inglés. Estos cambios también se han visto reflejados en las prácticas de laboratorio con el uso de los laboratorios online. Este trabajo analiza las posibilidades de integración que pueden darse entre los laboratorios online y los LMSs, establece una clasificación de modos de integración, indica los estándares más utilizados para lograr esta integración cuando el modo así lo requiere y las características que presentan incidiendo en los beneficios que se pueden obtener en cada uno de los modos. También se muestra el modelo seguido en la Universidad de Jaén que ha sido aplicado en asignaturas de Grados de Ingeniería Industrial, Ingeniería Telemática e Ingeniería de Telecomunicaciones.

Palabras Clave: Educación, Laboratorios online, Sistemas de Gestión de Aprendizaje.

1 INTRODUCCIÓN

La importancia del trabajo práctico en la formación universitaria de los estudiantes de ingeniería es un hecho indiscutible que viene contemplado en todos los planes de estudio [9] [10]. Tradicionalmente, este tipo de formación se ha realizado en sesiones presenciales que se realizan en espacios diseñados especialmente para ello (laboratorios) o en entornos reales (visitas a centros especializados o trabajos de campo en exterior). En cualquiera de estas modalidades, la formación práctica suele requerir un coste importante. Cuando se trata de un laboratorio docente es necesario reservar en exclusiva una dependencia, un coste inicial de recursos muy importante y de mantenimiento de los mismos, el cual suele incluir a personal especializado. Cuando se trata de trabajo en entornos reales también se tiene un coste importante, al menos el asociado a los medios de transporte y personal de apoyo. La formación práctica tradicional presenta, además, bastante restricciones en los dominios espacio-temporales; este tipo de trabajo práctico requiere estar en un sitio y momento determinado. Por estos motivos no es de extrañar que se aplicaran las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) a los laboratorios tratando de solventar estos problemas. De este modo surgieron los laboratorios online, que permiten el acceso de los estudiantes a trabajos prácticos a través de Internet eliminando las restricciones espacio-temporales y reducir el coste de desarrollo y mantenimiento de los mismos. Además presentan otra serie de ventajas como son facilitar el uso compartido entre distintas instituciones, ofrecer mayor seguridad a los usuarios y extender el uso de recursos escasos. Cuando los estudiantes trabajan con sistemas reales remotos a través de Internet se dice que se tiene un laboratorio remoto (RL o *Remote Lab* en inglés) mientras que cuando el estudiante trabaja con una simulación de un sistema real a través de Internet se dice que se trata de un laboratorio virtual (VL o *Virtual Lab* en inglés). Finalmente, cuando en un mismo laboratorio se trabaja con recursos reales y simulados se dice que es un laboratorio híbrido. En cualquiera de sus modalidades los laboratorios online o VRL (*Virtual/Remote Lab*) [25] pueden considerarse como contenidos de enseñanza electrónica a través de Internet, más conocido como *e-learning*.

Sin embargo, hoy en día el mayor exponente de la aplicación de las TIC en la educación superior viene dado por el uso de los Sistemas de Gestión de Aprendizaje, *Learning Management System* en inglés, más conocido por las siglas LMS [24]. No existe ninguna organización universitaria que no haga uso de un LMS. Los LMSs pueden servir como apoyo para impartir docencia la docencia presencial,

para impartir docencia totalmente virtual a través de Internet (*e-learning*) o en forma mixta (en inglés *blended learning* o *b-learning*) [20].

Era lógico que se produjera una convergencia entre los laboratorios online y los LMS, esta idea ya fue introducida por algunos autores [15] y desarrollada de múltiples formas [6], [23], [33], [18]. En este artículo se analiza esta integración, se identifican los distintos modos en los que se puede encontrar, se exponen las posibilidades técnicas de implementar cada modo, las ventajas e inconvenientes que presenta cada uno de ellos y finalmente se explica como los autores de este trabajo están realizando los laboratorios online en la Universidad de Jaén (UJA) como ejemplo de implementación de uno de los modos de integración mostrados.

El resto del trabajo está estructurado de la siguiente forma: en el apartado 2 se tratan los LMSs mostrando las ventajas y características que suelen presentar. El apartado 3 presenta un breve estado del arte de la integración de laboratorios on-line en los LMSs. El apartado 4 muestra una clasificación de los niveles de integración Lab-LMS que pueden darse analizando las ventajas que se obtienen en cada uno de ellos y contrasta modelos de integración basados en estándares que se han usado o se pueden usar para facilitar la integración Lab-LMS mientras que en el apartado 5 se presenta con más detalle un modelo de integración basado en los estándares SCORM (*Shared Content Object Reference*) [5], seguido en la UJA. Para finalizar, en el apartado 6 se muestran las conclusiones que se han obtenido de este trabajo.

2 LMS: SISTEMAS DE GESTIÓN DE APRENDIZAJE

Trend es una herramienta de la empresa Google que permite representar la frecuencia con la que se ha buscado un término en Internet en porcentaje (considerando 100% el momento en el que la frecuencia de la búsqueda fue mayor). La figura 1 muestra los resultados obtenidos para el término LMS, estos datos confirman que los Sistemas de Gestión de Aprendizaje están en auge y en su mayor nivel de interés. Recientes estudios confirman esta idea y añaden que el ámbito de la integración Lab-LMS también es un asunto en auge [17].

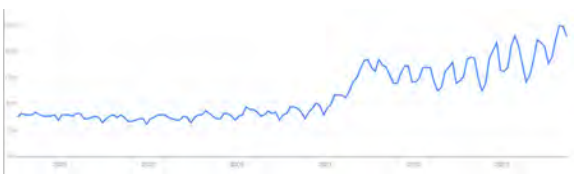


Figura 1: Resultado global de la tendencia de búsqueda del termino LMS en Internet.

Existen muchos LMS, más de 340 [7], atendiendo al desarrollo y propiedad del software asociado se pueden establecer tres tipos de LMS: comerciales (Blackboard, Edoceo, Desire2learn, etc.), de software libre (Moodle, ILIAS, Dokeos, Sakai, etc.) y de desarrollo propio (Ágora virtual, EducaLab, Virtaula, etc.). Los más utilizados en las universidades de España son los de software libre, y especialmente Moodle, implantado en más de 35 universidades [27].

Un LMS es una herramienta esencial en la educación universitaria una vez realizada la identificación de un usuario, la cual puede realizarse de forma federada, puede proporcionar las siguientes ventajas:

- Ofrecen bajo un mismo entorno web espacios virtuales que permiten integrar la oferta educativa de los organismos de educación superior.
- Permiten ampliar la oferta educativa y diversificarla.
- Ofrece posibilidades de intercambio y exposición de contenidos docentes.
- Permiten establecer secuencias de aprendizaje.
- Ofrece posibilidades de comunicación y colaboración entre usuarios.
- Ofrece posibilidades de evaluación a los usuarios.
- Permiten realizar el seguimiento del trabajo realizado por los usuarios.
- Ofrecen soporte multilenguaje.

Para ello suelen ofrecer los siguientes recursos y servicios:

- Espacio Virtual personalizado, con posibilidad de almacenamiento online de contenidos privados y logros obtenidos (informes, *badges*, etc.).
- Gestión de usuarios, incluyendo su pertenencia a grupos y permisos sobre los recursos.
- Recursos de aprendizaje en diferentes formatos (propios, pdf, docx, etc.) como pueden ser módulos de teoría.
- Herramientas de comunicación como foros, chats, sesiones de videoconferencia, etc.
- Herramientas de creación de contenidos con posibilidad de permitir trabajo colaborativo como páginas web, wikis, módulos, blogs, portafolios, documentos en distintos formatos, etc.
- Herramientas de recogida de opiniones de usuarios como encuestas y/o votaciones.
- Herramientas de evaluación de usuarios como tests, tareas y trabajos on-line así como de la gestión de los mismos, los resultados y las comunicaciones a los alumnos.
- Sistema de seguimiento del progreso de aprendizaje de los usuarios basados en números de accesos, tiempo de trabajo,

competencias, objetivos y superación de eventos.

Unas de las características más valoradas en los LMS son la estandarización y la interactividad, las cuales permiten reutilizar contenidos en distintos sistemas y el intercambio de información entre un LMS y otro sistema. Estas propiedades son muy importantes a la hora de considerar la integración de un LMS con un laboratorio online ya que permiten ampliar las posibilidades de llevarlo a cabo. En este sentido conviene destacar que existen múltiples estándares relacionados con el *e-learning*, esta estandarización no se ha centrado sólo en la organización y descripción de los contenidos (resuelven el problema de la interoperabilidad y portabilidad) sino también en aspectos dinámicos que permiten describir procesos educativos complejos que permitan crear aplicaciones más complejas, por ejemplo que sean colaborativas o estén basadas en competencias. En [19] se muestran diferentes categorías que pueden ser objeto de una estandarización: Accesibilidad, Arquitectura, Calidad, Competencias, Contenidos y Evaluación, Derechos digitales, Información del alumno, Interactividad, Metadatos, Vocabulario y Lenguajes, Proceso de Aprendizaje y Repositorios. Los estándares más estrechamente relacionados con la integración Lab-LMS son los catalogados como "Contenidos y Evaluación" e "Interactividad". Ejemplos de los primeros son la sub-especificación SCORM CAM (*Content Aggregation Model*) [2] o IMS QTI (*Instructional Management System, Question and Test Interoperability*) [21], tratan patrones de creación de contenidos con posibilidad de empaquetado y su evaluación, y como ejemplos de los segundos están la sub-especificación SCORM RTE (*Run Time Environment*) [3], LTI (*Learning Tool interoperability*) [22] o xAPI (*Experience API*, también conocido como Tin Can API o TCAPI) [34], que tratan el intercambio de información entre recursos de aprendizaje y LMS durante la ejecución de los mismos.

3 ESTADO DEL ARTE

Los primeros trabajos científicos que trataron el tema de los laboratorios online fueron investigaciones pioneras que se desarrollaron centrándose más en los problemas técnicos particulares que requería la puesta en marcha de los mismos. Estos laboratorios se ejecutaban de forma totalmente independiente a los LMS. Varios autores apuntaron la idea de diseñar laboratorios online sin olvidar aspectos pedagógicos, pensando en la efectividad del aprendizaje [11], y otros señalaron la posibilidad de cerrar el hueco que había entre los laboratorios online y los LMS [15]. El primer acercamiento se produjo cuando empezaron a desarrollarse redes de laboratorios online que utilizaban plataformas Web especializadas (por ejemplo eMersion [14]) que permitían el acceso y compartición entre distintos centros y organismos (proyecto AutomatLabs [39], proyecto RCL [16], proyecto Lila [12], proyecto iLab [40], DeustoLabs [13]). La mayoría de estas plataformas permiten la compartición de laboratorios remotos (algunos también virtuales) mediante una determinada tecnología como pueden ser los Web Services para conectarse a los equipos remotos que realizan el control directo de los recursos reales, sin embargo operaban de forma paralela a los LMS institucionales sin la posibilidad de aprovechar las ventajas pedagógicas que esto supone y, por lo tanto, sin permitir interacciones entre el laboratorio y el LMS. Algunas de estas redes de laboratorios online evolucionaron para integrarse con LMSs (por ejemplo, a partir de AutomatLabs surgió UNILabs). Posteriormente, siguiendo esta línea de trabajo se han realizado múltiples trabajos aportando diferentes soluciones [1] [35]. La integración Lab-LMS se ha acometido siguiendo ideas tan variadas como la de usar los LMS como simples contenedores de los laboratorios online, pero sin establecer comunicaciones entre el software del laboratorio y el LMS en el que estaban alojados. Una segunda evolución en la integración Lab-LMS se dio cuando se empezaron a desarrollar laboratorios que eran capaces de comunicarse con el LMS, en este sentido se han realizado propuestas basadas en el desarrollo de software específico para la adaptación de los laboratorios en un determinado LMS [8] [38] y otras basadas en el uso de estándares que permiten la reutilización del laboratorio en los LMS compatibles [33]. Esta última posibilidad puede implementarse de dos formas diferentes que se diferencian en la ubicación del laboratorio; alojado en el mismo LMS [29] o ejecutándose de forma totalmente independiente al LMS aunque utilizando estándares de comunicación con el LMS que permiten su integración en el mismo [26]. En [37] se propone LaaS (*Laboratory as a Service*), un modelo de desarrollo de laboratorios remotos como componentes modulares con capacidad de interactuar con sistemas remotos, lo cual permite tanto la comunicación con el recurso remoto como su integración con LMSs.

4 INTEGRACIÓN LAB-LMS

La integración Lab–LMS puede proporcionar diferentes beneficios dependiendo del modo en que ésta se produzca. Antes de analizar los modos de integración y beneficios que se pueden obtener es importante tener en cuenta las siguientes ideas:

a) Un LMS es el elemento tecnológico central de la vida docente universitaria, en él los alumnos encuentran los recursos y herramientas necesarias para realizar sus tareas estudiantiles y los profesores y tutores sus labores docentes.

b) Un laboratorio online implica la existencia de una aplicación o software de laboratorio que a partir de este momento se va a llamar VRL. El VRL debe presentar siempre una interfaz gráfica de usuario (GUI en inglés) a través de la cual el usuario interactúa con un sistema real, en caso de tratarse de un VL, o con una simulación que debe estar incluida en el mismo, en caso de tratarse de un VL (si fuera un laboratorio híbrido la GUI se usaría para interactuar con un sistema real y una simulación simultáneamente).

c) El VRL es un contenido de aprendizaje que, desde el punto de vista pedagógico, no debe presentarse de forma aislada a los alumnos. Al VRL le deben acompañar otros recursos que lo apoyen y sirvan para mejorar la efectividad del aprendizaje que se pretende obtener, sólo por señalar algunos se puede mencionar los siguientes: Lista de requisitos técnicos para ejecutar el VRL, Manual de uso del VRL, Información sobre el laboratorio online y los objetivos y/o competencias que se pretenden obtener, Contenidos teóricos de la materia relacionada, Guiones de las prácticas que deben realizarse, Pruebas de evaluación, …

Se ha establecido una clasificación de modos de integración de un VRL con un LMS. La tabla 1 muestra un resumen de las principales características que presentan cada uno de los modos. El modo 0 equivale a un modo sin integración y según aumenta el número aumenta el grado desde un nivel de integración mínima (1) a superior que puede establecerse de 3 modos diferentes (3, 4 o 5).

0. No integración. El LMS y el VRL no establecen ninguna relación, ni siquiera de enlace de uno al otro ni por supuesto con ningún otro contenido del LMS. No existe ningún beneficio al no existir ningún tipo de integración.
1. VRL enlazado en LMS sin comunicaciones. En el espacio virtual de la asignatura o materia de la que forma parte el VRL, que está en el LMS, existe un enlace al VRL, el cual se encuentra ubicado en otro servidor. Esta integración es mínima, el único beneficio que se aporta es la facilidad de encontrar el VRL a través del LMS, que es un elemento habitual de uso.
2. LMS como contenedor del VRL. El VRL se encuentra ubicado en el LMS, en el espacio virtual de la asignatura o materia junto al resto de recursos de la misma. Esta integración es algo mayor, el beneficio está claro, por un lado se asegura que la ejecución del VRL sólo se produce por usuarios identificados por el LMS. Por otro lado el alumno encuentra todos los recursos en el mismo entorno sin necesidad de acceder a otras direcciones en Internet. Además, si el LMS lo permite, algo que suele ser habitual, se pueden establecer secuencias o caminos de aprendizaje para controlar el acceso al VRL basado en la superación de otro u otros recursos (control de secuencia Pre-VRL). Un ejemplo de este tipo de integración es el que se da cuando se incrusta un VRL como parte de contenido SCORM pero sin utilizar la sub-especificación RTE para establecer comunicaciones con el LMS que lo aloja.

La figura 2 muestra esquemas de los tres primeros modos de integración (modos 0 a 2).

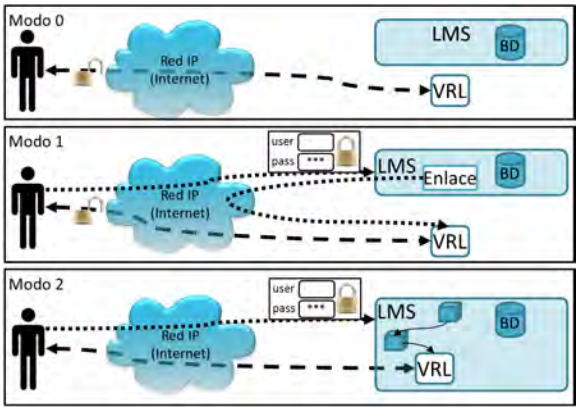


Figura 2. Esquemas de modos de integración 0 a 2.

3. LMS como contenedor del VRL que interacciona con el LMS mediante un

Integración	Modo	Ubicación	Comunicación con LMS	Recursos Asociados		Identificación	Portabilidad	Personalizar
				Pre-VRL	Post-VRL			
Nula	0	Ext	No	No	No	No	Sí	No
Mínima	1	Ext. (enlace)	No	No	No	No[1]	No	No
Media	2	LMS	No	Posible	No	LMS	No	No
Superior	3	LMS	Estándar	Posible	Posible	LMS	Posible	Posible
	4	LMS	Propia	Posible	Posible	LMS	No[2]	Posible
	5	Ext. y LMS[3]	Estándar	Posible[3]	Posible[3]	VRL-LMS	Posible	Posible

Tabla 1: Modos de Integración Lab-LMS y características de cada uno.

[1] *Aunque el enlace se encuentre únicamente en el LMS no se puede asegurar el control de acceso al VRL.*

[2] *Cuando se hace uso de estándares la portabilidad entre LMSs compatibles está asegurada, al usar desarrollos propios no.*

[3] *Si el LMS implementa un recurso para el estándar y permite establecer control de acceso con otros recursos asociados.*

estándar de comunicaciones. Este caso es el mismo que el anterior pero se ha añadido la posibilidad de que el VRL y el LMS se comuniquen. Si el LMS transmite la identificación del alumno al VRL, le permitiría realizar un aprendizaje adaptado al mismo y, una vez que el alumno termine de trabajar realizando los experimentos, comunicar la calificación y su resultado al LMS. De este modo se podría usar este resultado en el LMS para controlar el acceso a otros recursos asociados incluidos en el LMS (control de acceso a recursos asociados Post-VRL). Al usarse estándares de comunicación se podría exportar el VRL para poder usarse en otros LMS que soporten el mismo estándar. Un ejemplo de este tipo de integración es el que se da cuando se incrusta un VRL como parte de contenido SCORM que utiliza la sub-especificación RTE para establecer comunicaciones con el LMS que lo aloja, en este caso la comunicación está limitada al intercambio de información que pertenezcan al modelo de datos RTE de SCORM. También se podría realizar utilizando el estándar xAPI, aunque en este caso es necesario que se utilice un LRS (*Learning Record Store*) que puede estar implementado en el mismo LMS para que se haga cargo del almacenamiento de los registros de la actividad de aprendizaje generados por el VRL y establecer un "vocabulario" que permita definir los datos que se quieren intercambiar entre el VRL y el LMS.

4. LMS como contenedor del VRL que interacciona con el LMS mediante el desarrollo de una extensión del LMS. Este modo sería muy similar al anterior salvo que en vez de usar un estándar para establecer las comunicaciones VRL-LMS se usaría una extensión que se debe añadir al LMS para que sea capaz de comunicarse con los VRL que sean creados de un modo específico. Presenta el problema de que los VRL sólo pueden ser reutilizado en otros LMSs que sean del mismo tipo y se les haya instalado la misma extensión.
5. VRL externo al LMS que interacciona con el LMS mediante un estándar de comunicaciones. En este modo el LMS se ejecuta de forma totalmente externa al LMS, puede hacerlo en cualquier dispositivo para el que se haya programado el VRL (móvil, Tablet, PC, etc.). El VRL debe recoger las credenciales del usuario y usar un estándar de comunicaciones que soporte el LMS (la identificación podría realizarla el LMS con las credenciales transmitidas el VRL), habrá que configurar en el LMS un objeto relacionado con el estándar en el que se configurará los parámetros de la comunicación que se va a realizar con el VRL. Entre estos parámetros es necesario utilizar un "vocabulario" que permita la comunicación VRL-LMS. Si el LMS lo permite, este objeto podría relacionarse con los otros objetos relacionados con el VRL que hay en el LMS estableciendo secuencias de aprendizaje Pre-VRL y Post-VRL. Además, el VRL sería reutilizable en todos los LMS que cumplieran el estándar utilizado por el VRL. Al igual que los modos 3 y 4 podría permitir un aprendizaje personalizado. Un ejemplo de este tipo de integración es el que se da cuando se tiene un VRL que utiliza el estándar LTI para establecer comunicaciones con el LMS que lo aloja. También se podría utilizar el estándar xAPI que se comentó en el modo 3, ya que no es necesario que el contenido se encuentre en el mismo LMS.

La figura 3 muestra esquemas de los modos de integración 3 a 5.

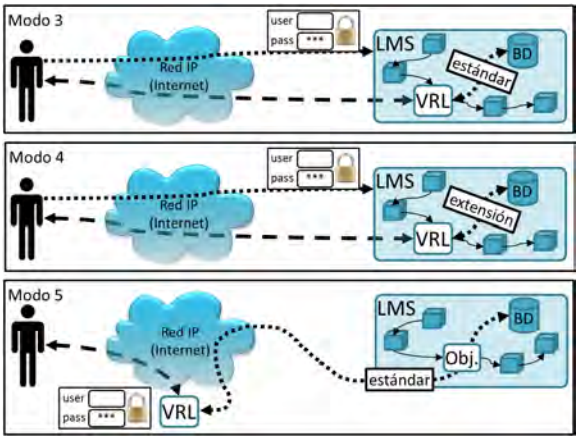


Figura 3. Esquemas de modos de integración 3 a 5.

La personalización del aprendizaje o funcionamiento adaptado al estudiante que pueden ofrecer los VRL en los modos 3 a 5 debe programarse en el propio VRL. Cuando esta personalización se quiera reflejar en el LMS deberá tenerse en cuenta el vocabulario que tenga en cada caso particular, el cual puede depender del estándar o extensión utilizada. Entre las opciones de personalización que se podrían dar estarían las siguientes:

- Personalización de los experimentos a realizar, cada alumno realizaría un experimento diferente en función de su identificación.
- Posibilidad de almacenar notas personales y/o resultados del trabajo realizado en el

LMS para su recuperación en ejecuciones futuras.

- Posibilidad de personalizar el funcionamiento del VRL, por ejemplo permitir la selección de lenguaje, rapidez de ejecución, volumen, aparición de subtítulos y de almacenar estas preferencias en el LMS para ejecuciones posteriores.
- Posibilidad de personalizar la evaluación de las prácticas y almacenar dichos valores en el LMS. No existe ninguna definición oficial de lo que es una integración avanzada entre un laboratorio online y un LMS, pero se puede decir que ésta se produce cuando existe una comunicación entre ambos que permite cumplir al menos esta propiedad.

Todas ellas son características deseables desde un punto de vista pedagógico ya que permiten elaborar contenidos docentes de mayor calidad.

5 INTEGRACIÓN LAB-LMS CON SCORM EN LA UJA

En la UJA, tras la experiencia obtenida, los autores de este trabajo han elaborado una metodología que se está utilizando actualmente para crear los laboratorios online [30]. Esta metodología parte de los objetivos docentes que se quieren conseguir y acaba con la obtención de un laboratorio online integrado en LMS y efectivo desde el punto de vista del aprendizaje del alumno. La metodología es genérica y aunque propone que exista una integración Lab-LMS no obliga a realizarse por ningún modo en especial. SCORM es el estándar elegido como soporte de laboratorios online integrados en modo 3 con ILIAS, el LMS institucional. Estos laboratorios se están presentando a alumnos de grados de Ingeniería Industrial, Ingeniería Telemática e Ingeniería de Telecomunicación en las Escuela Politécnica Superior de Jaén y la Escuela Politécnica Superior de Linares.

El conjunto de estándares SCORM incluye 3 sub-especificaciones que son utilizados para la definición de contenidos de *e-learning*. Hoy en día, y a pesar del tiempo que ha pasado desde su publicación, continúa siendo el estándar específico de creación de contenidos de *e-learning* más extendido y soportado por los LMS del mercado. La sub-especificación CAM [2] permite definir una estructura de contenidos de aprendizaje basado en páginas Web y los elementos incluidos en dichas páginas, los cuales se empaquetan en un fichero de formato ZIP llamado paquete SCORM. La sub-especificación SN (*Sequencing and Navigation*) [4] permite establecer la forma en la que se puede navegar entre los objetos y recursos incluidos en el paquete SCORM. Finalmente la sub-especificación RTE [3] define la forma en que el LMS debe ofrecer los contenidos del paquete SCORM y la forma de comunicación que se puede establecer entre los contenidos incluidos en el paquete SCORM y el LMS basado en un modelo de datos predefinido (modelo de datos RTE).

Las 3 sub-especificaciones son utilizadas para definir un paquete SCORM que está formado por una serie de páginas Web. En una de esas páginas está incrustado el VRL junto a una serie de recursos relacionados con los que puede establecer relaciones. En el apartado 4 (Integración Lab-LMS), antes de enumerar los beneficios que aporta esta integración, ya se comentó la idea de presentar el VRL junto a otros elementos que se ha demostrado que pueden aumentar la efectividad del aprendizaje en el VRL cuando se usan de forma conjunta. El formato SCORM permite que estos recursos asociados al VRL, o un subconjunto de los mismos los que decida el diseñador de la experiencia docente, se incluya en el mismo paquete SCORM en el que se incluye el VRL (en la misma página o en otra). De este modo se puede crear una estructura, a la que llamaremos WebLab a partir de ahora, que incluye algo más que el VRL. Esto no significa que no se puedan usar otros recursos pre-WebLab (por ejemplo un test de evaluación inicial y un documento de requisitos técnicos para ejecutar el laboratorio), Post-WebLab (por ejemplo una encuesta para conocer la opinión del alumnado tras ejecutar el laboratorio o un vídeo con la solución correcta a la ejecución del laboratorio) o que se usen mientras utilice el WebLab (por ejemplo un foro para resolución de dudas) que estén implementados en el LMS con sus formatos correspondientes.

SCORM no es un formato muy amigable ni fácil de usar, sobre todo si no se tiene experiencia. Por ello en la UJA se han creado varios modelos de paquetes SCORM que sirven como plantillas para la creación de futuros WebLabs [32] y se han creado una serie de herramientas que facilitan la comunicación entre SCORM y el LMS [31]. La plantilla SCORM de la UJA más utilizada está formada por 4 páginas en las que se aconseja que se incluyan los siguientes recursos:

- Página 1. Información genérica del Laboratorio que trata de definir y enmarcar la experiencia práctica para que los estudiantes entiendan para que sirve, como lo van a realizar y que se van a encontrar.
- Página 2. Contenidos teóricos específicos del VRL y los experimentos que van a realizar posteriormente, incluye recordatorio de la teoría y extensiones de la explicada en clases de teoría más relacionada con los experimentos. Prueba de evaluación para comprobar que el estudiantes posee unos conocimientos mínimos antes de acceder al VRL.
- Página 3. Guiones de prácticas que explican los experimentos a realizar y el propio VRL.

- Página 4. Prueba de evaluación de competencias/objetivos conseguidos por el alumno tras la ejecución del VRL.

Los primeros WebLabs desarrollados en la UJA utilizaron VRL desarrollados en Java con la herramienta EJS (*Easy Java Simulations*). Para facilitar la comunicación desde el código Java del VRL hasta el LMS se creó un paquete Java que simplificaba enormemente estas transmisiones en ambos sentidos usando el estándar SCORM. Las herramientas que se han creado para facilitar la comunicación SCORM-LMS. Hoy en día se usa EJsS (Easy Java-JavaScript Simulations) para crear VRL en lenguaje JavaScript y por ello se ha creado una librería JavaScript que facilita las comunicaciones VRL-LMS. Estas comunicaciones son las que hacen que los WebLabs desarrollados en la UJA consigan una integración avanzada, permitiendo realizar aprendizajes adaptados al estudiante. La figura 4 muestra un ejemplo simplificado del esquema del modo de integración utilizado en la UJA con el estándar SCORM.

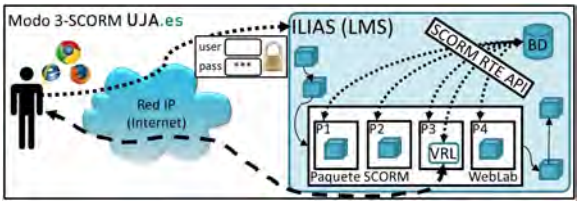


Figura 4. Ejemplo de modo de integración 3 UJA.

6 CONCLUSIONES

En este trabajo se ha mostrado un análisis de los modos de integración Laboratorio online-LMS y las ventajas e inconvenientes que se pueden obtener con cada uno de ellos. Cuando la integración es avanzada es posible la comunicación entre el VRL y el LMS, esto permite que el programador de VRL pueda crear experimentos adaptados a los estudiantes y con un aprendizaje más efectivo. Existen tres modos de conseguir la integración avanzada, aunque algunos presentan más problemas que otros. Se ha mostrado el modo elegido por la UJA, basado en alojar el VRL en el propio LMS y conseguir la comunicación mediante el uso de los estándares SCORM y herramientas que han sido desarrolladas por los mismos autores. Un reto que se presenta en el futuro es la estandarización de un vocabulario común para permitir que distintos estándares y desarrollos específicos puedan ser compatibles a la hora de realizar la comunicación VRL-LMS

Agradecimientos

Este trabajo ha sido parcialmente subvencionado por los proyectos DPI2011-27284, PID30-2014-16 y PI10-AGR-6616.

Referencias

[1] Abdellaoui N., Gravier C., Belmekki B., and Fayolle J., “Towards the loose coupling between LMS and Remote Laboratories in online engineering education,” in IEEE EDUCON 2010 Conference, 2010, pp. 1935–1940.

[2] Advanced Distributed Learning (ADL), “Content Aggregation Model (CAM) SCORM 2004 4th Ed. v1.1,” 2009.

[3] Advanced Distributed Learning (ADL), “Run-Time Environment (RTE) SCORM 2004 4th Ed. v1.1,” 2009.

[4] Advanced Distributed Learning (ADL), “Sequencing and Navigation (SN) SCORM 2004 4th Ed. v1.1,” 2009.

[5] Advanced Distributed Learning Initiative (ADL). SCORM 2004 4th Ed., 2009. Consultado (19/06/2016): http://www.adlnet.gov/scorm

[6] Bochicchio M. A. and Longo A., “Extending LMS with collaborative remote lab features,” Proc. - 10th IEEE Int. Conf. Adv. Learn. Technol. ICALT 2010, pp. 310–314, 2010.

[7] Capterra (2015). “Top LMS Software. All products” Consultado (13/06/2016) en: http://www.capterra.com/learning-management-system-software/

[8] de la Torre L., “New Generation Virtual and Remote Laboratories: Integration Into Web Environments 2.0 With Learning Management Systems,” SPANISH OPEN UNIVERSITY (UNED), 2013.

[9] Dormido S., “Control learning: present and future,” Annu. Rev. Control, pp. 71–93, 2004.

[10] Ernst E. W., “A New Role for the Undergraduate Engineering Laboratory,” IEEE Trans. Educ., vol. 26, no. 2, pp. 49–51, 1983.

[11] Feisel L. D. and Rosa A. J., “The Role of the Laboratory in Undergraduate Engineering Education,” J. Eng. Educ., pp. 121–130, 2005.

[12] Gallardo A., Richter T., Debicki P., Bellido L., Mateos V., and Villagra V., “A rig booking system for on-line laboratories,” 2011 IEEE Glob. Eng. Educ. Conf., pp. 643–648, Apr. 2011.

[13] Garcia-Zubia J., Lopez-de-Ipina D., and Orduna P., “Towards a canonical software architecture for multi-device WebLabs,” in 31st Annual Conference of IEEE Industrial Electronics Society, 2005. IECON 2005., 2005, p. 6 pp.

[14] Gillet D., Ngoc A., and Rekik Y., “Collaborative web-based experimentation in flexible engineering education,” Educ. IEEE Trans., vol. 48, no. 4, pp. 696–704, Nov. 2005.

[15] Gravier C., Fayolle J., Noyel G., Lelevé A., and Benmohamed H., “Distance learning: Closing

the gap between remote labs and learning management systems," 2006 1st IEEE Int. Conf. E-Learning Ind. Electron. ICELIE, pp. 130–134, 2006.
[16] Gröber S., et al. "Experimenting from a distance—remotely controlled laboratory (RCL)," Eur. J. Phys., vol. 28, no. 3, pp. S127–S141, May 2007.
[17] Heradio R., de la Torre L., Galan D., Cabrerizo F. J., Herrera-Viedma E., and Dormido S., "Virtual and remote labs in education: A bibliometric analysis," Comput. Educ., vol. 98, pp. 14–38, Jul. 2016.
[18] Heradio R., De La Torre L., Sanchez J., and Dormido S., "Making EJS applications at the OSP digital library available from Moodle," Proc. 2014 11th Int. Conf. Remote Eng. Virtual Instrumentation, REV. Feb-2014, pp. 112–116.
[19] Hilera J. and Hoya R., Estándares de e-learning: Guía de consulta, vol. 106, no. 493. 2010.
[20] Hoic-Bozic N., Mornar V., and Boticki I., "A Blended Learning Approach to Course Design and Implementation," IEEE Trans. Educ., vol. 52, no. 1, pp. 19–30, Feb. 2009.
[21] IMS QTI, "IMS question & test interoperability specification v2.0/v2.1", 2006. Consultado (17/06/2013) en http://www.imsglobal.org/question/index.html
[22] IMS LTI "Learning Tools Interoperability". Consultado (17/06/2013) en https://www.imsglobal.org/activity/learning-tools-interoperability
[23] Kolberg S., Courivaud D., and Ozbek M. E., "LMS and Interactivity - Technical Issues for Remote Laboratories," in 2007 IEEE 18th International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications, 2007.
[24] Lonn S., Teasley S. D., and Krumm A. E., "Who needs to do what where?: Using learning management systems on residential vs. commuter campuses," Comput. Educ., vol. 56, no. 3, pp. 642–649, 2011.
[25] Ma J. and Nickerson J. V., "Hands-on, simulated, and remote laboratories," ACM Comput. Surv., vol. 38, no. 3, p. 7–es, 09/2006.
[26] Orduna P. et al. "An Extensible Architecture for the Integration of Remote and Virtual Laboratories in Public Learning Tools," Rev. Iberoam. Tecnol. del Aprendiz., vol. 10, no. 4, pp. 223–233, 2015.
[27] Prendes Espinosa, M. P. (Dir.) (2009). "Plataformas de campus virtual de software libre: Análisis comparativo de la situación actual en las universidades españolas". Informe del Proyecto EA-2008-0257 de la Secretaria de estado de Universidades e Investigación.
[28] Prendes M. P., "Plataformas de campus virtual con herramientas de software libre. Análisis comparativo de la situación actual en las universidades españolas," 2009.
[29] Ruano I., Gámez J., and Gómez J., "Laboratorio Web SCORM de Control PID con Integración Avanzada," Rev. Iberoam. Automática e Informática Ind. Aceptado (pendiente public.)
[30] Ruano I., Gámez J., Dormido S., and Gómez J., "A Methodology to Obtain Learning Effective Laboratories with Learning Management System Integration," IEEE Trans. Learn. Technol., En proceso de revision (minor).
[31] Ruano I., Gámez J., and Gómez J., "Building SCORM embedded WebLabs with LMS interaction," in 2014 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) Proceedings, 2014.
[32] Ruano I., Gámez J., Dormido S., and Gómez J., "A SCORM based package model for WebLabs," in 2014 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) Proceedings, 2014.
[33] Ruano I., Gómez J., Gámez J., and Estévez E., "Integration of Online Laboratories - LMS via SCORM," in 2013 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, 2013, pp. 3163–3167.
[34] Rustici Software. Experience API. Consultado (17/06/2013) en https://experienceapi.com/
[35] Sancristobal E. et al., "Integration of internet based labs and open source LMS," Proc. - 3rd Int. Conf. Internet Web Appl. Serv. ICIW 2008, no. Figure 2, pp. 217–222, 2008.
[36] SCOPEO (2011). "Aproximación pedagógica a las plataformas open source en la universidad española", Marzo de 2011. Monográfico SCOPEO, nº 2. Consultado (13/06/2016) en: http://scopeo.usal.es/wp-content/uploads/2013/04/scopeom002.pdf
[37] Tawfik M., et al. "Laboratory as a Service (LaaS): A model for developing and implementing remote laboratories as modular components," in 11th International Conference on REV: Remote Engineering and Virtual Instrumentation, 2014, vol. 10, no. 4, pp. 11–20.
[38] Trenas M. A., Ramos J., Gutiérrez E. D., Romero S., and Corbera F., "Use of a new moodle module for improving the teaching of a basic course on computer architecture," IEEE Trans. Educ., vol. 54, no. 2, pp. 222–228, May 2011.
[39] Vargas H., Sánchez J. y Dormido S. (2008). "Proyecto AutomatLabs: Red Interuniversitaria de Laboratorios de Control Automático a través de Internet". XIII Latin American Congress on Automatic Control (CLCA). Mérida (Venezuela), November 2008.
[40] Viedma G., Dancy I. J., and Lundberg K. H., "A web-based linear-systems iLab," in Proceedings of the 2005, American Control Conference, 2005., 2005, pp. 5139–5144.

ANEXO 25	
Título	Vídeo "Modos de integración de Laboratorios Online en Sistemas de Gestión de Aprendizaje" a presentar en las XXXVII Jornadas de Automática, JA2016, (Madrid, España). Al tener un tamaño excesivo (13.9MB) se añade enlace para su visionado: https://youtu.be/mcNfHh0-J8c

ANEXO 26	
Título	Póster “Modos de integración de Laboratorios Online en Sistemas de Gestión de Aprendizaje” a presentar en las XXXVII Jornadas de Automática, JA2016, (Madrid, España).



Modos de Integración de Laboratorios Online en Sistemas de Gestión de Aprendizaje.

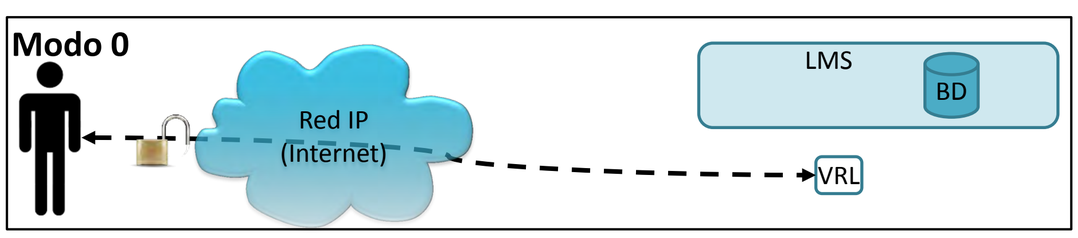
Autores: Ildefonso Ruano Ruano, Javier Gámez García y Juan Gómez Ortega
Grupo de Robótica Automática y Visión por Computador.



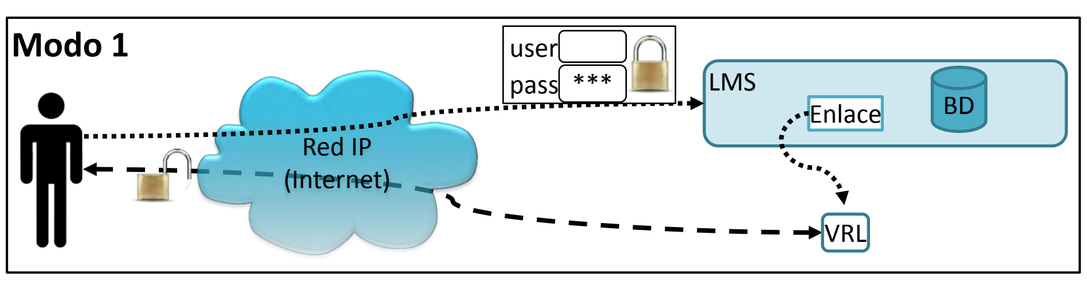
Integración	Modo	Ubicación	Comunicación con LMS	Recursos Asociados		Identificación	Portabilidad	Personalizar
				Pre-VRL	Post-VRL			
Nula	0	Ext	No	No	No	No	Sí	No
Mínima	1	Ext. (enlace)	No	No	No	No[1]	No	No
Media	2	LMS	No	Posible	No	LMS	No	No
Avanzada	3	LMS	Estándar	Posible	Posible	LMS	Posible	Posible
	4	LMS	Propia	Posible	Posible	LMS	No[2]	Posible
	5	Ext. y LMS[3]	Estándar	Posible[3]	Posible[3]	VRL-LMS	Posible	Posible

[1]Aunque el enlace se encuentre únicamente en el LMS no se puede asegurar el control de acceso al VRL.
[2]Cuando se hace uso de estándares la portabilidad entre LMSs compatibles está asegurada, al usar desarrollos propios no.
[3]Si el LMS implementa un recurso para el estándar y permite establecer control de acceso con otros recursos asociados.

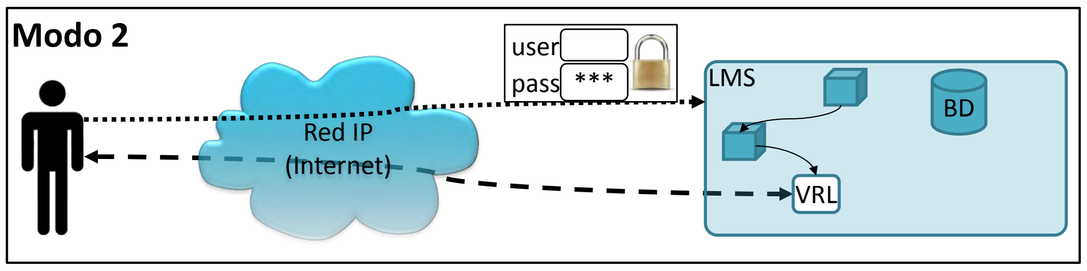
Ubicación de VRL · Identificación · Personalizar aprendizaje · Portabilidad · Secuencias de aprendizaje · Comunicación VRL-LMS



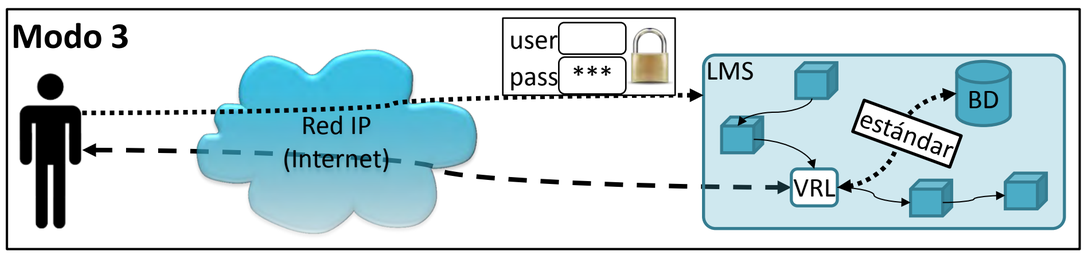
- No hay relación VRL-LMS
- Ejecución totalmente independiente



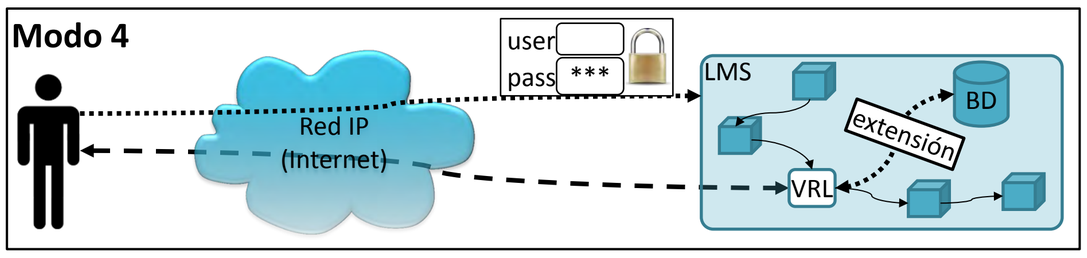
- En LMS existe enlace a VRL.
- Acceso a VRL es libre, aunque LMS identifica usuario no se puede asegurar que se acceda externamente.



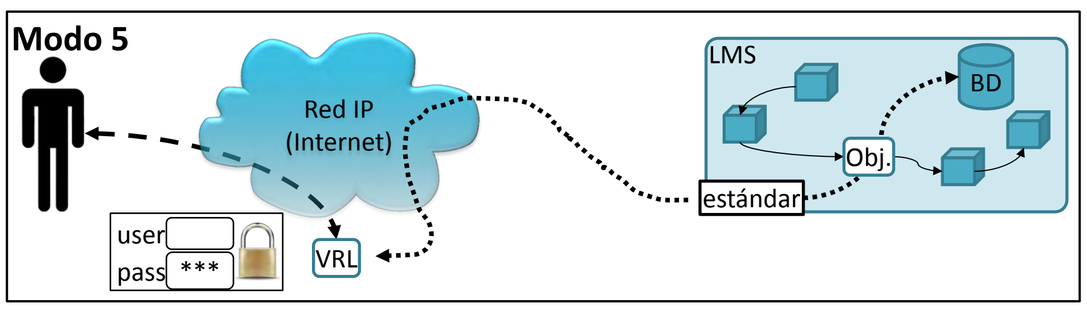
- VRL ubicado en LMS.
- Ejecución el mismo entorno.
- LMS identifica acceso a VRL.
- Posible establecimiento de secuencias de aprendizaje pre-VRL.
- No existe comunicación VRL-LMS.



- VRL ubicado en LMS, Ejecución el mismo entorno, LMS identifica acceso a VRL.
- Posible establecimiento de secuencias de aprendizaje pre-VRL y post-VRL.
- Comunicación VRL-LMS basado en estándar usado en VRL y soportado por LMS (Ej. xAPI, SCORM,...).
- Posible aprendizaje personalizado y portabilidad del VRL en otros LMS compatibles.

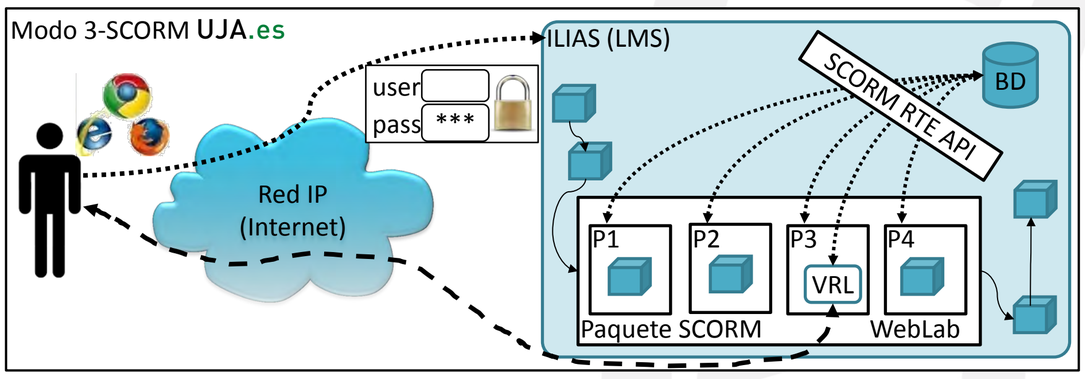


- Iguales características y beneficios que el modo anterior. Diferencias:
  - Comunicación VRL-LMS: basada en extensión del LMS que usa el VRL.
  - Portabilidad del VRL sólo en LMS capaces de usar extensión.



- VRL externo a LMS que recoge credenciales.
- Comunicación VRL-LMS: basada en uso de estándar en VRL que soporte el LMS (Ej. xAPI, LTI,...).
- Posible establecimiento de secuencias de aprendizaje pre-VRL y post-VRL si existe soporte.
- Posible aprendizaje personalizado y portabilidad del VRL en otros LMS compatibles con estándar.

Ejemplo de integración avanzada utilizada en Universidad de Jaén



- Todas las características avanzadas de modo3.
- Basado en estándares SCORM (paquetes modelo).
- Herramientas facilitan comunicación.

ANEXO 27	
Título	Publicación en Revista Iberoamericana de Automática e Informática industrial (RIAI): "Laboratorio Web SCORM de Control PID con Integración Avanzada"

ScienceDirect
www.sciencedirect.com

Revista Iberoamericana de Automática e Informática industrial 00 (2016) 1–4

RIAI
www.elsevier.es/RIAI

Laboratorio Web SCORM de Control PID con Integración Avanzada

Ildefonso Ruano Ruano [a, *], Javier Gámez García [a], Juan Gómez Ortega [a]

[a] *Grupo de Robótica, Automática y Visión por Computador (GRAV), Universidad de Jaén, Paraje Las Lagunillas s.n., 23071, Jaén, España*

Resumen

Los laboratorios Web (WebLabs) son recursos cada vez más utilizados en las carreras técnicas universitarias. Cuando se presentan integrados en un sistema de gestión de aprendizaje (LMS, Learning Management System) se obtienen una serie de ventajas para alumnos y docentes entre las que destaca el hecho de mostrarse en un entorno conocido y la posibilidad de personalizar la experiencia gracias a la identificación de usuarios que realiza el LMS. Este trabajo muestra un WebLab sobre control Proporcional-Integral-Derivativo (PID), un contenido fundamental de las asignaturas de Automática que se encuentra en todos los grados de Ingeniería Industrial. Este WebLab ha sido desarrollado mediante una metodología innovadora con la que se obtiene un recurso de aprendizaje eficaz basado en un paquete SCORM (Shared Content Object Reference Model). SCORM es el estándar de contenidos de e-learning más utilizado y es compatible con la mayoría de los LMS del mercado, esto permite que el WebLab pueda ser reutilizado fácilmente en diferentes entornos LMS. El WebLab contiene un plan de aprendizaje que incluye una serie de recursos de utilidad docente como teoría de control PID, pruebas de evaluación, un laboratorio virtual de control PID de un motor de corriente continua y experimentos personalizados para cada alumno cuyos resultados son almacenados en el LMS. Este WebLab se ha presentado en el LMS institucional de la Universidad de Jaén a 340 alumnos de la asignatura "Automática Industrial" en el curso 2014-15. Los datos de uso han permitido realizar diversas evaluaciones que demuestran que los alumnos que lo han completado han obtenido un rendimiento excelente en el propio WebLab, han conseguido unos resultados muy superiores al resto de alumnos en la evaluación final de la asignatura y lo han valorado muy positivamente. También se ha demostrado la reusabilidad del WebLab en diferentes LMS compatibles con SCORM (ILIAS y Moodle) analizando los problemas que se han planteado en este sentido.

Palabras Clave:
Herramientas interactivas, laboratorios virtuales y remotos; Educación en automática; Control PID; E-learning, educación a distancia y sistemas de gestión del aprendizaje (LMS); Entornos de experimentación; Evaluación automática.

1. Introducción

El desarrollo de un laboratorio docente supone un coste importante tanto en tiempo del personal que lo debe desarrollar como en recursos. Por ello resulta conveniente diseñar acciones encaminadas a la reutilización del mismo. En este trabajo se presenta un ejemplo de laboratorio de control Proporcional-Integral-Derivativo (PID) que puede ser reutilizado a través de Internet en diferentes plataformas. El control PID es un contenido recurrente en los planes de estudio de los grados técnicos en los que se incluye la Automática. Esto es debido a que se trata uno de los tipos de controlador más utilizado en los sistemas de control industrial. La comprensión del control PID se facilita enormemente cuando se presentan experimentos docentes, por ello se han desarrollado muchos laboratorios en los que se incluyen controles PID (Dormido *et al.*, 2008) (Santana *et al.*, 2010) (Aliana, 2010) (Costa-Castelló *et al.*, 2010). La importancia de los laboratorios se hace explícita cuando revistas científicas dedican números especiales con esta temática (RIAI, 2010). Existen diferentes modalidades de laboratorios con los que se pueden presentar los experimentos a los alumnos de grados de ingeniería (Dormido, 2004). Hoy día, los estudiantes pueden trabajar en varios tipos de laboratorios: presenciales, virtuales, remotos, híbridos, de realidad virtual, etc. (Gomes and Bogosyan, 2009) (Andujar and Mateo, 2010). Los laboratorios Web (WebLabs) son laboratorios (virtuales, remotos o híbridos) que se presentan a los alumnos en un servidor web mientras que los sistemas de gestión de aprendizaje (Learning Management System, LMS) son las plataformas web para docencia electrónica (e-learning) más utilizadas en educación superior (Lonn *et al.*, 2011). Prácticamente todas las instituciones de educación, incluyendo por supuesto las universidades, utilizan al menos un LMS para ofrecer sus contenidos. Esto permite ofrecer cursos a través de internet (online) e híbridos (blended) para aumentar las prestaciones de los cursos presenciales.

El WebLab presentado en este trabajo tiene como objetivo principal ayudar a los estudiantes a entender el funcionamiento del control PID y que, a partir de unas especificaciones dadas, aprendan a sintonizar controladores de tipo P, PD y PI para un motor de corriente continua (CC). El WebLab tiene el formato de un paquete del Modelo de Referencia de Objetos de Contenido

* Autor en correspondencia.
Correo electrónico: alonso@ujaen.es (Ildefonso Ruano Ruano)

Compartido (Shared Content Object Reference Model, SCORM) (ADLI, 2009) que puede ser importado en cualquier LMS compatible con SCORM e interactuar con él de forma avanzada. Esta es una de las principales novedades que ofrece este trabajo, se ha intensificado el uso de las comunicaciones que se establecen entre los contenidos del WebLab SCORM y el LMS para permitir una integración no mostrada en otros trabajos. SCORM es un conjunto de estándares y especificaciones usadas para definir contenidos de e-learning que es soportado por la mayoría de las plataformas de aprendizaje y LMS que se utilizan en formación. Se podría decir que es el estándar de facto para los contenidos de e-learning. Para obtener este WebLab se ha seguido una metodología innovadora creada con el fin de obtener un producto, el WebLab, que sea efectivo desde el punto de vista del aprendizaje del alumno. Dentro del WebLab hay cuatro páginas en las que los estudiantes pueden encontrar, además de un laboratorio virtual (Virtual Lab, VL) de control PID, recursos útiles relacionados con los experimentos. Los alumnos pueden navegar por estas páginas accediendo a estos recursos a través del itinerario de aprendizaje programado en secuencia (página 1 a 4). Esta secuencia puede modificarse en función de las acciones y calificaciones que obtengan los alumnos. Todas las páginas del WebLab incluyen una evaluación automática (Gómez-Estern et al., 2010), las calificaciones resultantes obtenidas en cada página son almacenadas en el LMS para que los tutores del curso puedan verlas. El VL es un applet de Java desarrollado con el software Easy Java Simulations (EJS) (Esquembre, 2004) que está incrustado en la página 3 del WebLab. Este VL se comunica con el LMS utilizando la sub-especifícación responsable de las comunicaciones de SCORM, el Run Time Environment (RTE), para obtener la identificación del usuario. Cuando un alumno ejecuta el VL éste le presenta 3 experimentos personalizados basados en su identificación y almacena en el LMS las calificaciones que consigue y algunas notas en forma de comentarios sobre el trabajo realizado por el alumno en cada intento de superación de los experimentos. El alumno puede recuperar y visualizar estos comentarios durante la ejecución del VL o en ejecuciones posteriores.

Los 340 alumnos de la asignatura “Automática Industrial” de la Universidad de Jaén en el curso 2014-15 tuvieron acceso a este WebLab. Los estudiantes fueron divididos en dos grupos (grupo experimental y grupo de control) con el fin de analizar el rendimiento y la efectividad del laboratorio en dos escenarios diferentes.

La estructura del resto del artículo se describe a continuación: la siguiente sección explica el proceso de desarrollo del WebLab de control PID, a continuación, en la Sección 3 se describe la estructura, navegación y comunicaciones del WebLab. La Sección 4 explica los escenarios de uso del WebLab y los recursos asociados y la Sección 5 muestra los datos de uso y resultados obtenidos por los alumnos. La sección 6 incluye los procesos de evaluación. En la Sección 7 se explica el proceso llevado a cabo para la exportación del WebLab a otro LMS y finalmente, en la Sección 7 se muestran las conclusiones.

2. Desarrollo del WebLab de control PID

Para desarrollar este WebLab se ha seguido una metodología innovadora (Ruano and et, 2016). El punto de partida es el estudio de la lista de competencias y objetivos de la asignatura, se hace una selección de las que se quiere que adquirieran los alumnos que completen el laboratorio. Los objetivos y competencias globales y específicos seleccionados para este WebLab fueron:

- Conocimiento básico de control automático y su aplicación a la automatización industrial.
- Aprender para qué sirve un regulador (controlador).
- Conocer/comprender reguladores tipo P, PD, PI y PID.
- Sintonizar un controlador para un sistema servo con un motor de corriente continua (motor de CC).
- Realizar el ajuste de parámetros de estos reguladores.
- Consolidar el concepto de tiempo de establecimiento a un % de error de la señal de un sistema.

Para ello se han diseñado 3 experimentos con los que se realiza el control de un motor de CC:

1. Control de la posición angular de un motor de CC usando un controlador P: Los alumnos deben observar el comportamiento del sistema cuando se cambia el valor de la constante proporcional (K_P) y calcular el valor de K_P que hace que el sistema sea críticamente amortiguado.
2. Control de la posición angular de un Motor de CC usando un control PD con restricciones temporales: Los alumnos deben reducir el orden de la ecuación del sistema usando el criterio de cancelación cero-polo (Ogata, 2003) y calcular los valores de las constantes K_P y K_D con los que el sistema responde a una entrada escalón con un tiempo de establecimiento al 2% o al 5% del error.
3. Control de la velocidad angular de un motor de CC usando un controlador PI: Los estudiantes deben reducir el orden de la ecuación del sistema usando el criterio de cancelación cero-polo y después deben calcular los valores de las constantes K_P y K_I con los que el sistema responde a una entrada escalón con un tiempo de establecimiento al 2% o al 5% del error.

Los estudiantes de la asignatura “Automática Industrial” de la Universidad de Jaén trabajan presencialmente en el laboratorio de control con un sistema de planta de unidad mecánica 33-100 de la empresa Feedback (Figura 1) que incluye un motor de CC, este es el motivo por el que los experimentos se han creado usando el modelo de primer orden simplificado de este motor (Figura 2).



Figura 1: Sistema de planta con unidad mecánica 33-100 de Feedback.

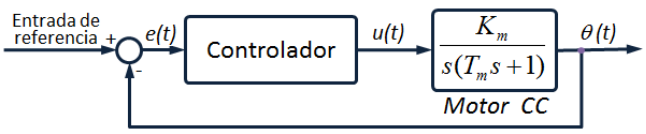


Figura 2: Esquema del sistema de control (salida: posición angular).

Los 3 experimentos descritos anteriormente se implementaron creando un laboratorio virtual (VL) con el software Easy Java Simulations (EJS) para obtener un Applet de VL. El Applet fue

programado en JAVA con una interfaz gráfica de usuario (GUI) sencilla y fácil de utilizar, se importó el paquete java scormRTE (Ruano, 2014) para poder crear un objeto de tipo scormRTE que facilita las comunicaciones VL-LMS a través del interface del programa de aplicación (Aplication Program Interface, API) de SCORM. Esto es muy importante ya que cuando el VL se ejecuta como Applet incrustado en una página Web, una de las primeras cosas que hace es iniciar una comunicación con el LMS para obtener la identificación del estudiante. De este modo, el funcionamiento del VL se personaliza para cada alumno:

- La simulación de un motor de CC con la que debe trabajar cada estudiante es diferente para cada uno: Los parámetros K_m (ganancia estática del sistema) y T_m (constante de tiempo del sistema) se calculan en función de la identificación del estudiante dada por el LMS al VL y así cada estudiante trabaja con un sistema personalizado.
- Los resultados de las acciones realizadas por cada estudiante en cada experimento son almacenados en el LMS como comentarios SCORM indicando fecha y hora. Más tarde, los estudiantes pueden revisar estos datos privadamente.
- El trabajo realizado por los estudiantes en cada uno de los 3 experimentos es evaluado de forma automática por el VL y la calificación que obtiene es almacenada en el LMS. Los tutores pueden comprobar estos datos.

Existen una serie de recursos que deberían presentarse junto al VL con el fin de maximizar la efectividad de aprendizaje del WebLab. Para ello se crearon los siguientes recursos:

- Información genérica sobre el WebLab (enmarca el WebLab en el plan de estudios, muestra los objetivos y competencias que aporta, la estructura que tiene el WebLab, como se supera, etc.).
- Contenidos teóricos y ejemplos sobre control PID. Incluye teoría relacionada con los experimentos que se tienen que realizar: tipos de sistemas según su comportamiento dinámico, criterio de cancelación cero-polo, tiempos de establecimiento, etc.
- Test pre-VL. Test previo al VL para comprobar que los alumnos poseen el conocimiento mínimo necesario para completar los experimentos de PID. Son 7 preguntas de tipo opción múltiple, respuesta única sobre conceptos que los alumnos deben dominar:
  1. ¿Saben que es e(t)?
  2. ¿Saben calcular las constantes de un controlador PID a partir de su ley de control?
  3. ¿Saben distinguir entre los diferentes tipos de control (P, PD, PI, PID)?
  4. ¿Saben cuál es la ecuación que define el tiempo de establecimiento al 5% del error en un sistema de primer orden?
  5. ¿Saben qué tipo de control PID opera teniendo en cuenta sólo el pasado y el presente?
  6. ¿Saben qué tipo de acción de control PID opera como un offset autoajustable?
  7. ¿Saben qué tipo de acción de control PID hay que añadir para mejorar la respuesta en el transitorio?
- Manual de la GUI del VL. Debe describir todas las zonas del VL y el significado/uso de todos los elementos de la GUI: paneles, botones, gráficos, etc.
- Guiones de prácticas, explican los pasos que deben dar los alumnos para realizar los tres experimentos: control P de posición angular de motor de CC, control PD de posición angular de motor de CC y control PI de velocidad angular de motor de CC.
- Documento de requisitos del VL, describe la configuración a tener en el dispositivo en el que se ejecuta el WebLab para evitar incompatibilidades y/o falta de recursos. Básicamente explica como instalar y configurar JAVA correctamente para poder ejecutar Applets en el navegador.
- Test Post-VL, comprueba que el alumno domina los conceptos y ha conseguido las habilidades que debe proporcionar el WebLab. Contiene 7 preguntas de opción múltiple, respuesta única sobre lo que el alumno ha trabajado:
  1. ¿Pueden distinguir el comportamiento dinámico de un sistema sub-amortiguado?
  2. ¿Conocen la definición correcta de "tiempo de establecimiento al X% del error"?
  3. ¿Pueden calcular la ecuación de transferencia de un sistema con control PI dado en lazo cerrado?
  4. ¿Pueden calcular la ecuación de transferencia de un sistema con control PD dado en lazo abierto?
  5. ¿Pueden identificar las constantes de un PID a partir de una ley de control?
  6. ¿Saben qué tipo de control (P, PI, PD, PID) es el más adecuado y simple para conseguir que un sistema dado cumpla ciertas especificaciones conociendo su función de transferencia? (2 preguntas de este tipo)
- Foro, donde los estudiantes pueden comunicarse con el tutor para plantear dudas relacionadas con el WebLab, y donde pueden leer y/o comentar las contribuciones de sus compañeros y tutores.

Todos estos recursos se han presentado a estudiantes de la Universidad de Jaén en ILIAS (ILIAS, 2015a), el LMS institucional de la Universidad de Jaén. El documento de requisitos del VL se ha implementado como un módulo ILIAS y el foro como un foro de ILIAS. Sin embargo, el resto de recursos descritos en esta sección, además del VL, se han incluido en un paquete SCORM cuya estructura, secuencia, navegación y comunicaciones se describen en la siguiente sección.

3. El WebLab SCORM

SCORM es un conjunto de estándares y especificaciones para contenidos de e-learning que están organizadas en 3 sub-especificaciones. Estas sub-especificaciones definen el modelo de agregación de contenido, la secuenciación y navegación entre contenidos y las comunicaciones entre el paquete SCORM y el LMS. El paquete SCORM del WebLab de control PID utiliza las 3 sub-especificaciones para definir la estructura, secuenciación y navegación entre contenidos del laboratorio y comunicaciones.

3.1. Estructura del paquete SCORM

El paquete SCORM se ha estructurado en 4 páginas (Figura 3).

Página 1. Introducción. Esta página Web contiene una tabla con información genérica que enmarca el laboratorio en el plan de estudios y una zona en la mitad inferior donde describe el WebLab: su estructura en páginas (breve descripción del contenido de cada una), navegación básica y forma de superarlo.

Página 2. Teoría. Esta página contiene la información teórica necesaria para completar el VL y el test pre-VL con sus 7 preguntas de opción múltiple-respuesta única para comprobar el

conocimiento adquirido por el alumno sobre los contenidos teóricos de la página. Las subsecciones de contenido teórico incluidas en esta página son: 1) Introducción, 2) Tipos de controlador, 3) Controlador P (Incluye un ejemplo de un controlador P de la posición de un motor de CC), 4) Controlador PD (Incluye un ejemplo de un controlador PD de la posición de un motor de CC usando el criterio de cancelación cero-polo), 5) Controlador PI (Incluye un ejemplo de un controlador PI de la velocidad de un motor de CC usando el criterio de cancelación cero-polo) y 6) Controlador PID.

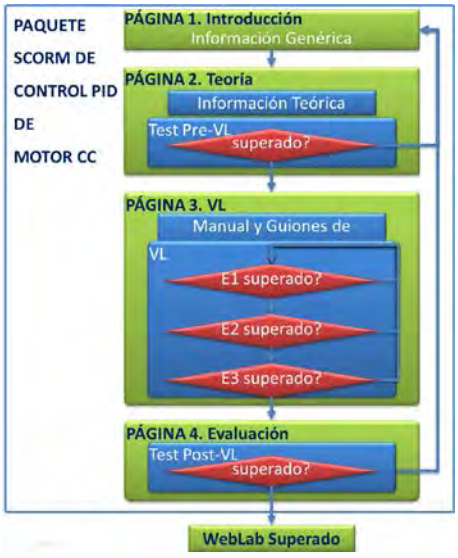


Figura 3: Estructura en páginas del WebLab.

Página 3. VL. Esta página web incluye los elementos necesarios para el trabajo experimental del alumno. En su parte superior hay una sección que constituye un breve manual del software del VL que muestra la GUI del mismo incluyendo imágenes descriptivas como la expuesta en la Figura 4. A continuación, se encuentran los guiones de prácticas de los 3 experimentos que los alumnos deben realizar en el VL. En esta zona se ha utilizado un código de colores que facilita al estudiante el entendimiento de las prácticas y acciones a realizar (Figura 5):

- Blanco: Explicaciones normales y acciones paso a paso que el alumno debe realizar en el VL.
- Amarillo: Observaciones que debe tener en cuenta el alumno tras realizar las acciones que se le piden.
- Naranja: Información importante y explicaciones sobre la evaluación de los apartados/experimentos.

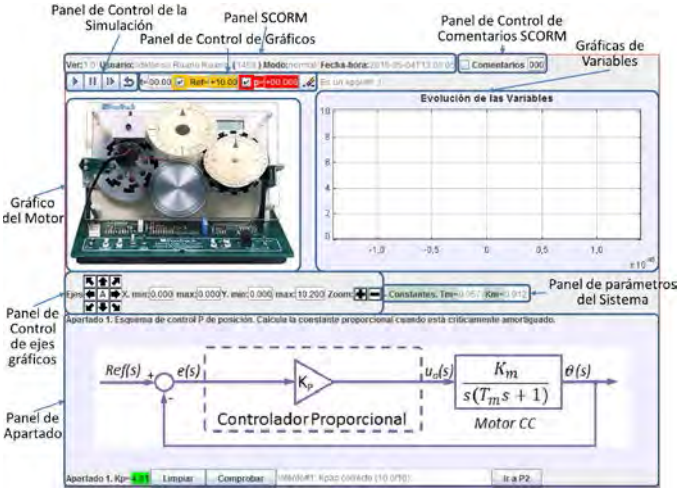


Figura 4: Componentes de la GUI del VL.

Finalmente, en la zona inferior de la página web se encuentra incrustado el Applet Java que constituye la aplicación del VL con la que el alumno debe interactuar para hacer los experimentos.

Página 4. Evaluación. Esta página sólo incluye el test post-VL que está formado por 7 preguntas de opción múltiple-respuesta única para comprobar que el alumno ha adquirido las competencias/habilidades indicadas por el WebLab (Figura 6).

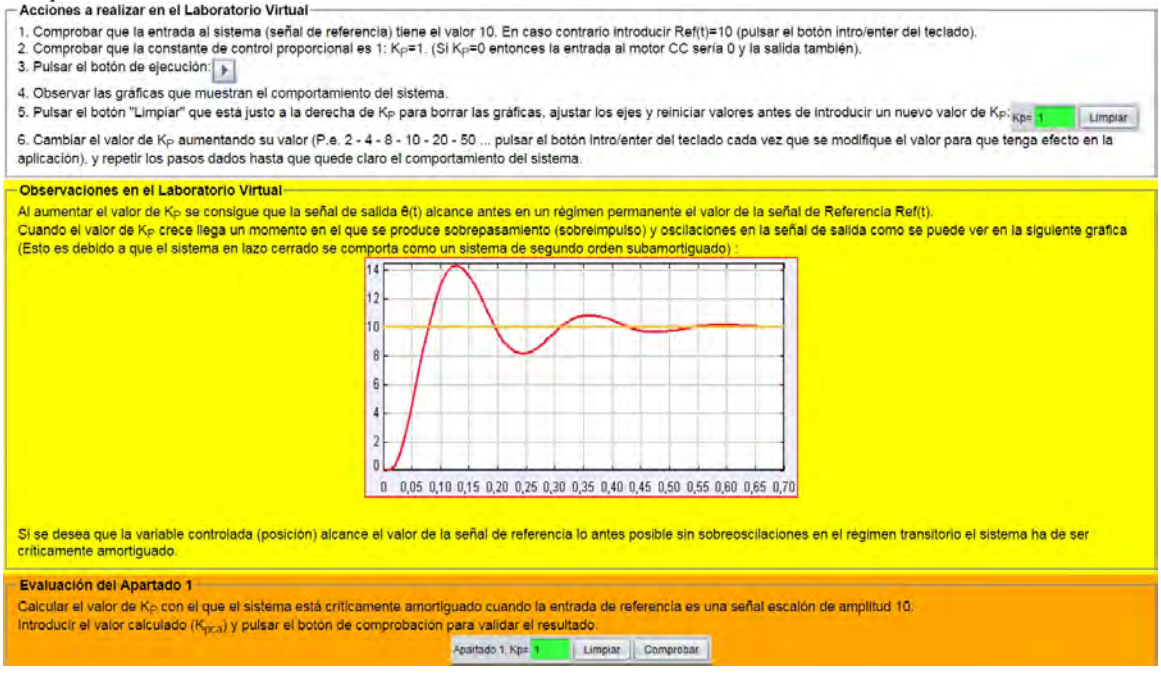


Figura 5: Captura parcial de pantalla de la página 3 WebLab: VL.

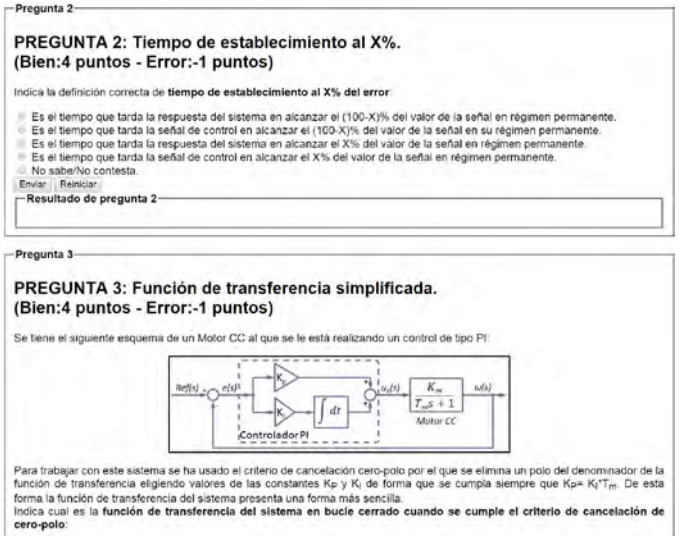


Figura 6: Captura parcial de la página 4 del WebLab: Evaluación.

3.2. Secuenciación y Navegación del paquete SCORM

La secuenciación y navegación entre las páginas del paquete SCORM están configuradas de forma secuencial de forma que el recorrido normal que se debe realizar por las mismas parte de la página 1, avanza a través de la página 2 y la página 3 y acaba en la página 4. Sin embargo existen algunas comprobaciones que se realizan en las páginas 2 y 3 para evitar el acceso secuencial a la siguiente página si el alumno no consigue alcanzar el estado de terminación "superado" en la página (Figura 3) y en la página 4 para superar el WebLab. Los alumnos pueden acceder al WebLab y reintentar todos sus elementos tantas veces como deseen.

El Applet del VL es el responsable de comprobar si el estudiante ha alcanzado el estado "Completado" en la página 3 (lo consigue cuando supera el experimento 3). El Applet también comprueba el estado de terminación de cada experimento para evitar el acceso al siguiente sin haber terminado el anterior.

3.3. Comunicaciones del paquete SCORM

Las cuatro páginas y el Applet del VL incluidos en el WebLab SCORM se comunican con el LMS, en este caso ILIAS. Las páginas incluyen (importan) un fichero de ayuda JavaScript llamado APIWrapper.js que es el encargado de usar el API SCORM y facilitar la programación de las comunicaciones. Todas las comunicaciones comienzan cuando una página es cargada por el navegador del usuario (alumno) llamando a la función JavaScript doInitialize() y finalizan con la función JavaScript doTerminated() (normalmente al descargar la página). El Applet VL incluye (importa) el paquete JAVA scormRTE que contiene objetos con variables y métodos que facilitan y simplifican las comunicaciones desde java a través de JavaScript con el LMS.

3.4. Creación del paquete SCORM

Para crear el paquete SCORM se ha usado una plantilla de paquete en la que se han modificado ficheros de configuración y contenidos con un editor de texto plano para adecuarlos a las consideraciones deseadas en cada sub-especificación. Una vez modificados se ha usado un compresor de ficheros para crear un fichero en formato zip que incluye toda la estructura de ficheros y constituye el paquete SCORM.

4. Escenarios de uso

El WebLab ha sido utilizado en la asignatura de la Universidad de Jaén llamada "Automatización Industrial". Esta asignatura tenía 340 estudiantes matriculados en el curso 2014-15 y 339 de ellos estaban registrados en el espacio virtual de la asignatura en ILIAS. Los 339 alumnos registrados en ILIAS fueron divididos en dos grupos virtuales ILIAS a los que se les asignaron unos espacios privados (carpetas ILIAS) en donde se incluyeron una serie de recursos compartidos para cada grupo:

- Grupo experimental: 169 estudiantes. Este grupo ha accedido a una experiencia de WebLab completa. Para medir correctamente la diferencia de conocimiento adquirido por los estudiantes, el test post-VL se retiró del paquete SCORM del WebLab y se incluyó en la carpeta del grupo como un test ILIAS con las mismas preguntas y características. En la parte superior del espacio virtual se incluyeron algunas instrucciones, a continuación se incluyeron todos los recursos obligatorios del itinerario docente en orden de uso (Figura 7).
  - **Test previo a WebLab de PID de Motor de CC.** Test ILIAS idéntico al test Post-VL que se usa para medir el conocimiento de los alumnos antes de entrar al WebLab.
  - **Pasos Previos a Ejecución de WebLab**. Este es el documento de requisitos del VL que se ha implementado como un módulo ILIAS.
  - **WebLab PID Motor de CC**. Este es el paquete SCORM del WebLab pero sólo con las 3 primeras páginas (sin la página 4).
  - **Test Final de WebLab de PID de Motor de CC**. Test Post-VL incluido en la página 4 del WebLab original.
  - **Encuesta WebLab PID Motor de CC**. Encuesta utilizada para conocer la opinión de los estudiantes sobre el Weblab.
  - **Foro de dudas del WebLab**. Foro usado para ayudar a los estudiantes.
  - **Vídeo con la solución al VL**. Este recurso no se ofreció a los estudiantes antes de que se acabara el plazo de uso de la propuesta. Es un módulo ILIAS donde se ha incluido un vídeo creado con el software Adobe Connect en el que se muestra una presentación explicativa de la solución y un ejemplo de uso del WebLab (página 3).
- Grupo de Control: 170 estudiantes. Los miembros de este grupo han tenido acceso a una experiencia del WebLab limitada. El formato y los recursos presentados a este grupo eran exactamente los mismos que lo que se ha descrito para el grupo experimental, sin embargo el recurso WebLab PID Motor de CC al que accedieron era una versión reducida en la que sólo estaba la página 3. VL (sin las páginas 1, 2 ni 4).

La participación en esta propuesta fue voluntaria y totalmente opcional por lo que hubo muchos alumnos que, aun teniendo la oportunidad de acceder a los recursos de su grupo correspondiente, no han participado. La superación del WebLab y las calificaciones obtenidas no han sido tenidas en cuenta en la nota del alumno en la asignatura.

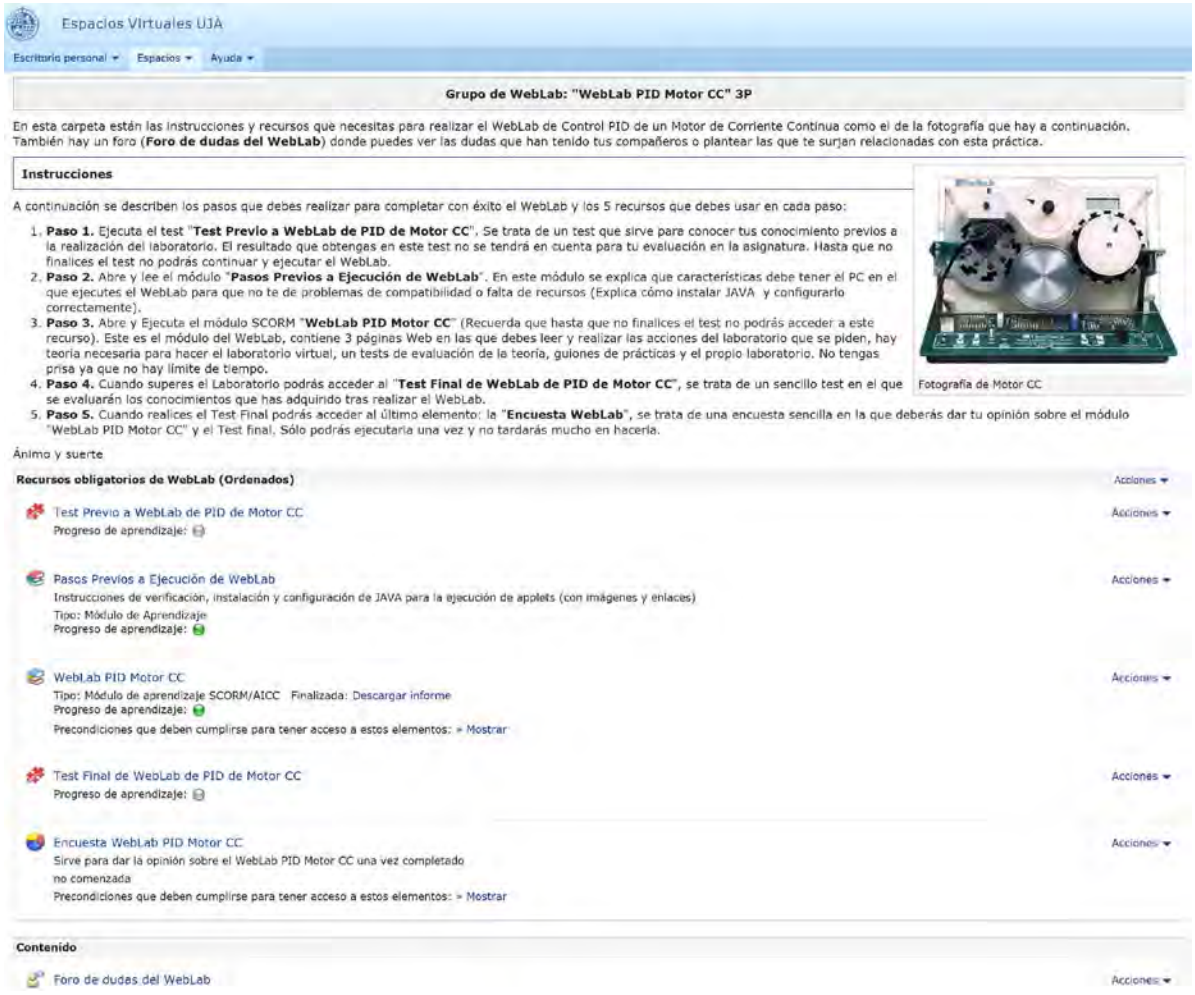


Figura 7: Captura de pantalla de la carpeta del grupo experimental en ILIAS.

El motivo de crear dos grupos de alumnos con diferentes escenarios de estos escenarios es múltiple. Se ha tratado de demostrar dos hipótesis:

- Un WebLab basada en una estructura de varias páginas que incluyen recursos relacionados con el VL (sección 3.1.) ayuda a completar los experimentos del laboratorio y, por tanto, a superar el VL. Los alumnos del grupo experimental (3P) obtendrán mejores resultados que los de control (1P).
- La superación de los experimentos del laboratorio (VL) en cualquiera de los 2 escenarios ayuda a superar la propia asignatura.

5. Datos de uso y resultados

En los apéndices adjuntos A y B se muestran una serie de tablas que muestran datos del uso de los recursos más significativos relacionados con el WebLab y del propio WebLab por parte de los estudiantes. Estas tablas se han organizado basándose en los grupos definidos en la Sección 4 y teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- Todas las notas están en escala de 0 a 10.

SD: Desviación estándar (*Standard Deviation*) de las medias calculadas, GE: Grupo Experimental, GC: Grupo de Control, TF: Test Final de WebLab de PID Motor de CC, TP: Test Previo a WebLab de PID de Motor de CC. El análisis detallado de los datos incluidos en las tablas de los apéndices A y B proporciona muchas conclusiones, a continuación se muestran algunas de las más importantes:

- Los tiempos medio de las medidas de tiempo no son muy fiables: la desviación estándar de estos datos es muy alta. Esto es debido probablemente a que hay alumnos que entraron en los recursos pero después de trabajar en ellos no se molestaron en cerrarlos, por eso el tiempo marcado no es real y de ahí la desviación observada.
- La participación inicial es baja: el primer recurso que hay que trabajar, el "Test previo a WebLab de PID de control CC", lo completaron sólo 71 de los 170 estudiantes en el grupo de control (41,76%) y 69 de los 169 estudiantes del grupo experimental (40,82%). Estos datos pueden deberse al carácter opcional del WebLab. Por otro lado la participación en el examen de evaluación final de la asignatura también ha sido bajo (57,94%) lo que puede significar que hay bastantes alumnos que no han seguido el curso ni, por lo tanto, los contenidos opcionales del mismo.
- Los resultados obtenidos en el VL del grupo experimental son mejores que en el grupo de control: En el grupo experimental el VL fue superado por un número de alumnos bastante mayor que en el grupo de control, 41 estudiantes del grupo experimental, 59,4% de los que hicieron el test previo al WebLab frente a 22 estudiantes del grupo de control, 31% de los que hicieron el test previo al WebLab. Además estos estudiantes obtuvieron mejores notas, media

de 9,18 (SD 0.68) frente a media de 6,36 (SD 0,85). Los recursos incluidos en las páginas 1 y 2 del WebLab en el grupo experimental que no estaban en el WebLab del grupo de control han ayudado a los estudiantes a superar el VL cuantitativa y cualitativamente.

- El número de alumnos que ha completado y superado la propuesta de aprendizaje es bajo: el número de alumnos que superaron el test final del WebLab en el grupo experimental fue de sólo 32 (46,38% de los que accedieron al test previo al WebLab) y en el grupo de control de 16 (22,54% de los que accedieron al test previo al WebLab), justo la mitad de estudiantes que en grupo experimental. La evolución de los alumnos que van accediendo y superando recursos en el grupo experimental puede entenderse mejor si se observa la figura 8 y de igual manera se puede observar la figura 9 para el grupo de control. En ambas figuras la altura de los diferentes campos es proporcional al número de alumnos involucrados en el campo correspondiente.
- Las notas obtenidas por los alumnos que completaron satisfactoriamente todos los recursos son altas: La nota media obtenida por los estudiantes en el Test final del WebLab es de 8,39 (SD 1,75) en el grupo experimental y 7,95 (SD 1,73) en el grupo de control. El test final ha sido diseñado para reflejar el conocimiento alcanzado por los alumnos y grado de cumplimiento de los objetivos del WebLab, en este sentido se puede afirmar que el nivel final del conocimiento deseado que han logrado los alumnos que completaron la propuesta fue muy bueno.

Las tablas incluidas en el apéndice adjunto C muestran el resultado obtenido por los estudiantes en la evaluación final de la asignatura en la que se impartió, "Automática Industrial". La organización de las tablas está basada en los grupos definidos en la Sección 4 con el fin de ver los resultados obtenidos por los integrantes del grupo experimental y por los miembros del grupo de control, de este modo se pueden comparar entre sí y con los resultados obtenidos por todos los alumnos matriculados en la asignatura en su conjunto.

La participación de los estudiantes matriculados en el examen final de la asignatura no ha sido muy alta: 197 de los 340 matriculados (57,94%), y los resultados no han sido muy positivos ya que sólo 61 estudiantes han superado el examen (17,94% de los matriculados, 30,96% de los presentados) con una nota media de 6,52 (SD 0,76).

Estos datos son bastante mejores si se tiene en cuenta los alumnos que han trabajado algún recurso de los WebLabs (al menos el test previo) y mucho mejores si se tiene en cuenta los resultados que han obtenido los alumnos que han superado los WebLabs totalmente (incluido el test final de WebLab) en cualquiera de los dos grupos (Figura 10):

- Grupo Experimental: de los 69 alumnos que accedieron al test previo se presentaron el 78,26% al examen final (54 alumnos), de los cuales aprobaron 20 (37,04%). Los datos de los alumnos que completaron todo el WebLab fueron mucho mejores: de los 32 alumnos que superaron el test final del WebLab 28 alumnos han participado en el examen final de la asignatura (87,5%), de los cuales el 50% lo superaron (14 estudiantes) con una nota media de 6,88 (SD 1,02).
- Grupo de Control: se presentaron al examen final 60 de los 71 alumnos que accedieron al test previo (84,51%) y de los 16 que superaron el test final del WebLab se presentaron 14 (87,5%), de los cuales el 64,29% lo superaron (9 alumnos) obteniendo una nota media de 6,84 (SD 0,47).

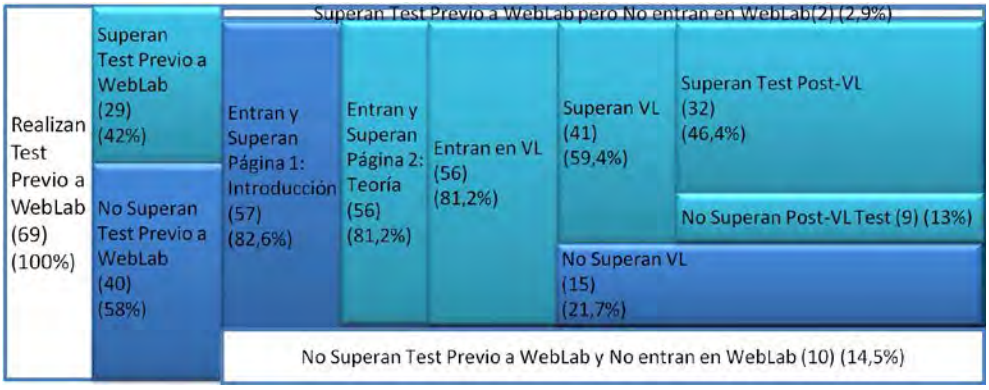


Figura 8: Resumen de la evolución de alumnos en el Grupo Experimental.

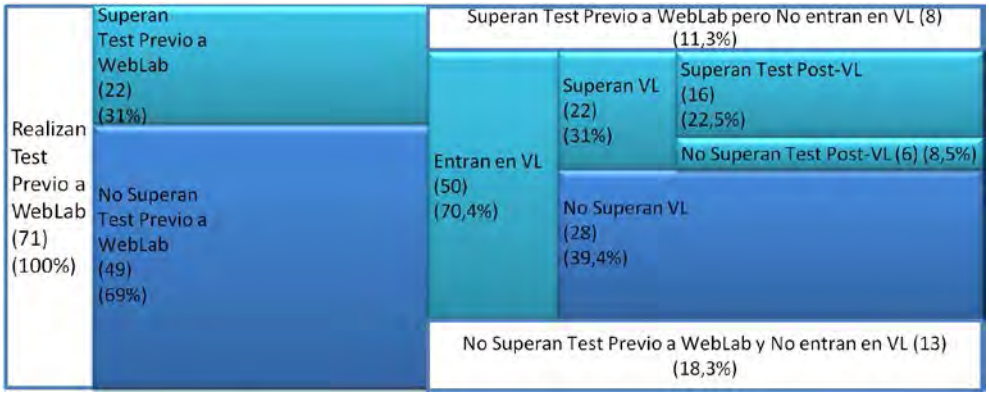


Figura 9: Resumen de la evolución de alumnos en el Grupo de Control.

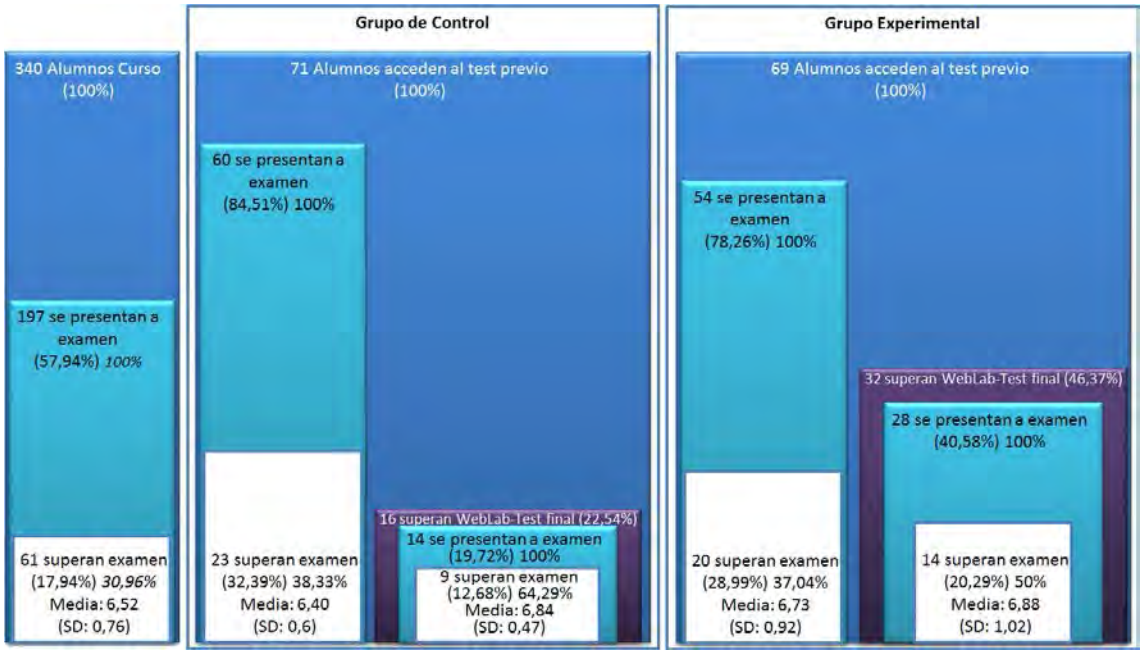


Figura 10: Resumen de comparativa WebLab-Examen Final.

6. Procesos de Evaluación

La evaluación de un laboratorio es un proceso complejo que puede ser realizado aplicando diferentes metodologías en función de los aspectos del laboratorio que se quieran evaluar. En la literatura especializada se puede encontrar una amplia variedad (Candelas *et al.*, 2004) (Rashid *et al.*, 2012) (Archer *et al.*, 2002) (Nickerson *et al.*, 2007). En este trabajo se muestran 3 evaluaciones, fruto de la aplicación de tres metodologías que se han realizado basadas en el resultado que han obtenido los alumnos en el propio WebLab, en los efectos del WebLab en el examen final de la asignatura y en la satisfacción del alumnado que ha completado la propuesta docente.

6.1. Medida del incremento de conocimiento adquirido

A efectos de evaluación se extrajo la información incluida en la página 4 del modelo de WebLab original (test final de evaluación de conocimientos adquiridos) que se ofreció como un test independiente ILIAS. Para poder medir el efecto del WebLab en el conocimiento adquirido por los alumnos que participaron en el WebLab se compararon los resultados que obtuvieron en el mismo test antes y después de superar satisfactoriamente el WebLab. La diferencia entre la nota media obtenida entre estos tests (previo y final) es un indicativo de la efectividad del laboratorio. En los dos grupos a los que se les presentó el VL (por si sólo o en la modalidad de 3 páginas) se produjo un incremento en la nota media aproximado al 30% (29,9% en el GE y 31,3% en el GC) que puede entenderse como un incremento del conocimiento adquirido por los alumnos que lo superaron en las dos modalidades. Esto confirma que el WebLab y los recursos asociados han producido un incremento en el nivel de conocimiento de los estudiantes que siguieron las dos propuestas de aprendizaje: GC (WebLab sólo con VL en 1 página) y GE (WebLab con VL en 3 páginas) y que los WebLabs son efectivos.

Puede sorprender que en el GC los resultados fueran ligeramente mejores, 31,3% frente a 29,9%, diferencia de 0,14 puntos, 1,4%. Sin embargo si se miran en su conjunto y se tiene en cuenta el número de alumnos que superaron totalmente cada propuesta (32 alumnos en GE y 16 en GC, justo la mitad) se torna esta idea. En el GE el 56,14% de los alumnos que entraron en el WebLab completaron la propuesta superando el test final (32 de 57) mientras que en el GC sólo fue sólo el 32% (16 de 50), una diferencia de 24,14%.

El VL es efectivo porque los estudiantes que lo han superado han incrementado su conocimiento cerca de un 30% (diferencia de 1,4% mejor en el GC). Pero la efectividad del modelo de WebLab basado en el paquete SCORM de 4 páginas es mucho mayor que la efectividad del VL por si sólo (WebLab de 1 página) ya que la diferencia de porcentajes de alumnos que lo superan es un 24,14%.

6.2. WebLab y Evaluación final de la asignatura

Los datos y resultados obtenidos en el examen final de la asignatura por los estudiantes que completaron satisfactoriamente el WebLab, en cualquiera de sus modalidades, son mucho mejores que los obtenidos como media de los estudiantes de la asignatura (incluyendo a todos los matriculados, participaran en la experiencia o no):

- El porcentaje de alumnos que participaron en el examen final es mucho mayor: 28 de 32 en el GE y 14 de 16 en el GC (87,5% en ambos casos) frente a los 197 de 340 (57,94%) del curso entero.
- El porcentaje de alumnos que superaron el examen final es también mucho mayor: 14 de 28 (50%) en el GE y 9 de 14 (64,29%) en el GC frente a los 61 de 197 (30,96%) del curso entero, una diferencia de 19,04% (GE) y 33,33% (GC).
- La nota media obtenida por los alumnos que superaron el WebLab es ligeramente mayor: 6,88 (SD 1,02) en el GE y 6,84 (SD 0,47 en el GC) frente a 6,52 (SD 0,76).

Los alumnos que completaron el WebLab se presentaron al examen final en un porcentaje mayor (diferencia entre porcentajes de 29,56%), además superaron el examen con unos porcentajes mucho mayores y obtuvieron una nota media ligeramente

superior. No hay que dar de lado el hecho de que, al tratarse de una actividad voluntaria, los alumnos que participaron en el WebLab fueron aquellos que se suelen calificar como "mejores" alumnos: los que suelen participar más y obtener mejores resultados. Sin embargo no se puede negar que existe una correspondencia directa entre la superación de este WebLab y la obtención de mejores resultados cualitativos y cualitativos que, proporcionalmente, es debida a este hecho.

6.3. Opinión de los alumnos

Los resultados obtenidos en las encuestas que completaron los alumnos de los grupos experimental y de control que superaron los WebLabs ayudan a validar la efectividad de esta propuesta docente. La encuesta del grupo experimental tenía 22 preguntas y la del grupo de control 15 ya que no se incluyeron las preguntas relativas a las páginas 1 y 2 que no se incluyeron en el WebLab de este grupo. Se han obtenido múltiples datos y todos ellos se pueden considerar positivos, destacan las preguntas finales en las que se les pedía la valoración de diversos aspectos de los WebLabs en una escala de 1 a 5. Los resultados se muestran al detalle para el WebLab del grupo experimental y el grupo de control (Figura 11).

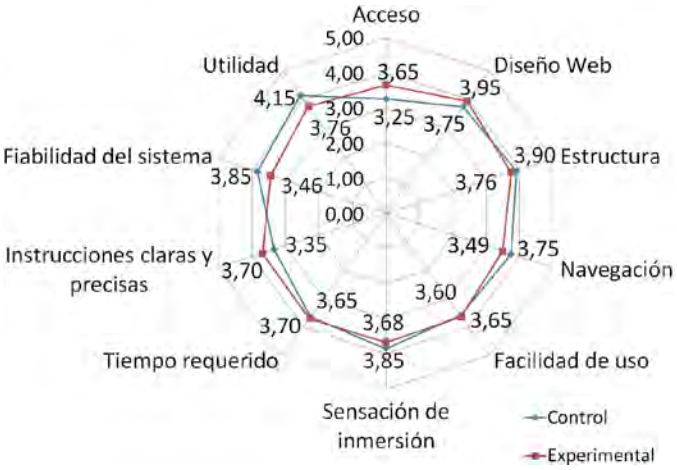


Figura 11: Evaluación de aspectos (Grupo Experimental y de Control).

Todos los aspectos evaluados en los WebLabs han obtenido una valoración positiva, han obtenido una valoración igual o superior a 3,46 (SD 1,07, "Fiabilidad del sistema") en el grupo experimental y 3,25 (SD 1,21, "Acceso cómodo") en el grupo de control. Los aspectos mejor evaluados han sido "Diseño Web" en el grupo experimental (3,95 SD 0,78) y "Utilidad" en el grupo de control (4,15 SD 1,04).

El resultado más representativo de estas evaluaciones es la valoración final general que se hace de los WebLabs que ha sido de 3,78 (SD 0,79) en el grupo experimental y de 3,85 (SD 0,67) en el grupo de control (Figura 12).

7. Reusabilidad del WebLab

Después de demostrar las características positivas del WebLab, se decidió probar su importación a otros LMS para comprobar la reusabilidad de los paquetes SCORM. Para ello se pensó en utilizar el paquete SCORM del WebLab en una plataforma de tipo Moodle (Moodle, 2015), el LMS más extendido a nivel mundial. El WebLab descrito en las secciones anteriores ha sido desarrollado siguiendo la Edición 4ª de la versión 2004 de SCORM (última versión publicada), la cual es soportada por ILIAS. Sin embargo, Moodle sólo soporta la versión SCORM 1.2 (más antigua y con menos posibilidades).

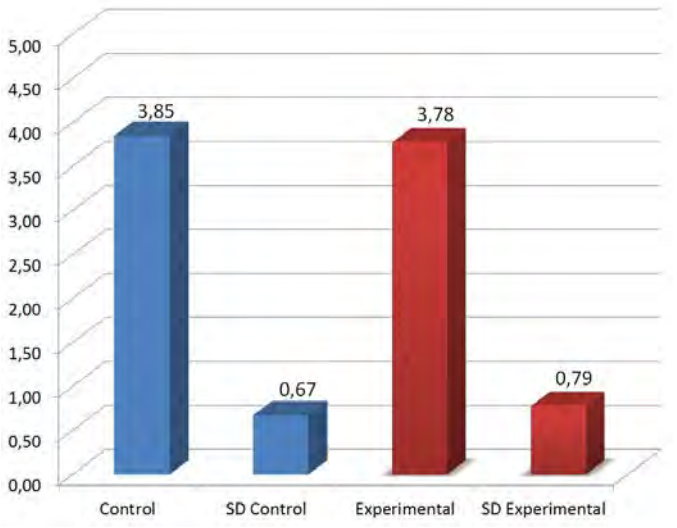


Figura 12: Evaluación Final (Grupo Experimental y de Control).

Por ello se tuvo que realizar una modificación del paquete SCORM original para convertirlo a la versión 1.2. Esto planteó una serie de cambios, principalmente derivados por la imposibilidad de controlar la secuenciación y navegación entre las páginas, ya que no se incluye ninguna sub-especificación a este respecto en la versión 1.2:

- Es necesario usar un empaquetado diferente usando un nuevo modelo base de la versión 1.2 en el que se pueden incluir las mismas 4 páginas de contenido usadas.
- Las llamadas a funciones JavaScript del RTE que hay en las páginas de contenido se deben comprobar y reescribir con las funciones de la versión 1.2. cuando tienen equivalente, o eliminarlas en caso de no existir (p.e. las relativas a la secuenciación y navegación).
- En el software del VL creado con EJS hay que usar un objeto de la clase scormRTE12 para llamar a las funciones de la versión 1.2 y comprobar las funciones no implementadas para su eliminación o adaptación.
- Simplificación del software del VL en la sección de comentarios SCORM (la versión 1.3 sólo admite un comentario).

De este modo se obtuvo una versión SCORM 1.2 del WebLab. El mismo paquete SCORM fue importado y utilizado en las plataformas ILIAS de la Universidad de Jaén (ILIAS, 2015b) y Moodle de la red UNILabs (UniLabs, 2015) de laboratorios universitarios compartidos que gestiona la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED). Ambos se encuentran ubicados con acceso libre (es necesario registrarse en el sistema UNILabs y matricularse en el "Curso de prueba para la Universidad de Jaén"). Su funcionamiento fue similar, la secuenciación y navegación en la versión 1.2 es realizada y gestionada por el propio LMS, lo que limita a los creadores del WebLab. La única diferencia observada en la ejecución del WebLab en las dos plataformas radica en el tratamiento que se hace del elemento de SCORM cmi.comments. Este dato es una cadena de caracteres con un tamaño máximo de 4096 que se almacena y gestiona por el LMS que puede ser leída o actualizada

por las páginas del SCORM, al ser actualizada en ILIAS se reescribe el contenido previamente añadido mientras que la implementación de Moodle concatena los contenidos (comentarios añadidos).

8. Conclusión

En este trabajo se ha mostrado una propuesta de WebLab basado en SCORM que ha sido utilizado en la asignatura "Automática Industrial" de la Universidad de Jaén. Se ha descrito la creación del WebLab siguiendo una metodología innovadora que se basa en los objetivos y competencias que deben adquirir los alumnos que trabajen en el mismo. En el WebLab se ha incluido un VL incrustado como un Applet JAVA junto a una serie de recursos que ayudan a su superación. Tras ofrecer a los alumnos del curso 2014-15 dos escenarios de uso del VL se han obtenido una serie de datos de uso y resultados que demuestran la efectividad de todos los recursos desarrollados, especialmente el modelo de WebLab completo de 3 páginas (4 si se tiene en cuenta el test final que se extrajo para esta investigación) frente al de 1 página. Se han analizado todos los datos obtenidos y se han aplicado unos procesos de evaluación basados en los siguientes factores: 1) el número de alumnos que superó los WebLabs en los dos escenarios y la ganancia de conocimiento que alcanzaron, 2) la relación existente entre la superación de los WebLabs y la superación del examen final de la asignatura en la que se ha impartido y 3) la opinión y valoración de los WebLabs realizada por los alumnos que los superaron.

La propuesta de WebLab SCORM sobre control PID de 4 páginas con el VL incrustado, ha resultado ser, en su conjunto, un recurso de aprendizaje muy efectivo, bastante mejor que ofrecer el VL de forma aislada (con el manual y los guiones de prácticas) en una página (46,37% vs 22,54%). Se puede afirmar que los recursos asociados al VL que se incluyen en el WebLab ayudan a su superación (24,14%), los conocimientos adquiridos tras trabajar estos recursos suponen una mejoría en las calificaciones del mismo cercana al 30%. Por otro lado, comparando los resultados obtenidos por los alumnos del GE y los de todos los alumnos del curso se ha observado una mayor participación en la prueba final de evaluación de la asignatura (29,56%, 87,5% frente a 57,94%) obteniendo un porcentaje de superación bastante mayor (19,71% mayor, 50% frente a 30,29%). Además, los estudiantes que han utilizado el modelo de WebLab propuesto lo han evaluado muy positivamente con un 3,78 (SD 0.89) sobre 5 mostrando un nivel de satisfacción muy alto.

También se ha realizado una adaptación del paquete SCORM del WebLab a la versión 1.2 para validar su funcionamiento en distintas plataformas (ILIAS y Moodle). Se ha comprobado su total reusabilidad y una ejecución idéntica salvo mínimas diferencias debida a la implementación de la función de almacenamiento de mensaje en una y otra plataforma.

English Summary

PID Control SCORM Web Laboratory with advanced Integration.

Abstract

Web laboratories (WebLabs) are education resources that are increasingly used in university technical grades. When they are presented integrated into a learning management system (LMS) several advantages for students and teachers are obtained, e.g. laboratories are shown in a familiar environment and the experience can be customized thanks to the user identification performed by the LMS. A Proportional-Integral-Derivative (PID) control WebLab has been created in this work, PID control is a fundamental content of the Automatic subjects found in all grades of Industrial Engineering. This WebLab was developed through an innovative methodology that generates an effective learning resource based on Shared Content Object Reference Model (SCORM). SCORM is the more used standard for e-learning contents; it is compatible with most LMS market, this way the WebLab can be easily reused in different LMS environments. The WebLab presented in this paper is based on a learning path that includes a series of useful learning resources such as PID control theory, assessment tests, a PID control virtual laboratory (VL) of a DC motor and customized experiments for each student whose results are stored in the LMS. This WebLab has been presented in the institutional LMS of the University of Jaén to 340 students of the subject "Industrial Automation" in the 2014-15 course. Several evaluations have been performed from the data obtained in the WebLab. Evaluations have shown that students who completed the WebLab have achieved excellent performance in the WebLab itself, they have achieved higher results than remaining students in the final evaluation of the course and they have highly positively valued the WebLab. It has also demonstrated the reusability of the WebLab in different SCORM-compliant LMS (Moodle and ILIAS) analyzing the problems that have arisen in this regard.

Keywords:

Interactive tools, virtual and remote laboratories; Automation Education; E-learning, distance education and Learning Management Systems (LMS); Experimentation environment; Automatic evaluation.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido realizado parcialmente gracias al apoyo de los proyectos PID30-2014-16, DPI2011-27284 y PI10-AGR6616.

Referencias

Advanced Distributed Learning Initiative, 2009. SCORM 2004 4th Edition. [Online]. Disponible: http://www.adlnet.gov/scorm/

Aliane, N., 2010. Experiencia de uso de un laboratorio remoto de control. Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial RIAI, 7(1), 85-90. DOI:10.1016/S1697-7912(10)70011-X

Andujar, J., & Mateo, T., 2010. Diseño de laboratorios virtuales y/o remotos. Un caso práctico. Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial RIAI, 7(1), 64-72. DOI:10.1016/S1697-7912(10)70009-1

Archer, G., Smith, J., & Szymanski, M., 2002. Assessing the quality of web-enabled laboratories in undergraduate education. In Frontiers in Education, 2002. FIE 2002. 32nd Annual (Vol. 2, pp. F3E-12). IEEE. DOI: 10.1109/FIE.2002.1158196

Candelas F. A., Torres F, Gil P., Ortiz F., Puente S., Pomares J., 2004. Laboratorio Virtual Remoto para robótica y evaluación de su impacto en la

docencia. Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial RIAI, 1(2), 49-57.

Costa-Castelló, R., Vallés, M., Jiménez, L. M., Díaz-Guerra, L., Valera, A., & Puerto, R., 2010. Integración de dispositivos físicos en un laboratorio remoto de control mediante diferentes plataformas: Labview, Matlab y C/C++. Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial RIAI, 7(1), 23-34.

Dormido, S., 2004. Control learning: present and future. Annual Reviews in control, 28(1), 115-136. DOI: 10.1016/j.arcontrol.2003.12.002

Dormido, R., Vargas, H., Duro, N., Sanchez, J., Dormido-Canto, S., Farias, G., & Dormido, S., 2008. Development of a web-based control laboratory for automation technicians: The three-tank system. Education, IEEE Transactions on, 51(1), 35-44. DOI: 10.1109/TE.2007.893356

Esquembre, F., 2004. Easy Java Simulations: A software tool to create scientific simulations in Java. Computer Physics Communications, 156(2), 199-204. DOI: 10.1016/S0010-4655(03)00440-5

Gomes, L., & Bogosyan, S., 2009. Current trends in remote laboratories. Industrial Electronics, IEEE Transactions on, 56(12), 4744-4756. DOI: 10.1109/TIE.2009.2033293

Gómez-Estern, F., López-Martínez, M., & de la Peña, D. M., 2010. Sistema de Evaluación Automática VíaWeb en Asignaturas Prácticas de Ingeniería. Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial RIAI, 7(3), 111-119. DOI: 10.1016/S1697-7912(10)70047-9

ILIAS, Sistema de Gestión de Aprendizaje, 2015a. Accesible online: http://ilias.de

ILIAS, LMS de la Universidad de Jaén, 2015b. Accesible online: http://dv.ujaen.es/docencia/goto_docencia_fold_622937.html

Lonn, S., Teasley, S. D., & Krumm, A. E., 2011. Who needs to do what where?: Using learning management systems on residential vs. commuter campuses. Computers & Education, 56(3), 642-649. DOI: 10.1016/j.compedu.2010.10.006

Moodle, Sistema de Gestión de Aprendizaje, 2015. Accesible online: https://moodle.org

Nickerson, J. V., Corter, J. E., Esche, S. K., & Chassapis, C., 2007. A model for evaluating the effectiveness of remote engineering laboratories and simulations in education. Computers & Education, 49(3), 708-725. DOI: 10.1016/j.compedu.2005.11.019

Ogata, K., 2003. Ingeniería de control moderna. Pearson Educación.

Rashid, M., Tasadduq, I., Zia, Y. I., Al-Turkistany, M., & Rashid, S., 2012. Evaluation of engineering laboratories. In Education and e-Learning Innovations (ICEELI), 2012 International Conference on (pp. 1-6). IEEE. DOI: 10.1109/ICEELI.2012.6360621

RIAI, 2010. Número Especial: Laboratorios virtuales y remotos en Automática: Realizaciones y experiencias. Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial RIAI. 1697-7912, Vol 7, Núm.1.

Ruano I., Gámez J. & Gómez J., 2014. Building SCORM embedded WebLabs with LMS interaction. In Frontiers in Education Conference (FIE), 2014. IEEE. DOI: 10.1109/FIE.2014.7043993

Ruano I., Gámez, J., Dormido, S., & Gómez, J., 2016. A Methodology to Create Learning Effective Laboratories in Learning Management System. Education, IEEE Transactions on, [No publicado]

Santana, I., Ferre, M., Hernández, L., Aracil, R., Rodríguez, Y., & Pinto, E., 2010. Aplicación del Sistema de Laboratorios a distancia en asignaturas de regulación automática. Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial RIAI, 7(1), 46-53. DOI: 10.1016/S1697-7912(10)70007-8

UNILabs, Red de Laboratorios universitarios compartidos, 2015. Accesible online: http://unilabs.dia.uned.es/

Apéndice A. *Datos de Uso del Grupo Experimental (169 alumnos) en los recursos del WebLab 3P*

Alumnos que acceden al test			Nota	
#	% GE		Media	SD
69	40,82%		4,49	2,15
Alumnos que superan el test			Nota	
#	% GE	% acceden	Media	SD
29	17,16%	42,03%	6,6	1,17

Alumnos que NO superan el test			Nota	
#	% GE	% acceden	Media	SD
40	23,67%	57,97%	2,96	1,18

Tabla 1. Datos de uso del test previo al WebLab.

Estudiantes que acceden: 67 (39,64% GE)

Tabla 2. Datos de uso de documento “Pasos Previos a Ejecución de WebLab”.

WebLab Página 1. Introducción						
Alumnos acceden a Página 1			Nota		Tiempo (min.)	
#	% GE	% WebLab	Media	SD	Media	SD
57	33,73%	100%	10	0	4,18	5,69
WebLab Página 2. Teoría						
Alumnos acceden a Página 2			Nota		Tiempo (min.)	
#	% GE	% WebLab	Media	SD	Media	SD
56	33,14%	98,25%	8,89	1,45	46,25	37,56
Alumnos superan Página 2			Nota			
#	% GE	% WebLab	Media	SD		
56	33,14%	98,25%	8,89	1,45		
WebLab Página 3. VL						
Alumnos acceden a Página 3			Nota		Tiempo (min.)	
#	% GE	% WebLab	Media	SD	Media	SD
56	33,14%	98,25%	8,74	1,76	66,89	44,10
Alumnos que obtienen puntos: 44 (78,57% VL)						
Alumnos superan VL				Nota		
#	% GE	% WLab	% VL	Media	SD	
41	24,26%	71,93%	73,21%	9,18	0,68	
Alumnos NO superan VL						
#	% GE	% WLab	% VL	*Sólo 3 estudiantes obtuvieron puntos*		
15	8,88%	26,32%	26,79%			

Tabla 3. Datos de uso del WebLab de 3 páginas (por página).

Alumnos acceden a test			Nota	
#	% GE		Media	SD
41	24,26%		7,35	2,49
Alumnos superan el test			Nota	
#	% GE	% acceden	Media	SD
32	18,93%	78,05%	8,39	1,65
Alumnos NO superan el test			Nota	
#	% GE	% acceden	Media	SD
9	5,32%	21,95%	3,65	0,75

Tabla 4. Datos de uso del Test Final de WebLab.

Cadenas: 5. Mensajes: 14. Alumnos participan: 6

Tabla 5. Datos de uso del Foro de dudas del WebLab.

Alumnos acceden a 2 tests			Diferencia		
#	% GE		Media	SD	%
41	24,26%		2,23	2,8	22,3%
Alumnos mejoran notas			Diferencia		
#	% GE	% acceden 2 test	Media	SD	%
27	15,98%	65,85%	3,7	2,22	37%
Alumnos empeoran nota			Diferencia		
#	% GE	% acceden 2 test	Media	SD	%
4	2,37%	9,76%	-2,14	0,82	-21,14%
Alumnos obtienen igual nota			Diferencia		
#	% GE	% acceden 2 test	Media	SD	%
10	24,39%	24,39%	0	0	0%
Alumnos acceden a 2 tests y superan TF			Diferencia		
#	% GE	% acceden 2 test	Media	SD	%
32	18,93%	78,05	2,99	2,57	29,9%
Alumnos mejoran notas			Diferencia		
#	% acceden 2 test	% superan TF	Media	SD	%
24	58,54%	75%	3,99	2,19	39,9%
Alumnos obtienen igual nota			Diferencia		
#	% acceden 2 test	% superan TF	Media	SD	%
8	19,51%	25%	0	0	0%

Tabla 6. Datos de diferencias entre calificaciones obtenidas en el test previo al WebLab y en el Test Final del WebLab.

Apéndice B. *Datos de Uso del Grupo de Control (170 alumnos) – en los recursos del WebLab (1P)*

Alumnos acceden a test			Nota	
#	% GC		Media	SD
71	41,76%		4,16	1,8
Alumnos superan el test			Nota	
#	% GC	% Acceden	Media	SD
22	12,94%	30,99%	6,36	0,85
Alumnos NO superan el test			Nota	
#	% GC	% acceden	Media	SD
49	28,82%	69,01%	4,16	0,85

Tabla 7. Datos de uso del test previo al WebLab.

Alumnos acceden: 62 (36,47% GC)

Tabla 8. Datos de uso de documento "Pasos Previos a Ejecución de WebLab".

Alumnos acceden			Nota		Tiempo (min.)	
#	% GC		Media	SD	Media	SD
50	29,41%		8	2,18	148,34	199,4
Alumnos que obtienen puntos: 25 (50% VL)						
Alumnos superan VL			Nota			
#	% GC	% VL	Media	SD		
22	12,94%	44%	8,72	1,14		
Alumnos NO superan VL			*Sólo 3 estudiantes obtuvieron puntos*			
#	% GC.	% VL				
28	16,47%	56%				

Tabla 9. Datos de uso del WebLab de 1 página (VL).

Alumnos acceden a test			Nota	
#	% GC		Media	SD
22	12,94%		6,88	2,32
Alumnos superan el test			Nota	
#	% GC	% acceden	Media	SD
16	9,41%	72,73%	7,95	1,73
Alumnos NO superan el test			Nota	
#	% GC	% acceden	Media	SD
6	3,53%	27,27%	4,05	0,58

Tabla 10. Datos de uso del Test Final de WebLab.

Cadenas: 4. Mensajes: 14. Alumnos participan: 4

Tabla 11. Datos de uso del Foro de dudas del WebLab.

Alumnos acceden a 2 tests			Diferencia		
#	% GC		Media	SD	%
22	12,94%		2,01	3,29	20,13%
Alumnos mejoran nota			Diferencia		
#	% GC	% acceden 2 test	Media	SD	%
13	7,65%	59,09%	4,29	2,1	42,9%
Alumnos empeoran nota			Diferencia		
#	% GC	% acceden 2 test	Media	SD	%
6	3,53%	27,27%	-1,9	0,74	-19%
Alumnos obtienen igual nota			Diferencia		
#	% GC	% acceden 2 test	Media	SD	%
3	1,76%	13,64%	0	0	0%
Estudiantes acceden a 2 tests y superan TF			Diferencia		
#	% GC	% acceden 2 test	Media	SD	%
16	9,41%	72,73%	3,13	3,1	31,3%
Estudiantes mejoran notas			Diferencia		
#	% acceden 2 test	% superan TF	Media	SD	%
12	54,55%	75%	4,52	2	45,2%
Estudiantes empeoran nota			Diferencia		
#	% acceden 2 test	% superan TF	Media	SD	%
2	9%	12,5%	-2,14	1,01	21,4%
Estudiantes obtienen igual nota			Diferencia		
#	% acceden 2 test	% superan TF	Media	SD	%
2	9%	12,5%	0	0	0%

Tabla 12. Datos de diferencias entre calificaciones obtenidas en el test previo al WebLab y en el Test Final del WebLab.

Apéndice C. *Resultados obtenidos por todos los alumnos (340), el Grupo Experimental (169) y el Grupo de Control (170) en la evaluación final de la asignatura "Automática Industrial".*

Alumnos acceden a examen final			Nota	
#	%		Media	SD
197	57,94%		3,45	2,2
Alumnos superan examen final			Nota	
#	% Matriculados	% acceden	Media	SD
61	17,94%	30,96%	6,52	0,76
Alumnos NO superan examen final			Nota	
#	% Matriculados	% acceden	Media	SD
136	40%	69,04%	2,07	0,77
Alumnos No Presentados: 143 (42,06%)				

Tabla 13. Datos de acceso y resultados obtenidos por los alumnos del grupo completo en el examen final de la asignatura.

Alumnos acceden a Test Previo WebLab PID Motor CC (TP): 69				
Alumnos acceden a examen final			Nota	
#	%		Media	SD
54	78,26%		3,9	2,32
Alumnos superan examen final			Nota	
#	% acceden TP	% acceden	Media	SD
20	28,99%	37,04%	6,73	0,92
Alumnos NO superan examen final			Nota	
#	% acceden TP	% acceden	Media	SD
34	49,28%	62,96%	2,24	0,67
Alumnos No Presentados: 11 (21,74%)				
Alumnos que superaron Test Previo WebLab PID Motor CC (TP): 32				
Alumnos acceden a examen final			Nota	
#	%		Media	SD
28	87,5%		4,64	2,42
Alumnos superan examen final			Nota	
#	% superan TF	% acceden	Media	SD
14	43,75%	50%	6,88	1,02
Alumnos NO superan examen final			Nota	
#	% superan TF	% acceden	Media	SD
14	43,75%	50%	2,4	0,57
Alumnos No Presentados: 4 (21,74%)				

Tabla 14. Datos de acceso y resultados obtenidos por los alumnos del grupo experimental en el examen final de la asignatura.

Alumnos acceden a Test Previo WebLab PID Motor CC (TP): 71				
Alumnos acceden a examen final			Nota	
#	%		Media	SD
60	84,51%		3,79	2,18
Alumnos superan examen final			Nota	
#	% superan TP	% Acceden	Media	SD
23	32,39%	38,33%	6,4	0,6
Alumnos NO superan examen final			Nota	
#	% superan TP	% Acceden	Media	SD
37	52,11%	61,67%	2,17	0,74
Alumnos No Presentados: 11 (15,49%)				
Alumnos que superaron Test Previo WebLab PID Motor CC (TP): 16				
Alumnos acceden a examen final			Nota	
#	%		Media	SD
14	87,5%		5,21	2,33
Alumnos superan examen final			Nota	
#	% superan TF	% acceden	Media	SD
9	56,25%	64,29%	6,84	0,47
Alumnos NO superan examen final			Nota	
#	% superan TF	% acceden	Media	SD
5	31,25%	35,71%	2,26	0,61
Alumnos No Presentados: 2 (12,5%)				

Tabla 15. Datos de acceso y resultados obtenidos por los alumnos del grupo de control en el examen final de la asignatura.

ANEXO 28	
Título	Mail de aceptación de artículo RIAI: “Laboratorio Web SCORM de Control PID con Integración Avanzada”

Ildefonso Ruano Ruano <alonso@ujaen.es>

RIAI-D-15-00066R2: decisión de los editores

RIAI <secretaria@revista-riai.org> 9 de mayo de 2016, 15:09
Para: alonso@ujaen.es

Apreciado/a Mr. Ruano Ruano:

Le comunicamos que su manuscrito "Laboratorio Web SCORM de Control PID con Integración Avanzada PID Control SCORM Web Laboratory with advanced Integration" (Ref. RIAI-D-15-00066R2) ha sido aceptado para su publicación en Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial.

Tenga presente este trabajo y cítelo en las futuras publicaciones relacionadas con este tema, incluso en otros idiomas (inglés), ya que se dispone de resumen y título del mismo.

Reciba un cordial saludo,

Pedro Albertos, Dr.
Director
Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial

ANEXO 29	
Título	Publicación en Revista IEEE Transaction on Learning Technologies: "A methodology to Obtain Learning Effective Laboratories with Learning Management System Integration"

A Methodology to Obtain Learning Effective Laboratories with Learning Management System Integration

I. Ruano, J. Gámez, S. Dormido, *Member, IEEE*, J. Gómez, *Member, IEEE*

Abstract— Online laboratories are useful and valuable resources in high education, especially in engineering studies. This work presents a methodology to create effective laboratories for learning that interact with a Learning Management System (LMS) to achieve advanced integration. It is based on pedagogical aspects and considers not only the laboratory application itself but also related resources that complement it. The methodology is flexible, covers all possible cases, and it is structured in stages that can be used with any system architecture, standards or type of online laboratory (virtual, remote or hybrid) because it abstracts technical aspects at a high level. This methodology facilitates the creation of new online labs so that any teacher, even those without specialized knowledge, can clarify many of the questions that may arise and gain understanding of how to implement an effective online laboratory with LMS integration to assist learning. As an example and validation of the methodology, this work describes a laboratory developed as a Shared Content Object Reference Model (SCORM) package and hosted in the institutional LMS at the University of Jaen. The laboratory was presented to 338 students taking an Industrial Automation class, and student evaluations were quite positive.

Index Terms— Laboratories, Education technology, Control engineering education, Students experiments,

1 Introduction

LABORATORIES have a central role in engineering education. The technologies used to develop laboratories (labs) have advanced considerably over the past decades. One example is the creation of virtual and/or remote labs (VRLs) using web technology to facilitate student access to practical experiments [1], [2]. The application of Information and Communications Technologies (ICT) has enabled this amazing development; however, the most important ICT development in e-learning has been the Learning Management System (LMS) [3]. LMSs are essential tools for higher education today for both e-learning and blended learning (better known as b-learning)—or simply to support classroom teaching. After LMS authentication, students can access virtual spaces where they can find learning resources, tools to communicate with tutors and peers, assessment tools for evaluating their learning progress, and facilities to create and version learning contents.

Ideally, all resources related to student learning are provided in a learning scenario [4]—an environment where students can learn together in various combinations and interact with each other. Currently, many of these learning scenarios are implemented in LMSs. For this reason, engineering online laboratories should be integrated into the LMSs in the same way as other learning resources. Lab-LMS integration is an important issue that has been addressed by many studies [5]–[9] using different strategies. However, this subject can be both complicated and confusing for teachers with no experience in the field who want to create an online laboratory with LMS integration.

This work proposes a methodology that describes the actions that must be carried out to create an effective online learning laboratory with LMS integration. The methodology identifies the actors responsible for performing each action. It also includes an example of an online laboratory developed using this methodology that has been evaluated with 338 Industrial Automation students at the University of Jaén (UJA). The main objective of this paper is to help faculty understand the steps that must be performed to create an effective online lab integrated with an LMS and to know which actors are responsible for implementing each phase.

The rest of the paper is organized as follows: Section 2 briefly discusses Lab-LMS integrations and previous works. Section 3 presents the proposed methodology including phases, actors and deliverables. Section 4 shows a real-world example of the use of this methodology to create a laboratory including data collection concerning use of the laboratory and the results of an opinion survey. Section 5 describes a validation procedure, and Section 6 presents a conclusion and future research.

2 Laboratory-LMS Integration

There are many e-learning standards; Hilera [10] classified e-learning standards based on 12 categories related to different e-learning aspects: accessibility, architecture, quality, skills, content and evaluation, digital

- *I. Ruano, J. Gámez, and J. Gómez are with the Group of Robotic, Automation, and Computer Vision of the Universidad de Jaén, 23071 Jaén, Spain. E-mail: {alonso, jggarcia}@ujaen.es, juangouja@gmail.com.*
- *S. Dormido is with the Department of Informatica and Automatica, Universidad Nacional de Educacion a Distancia, 28040 Madrid, Spain. E-mail: sdormido@dia.uned.es.*

xxxx-xxxx/0x/$xx.00 © 200x IEEE Published by the IEEE Computer Society

rights, student information, interoperability, metadata, learning process, repositories, and vocabulary and languages. By itself, no single category defines an online laboratory; online laboratories are multifaceted resources covering almost all the aspects defined in [10]; however, in relation to Lab-LMS integration, the most interesting standards are those related to content and evaluation, interoperability, and the learning process. From a technical point of view, online labs can be among the most complex types of learning resources that exist in an LMS. This complexity applies to the lab creation, use and maintenance. All online labs are presented to users as software applications that include a graphical user interface (GUI) through which students interact to work with real resources (remote laboratory (RL)), simulations (virtual laboratory (VL)) or both (hybrid laboratory).

Integrating a laboratory with an LMS can be implemented in different ways. There are two main aspects to consider in such an integration:

- *Location*. Lab software can be located in the LMS as a learning resource or it can be located outside the LMS in some other location. Labs located in the LMS have some advantages. For example, the laboratory does not need to deal with authentication and authorization: only students with access permissions can run the lab software. Another important advantage is the establishment of relationships with other resources based on learning paths that nearly all LMS support. For example, the LMS can be configured to allow access to the lab only to learners who have satisfactorily completed prerequisite tasks.
- *Interaction*. Lab software can exchange information with the LMS. Labs obtain some benefit by establishing LMS-VRL communications such as exchanging learner credentials, allowing student identification through the LMS (if the laboratory is not already located there), learner customization—adjusting lab operations to learner preferences such as language, volume, speed, captioning, and so on, and allowing individualized practical experiments. Furthermore, student results can be stored in the LMS, which can use the information to control access to other resources in the LMS.

The following scenarios (Figure 1) can be considered by taking lab location and interaction into account:

1. *Outside and No Interaction* (Figure 1a). Students execute the lab software, which is located outside the LMS, completely independently of the LMS, although the lab may have been launched by the student clicking a link in the LMS. There is no Lab-LMS integration. There are many examples of labs developed upon this model using ad hoc schemes [11]–[13] or web-based experimentation environments [14], [15].
2. *Outside and Interaction* (Figure 1b). Students execute the lab software, which is located outside the LMS, outside the LMS environment, but the lab establishes communications with the LMS.
3. *Inside and No Interaction* (Figure 1c). Students execute the lab software, which is located within the LMS, inside the LMS environment, thereby establishing relationships with other resources in the LMS based on the interactions between resources implemented by the LMS (e.g., prerequisites). This type of lab has minimal integration with the LMS.
4. *Inside and Interaction* (Figure 1d). Students execute lab software located within the LMS. This type of lab can interact with the LMS and can be related to other resources located in the LMS. This scenario (fully integrated laboratory) has the most advanced integration with the LMS.

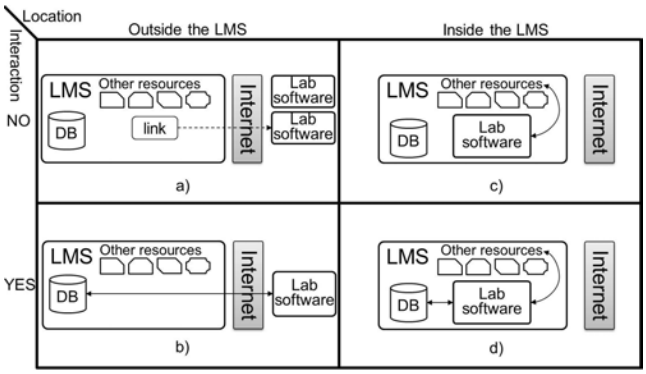


Fig. 1. LMS-Lab software scenarios based on location and interaction.

The approaches matching the scenarios shown in Figure 1b and Figure 1d can be implemented in the LMS using either ad hoc development [6], [16]–[18] or using one of the e-learning standards such as the Shared Content Object Reference Model (SCORM) [9], [19]–[21], eXperience API (xAPI, also known as the Tin Can API or TCAPI) [22], [23], Instructional Management System-Learning Design (IMS-LD) [7], [24], Learning Tool Interoperability (LTI) [25], [26], OpenSocial [27]–[29], Computer-Managed Instruction 5 (cmi5) [30], Inquiry Learning Spaces (ILS) [31], Massive Open Online Labs (MOOL) [32] or Laboratory as a Service (LaaS) [33].

3 METHODOLOGY

This methodology was developed based on the experience of the authors in designing and developing online laboratories and pedagogic/didactical concepts. The methodology is generic: it does not impose any standard or architecture and can be applied to create virtually any type of online laboratory. Therefore, the methodology can help faculty with no experience clarify their ideas and understand how to design and create online labs. The learning effectiveness of the laboratory is a key concept in this methodology. The online laboratory is just a tool at the service of the learning activities and should be designed from the syllabus and related to other learning resources [34]. An online laboratory is not an isolated element, it must be integrated with existing learning resources and become a component of a learning path. This process can be divided into three phases: Pre-VRL, VRL, and post-VRL [6]. In this sense, educational

lab sessions should be guided by an integrated lesson plan [29] that defines an adaptive structure including all the resources necessary for students to achieve the objectives and skills. As shown in Figure 2, the methodology is structured into 8 phases and indicates the actors and the deliverables generated by each phase. These phases are explained in more detail below.

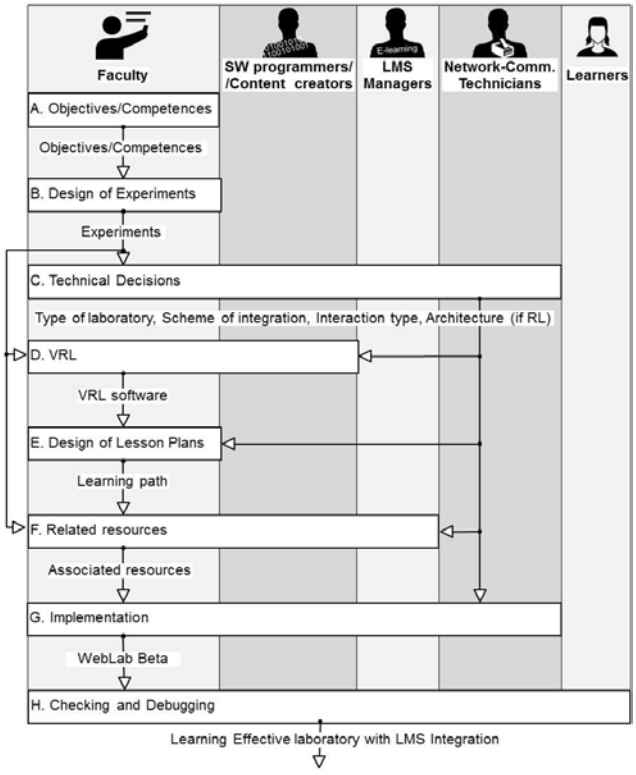


Fig. 2. Diagram of the methodology phases, actors and deliverables.

3.1. Phase A: Objectives/Competencies

This phase is justified by the truism noted in [30]: "*If you don't know where you want to go, you won't know which road to take and you won't know if you have arrived*". The existence of a learning lab is justified by the experiments that students can perform, while the experiments are justified by the objectives and competencies that they provide to learners. The objectives and competencies should be defined in the course syllabus; therefore, the starting point for the design of a learning laboratory is the course syllabus. This phase must be performed by the teachers responsible for the course in which the laboratory is going to be used. These teachers select the goals to be reached (related to practice content) from the course syllabus and specify the learning objectives, skills and competencies provided by the laboratory that learners should acquire.

3.2. Phase B: Design of Experiments

The teaching staff should design experiments that learners must complete to acquire the specified objectives and skills that were selected in Phase A. These are the experiments to include in the online laboratory.

3.3. Phase C: Technical Decisions

For each experiment or group of similar experiments, designed in Phase B, it is necessary to determine the most appropriate type of laboratory to implement the experiments (remote, virtual or hybrid) and the architecture/standards to use. This decision is heavily determined by the existing infrastructure and development experience of the institution. The following sentence given in [7] fits this topic perfectly: "*Nobody wants to reinvent the wheel each time a device goes online*". If the institution has used a certain architecture, LMS or ad hoc extension in the LMS to develop LMS-integrated online labs, it is best to use those, if possible.

When these limitations do not exist, then the following decisions must be made:

1. Type of laboratory: virtual and/or remote.
2. Architecture (in case of remote laboratories): ad hoc or based on specific systems such as web services, Matlab, or LabView.
3. LMS integration scheme (Figure 1).
4. Interaction type: ad hoc or based on e-learning standards.

In the most general case this decision should be made by consensus of the teaching staff, software programmers, network and communications technicians, and LMS administrators for the organization that will implement the laboratory. In many cases several of these roles may be played by the same person.

3.4. Phase D: VRL

The main element in an online laboratory is the Lab software (VRL). The experiments are supported by the VRL where the students carry out the experiments. There are some differences between different types of VRLs:

- *VL*—the software includes simulations of the experiments and offers a graphic user interface (GUI) that allows learners to interact.
- *RL*—the software includes connections to remote real equipment and offers a graphic user interface (GUI) that allows learners to interact with that equipment. Note that such remote connections can lead to security problems that should be taken into account.
- *Hybrid lab*—the software includes both connections to remote real equipment and simulations of the experiments and offers a graphic user interface (GUI) that allows learners to interact.

All the software for the various types of VRLs must be programmed using a web-compatible technology such as JavaScript or any other technology that can be embedded in a web page. Technologies that require the use of a plugin in the web browser such as Java applets or Flash are not appropriate since the web browser vendors have eliminated or announced timelines for the removal of these standards. The following features of a laboratory are both desirable and convenient for attaining effective learning. This methodology advises prospective lab creators to implement the following features:

1. *Assistance*. Popup help for all elements of the laboratory software GUI is useful to help learners

manipulate the lab equipment or simulations.
2. *Customization*. Individualized lab operations based on learner preferences (language, speed, captioning, and volume) that can be stored for future use help students master the content.
3. *Individualized experiments*. Experiments are personalized; each student runs a different personal experiment.
4. *Automatic assessment*. The work performed by each learner is automatically evaluated by the software.
5. *Learning Progress Tracking*. The results of student monitoring and the learning outcome for each student is stored.

Advanced laboratory-LMS integration can facilitate the implementation of some of these characteristics. Lab-LMS communications allow learner authentication, thus connecting learners with customization, individualized experiments, auto assessment and records of their learning progress. This interaction is determined by the decisions made during Phase C and can be based on ad hoc implementations or the e-learning standards cited in the previous subsection. In addition, if the laboratory is located within the LMS (recommended) it can establish relationships with other resources in the LMS to create learning paths and facilitate the lesson plan configuration presented in the next phase. The VRL should be developed by software programmers in close collaboration with the responsible faculty.

3.5. Phase E: Design of Lesson Plan

The VRL software that results from Phase D is not the only resource that students should use. Other resources should be included, created and presented in conjunction with the VRL software to maximize laboratory effectiveness. In this phase the responsible faculty should determine and design the resources and the lesson plan to form a learning path consisting of the learning sequence, the relationships between the resources included with the VRL and the navigation between them. This phase is limited by the decisions taken in the Phase C because the system architecture and the LMS control many of these decisions. Ideally, the VRL is located in the LMS along with its related resources and the learning path can be established by configuring the availability, time schedule, and prerequisite properties that are usually implemented by the LMS. From here forward in this paper, the term WebLab will be used to refer to the assembly formed by the VRL software and all its associated resources.

3.6. Phase F: Related Resources

The related resources designed in Phase E must be created in a compatible environment and format. Ideally, these resources are created by specialized content creators with the advice of the responsible faculty and other personnel; however, in most real-world cases, this work is performed by the teaching staff. Below are some resources directly related to VRLs that should be found in a WebLab:

General Information (Pre-Lab). Students work better and less stressfully when they can answer these questions before starting the laboratory itself: What am I going to do? How does this relate to my studies? What type of laboratory am I going to use? Am I able to work and understand this lab? What purpose will it serve? What will I learn? What skills/competencies will I acquire? How are these contents presented? The teacher must answer these questions prior to presenting the VRL by framing the WebLab in the course syllabus, demonstrating the type of WebLab, and providing a description of the WebLab structure and navigation as well as any prior knowledge needed to understand the WebLab, its objectives, and the skills/competencies that the learner will acquire by completing the lab.

Prior Theoretical Knowledge (Pre-Lab). Lab presented to students usually have related theoretical content that is explained in traditional classes. As explained in [36], "*A common goal is to relate theory and practice or to bring the 'real world' into an otherwise theoretical education*". When this type of content is included in the course theory, it is not necessary to provide it in the lab itself. However, very often there are VRL-specific theoretical contents that students need to understand and carry out the experimental practices that are not included in the course theory. In this case, these contents should be included in the WebLab model. This information should extend the theoretical lesson of the course that the VRL is enriching. It particularizes the more general ideas given in the theoretical course lessons to the specific case of the experiments included in the VRL.

Pre-VRL Evaluation Tool (Pre-Lab). Students will better understand the laboratory experiments and be more likely to complete the WebLab if they have acquired the prior knowledge required for this purpose. It is necessary to ensure that learners have the VRL-specific knowledge required to use the VRL. Tutors should design a resource to evaluate the learners' knowledge and this element should be included in the WebLab (e.g., a test).

VRL Execution Requirements (Pre-VRL). In some cases, it is also necessary to explain the software requirements needed to execute the VRL such as the operating system required and any browser configuration changes or extra software that must be installed. This resource should be created by the software programmers.

VRL Software Manual (Pre-VRL). The VRL software GUI allows students to interact with the remote or virtual elements of the laboratory to realize the experiments. Software programmers should create tutorials to guide students using the lab.

Experiment Guide (Practice scripts) (VRL). The experiment guide helps students carry out the experiments; it is an essential element that explains the steps the learner must take to perform the experiments. It consists of specific instructions that unambiguously describe the work learners must perform. The number of practical experiences included must be determined by the teaching staff, taking into

account the feasibility of including them in the VRL.

Communication and Cooperation Tool (VRL). Teacher-student and student-student communications are a positive factor in any educational experience. The teacher should assuage any doubts students have about using the WebLab. Student-student cooperation requires a communication resource. An LMS resource could be used for both these purposes.

Post-VRL Evaluation Tool (Post-VRL). It is necessary to verify that the student has mastered the concepts and obtained the desired skills. This final verification is an important element that can help to ensure the effectiveness of the entire WebLab—the VRL and all the related resources. There are many ways to perform this evaluation, including personal interviews, surveys, or tests.

3.7. Phase G: Implementation

All the VRL-related resources and the VRL itself must be situated and installed according to the architecture and standards selected earlier. In addition, relationships between all the resources must be established to implement the learning path designed in the lesson plan. This phase relies heavily on the choices made in Phases C and E.

3.8. Phase H: Checking and Debugging

In this phase, the operation of all the elements is tested as a whole. Teachers should act as students and use (test) all the resources included in the WebLab, ensuring that they all behave perfectly. Additionally, learners can participate in checking later versions of the WebLab (beta versions).

4 Use-Case Example

The WebLab called "Modelling Dynamic Systems: DC Motor" is a virtual laboratory developed using the proposed methodology. It is used in the Industrial Automation course included as part of several Industrial Engineering degrees at the UJA. Industrial Automation is taught in the second semester of the second year of the Industrial, Mechanical, Electrical, Industrial Management and Electronic Engineering programmes. The course provides an overview of the applicability of automatic controls in industrial environments and applies basic knowledge of control technologies to continuous and discrete processes. Below, the methodology explained earlier is discussed in the context of the implementation process used to create this laboratory:

4.1. Objectives/Competencies

A specific competency in the course syllabus [37], CEX6, states that one of the competencies learners should acquire is "Knowledge and ability for modelling and simulation knowledge of automatic regulation and control techniques and their application to industrial automation". This competency is associated with the "Industrial Automation" course whose faculty decided to create an online lab to partially support CEX6. The lab has the following objectives:

- *Global:* "Knowledge and capability for modelling and system simulation" and "Basic knowledge of automatic control and its application to industrial automation".
- *Specific:* "Study of the dynamic behaviour of a DC motor" and "Identification of the parameters that define the dynamic model of the system (DC motor)".

4.2. Design of Experiments

The faculty designed one experiment: "Identification of the K (static gain) and T (time constant) parameters that define the dynamic behaviour of a motor modelled as a first order system". It is based on the transfer function shown in Figure 3.

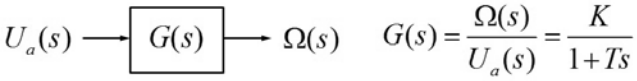


Fig. 3. Transfer function of the DC motor system.

4.3. Technical Decisions

The faculty determined the following technical decisions: The type of laboratory would be VL and the integration scheme would be the advanced integration e-type (Figure 1d), with the VL located in ILIAS [38], the institutional LMS of the UJA. The interaction types would be based on SCORM sub-specifications and relationships with other resources in the LMS. In this case, the participation of communications and networks technicians was not necessary because all the needed communications are created through the LMS as normal web transactions.

4.4. VRL

In this case the programmer, who was a faculty member, chose Java as the programming language in conjunction with Easy Java Simulations (EJS) [39], [40] and the scormRTE Java package [41] to develop the VRL software and communicate with the LMS. The VRL retrieves the learner's identification from the LMS to customize the application's interface and provide customized practice experiments (based on customized constants for each student, so each learner works with a different first order system). The lab also performs an automated evaluation of the student's work and stores the evaluation results in the LMS. Elements of the software interface include a mouseover popup window that shows help text. In addition to the experiment designed in Phase B, the programmer included a pre-experiment practice tutorial to help learners use the software GUI.

4.5. Design of Lesson Plan

The faculty designed the following resources to maximize the learning effectiveness of the VRL:

1. a-item. General information about the WebLab that frames the WebLab from the learner's perspective, a basic description of the WebLab, and instructions on how to complete it.
2. b-item. Theoretical information about modelling, the dynamic model of a DC motor, the

first order dynamic model of the system, and instructions about how to obtain the parameters of the first order dynamic model (static gain of the system, K, and time constant, T).

3. c-item. Pre-VRL test concerning the theoretical information required to complete the lab.
4. d-item. VRL requirements documentation explaining the setup options needed to execute a Java applet in a browser.
5. e-item. Practice scripts for the two experiments that guide learners step by step: a software GUI (experiment 1) and identification of a DC motor (K and T parameters of the first order system, experiment 2).
6. f-item. Post-VRL test covering the experimental work and the desired objectives.
7. g-item. A forum about the WebLab.
8. h-item. A survey to acquire the opinions of learners who worked with the WebLab.

The faculty designed a SCORM structure based on 4 web pages that included most of these resources. Pages 2, 3, and 4 contain valuable resources (c-item, VRL and f-item, respectively) and store student results in the LMS. Figure 4 shows the learning path design including the structure of the SCORM package. There is a path that goes from the d-item to the h-item through the SCORM package and all the included resources. The g-item can be used at any time.

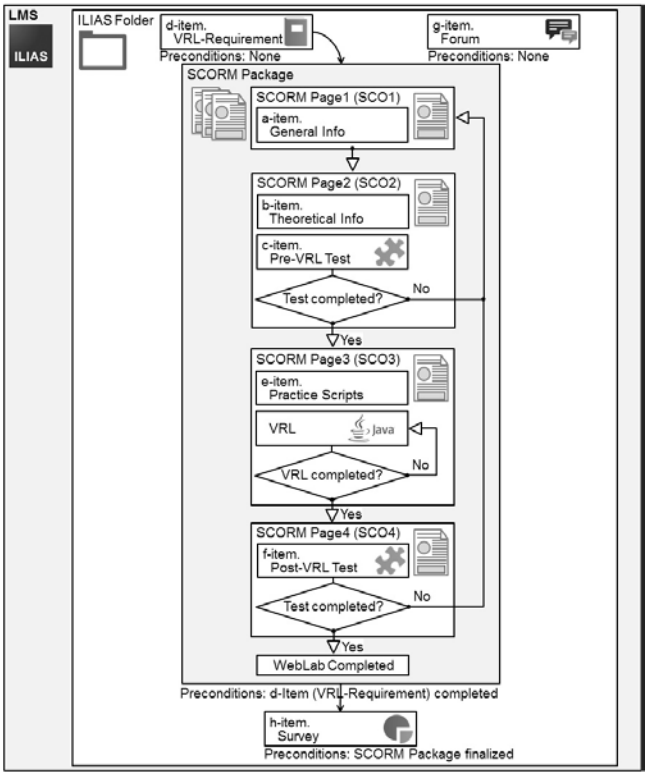


Fig. 4. Learning path, sequencing and navigation between resources.

4.6. Related Resources

All resources listed in Phase E were created by the faculty and the programmer following the advice of a content creation specialist. The d-item was designed as a learning module in ILIAS, the g-item as an ILIAS forum, and the h-item as an ILIAS survey. The SCORM package was developed from a template. The resources contained in the SCORM package were created by formatting the files included in the SCORM template as HTML5 pages. The VRL created in Phase D was embedded in page 3 as an applet.

4.7. Implementation

The resources created in Phase F were located in an LMS folder to facilitate the learning path design. Sequencing and navigation (SN) within the SCORM package was implemented using SCORM. The SN between the resources in the LMS folder was implemented using the resource availability properties in the LMS—specifically, the survey could not be taken until the student had completed the SCORM package (LMS prerequisite).

4.8. Checking and Debugging

The WebLab was tested by the faculty and advanced students to verify the behaviour of all resources and check for errors. Detected errors were corrected, and a working version of the WebLab was obtained.

Of the 369 students enrolled in the course, 338 were assigned to practice groups. Each practice group had a private virtual space in the ILIAS LMS, and each private virtual space included a folder for the WebLab containing the resources shown in Figure 4. One of the most important goals of a VRL intended for education—probably the most important—is to increase students' understanding of the nature of experimentation [42]. Two methods were used to evaluate and validate this laboratory:

1. Results. Final results were obtained from 273 learners based on assessments of the work they performed in the WebLab.

   Of the students who accessed the WebLab, 86.4% passed it, and most of these also obtained good grades (average score per student was 7.7 with a standard deviation (SD) of 1.9). These results demonstrate that the WebLab was a rather positive experience for the majority of students who completed it. A copy of the f-item (the post-VRL Test) was added, formatted as an ILIAS test in the folders of half of the groups as a pretest, to assess how well the WebLab functioned. The learners who were members of the group who took this pretest are called Group A or control group, while the learners belonging to other groups, which did not take the pretest, will be called Group B from now on. It can be assumed that Groups A and B had similar initial knowledge because they were created randomly. The average score obtained by the A group students in the pretest (executed prior to the WebLab) was 6.4 (2.6 SD) while the average score obtained by the B group students in the same test executed in Page 4 after using the VRL (posttest) was 8.0 (1.8 SD).

These scores confirm that students who have executed and completed the WebLab gain extra knowledge (+25%). Figure 5 shows these results graphically, demonstrating that using the WebLab was positive for the participating students.

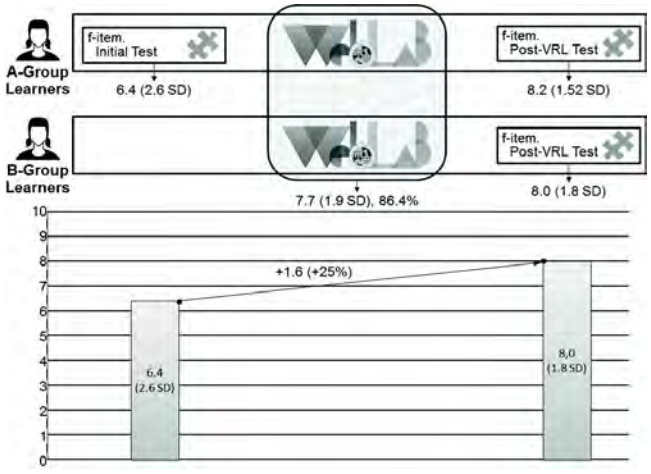


Fig. 5. Results obtained by students who participated in the WebLab.

2. Survey. This survey measures learner satisfaction based on their responses to survey questions (h-item) about the WebLab. The survey was completed by 128 students after they completed the WebLab. The survey was voluntary, and not all students who completed the WebLab participated.

A 23-question survey consisting of 10 web pages was created to facilitate participation and improve usability. The first questions captured respondent characteristics and the environments in which they worked with the WebLab. The responses showed that most of the learners were 20–24 years old (73%), male (84%) and were studying for a mechanical engineering degree (52%). All the respondents accessed and passed the WebLab (100%). The vast majority of respondents (97.7%) read Theme 6 (the theory on which the WebLab is based), and most of them attended all the classes where this theory was explained (62%). Most executed the WebLab more than once (70%).

Some questions that showed screenshots of the WebLab contents were used for two purposes: to determine whether the contents of each page of the laboratory fulfilled their intended functions and to see if students thought the content items were appropriate. The available responses used a 1–5 Likert scale (Figure 6).

One question obtained student feedback about various general aspects of the WebLab using a 1–5 Likert scale. The aspects considered were the WebLab's purpose, system reliability, clear and precise instructions, time taken, sensation of immersion, easy use, navigation, structure, web design and easy access. Figure 7 shows the results to these questions. All the aspects obtained quite

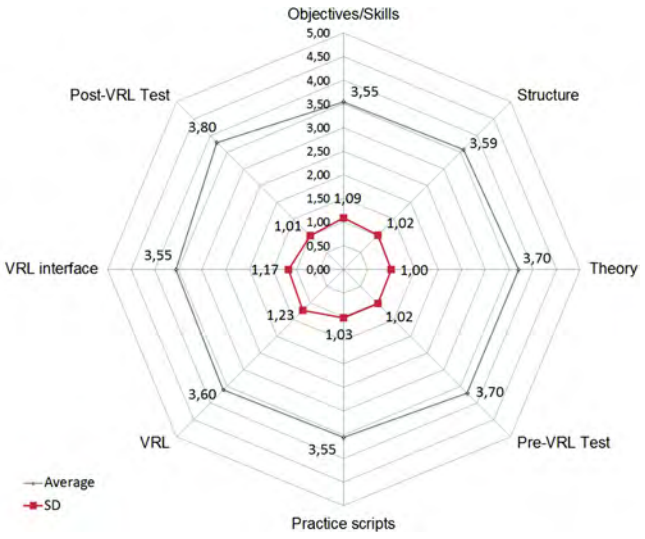


Fig. 6. Students' opinions about WebLab contents.

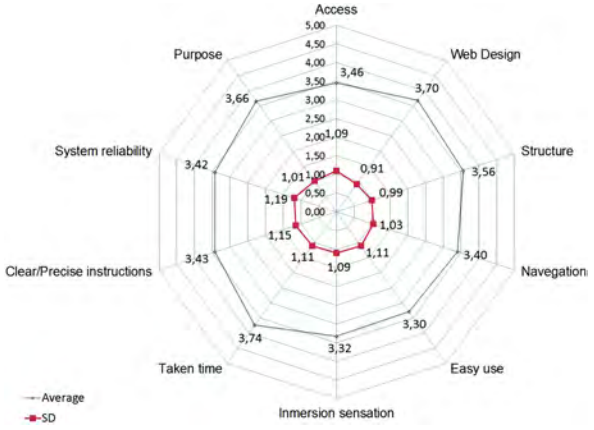


Fig. 7. Students' opinions about diverse aspects of the WebLab.

good results and scored above 3.3 out of a possible 5. The highest-scoring items were for "time taken" and "web design". The last survey question asked students to make a final assessment of the WebLab from 1 to 5. Figure 8 shows that the assessment of the WebLab made by the students was quite positive, scoring a 3.67 out of 5 (7.34 out of 10) which was a fairly satisfactory outcome.

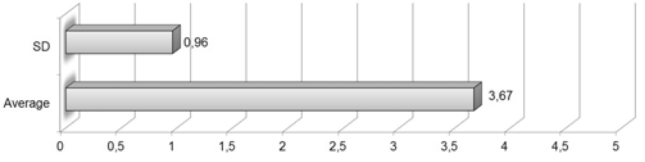


Fig. 8. Students' final rating opinions about the WebLab.

5 VALIDATION

Validation of the methodology described in this paper is a complicated process because it depends on the implementation performed for any particular WebLab. The method used in this work is based on some desirable

properties that WebLab should have. Some of these properties were analysed to ensure that a WebLab developed using this methodology would meet them:

1. *Multi-type Labs*. The methodology can be applied to any type of online laboratory: remote, virtual or hybrid.
2. *Universal Remote Access*. The proposed methodology allows the development of laboratories accessible from any location through the Internet—in this sense, there is no physical limit.
3. *Learning Effectiveness*. The principles of the methodology are based on factors that help achieve lab learning effectiveness. The various phases ensure that the laboratory experiments are designed with one main goal: students should achieve the objectives and/or reach specific competencies. The VRL is presented to learners embedded in a comprehensive pedagogic structure that includes important pedagogical resources related to the experiments in the lab.
4. *VRL-LMS Integration*. The methodology requires advanced VRL-LMS integration based on the exchange of information such as student identification and scores.
5. *Known Environment*. This methodology recommends locating WebLabs within an LMS. By doing this, both learners and tutors will operate in a known environment that facilitates their work.
6. *Standardization*. The methodology does not impose any standard but recommends using e-learning standards for the VRL-LMS integration and that systems and standards should be consolidated to implement online laboratories.
7. *Customization*. The behaviour of the contents of the WebLab can be customized based on user identification. For example, customized practice data can provide different work tailored to each learner. VRL-LMS integration facilitates this property.
8. *Automatic Evaluation*. The methodology recommends that lab software evaluate the work performed by learners in the experiments.
9. *Automatic Learning Progress Tracking*. Automated monitoring of students' work is desirable for tutors—not only in laboratory experiments but also for associated resources, e. g. tests. This property is closely related to the properties D, E, G, and H; when a laboratory satisfies all these properties, the learning progress can be tracked easily and automatically by LMSs.
10. *Shareable & Reusable*. Developing and deploying online laboratories is costly; therefore, shareability and reusability are important properties. Laboratories created using this methodology that follow the recommendations are easier to share and reuse.

The use of the proposed methodology ensures that developed laboratories will meet many of the properties described above and facilitates the achievement of all the other properties.

7 Conclusion

This paper presented a new methodology for developing effective WebLabs with LMS integration. This methodology specifies a sequence of 8 phases including the steps, actors and deliverables for each phase. This methodology can be used to develop any type of laboratory and provide universal remote access to experiments while ensuring that the labs contain several positive features (learning effectiveness and VRL-LMS integration) and facilitating the attainment of some other properties (running in a known environment, standardization, customization, automatic assessment, monitoring of the learning progress, and shareability and reusability). The methodology is a useful resource for teachers without lab design and development experience who want develop an LMS-integrated online laboratory. It is also valuable for those with prior experience because it clarifies and provides detailed explanations of the most important aspects to consider when designing and developing an online laboratory. An example WebLab called "Modelling Dynamic Systems: DC Motor" was developed using the proposed methodology. This example WebLab is fully LMS-integrated and presents several desirable features: it runs in a known environment, includes automatic evaluation, is standardized, customized, tracks learning progress in the LMS, and is shareable and reusable in any SCORM-conformant LMS. It was used by 273 students in the "Automática Industrial" course in the UJA, and the results, as well as student opinions, indicate that the WebLab is a valid tool that helps to increase students' understanding (by approximately 25%) and helps them attain the desired objectives and skills. For all these reasons, the laboratory has been effective in helping students learn.

Acknowledgment

This work was supported in part by the projects DPI2011-27284, DPI2012-31303, PID30-2014-16 and PI10-AGR-6616. Ildefonso Ruano is the corresponding author.

References

[1] Y. Amigud, G. Archer, J. Smith, M. Szymanski, & B. Servatius (2002). "Assessing the quality of web-enabled laboratories in undergraduate education" in *FIE*, 2002. vol. 2, pp. F3E-12-F3E-16.

[2] S. Dormido, "Control learning: present and future". *Annu. Rev Control*, vol. 28, no 1, pp. 115-136. 2004.

[3] S. Lonn, S.D. Teasley, and A.E. Krumm. "Who needs to do what where?: Using learning management systems on residential vs. commuter campuses". *Comput. Educ.*, vol. 56 no. 3, pp.642-649. 2011.

[4] M. Klebl, "Educational interoperability standards: IMS learning design and DIN didactical object model," in *Handbook on Quality and Standardisation in E-Learning*, pp. 225-250. 2006.
[5] N. Abdellaoui, C. Gravier, B. Belmekki, and J. Fayolle, J. "Towards the loose coupling between LMS and Remote Laboratories in online engineering education" in *EDUCON*, IEEE pp. 1935-1940. 2010.
[6] G. Donzellini, and D. Ponta. "The electronic laboratory: traditional, simulated or remote?" in *Advances on remote laboratories and e-learning experiences*, 2007, pp. 223-245. Universidad de Deusto.
[7] C. Gravier, J. Fayolle, G. Noyel, A. Leleve, and H. Benmohamed, "Distance Learning: Closing the Gap between Remote Labs and Learning Management Systems" in *E-Learning in Industrial Electronics*, 2006 1st IEEE Int. Conf. on, pp. 130-134.
[8] L. de la Torre, "New generation virtual and remote laboratories: Integration into web environments 2.0 with learning management systems" Ph.D. dissertation, Dept. Informatica y Automatica, UNED. Madrid, Spain, 2013
[9] I. Ruano-Ruano, J. Gómez-Ortega, J. Gámez-García, E. Estévez-Estévez. "Integration of Online Laboratories - LMS via SCORM". *SMC, 2013 IEEE Int. Conf. on*, pp. 3163-3167.
[10] J.R. Hilera, and R. Hoya. (2010). "*Estándares de e-learning: Guía de consulta*". Universidad de Alcalá. ISBN: 978-84-693-0263-7. [online] Available: http://www.cc.uah.es/hilera/GuiaEstandares.pdf
[11] B. Aktan, C.A. Bohus, L.A. Crowl, and M.H. Shor. "Distance learning applied to control engineering laboratories". *Educ., 1996 IEEE Trans. on*, vol. 39, no. 3, pp. 320-326.
[12] E. Guimaraes et al. "REAL: a virtual laboratory for mobile robot experiments". *Educ., 2003 IEEE Trans. on*, vol. 46, no. 1, pp. 37-42.
[13] J. Sanchez, S. Dormido, R. Pastor, and F. Morilla. "A Java/Matlab-based environment for remote control system laboratories: illustrated with an inverted pendulum". *Educ., 2004 IEEE Trans. on*, vol. 47, no. 3, pp. 321-329, doi: 10.1109/TE.2004.825525
[14] R. Dormido et al. "Development of a Web-Based Control Laboratory for Automation Technicians: The Three-Tank System" *in Educ.,2008 IEEE Trans. on*, 2008, vol. 51, no. 1, pp. 35-44.
[15] H. Vargas, J. Sanchez Moreno, C.A. Jara, F.A. Candelas, F. Torres, and S. Dormido. "A Network of Automatic Control Web-Based Laboratories" *in Learning Technologies, 2011 IEEE Trans. on*, vol. 4, no. 3, pp. 197-208, doi: 10.1109/TLT.2010.35
[16] M.A. Trenas, J. Ramos, E.D. Gutierrez, S. Romero, and F. Corbera. "Use of a New Moodle Module for Improving the Teaching of a Basic Course on Computer Architecture" *in Educ., 2011 IEEE Trans. on*, vol. 54, no. 2, pp. 222-228, doi: 10.1109/TE.2010.2048570
[17] L. de la Torre et al. "UNEDLABS: An example of EJS labs integration into moodle", *World Conf. on Physics Educ.*, Istambul, Turkey, 2012.
[18] F. Lerro et al. "Integration of an e-learning platform and a remote laboratory for the experimental training at distance in engineering education" in *REV*, 2012 9th Int. Conf. on, pp. 1-5.
[19] Advanced Distributed Learning Initiative (ADL). SCORM 2004 4th Edition, 2009, available at http://www.adlnet.gov/scorm
[20] I. Ruano, J. Gámez, J. Gómez "Laboratorio Web SCORM de Control PID con Integración Avanzada" in *RIAI*, unpublished.
[21] E. Sancristobal, M. Castro, J. Harward, P. Baley, K. DeLong, and J. Hardison. "Integration view of Web Labs and Learning Management Systems" in *EDUCON*, 2010 IEEE, pp. 1409-1417
[22] Rustici Software. Experience API, 2016, available at http://experienceapi.com/
[23] H.D. Wuttke, M. Hamann, and K. Henke. "Integration of remote and virtual laboratories in the educational process" in *REV*, 2015 12th Int. Conf on, 2015, pp. 157-162, doi: 10.1109/REV.2015.7087283
[24] IMS Global Learning Consortium. Learning Design Specification Available at http://www.imsglobal.org/learningdesign/index.html, 2001
[25] IMS Global Learning Consortium. Learning Tools Interoperability (LTI). Available at https://www.imsglobal.org/activity/learning-tools-interoperability
[26] P. Orduna et al. "An Extensible Architecture for the Integration of Remote and Virtual Laboratories in Public Learning Tools"in *RITA*, 2015 IEEE vol.: 10, no. 4 pp. 223 – 233.
[27] M. Häsel, "Opensocial: an enabler for social applications on the web," *Communications of the ACM*, vol. 54, no. 1, pp. 139–144, 2011.
[28] L. Tobarra et al. "Creation of Customized Remote Laboratories Using Deconstruction" in RITA, 2015 IEEE, vol. 10, no. 2, pp.69-76.
[29] P. Orduna et al. "Generic integration of remote laboratories in public learning tools: Organizational and technical challenges" in *FIE*, 2014 2014, IEEE pp. 1-7.
[30] Advanced Distributed Learning Initiative (ADL). cmi5 (Computer-Managed Instruction 5), available at https://adlnet.gov/adl-research/performance-tracking-analysis/cmi5/
[31] M. J. Rodriguez-Triana et al. "Rich open educational resources for personal and inquiry learning: Agile creation, sharing and reuse in educational social media platforms," in ICWOAL, 2014 Int. Conf. on, pp. 1–6, doi: 10.1109/ICWOAL.2014.7009219.
[32] C. Salzmann, D. Gillet, and Y. Piguet, "MOOLs for MOOCs: A first edX scalable implementation," in REV, 2016 13th Int. Conf. on, pp. 246–251, doi: 10.1109/REV.2016.7444473.
[33] M. Tawfik et al. "Laboratory as a Service (LaaS): A model for developing and implementing remote laboratories as modular components," in REV, 2014 11th Int. Conf. on, pp. 11–20, doi: 10.1109/REV.2014.6784238
[34] F. Lerro, S. Marchisio, E. Perretta, M. Plano, and M. Protano. "Using the Remote Lab of Electronics Physics ("Laboratorio Remoto de Física Electrónica") to Support Teaching and Learning Processes in Engineering Courses" in *Using Remote Labs in Education*, pp. 211-230. Universidad de Deusto, 2011.
[35] D. Lowe, G. Bharathy, B. Stumpers, and H. Yeung. "Laboratory lesson plans: Opportunities created by remote laboratories" in *REV*, 2012 9th Int. Conf. on, pp. 1-6, doi: 10.1109/REV.2012.6293111
[36] L.D. Feisel, and A.J. Rosa. "The role of the laboratory in undergraduate engineering education" in *J. Eng. Educ.*, vol. 94 no. 1, pp.121-130, 2005
[37] E.P.S. Jaén, "Memoria de grado de Ingeniería Electrónica Industrial". p.6. Available at: http://www10.ujaen.es/sites/default/files/users/secgrados/memorias_grados/memorias_verificadas/memorias/EPSJ_Ingenieria%20Electronica%20Industrial.pdf
[38] ILIAS e.v. "Open source e-learning". Available at http://www.ilias.de
[39] F. Esquembre. "Using Easy Java Simulations to Create Scientific Simulations in Java". *EUROCON* 2003. vol. 1, pp. 20-23.
[40] F. Esquembre, "Facilitating the Creation of Virtual and Remote Laboratories for Science and Engineering Education," IFAC-PapersOnLine, vol. 48, no. 29, pp. 49–58, 2015.
[41] I. Ruano, J. Gámez, and J. Gómez. "Building SCORM embedded WebLabs with LMS interaction". In *FIE*, 2014, IEEE.
[42] J.E. Corter, S.K. Esche, C. Chassapis, J. Ma, and J.V. Nickerson. "Process and learning outcomes from remotely-operated, simulated, and hands-on student laboratories" in *Comp. Educ.*, vol. 57, no. 3, pp. 2054-2067, 2011.

Ildefonso Ruano received the degree in telecommunication engineering from the University of Málaga, Spain, in 1996. Since 1996 he has been at the Telecommunication Department of the University of Jaén, Jaén, Spain. His current research interest includes e-learning, online virtual and remote laboratories, and engineering education.

Javier Gámez received a degree in Electrical Engineering (2001) and Ph. D. degree (2006) from the University of Jaén, Jaén, Spain. From June to September 2003 and June to October 2004, he was a Visiting Researcher with the Depart-ment of Automatic Control, University of Lund, Lund, Sweden. Since 2005, he has been with the System Engineering and Automation Department, University of Jaén, as an Assistant Professor. His current research interests include force control and sensor fusion in robotic manipulators. Dr. Gámez was the recipient of a Formacion de Profesorado Universitario grant from the Spanish Ministry of Education and Science in 2002.

Sebastián Dormido received the BS degree in physics from Complutense University, Madrid, Spain, in 1968 and the PhD degree in the sciences from Basque Country University, Bilbao, Spain, in 1971. He received a Doctor Honorary degree from the Universidad

de Huelva and Universidad de Almería. In 1981, he was appointed as a professor of control engineering at UNED, Madrid. His scientific activities include computer control of industrial processes, model-based predictive control, hybrid control, and web-based labs for distance education. He has authored or coauthored more than 250 technical papers in international journals and conferences and has supervised more than 35 PhD thesis. From 2001 to 2006, he was the president of the Spanish Association of Automatic Control, CEA-IFAC. He received the National Automatic Control prize from IFAC Spanish Automatic Control Committee.

Juan Gómez holds a degree in Electrical Engineering (1989) and a Ph.D. degree (1994) from the University of Seville, Seville, Spain. In 2001 he became a Professor with the University of Jaén, Jaén, Spain. From 1987 to 2001, he was with the Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática, University of Seville, as a Research Assistant, then an Assistant Professor, and an Associate Professor. In 2001, he became a Professor with the University of Jaén, and actually he is the Rector of the University of Jaén. Prof. Gómez Ortega has been responsible for several research projects on robotic systems, computer vision applied to fault detection, and automatic assembly, with some of them being directly applied to industry, and he has been serving as a Reviewer for different technical journals. His research interests include force control and sensor fusion in robotic manipulators, sensor planning, mobile robot and Education in Engineering.

ANEXO 30	
Título	Mail de aceptación de artículo IEEE ToLT: “A methodology to Obtain Learning Effective Laboratories with Learning Management System Integration”

Ildefonso Ruano Ruano <alonso@ujaen.es>

TLT-2016-03-0104.R1 - Decision

Transactions on Learning Technologies <onbehalfof+c.kurzawa+ieee.org@manuscriptcentral.com>

24 de julio de 2016, 22:13

Responder a: c.kurzawa@ieee.org
Para: alonso@ujaen.es, jggarcia@ujaen.es, sdormido@dia.uned.es, juangouja@gmail.com
Cc: c.kurzawa@ieee.org

RE: TLT-2016-03-0104.R1, “A Methodology to Obtain Learning Effective Laboratories with Learning Management System Integration”
Manuscript Type: Regular paper

24-Jul-2016

Dear Mr. Ruano,

Congratulations! I am pleased to inform you that your paper has been accepted with no further changes as a REGULAR PAPER in an upcoming issue of Transactions on Learning Technologies.

Please submit all final files through the Awaiting Final Files queue in your Author Center on ScholarOne Manuscripts within 2 weeks of this message. Please upload all files in a single session, and make sure your final package is correct and complete upon submission. Once you have completed the submission of your final files you will not be able to make any changes until you have received the page proofs from IEEE. A detailed list of the required files is below.

Please be advised that this journal follows a preprint model. This means that the current accepted version we have on file will be downloaded from ScholarOne Manuscripts and will post to IEEE Xplore 5-7 days from when we receive your final materials. Preprint versions are fully citable, and no changes can be made to the accepted version at this time. Any typographical errors can be addressed with the production editor during the proof stage, and your copy-edited version will replace the preprint version online when you have finalized the proofs. In addition, the source files requested below must match the accepted PDF we have on file. Any subsequent PDF files will not be used for production.

If for any reason you would prefer not to have your paper posted as a preprint, please email c.kurzawa@ieee.org prior to submitting your final materials through ScholarOne Manuscripts; otherwise, not responding indicates your acceptance of our policy.

By submitting your final files through ScholarOne Manuscripts, you are acknowledging and agreeing to any applicable page charges this paper may incur. Overlength page charges are mandatory and are not negotiable. If you have any questions about these charges, please contact c.kurzawa@ieee.org prior to submitting your files.

The final items required for publication are:

1) A Latex or Microsoft Word application file. This should include keywords/index terms, and bios and photos if you are including them. The contents of this file should match the accepted PDF. Failure to submit a source file may result in publishing delays.

2) If your figures are not embedded in the source file of your manuscript, you will also need to upload separate figure files. The acceptable formats are Word, eps, ps, tiff, ppt, pdf and excel. We do NOT accept png or jpeg files for figures.

NOTE: If you intend to use an image that you didn't create (that is, it originally appeared elsewhere or someone else created it), you will need to provide permission that you're authorized to use that image to the production editor assigned to work with you on your article.

3) Biosketches and photos of all authors. Biosketches should be uploaded at the same time as the other final files, if you plan to include them. These can be included at the end of your Microsoft Word or Latex source file, or submitted as a separate upload. For author photos jpeg files are accepted. NOTE: If one of your authors does not want a photo published, please upload a document explaining this to avoid publication delays with your article.

Please make sure that all files have unique file names in order for them to export successfully to IEEE

Additional information (including our strict size limitation for all accepted articles) can be found by visiting: http://www.computer.org/portal/web/peerreviewjournals/author#final.

Please see the following for information on supplemental material: http://www2.computer.org/portal/web/peerreviewjournals/author#supplemental.

Thank you for your contribution to Transactions on Learning Technologies. We look forward to seeing your final files soon.

Best wishes,

Miss Christine Kurzawa, on behalf of
Peter Brusilovsky, EIC
Transactions on Learning Technologies
c.kurzawa@ieee.org

****

Editor's Comments:

Associate Editor
Comments to the Author:
Based on the submitted revisions, which implemented the reviewers suggestions, this manuscript is now recommended for publication.

****
Reviewers' Comments:

Please note that some reviewers may have included additional comments in a separate file. If a review contains the note “see the attached file” under Section III A – Public Comments, you will need to log on to ScholarOne Manuscripts to view the file. After logging in, select the Author Center, click on the “Manuscripts with Decisions” queue and then clicking on the “view decision letter” link for this manuscript. You must scroll down to the very bottom of the letter to see the file(s), if any. This will open the file that the reviewer(s) or the Associate Editor included for you along with their review.

ANEXO 31	
Título	Publicación en Revista IEEE Access: "Advanced LMS Integration of SCORM Web Laboratories"

IEEE Access
Multidisciplinary | Rapid Review | Open Access Journal

Received June 8, 2016, accepted June 28, 2016. Date of publication xxxx 00, 0000, date of current version xxxx 00, 0000.

Digital Object Identifier 10.1109/ACCESS.2016.2587805

Advanced LMS Integration of SCORM Web Laboratories

ILDEFONSO RUANO, PABLO CANO, JAVIER GÁMEZ, AND JUAN GÓMEZ, (Member, IEEE)
Group of Robotic Automation and Computer Vision, E.P.S. de Jaén, Universidad de Jaén, Jaén 23071, Spain

Corresponding author: I. Ruano (alonso@ujaen.es)

This work was supported by the Research Project under Grant DPI2011-27284, Grant PID30-2014-16, and Grant PI10-AGR-6616.

ABSTRACT E-learning and its hybrid counterpart—B-learning—have become standard tools in higher education. The development of information and communications technologies (ICTs) and their application to education has made this possible. Among ICT technologies, the learning management system (LMS) has been the most important development. Teaching labs have also undergone a technological evolution, enabling them to be used online while interacting closely with LMSs. This paper presents a set of procedures that ease the integration of Java and JavaScript laboratories with LMSs in order to obtain adaptive learning contents, which are presented customized to students based on their likes and results. It describes innovative tools implemented by us as a Java package, a JavaScript library, and associated resources that achieve an advanced Lab-LMS integration in a shared content object reference model (SCORM) environment. These resources simplify communications between the elements of an SCORM content package, including the embedded Web laboratory, and the LMS where they are hosted. This paper describes the tools, procedures, and discusses its possibilities and advantages, and shows the results of several use cases of Web Labs delivered to undergraduate engineering students at University of Jaén that prove the validity of the proposal obtaining adapted learning and good results.

INDEX TERMS Adaptive learning, E-learning tool, E-learning standard, laboratory, learning management system, student experiment.

I. INTRODUCTION

Experimental work is essential for science and engineering students. Lab work helps improve students' practical understanding of the theoretical knowledge covered during classes. In engineering degrees, it is fundamental for students to obtain knowledge beyond pure theory. However, this is not the only positive characteristic of labs; there are several secondary advantages such as increases in student motivation [1].

The application of technical innovations in Information and Communications Technologies (ICTs) to teaching has enabled students to be able to carry out experimental work remotely through an Internet connection via online labs. When online labs are used with a web browser, or use web protocols, they are known as "WebLabs." Currently, WebLabs are an essential resource in education, particularly in engineering disciplines. WebLabs where students work with a simulation based on a model of the real system are called virtual labs (VL); those where students work with real systems are called remote labs (RL); and those where students work with both simulations and real systems are called hybrid labs. Additionally, the term Virtual or/and Remote Lab (VRL) can be used to refer to any combination of the above three types [2], [3]. In all cases, the student must run some software that acts as a graphical user interface (GUI) for the web-embedded lab [4], [5].

Currently, the most prominent component in the application of ICT to remote learning or e-learning is the Learning Management System (LMS). LMSs are ubiquitous in higher education institutions in the world and have become a fundamental part of the teaching and learning infrastructure. LMSs are virtual spaces accessible through a web browser that, among other things, can identify students, offer various communication tools (e.g., student to teacher and teacher to student), host teaching resources, allow the submission of papers, assess the knowledge progression of the students, offer evaluation tools, and present their results [6].

In 2008, [7] noted the convergence of labs with LMSs as one of several tendencies in the potential evolution of teaching. Subsequently, different points of view have been

IEEE Proof

2169-3536 © 2016 IEEE. Translations and content mining are permitted for academic research only.
Personal use is also permitted, but republication/redistribution requires IEEE permission.
See http://www.ieee.org/publications_standards/publications/rights/index.html for more information.

contributed by several studies regarding this particular subject [8]–[12]. An advanced Lab-LMS integration facilitates the development of laboratories adapted to students as, since the LMS identifies the learner, it allows to adjust the contents and customize the learning path based on the likes and results obtained by the learners while they work in the WebLab.

When WebLabs are used for teaching purposes, they can be regarded as e-learning content. The Shared Content Object Reference Model (SCORM) [13] is a set of standards for the creation of e-learning content that is compatible with the majority of existing LMSs. There are several versions of SCORM, of which SCORM 1.2 and SCORM 2004 are most popular. The Tin Can API—also known as xAPI or experience API—has been called the "next generation SCORM" [14], however, its specification is quite different from SCORM, a change that carries new concerns. Nowadays, xAPI is still under development; currently, SCORM is still the most widely used e-learning format among the various LMSs.

This paper describes a series of tools developed by the authors to facilitate the creation of Java WebLabs (remote, virtual or hybrid). The most important tools consist on a SCORM package and a JavaScript library that allow an easy WebLab-LMS advanced integration. The main objective of these tools is to facilitate communication between a WebLab and the LMS to achieve student-adapted WebLabs. To validate this proposal, results that were obtained from a series of WebLabs developed using these tools are also presented. Figure 1 shows a screenshot of one of these embedded labs in a web page of a SCORM package.

The main features of WebLabs developed using these tools are:

1. Integrated pedagogical structure. The lab software, developed using Java, can be integrated into the SCORM package of the WebLab, along with a series of additional resources that can help maximize learning effectiveness for the students using the lab.
2. Multimode labs. The labs included in the WebLab can be remote, virtual or hybrid.
3. Familiar framework. WebLabs are presented to the students within the LMS they regularly use at their institution, which is a familiar framework.
4. WebLab-LMS integration. Communication with the LMS can be programmed using the proposed tools in a SCORM format, thus achieving advanced lab integration. Having an LMS container fully integrated with the VRL enables the following three features:
5. Customizable/Adaptive. Each user can interact with the lab in a customized way. For instance, different experiments or workflows for a single experiment can be presented on a per user basis.
6. Automated evaluation. Automated evaluations can be performed and their results stored in the LMS for posterior visualization.
7. Security. The LMS is responsible for performing user identification and also provides to the WebLab the inherent security given to all content included in the LMS.
8. Remotely accessible. The lab is accessible via web browsers. Students can perform the experiments from different locations and check their results afterward, while teachers can visualize the results of all the students.
9. Shareable and reusable. The lab can be exported and presented through any SCORM-compatible LMS.

The rest of the work is organized as follows: Section 2 analyses the lab software of a WebLab, Section 3 presents a brief introduction to SCORM and the possibilities for communication with the LMS, and Section 4 demonstrates how the proposed tools simplify interactions between a Java/JavaScript SCORM-embedded WebLab and the LMS. Section 5 shows some use cases for these tools, and Section 6 concludes the paper and discusses future work.

II. LABORATORY APPLICATION

A WebLab is an application that—at minimum—offers a GUI for the student and some other elements, depending on the particular type of lab. For remote labs, the WebLab must provide a means of communication for the student to interact with the remote system, while virtual labs must offer simulation capabilities.

The application should be developed using a web-compatible technology, as students will access the WebLab through a web browser. Traditionally, the most common technologies employed in e-learning have been Java, JavaScript and Flash; however, vulnerabilities found in Flash and, recently, in Java, along with the lack of support of these technologies in some browsers and devices such as mobile phones and tablets leave JavaScript as the best alternative. A large number of labs have been created in Java, and it still constitutes a viable technology for developing new labs as long as best practices are followed and applications are digitally signed. However JavaScript is the best option today. In addition, although the LMS provides security to all its content, the lab application should be developed taking into account aspects of web security to prevent an attack.

The integration level of a Learning Management System (LMS) with a WebLab can be classified according to the following proposed classification, which reflects increasing levels of integration:

- Type 1: Referenced Lab (Minimal integration). The lab is referenced through a link in the LMS and the lab GUI is hosted in a web page in some other location.
- Type 2: Host LMS. The lab is accessed through the LMS, but the LMS merely acts as a host for the WebLab. There is no communication between the LMS and the lab, which is executed completely independently of the LMS. This integration level can identify users who access the WebLab after they have been identified in the LMS.
- Type 3: Fully integrated VRL. The WebLab is located in the LMS itself or is implemented as a remote application

IEEE Proof

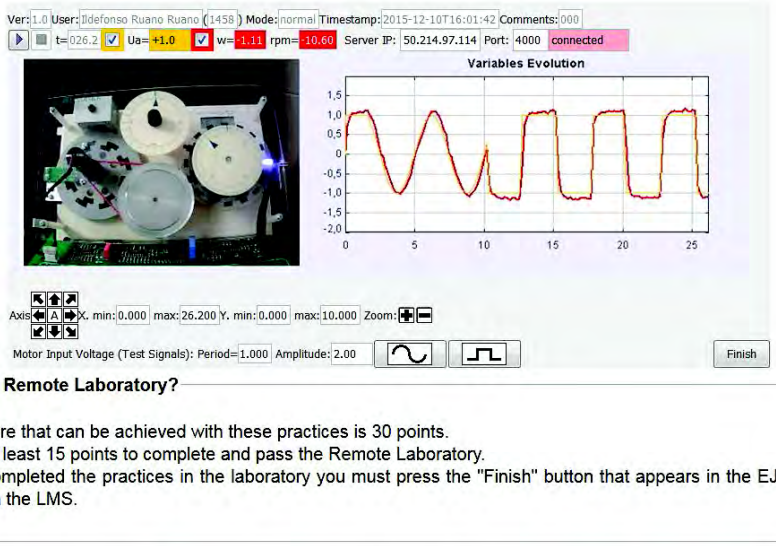


FIGURE 1. **Partial snapshot of a WebLab with advanced integration.**

that might even be running on a mobile device. The lab software establishes communication with the LMS at runtime using a protocol that may have been developed ad hoc [15], [16] or may be based on an e-learning standard such as SCORM, the eXperience Application Programming Interface (API), Learning Tool Interoperability (LTI) [17], OpenSocial [18] or Computer-Managed Instruction 5 (cmi5) [19]. This integration level not only supports identification of students accessing the lab, but can also use this identification to customize lab execution based on the individual student; the work carried out by each student can be controlled; and self-evaluations can be performed and their results registered in the LMS [20].

For a lab to enjoy advanced integration with an LMS (type 3), a fundamental requirement is to establish communication between them. At the most basic level, this communication should allow the LMS to send the student ID and receive information regarding the work of the student in the lab. This information should be stored in an LMS database accessible to both the student and appropriate tutors/tutors. This communication between the lab application and the LMS can be implemented in three ways:

- Using an LMS extension that provides a communication interface that can be used by the lab software to access and manipulate the elements in the LMS database. Currently available LMS are quite heterogenic, so extensions are usually not generic; they must be developed specifically for each LMS, with the corresponding complexity and work burden. Another issue with this approach is that labs developed for use with a specific extension cannot be used with a different one. This limits labs to use only with the LMS for which they were originally designed.
- Using a standard supported by the LMS in the lab application that allows lab-LMS remote interaction. These standards can be implemented in any programming language and executed on any type of device, even mobile phones; it is not required to be located in the LMS, and a web browser is not required. There are several possibilities for implementation such as using the LTI specifications, xAPI (also known as Tin Can API or TCAPI), cmi5 or OpenSocial. LTI is not in widespread use except in some academic environments. It requires the proper use of LMS-compatible APIs during WebLab development [21]. The xAPI is more popular. The required implementation approach is similar to LTI, although xAPI requires using an LRS (Learning Record System) that must be integrated with the LMS [22]. Using cmi5 is currently not a viable approach, as the standard is still under development. However, it is a promising alternative for the near future, as it has been developed based on both SCORM and xAPI and will overcome some of the drawbacks of each. The Open Social standard, backed by the World Wide Web Consortium (W3C), would also allow LMS-lab data exchange, however, it is designed for more general social network communications; therefore, using an e-learning-specific standard seems more appropriate. Still, several works discuss using OpenSocial with labs [23], [24].
- Embedding the WebLab application in an LMS-supported element that implemented a communications interface for accessing and manipulating the LMS database. This scheme exposes LMS functionality to the WebLab application and is the proposed approach of this work. Just as SCORM content packages are capable of communicating with the LMS in which they are embedded, lab applications embedded in a SCORM

IEEE Pro

package have the same advantages. This approach also presents some limitations, because data interchange is limited to the SCORM data model. However, this approach does guarantee the reusability of the WebLab in any other SCORM-compatible LMS—and most of the currently available LMSs are SCORM compatible [25].

When a WebLab can communicate with the LMS it is embedded in and obtain the current user's ID, a range of possibilities opens. Customized execution of the lab software is simplified, and student-dependent frameworks and personalized experiments can be developed. When activity supervision is included and the work of each student is evaluated, lab performance and evaluation results can be stored in the LMS.

III. SCORM COMMUNICATIONS WITH LMS

SCORM is a set of standards arranged in three subareas: Content Aggregation Model (CAM), Sequencing and Navigation (SN) and Run Time Environment (RTE). CAM specifies the way that contents are described and packaged, SN defines the navigation between the different parts of the content, and RTE specifies how content should be launched and how to establish communication with the LMS. When a student logs into an LMS and opens SCORM content, the LMS manages the request, offering the objects that make up the content (Assets and SCOs) through HTTP. An SCO is the smallest logical unit capable of communicating with the LMS—usually a web page. The SCO can include assets, which are objects that do not communicate with the LMS on their own, such as videos, texts, sounds, etc. From a practical point of view, an SCO is usually implemented as a web page (HTML). The RTE data model of SCORM defines the information that can be shared between an SCO and an LMS: version 2004v4 also includes specifications for data that can be shared related to sequencing and navigation. The format for these data is predefined and standardized and includes, among others, student information such as their names and IDs in the LMS, preferences, personal comments, interactions between the user and the SCO, as well as completion and success statuses.

A set of predefined functions organized into an API enable an SCO to share SCORM data with an LMS. When an LMS loads a window into the SCORM browser it offers a Document Object Model (DOM) (a DOM structure defines the object organization of a web page) object instance as a means for enabling communication. This way, using the SCORM API functions, an SCO can store and retrieve information through the LMS. Each communication must be initialized by the SCO. The API contains 8 functions that can be grouped into 3 categories:

- Session functions that indicate the beginning and end of a SCO-LMS communication session: *Initialize()* and *Terminate()*, respectively.
- Data transference functions for retrieving or storing LMS data model information such as *GetValue(data)*, *SetValue(data, value)*, and *Commit(data)*.
- Helper functions used for auxiliary communications related to error management such as *GetLastError()*, *GetErrorString()* and *GetDiagnostic()*.

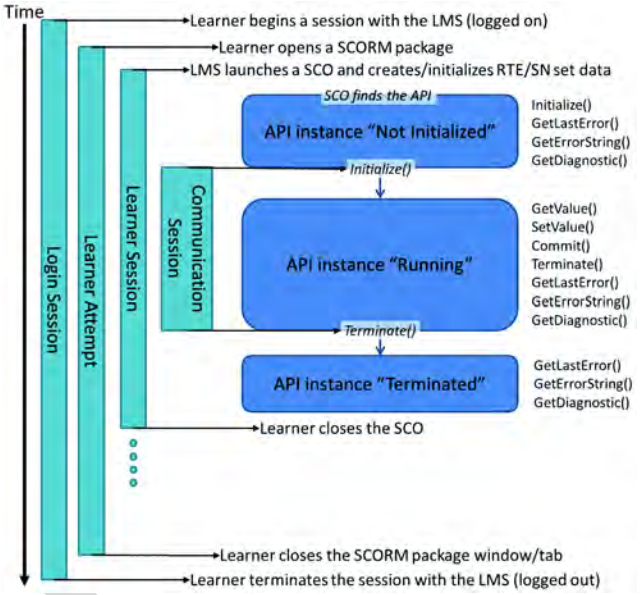


FIGURE 2. Example of a user session and API SCORM instance states.

The state model of a SCORM communication session defines 3 states for an API instance (Figure 2):

- Not Initialized. This state occurs after the SCO has been launched by the MLS and has found the API instance, but has not yet called *Initialize()*. The only functions available in this state are the helper functions and *Initialize()* itself.
- Running. This state extends from the point when the SCO successfully executes *Initialize()* until *Terminate()* is called. Every function except *Initialize()* can be called in the Running state.
- Terminated. This state is in effect from the point at which *Terminate()* is successfully executed. Only helper functions are available in this state.

Typically, a JavaScript file included in the main HTML page is used to facilitate finding the API instance and using its functions,. This file, called API Wrapper, usually encapsulates the 8 original SCORM API functions, offering simpler alternative functions. When a WebLab application is embedded in a SCO web page using JavaScript, the functions included in the API Wrapper file are directly available to the WebLab so it can retrieve LMS data and store data it generates (Figure 3).

Although conceptually simple, the communications programming of the communications is intricate. Each element of the data model must be known before it can be accessed. SCORM 2004v4 defines 24 high-level elements, many of which are composite and contain sub-elements that can appear in multiple ways. Similarly, the RTE model defines 69 elements and sub-elements in the RTE model,

IEEE Proof

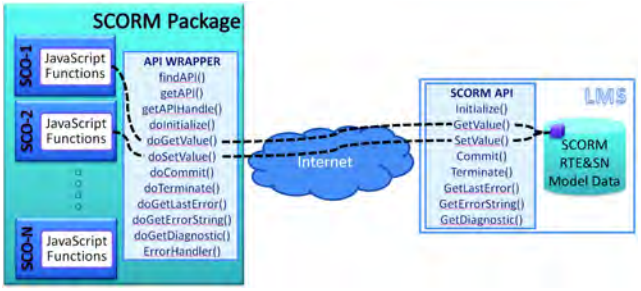


FIGURE 3. Using JavaScript functions from the SCO to manipulate SCORM model data.

while there are 5 in the SCORM Navigation model. For instance, the element "Comment from learner" allows the lab to store a character string in the LMS from the SCO. A SCORM-compatible LMS should allow storage of 250 comments, at minimum. Each comment is an element composed of the comment itself (string of characters), a localization that indicates the application area (string of characters), and the date and time when the comment was created or modified (SCORM2004 Timestamp). Furthermore, there is an element that defines sub-elements implemented by the LMS for the comments and another that quantifies the number of comments stored in the model database. In contrast, SCORM 1.2 includes only 49 items, but they have similar characteristics.

IV. TOOLS FOR LMS INTERACTION THROUGH SCORM

When using SCORM to create e-learning contents, some complications derived from the implementation of the 3 sub-specifications arise. This problem can be solved using templates that are modified to obtain the desired contents. The solution works well with the CAM and SN sub-specifications but, when the idea is to establish advanced interactions with the LMS, it is not that simple. Authors of this work have developed some tools and utilities that facilitate and simplify the use of advanced SCORM-LMS communications:

- Test SCORM packages: These contents test SCORM1.2 and SCORM2004 communications to know the model data supported by the LMS.
- Templates of SCORM packages: These templates are used to develop other contents from them.
- Java package (*scormRTE.jar*): It is used to facilitate the JavaScript code-LMS communications based on SCORM RTE.
- JavaScript library (*RTE.js*): It is used to facilitate the JavaScript code-LMS communications based on SCORM RTE.
- Help documents: Several documents containing summary tables of the elements of the SCORM models and related methods/functions showing their availability in SCORM2004 and SCORM1.2. These tables are helpful when using the *scormRTE.jar* package/*RTE.js* library to develop WebLab applications in Java/JavaScript, when adapting existing software, when implementing communications with the SCORM-based LMS and to switch between SCORM2004 and SCORM1.2.

These resources are available at:
http://dv.ujaen.es/docencia/goto_docencia_fold_682679.html

This site also includes advanced examples for integrating remote and virtual WebLabs. The most important resources that have been developed by the authors will be described in the next subsections: the scormRTE.jar Java package and the RTE.js JavaScript library.

A. THE scormRTE.jar JAVA PACKAGE

As discussed in the previous section, SCORM specifications allow access to the RTE and SN data models directly from JavaScript. However, direct access is not possible if the lab application was developed in Java. Instead, access requires a Java package called *Netscape.Javascript* that allows the Java program access to the SCORM API through the web page DOM [26]. A tool has been developed to simplify this process, consisting of a Java package called *scormRTE.jar* [27] that offers a wide range of resources for managing SCO-LMS communications from Java and direct access to the SCORM data model from the LMS to store and retrieve information. The advantages that this package offers are twofold. First, Java developers of the WebLab application do not have to employ JavaScript, because the classes offered by the *scormRTE.jar* package hide it. Second, the package simplifies access to the elements of the model, because it includes custom methods to access both simple and composite elements.

The only additional requirements for the student PC are the Java Runtime Environment (JRE) and a Java-compatible web browser. Figure 4 shows the UML for a deployment diagram after a user has been identified through the LMS and has accessed a SCORM module. The diagram includes the various entities in use on both the server and the client when a lab application has been embedded in a SCO of a SCORM module using *scormRTE.jar*.

The *scormRTE.jar* package includes two classes: *ScormRTE* and *ScormRTE12*; the first was developed to be used when the WebLab is embedded in a SCO developed using SCORM 2004v4, while the second is appropriate for SCORM 1.2. *ScormRTE* includes 74 variables related to the elements of the SCORM models, 30 of them are array types, two of which are two-dimensional. Of the variables, 69 are related to the 69 items of the runtime environment, while only 5 belong to the SCORM navigational data model. On the other hand, *ScormRTE12* includes 49 variables that are related to elements of the SCORM RTE model, 17 of these are arrays, of which 2 are two-dimensional arrays. SCORM 1.2 does not contain any sub-specification for sequencing and navigation, so all the variables represent items of the RTE model.

The methods exposed by these classes can be classified into 7 categories:

IEEE Proof

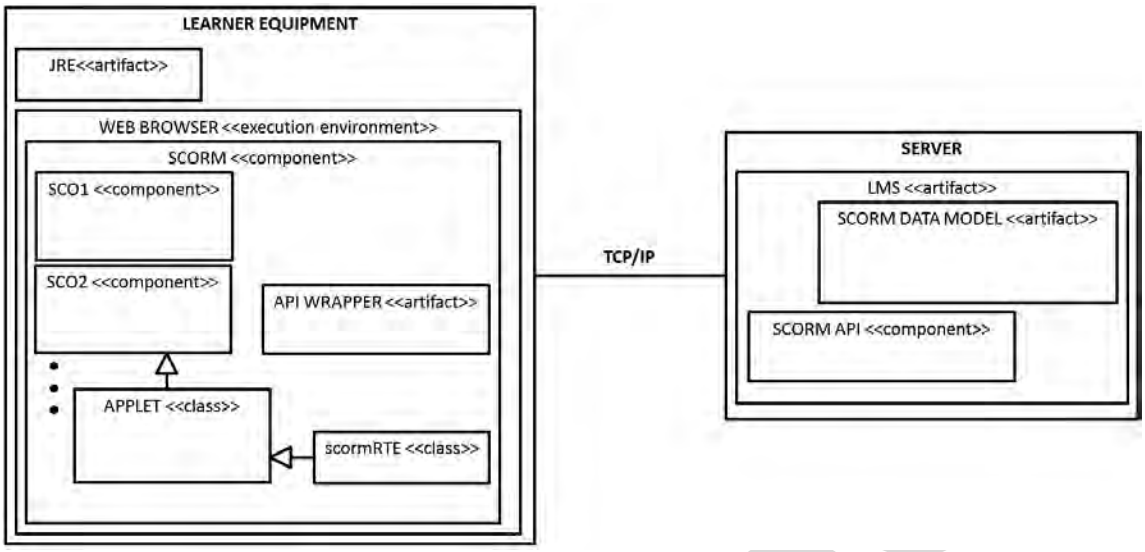


FIGURE 4. UML deployment diagram of an example using of the *scormRTE.jar* Java package.

1) METHODS FOR JavaScript INVOCATION (javaToRTE(data))

These methods are called from Java to invoke the JavaScript functions contained in the API wrapper including the SCORM session methods, the LMS data-retrieval and data-storage methods, and the support methods.

2) CONSTRUCTOR METHODS

These are Java constructor methods that allow the creation of *scormRTE* and *scormRTE12* objects before using their methods and variables. These methods, in addition to creating the objects, also initialize some of their properties with information retrieved from the LMS that might be required for the WebLab. The retrieved data are all constants and include the SCORM version, the name and id of the student, the method for accessing the SCO and the maximum time allowed to complete the SCO.

3) SCORM SESSION METHODS

These are methods that establish and end SCORM communication sessions for the embedded SCO. These methods are not required if the JavaScript session functions from the SCO are used instead. In this sense (between JavaScript and the *scormRTE.jar* package), any combination is supported. For example, the SCO can launch SCORM communication by calling JavaScript functions or through the Java lab application using the corresponding method in *scormRTE*, and either the SCO or the application can end the communication.

4) METHODS TO RETRIEVE DATA FROM THE LMS

These methods allow reading data from the SCORM model inside the LMS and use the JavaScript invocation method described above. For example, the method *doGetValue(data)* from the API Wrapper internally calls the function *GetValue(data)* from the SCORM API. All the functions are customized to retrieve a specific data type, thus simplifying their use and making it unnecessary to know all the model characteristics. Figure 5 shows an example of one of these methods, namely, *rteGetLearnerName()*. When this method is called from Java code in a lab application, the JavaScript method *doGetValue("cmi_learner_name")* is invoked from the HTML of the SCO in which the Java application is embedded. This function, in turn, calls the function *doGetValue("cmi_learner_name")* from the SCORM API provided by the LMS that launched the page. When *doGetValue("cmi_learner_name")* is executed, the LMS obtains the name of the student who logged into the LMS and accessed the SCO, and that name is assigned to the Java variable "name." In addition, a series of helper methods have been developed that—when called from Java—read the different items of an element from a single code line. This simplifies the Java code of the lab application. As an example, when the method *rteGetCommentById(id)* is invoked from a Java application, it calls the methods *rteGetCommentsLearnerTs(id)*, *rteGetCommentsLearner(id)* and *rteGetCommentsLearnerLoc(id)* to obtain the comment stored in the id position of the data model kept by the LMS, as well as its timestamp and location, in a manner similar to the example shown in Figure 3. These three data items are then stored in the corresponding variables of the *scormRTE* class instance used in the application.

5) LMS DATA STORAGE METHODS

These methods allow writing SCORM model data to the LMS. Similar to the data retrieval methods of the LMS, they use the JavaScript invocation method presented above. In this case, the methods execute the function *doSetValue(data, value)* from the Wrapper API, which calls the function

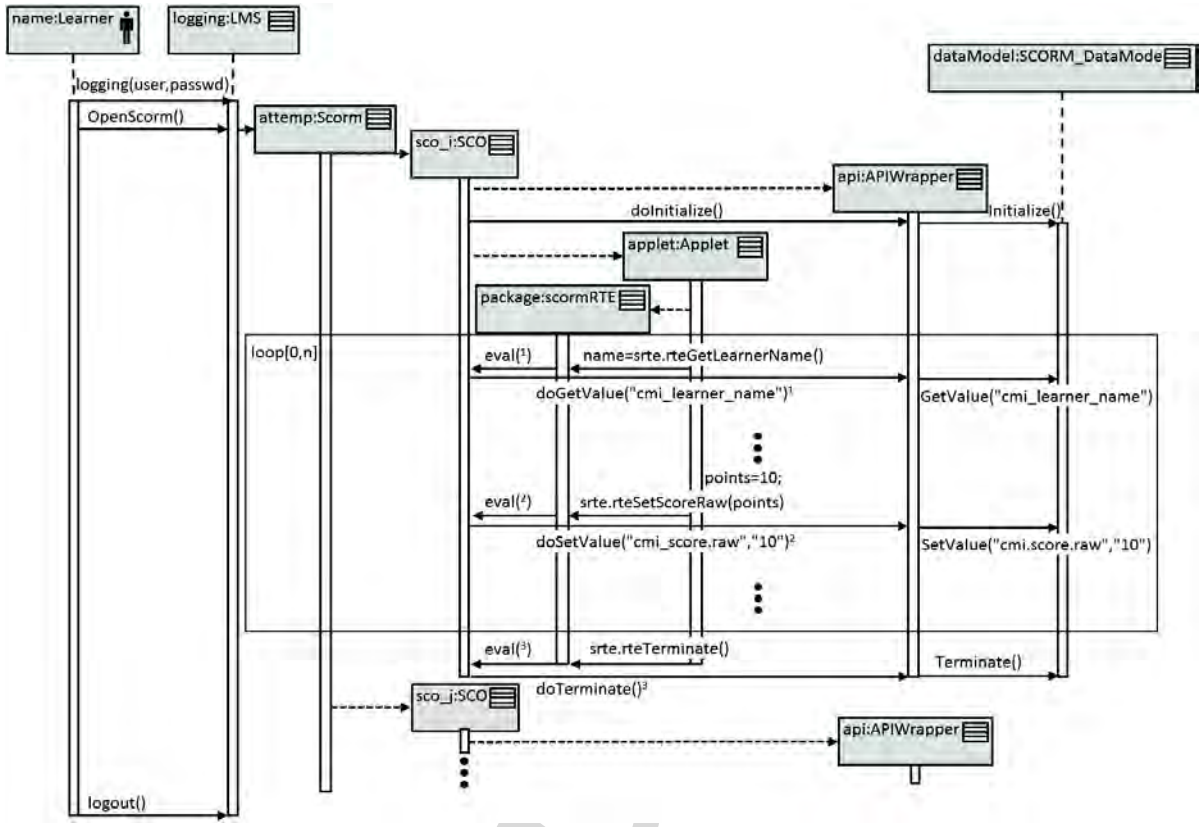


FIGURE 5. Example of UML sequence diagram with entities and their related methods.

SetValue(data, value) of the SCORM API to store the information generated by the Java lab application in the LMS. These methods are also customized to store specific data types from the SCORM data model, facilitating their use and reducing the need to know detailed characteristics of the data model. Figure 5 also includes an example of using data storage functions in the LMS from a Java applet embedded in a SCO. The example shows a case where the score attained by the student is points=10. To store this value in the corresponding element of the database managed by the LMS for the RTE model, the specific element of the *scormRTE.jar* package is called (*rteSetScoreRaw()*). This method calls the JavaScript *eval()* method to invoke the function *doSetValue()* of the Wrapper API, passing the parameter to be stored and its new value. The function *doSetValue()* calls the function *SetValue()* of the SCORM API provided by the LMS to store the value "10" in the element *cmi.score.raw*. Other methods in this category also simplify the process of storing composite elements of the RTE model in the LMS. These methods employ methods of exposed by the particular composite element classes to store subelements of the composite one. For instance, the method *setCommentsLearnerNew(comment, location)* calls the methods *setCommentsLearner(comment)*, *setCommentsLearnerLoc(location)* and *setCommentsLearnerTs()*, which store the comment of a user, the location related with the comment, and the timestamp, respectively.

6) METHODS FOR COMMUNICATION SUPPORT

These methods call support methods of the SCORM API that allow diagnostic and error checking of states generated during data transfers. These can be called from Java to check the state of the connection and the result of the data transfers.

7) DATA FORMAT AND COMMUNICATIONS HELPER METHODS

These methods simplify the handling of the data formats required by the SCORM models. For instance, the method *fechaHoraScorm()* returns a string with the current date and time in the SCORM 2004 format: "*yyy-MM-ddTHH:mm:ss*" or the time in the format used by SCORM 1.2: "*HH:mm:ss.SS*", depending on the class instance in use.

As shown in the last example, a uniform method name for both classes (*scormRTE* and *scormRTE12*) has been chosen. This allows the reuse, with only minor modifications, of the same WebLab in SCOs created using different SCORM versions (2004v4 and 1.2). The adaption from SCORM 1.2 to SCORM 2004v4 is simpler because it requires only changing the class declaration from *scormRTE12* to *scormRTE*. When the change is from SCORM 2004v4 to SCORM 1.2, in addition to changing the class type from *scormRTE* to *scormRTE12*, the code must be checked to find and replace SCORM 2004 capabilities that are not supported by SCORM1.2. This way, the WebLab programmer needs to be aware of and use

only the variables and methods of the *scormRTE.jar* package of the corresponding class.

B. THE RTE.js JavaScript LIBRARY

Java technology, including Java Applets, appeared in 1995. After twenty years many browser vendors have either announced timelines for the removal or removed standards based plugin support [28]. Nowadays the best alternatives to provide dynamic content to a Web page on the client side are the script technologies, which are based on source code embedded within an HTML document that are interpreted and executed by the user's web browser. The most famous, extended, used and recommended script language is JavaScript. Modern browsers are built with embedded JavaScript support. This means they are able to interpret and execute, directly on the client machine, the JavaScript code that is included in Web pages. For this reason, authors have developed the *RTE.js* JavaScript library. This library facilitates the integration of JavaScript code included in the Web pages of the SCORM package with the LMS where it is hosted. When the laboratory application has been developed using JavaScript, the *RTE.js* library can be used too. *RTE.js* works as a wrapper of the API wrapper; it simplifies the use and manipulation of SCORM data model. JavaScript is a powerful and flexible language that is not object-oriented but it allows emulate patterns and provides all the same object-oriented features [29]. *RTE.js* includes a function called *RTE* that has been defined to work as a class. The *RTE* function includes 83 variables and 146 functions that provide support for SCORM 2004v4 and SCORM 1.2, even though there are some version-exclusive elements (table 1).

TABLE 1. RTE function Elements.

SCORM versions	Model Data Direct relation	Variables	Functions
Common (SCORM2004/1.2)	Yes	45	71
	No	5	10
SCORM2004	Yes	29	60
SCORM1.2	Yes	4	5
	Total	83	146

To optimize the execution of the RTE.js library, the variables are declared but not defined until its first use. If a variable is not used in the SCORM session then it is not declared. Most of the variables have a direct correspondence with an element in the SCORM data model; there are only 5 auxiliary variables used internally that do not present this correspondence. There are 45 variables that are common for both versions of SCORM, 29 exclusive variables for SCORM 2004 and 4 exclusive variables for SCORM 1.2. 31 of the 83 variables are arrays, 13 of them are exclusive to SCORM2004 and the rest common to both versions. The 146 functions implemented in RTE perform tasks similar to those described in the previous subsection for the scormRTE.jar JAVA package and they can be classified in the same way. The authors have also created some additional auxiliary functions to simplify the communications programming code in the SCORM pages and the JavaScript laboratory applications.

The *RTE* function has only a parameter called "version" that indicates the SCORM version used in the code ("2004" or 1.2"). This allows to use the same code for both versions simply by changing the value assigned to the "version" parameter (Long as the developers had not used version-exclusive variables and functions, in this case they also have to make the changes involved with these elements). Figure 6 shows an example of the use of *RTE.js*.

V. USE CASE EXAMPLES

In the last few years, WebLabs developed with the tools presented in this work have been used at the University of Jaén, and are currently being migrated from Java to JavaScript. This section includes Java and JavaScript code examples from WebLabs used in several undergraduate engineering courses in the Escuela Politécnica Superior de Jaén. The Java code must be embedded as an applet in the web page of a SCORM SCO and the web page must have found the SCORM API offered by the LMS and started the connection with the LMS (function *doInitialize()* using the JavaScript API Wrapper). The JavaScript code must be in the web page of a SCORM SCO.

A. INITIALIZATION

Java: After defining the variables, an object of the class *scormRTE* must be created using the applet to be executed as a parameter and its default constructor. For example, if the objective is to create an object called *srte* in SCORM 2004, then the code is shown below:

```
1: srte = new ScormRTE (_getApplet());
```

For SCORM 1.2, the code is as follows:

```
2: srte = new ScormRTE12 (_getApplet());
```

The default constructor initializes some of the variables of the object that are now available as local variables.

JavaScript: The code is much simpler, simply a new RTE variable must be created indicating the SCORM version to use ("2004" or "1.2"):

```
1: var miRTE = new RTE("2004");
1: var miRTE = new RTE("1.2");
```

It is particularly important to obtain the student ID, because this allows customization of the WebLab's behavior and adaptive learning. Java code:

```
1: version=srte.version;
2: learnerName=srte.learnerName;
3: learnerId=srte.learnerId;
```

and JavaScript code:

```
1: version=miRTE.getVersion();
2: learnerName=miRTE.getLearnerName();
3: learnerId=miRTE.getLearnerId();
```

To obtain the login time to the WebLab, the value must be stored in a local variable using the following Java code:

```
1: dateTime=srte.fechaHoraScorm();
```

IEEE Proof

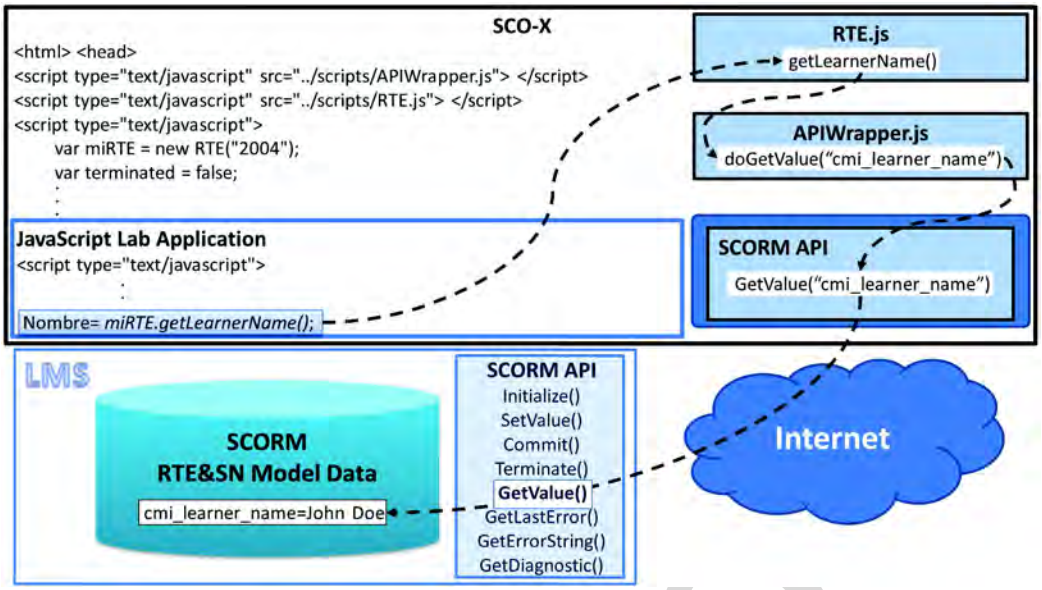


FIGURE 6. Example of JavaScript code embedded in a HTML SCORM page using the *RTE.js* JavaScript library to retrieve the name of the student from the LMS (it is stored in the cmi_learner_name element of the SCORM 2004 data model).

In JavaScript, there is a variable called *startTimeStamp* storing this information (*miRTE.startTimeStamp*).

B. SESSION DEVELOPMENT

SCORM includes elements in the RTE model for storing the following student preferences: language, content delivery speed, audio level and audio text. These elements of the data model, once obtained from the user, can be stored in the LMS. The following methods implement this functionality in Java:

1: srte.rteSetLearnerPreferenceAudio(audio);
2: srte.rteSetLearnerPreferenceLanguage(language);
3: srte.rteSetLearnerPreferenceSpeed(speed);
4: srte.rteSetLearnerPreferenceCaptioning (captioning);

This way, when a SCORM module allows multiple executions, subsequent executions can retrieve the student's preferences and execute the lab accordingly. The following initialization methods enable this functionality:

5: audio=srte.rteGetLearnerPreferenceAudio();
6: language=srte.rteGetLearnerPreferenceLanguage();
7: speed=srte.rteGetLearnerPreferenceSpeed();
8: captioning=srte.rteGetLearnerPreferenceCaptioning();

The *RTE.js* JavaScript library includes equivalent functions and, in addition, it includes two functions that can be used to set or get the user preferences all at once:

1*: miRTE.setLearnerPreferences(aud, lang, spe, capt);*
2*: p=miRTE.getLearnerPreferences(aud, lang, spe, capt);*

The user ID obtained during the initialization of the lab can also be used to slightly customize the experiments, so that they are not identical for all students and achieve student-adapted learning.

User comments can be used to store any textual information in the LMS. For example, they can be used to store partial work results and personal notes that can be retrieved later. Scorm1.2 supports storing only one comment object as a string, but it can be modified by appending more characters. Scorm2004 supports up to 250 string sub-elements, each of which has an associated timestamp and location. Depending on the SCORM version, the following functions are available for Java:

1: srte.rteSetCommentsLearnerNew (comment, location); //SCORM2004
1: srte.rteSetCommentsLearnerNew (comment); //SCORM1.2

and JavaScript:

1: miRTE.setCommentsLearnerAddAll (comment, location);

The stored comments can be accessed at a future time. To fetch a comment from Scorm2004, the comment ID is required. Three strings are returned in the specific arrays of the *scormRTE* object: the comment, the associated timestamp, and the location. The call to retrieve a comment is shown below for Java:

2: comment=srte.rteGetCommentsById (id);

and JavaScript:

2: comment=miRTE.getCommentsLearnerAll (id);

After this line executes, the comment (stored in the position specified by id), its corresponding timestamp and location can be accessed, respectively, using the following variables:

srte.commentsLearner[id], srte.commentsLearnerTs[id] and srte.commentsLearnerLoc[id] for Java and the *comment* variable (array) for JavaScript.

To fetch the comment from SCORM1.2, all that is required is to call the following function for Java:

2: comment=srte.rteGetCommentsLearner();

and JavaScript:

2: comment=miRTE.getCommentsLearner();

After this line executes, the stored comment is available in the variable *comment*.

IEEE Pro

SCORM2004 defines a sub-specification that controls sequencing and navigation between the SCOs that compose the SCORM package contained in the Java lab. This way, the next element to be shown to the user (e.g., SCO) can be determined based on the score obtained by the student when the active communication session ends (i.e., *Terminate()* is executed). The following Java code snippet defines the actions of the LMS after executing *Terminate()* based on the student's score: if it is less than 5, the whole SCORM package is shut down, otherwise the next SCO is presented:

```
1: navReq=(points<5)? "exitAll":"continue";
2: srte.rteSetNavRequest(navReq);
```

and JavaScript:

```
1: navReq=(points<5)? "exitAll":"continue";
2: miRTE.setNavRequest(navReq);
```

C. FINALIZATION

Before ending WebLab execution, it is convenient to store the result of the work of the student in the LMS so that the information is available for teachers and students afterwards. Typical stored information includes the score, whether the student has completed all the tasks and whether the student passed the lab. The following snippet illustrates how to achieve this for Java:

```
1: scoreRaw=srte.rteSetScoreRaw(points);
2: completionStatus="completed";
3: successStatus="passed";
4:completionStatus=srte.rteSetCompletionStatus (completionStatus);
5: successStatus=srte.rteSetSuccessStatus(successStatus);
```

and JavaScript:

```
1: miRTE.setScoreRaw(points);
2: completionStatus="completed";
3: successStatus="passed";
4:miRTE.setCompletionStatus (completionStatus);
5: miRTE.setSuccessStatus(successStatus);
```

The communication session between the SCO and LMS must be closed before stopping applet execution. This can be performed either from the SCO or from the Java applet, as explained above. However, it is best practice to close the communication from the Java applet as follows:

```
1: srte.rteTerminate();
```

To close the communication session from JavaScript this code must be used:

```
1: miRTE.terminate();
```

These code snippets were used to create several remote and virtual lab applications using Easy Java Simulations (EJS) [30]. These VRLs have been used in several different WebLabs. Two of these (''Modelling of a Dynamic System: DC Motor'' and ''PID Control of a Dynamic System: DC Motor'') have been implemented, along with some other resources, as pilot test cases for the course ''Industrial Automation.'' This course is taught in various undergraduate engineering programs at the Polytechnic School of Jaén. During 2014, 273 students used the WebLab ''Modelling of a Dynamic System: DC Motor''. Those who passed the requirements obtained an average score of 8.1 out of 10 (1.7 SD) in the automatic evaluation included in the WebLab. A survey filled in by the students on their opinion of the Weblab yielded an average score of 3.67 out of 5 (SD 0.96). In 2015, the students were split into two groups to work with two different versions of the WebLab ''PID Control of a Dynamic System: DC Motor''. This was an optional activity, but the WebLab was completed by 106 students and it showed a 30% knowledge gain. The survey yielded a score of 3.78 (SD 0.79) and 3.85 (SD 0.67) out of 5 for each version of the WebLab. All the evaluations performed in the pilot tests were quite successful, both in terms of learning effectiveness and student opinion of the WebLabs. A complete description and analysis of these examples can be found in [25] and [31].

VI. CONCLUSIONS AND FUTURE WORK

This work presented a set of innovative tools developed by the authors that simplify the communication between applications embedded in SCORM modules and the LMS that hosts them. The applications can be programmed using Java or JavaScript languages by using different tools: *scormRTE.jar* package and *RTE.js* library respectively. Standard SCORM-LMS communications allow the creation of interactive e-learning content customizable for each student and capable of storing student results. However, their use may be complex for the creators of teaching materials, because the SCORM-LMS communications demand advanced knowledge of Web programming and JavaScript. The proposed *scormRTE* Java package greatly simplifies the communication tasks by hiding the native JavaScript interface from the developer. The future of the scormRTE Java package is the *RTE.js* JavaScript library that offers the same features in a JavaScript environment and can be used by SCORM pages and laboratory applications. This paper presented various characteristics and communication requirements of the proposed tools and provided some examples and ideas for customizing the execution of WebLabs, tracking the work of the students, controlling access to the elements that compose the SCORM module and storing the final score of each student. This way the student-adapted learning is easier to achieve. Because the information is stored in the LMS, all the data generated by the WebLab can be made accessible to the appropriate students and teachers, facilitating their tasks and producing more effective learning. These elements illustrate the convenience of the tools in developing of new Java/JavaScript-based WebLabs or in adapting existing WebLabs to achieve adaptive learning thanks to the complete integration with the LMS.

Our Future work will include converting the Java-based WebLabs to JavaScript-based WebLabs.

REFERENCES

[1] Z. Nedic, J. Machotka, and A. Nafalski, "Remote laboratories versus virtual and real laboratories," in *Proc. 33rd Annu. Frontiers Edu. (FIE)*, vol. 1. 2003, pp. T3E-1–T3E-6, doi: 10.1109/FIE.2003.1263343.

IEEE Proof

[2] S. D. Bencomo, "Control learning: present and future," *Annu. Rev. control*, vol. 28, no. 1, pp. 115–136, 2004, doi: 10.1016/j.arcontrol.2003.12.002.

[3] L. Gomes and S. Bogosyan, "Current trends in remote laboratories," *IEEE Trans. Ind. Electron.*, vol. 56 no. 12, pp. 4744–4756, Dec. 2009, doi: 10.1109/TIE.2009.2033293.

[4] J. Chacón, H. Vargas, G. Farias, J. Sánchez, and S. Dormido, "EJS, JIL server, and LabVIEW: An architecture for rapid development of remote labs," *IEEE Trans. Learn. Technol.*, vol. 8, no. 4, pp. 393–401, Oct./Dec. 2015, doi: 10.1109/TLT.2015.2389245.

[5] M. Kalúz, J. García-Zubía, M. Fikar, and L. Čirka, "A flexible and configurable architecture for automatic control remote laboratories," *IEEE Trans. Learn. Technol.*, vol. 8, no. 3, pp. 299–310, Jul./Sep. 2015, doi: 10.1109/TLT.2015.2389251.

[6] R. Medina-Flores and R. Morales-Gamboa, "Usability evaluation by experts of a learning management system," *IEEE Revista Iberoamericana Tecnologias Aprendizaje*, vol. 10, no. 4, pp. 197–203, Nov. 2015, doi: 10.1109/RITA.2015.2486298.

[7] C. Gravier, J. Fayolle, B. Bayard, M. Ates, and J. Lardon, "State of the art about remote laboratories paradigms—Foundations of ongoing mutations," *Int. J. Online Eng.*, vol. 4, no. 1, pp. 1–10, 2008.

[8] L. de la Torre Cubillo, "New generation virtual and remote laboratories: Integration into Web environments 2.0 with learning management systems," Ph.D. dissertation, Dptm. Informatica Automatica, UNED, Madrid, Spain, 2013.

[9] N. Abdellaoui, C. Gravier, B. Belmekki, and J. Fayolle, "Towards the loose coupling between LMS and remote laboratories in online engineering education," in *Proc. Educ. Eng. (EDUCON)*, Madrid, Spain, 2010, pp. 1935–1940, doi: 10.1109/EDUCON.2010.5492439.

[10] H. Vargas, J. Sánchez, C. A. Jara, F. A. Candelas, F. Torres, and S. Dormido, "A network of automatic control Web-based laboratories," *IEEE Trans. Learn. Technol.*, vol. 4, no. 3, pp. 197–208, Jul./Sep. 2011, doi: 10.1109/TLT.2010.35.

[11] E. S. Ruiz, *et al.*, "Virtual and remote industrial laboratory: Integration in learning management systems," *IEEE Ind. Electron. Mag.*, vol. 8, no. 4, pp. 45–58, Dec. 2014, doi: 10.1109/MIE.2012.2235530.

[12] M. Ožvoldová and P. Ondrušek, "Integration of online labs into educational systems," *Int. J. Online Eng.*, vol. 11, no. 6, pp. 54–59, 2015.

[13] *Advanced Distributed Learning Initiative (ADL). SCORM 2004 4th Edition, 2009*. [Online]. Available: http://www.adlnet.gov/scorm

[14] Rustici Software. (2016). *Experience API*. [Online]. Available: http://experienceapi.com/

[15] J. Sáenz, J. Chacón, L. De La Torre, A. Visioli, and S. Dormido, "Open and low-cost virtual and remote labs on control engineering," *IEEE Access*, vol. 3, pp. 805–814, 2015, doi: 10.1109/ACCESS.2015.2442613.

[16] R. Bose, "Virtual labs project: A paradigm shift in Internet-based remote experimentation," *IEEE Access*, vol. 1, pp. 718–725, 2013, doi: 10.1109/ACCESS.2013.2286202.

[17] IMS Global Learning Consortium. *Learning Tools Interoperability (LTI)*. [Online]. Available: https://www.imsglobal.org/activity/learning-tools-interoperability

[18] M. Häsel, "Opensocial: An enabler for social applications on the Web," *Commun. ACM*, vol. 54, no. 1, pp. 139–144, 2011, doi: 10.1145/1866739.1866765.

[19] *Advanced Distributed Learning Initiative (ADL). cmi5 (Computer-Managed Instruction 5)*. [Online]. Available: https://adlnet.gov/adl-research/performance-tracking-analysis/cmi5/

[20] I. Ruano-Ruano, J. Gómez-Ortega, J. Gámez-Garcia, and E. Estevez-Estévez, "Integration of online laboratories—LMS via SCORM," in *Proc. IEEE Int. Conf Syst., Man, Cybern. (SMC)*, Oct. 2013, pp. 3163–3167, doi: 10.1109/SMC.2013.539.

[21] P. Orduña *et al.*, "An extensible architecture for the integration of remote and virtual laboratories in public learning tools," *IEEE Revista Iberoamericana Tecnologias Aprendizaje*, vol. 10, no. 4, pp. 223–233, Nov. 2015, doi: 10.1109/RITA.2015.2486338.

[22] H.-D. Wuttke, M. Hamann, and K. Henke, "Integration of remote and virtual laboratories in the educational process," in *Proc. 12th Int. Conf. Remote Eng. Virtual Instrum. (REV)*, 2015, pp. 157–162, doi: 10.1109/REV.2015.7087283.

[23] L. Tobarra *et al.*, "Creation of customized remote laboratories using deconstruction," *IEEE Revista Iberoamericana Tecnologias Aprendizaje*, vol. 10, no. 2, pp. 69–76, May 2015, doi: 10.1109/RITA.2015.2418011.

[24] P. Orduña *et al.*, "Generic integration of remote laboratories in public learning tools: Organizational and technical challenges," in *Proc. IEEE Frontiers Educ. Conf. (FIE)*, 2014, pp. 1–7, doi: 10.1109/FIE.2014.7044025.

[25] I. R. Ruano, J. Gámez-García, and J. Gómez-Ortega, "Laboratorio Web SCORM de control PID con integración avanzada," Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial, Tech. Rep. RIAI-D-15-00066R2.

[26] Oracle. (2013). *Invoking JavaScript Code from an Applet*. [Online]. Available: http://docs.oracle.com/javase/tutorial/deployment/applet/invokingJavaScriptFromApplet.html

[27] I. R. Ruano, J. Gámez-García, and J. Gómez-Ortega, "Building SCORM embedded WebLabs with LMS interaction," in *Proc. IEEE Frontiers Edu. Conf. (FIE)*, Oct. 2014, pp. 1–4, doi: 10.1109/FIE.2014.7043993.

[28] B. Evans, *Java: The Legend*, vol. 53. Sebastopol, CA, USA: O'Reilly Media, 2015.

[29] R. Harmes and D. Diaz, *Pro JavaScript Design Patterns*. New York, NY, USA: Apress, 2008.

[30] F. Esquembre, "Using easy Java simulations to create scientific simulations in Java," in *Proc. IEEE Region 8 Comput. Tool (EUROCON)*, vol. 1. pp. 20–23, Sep. 2003, doi: 10.1109/EURCON.2003.1247971.

[31] I. Ruano-Ruano, P. Cano-Marchal, J. Gámez-García, and J. Gómez-Ortega, "PID control WebLab with LMS integration using SCORM," *IFAC-PapersOnLine*, vol. 48, no. 29, pp. 301–306, 2015. doi: 10.1016/j.ifacol.2015.11.252



ILDEFONSO RUANO received the degree in telecommunication engineering from the University of Málaga, Spain, in 1996. Since 1996, he has been with the Telecommunication Department, University of Jaén, Jaén, Spain. His current research interest includes e-learning, online virtual and remote laboratories, learning management systems, and engineering education.



PABLO CANO received the degree in electrical engineering from the University of Seville, Seville, Spain in 2007, and the Ph.D. degree from the University of Jaén, Jaén, Spain, in 2015.

He was a Visiting Researcher with the Department of Automatic Control, University of Lund, Lund, Sweden, in 2013. Since 2015, he has been with the System Engineering and Automation Department, University of Jaén, as an Assistant Professor. His current research interests include automatic control applied to olive oil and elaboration process and education in engineering.

IEEE Proof



JAVIER GÁMEZ received the degree in electrical engineering and the Ph.D. degree from the University of Jaén, Jaén, Spain, in 2001 and 2006, respectively. From 2003 to 2004, he was a Visiting Researcher with the Department of Automatic Control, University of Lund, Lund, Sweden. Since 2005, he has been with the System Engineering and Automation Department, University of Jaén, as an Assistant Professor. He is currently the Director of the Transfer and Entrepreneurship Secretariat and the Director of the Research Results Transfer Office (OTRI). His current research interests include force control and sensor fusion in robotic manipulators, engineering education and automatic control applied to olive oil and elaboration process. Dr. Gámez was a recipient of a Formacion de Profesorado Universitario grant from the Spanish Ministry of Education and Science in 2002.



JUAN GÓMEZ (M'10) received the degree in electrical engineering and the Ph.D. degree from the University of Seville, Seville, Spain, in 1989 and 1994, respectively. In 2001, he became a Professor with the University of Jaén, Jaén, Spain. From 1987 to 2001, he was with the Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática, University of Seville, as a Research Assistant, then an Assistant Professor, and an Associate Professor. In 2001, he became a Professor with the University of Jaén, where he is the Rector. He has been responsible for several research projects on robotic systems, computer vision applied to fault detection, and automatic assembly, with some of them being directly applied to industry. His research interests include force control and sensor fusion in robotic manipulators, sensor planning, mobile robot and Education in Engineering. He has been serving as a Reviewer for different technical journals.

IEEE Proof

ANEXO 32	
Título	Mail de revisión de prueba final de impresión tras aceptación de artículo IEEE Access: "Advanced LMS Integration of SCORM Web Laboratories"

Ildefonso Ruano Ruano <alonso@ujaen.es>

Your IEEE Proof is now available (ACCESS2587805)

p.j.kempf@ieee.org <p.j.kempf@ieee.org> 12 de julio de 2016, 21:35
Para: alonso@ujaen.es

Dear Mr. Ildefonso Ruano

The proof for your article, Advanced LMS Integration of SCORM Web Laboratories, is ready for your review. You may access your proof via the IEEE Author Gateway by following the steps below. Kindly log in to the website upon receipt of this message so that we may expedite the publication process. Please upload your comments and corrections through the Author Gateway by 13 July 2016.

Please see the following instructions to retrieve your proof:

1. If your e-mail client supports live Web browser links, please click on the link (URL) below to go to the login page to retrieve your proof. If your mail client does not support live links, run your browser software, copy the link below, paste it into the address box in your browser and press [Enter].

2. You should now see the IEEE Author Gateway Login page in your browser.

3. Use your IEEE Web Account User name and Password to Login.

4. Click on the "Continue" button at the bottom of the Login box.

5. You should now see the Article Tracker IEEE Author Gateway page, with links to the Article Status page where you can download your proof and any associated documents under Resources.

Please use the following instructions to upload your corrected proof:

To upload your proof click on the upload proof button in the Author Gateway. This button appears in the Task Alert column of the Article Tracker indicating that the article is with you for review. During this time the upload proof button will also be available on the Article Status and Milestone page. Once you have reviewed your proof and made necessary changes, you can click on this button to upload your proof file.
When you click on the upload proof button, a separate window will open. You will be able to:

1. Browse and select your updated proof

2. Browse and select supplemental files

3. Provide comments to the IEEE staff editor

When you have finished selecting your files and adding comments, please click on the upload proof button. All files will be uploaded and the status will change to In Final Production.

Please note that your proof may be uploaded only once. Once your proof has been uploaded, the upload proof button will no longer appear. If you need to make further changes, you must contact your IEEE staff editor. However, you can upload supplementary files and send comments as often as necessary from the Add File/Comments section on the Article Status and Milestone page.

IEEE Author Gateway URL:
https://authorgateway.ieee.org/

If you are having trouble accessing the above URL, please make sure that you have captured the entire URL. If you are still having trouble, please contact authorgatewayhelp@ieee.org with the following information, along with a description of the problem:

Article title: Advanced LMS Integration of SCORM Web Laboratories
Journal acronym: ACCESS
Article DOI: 10.1109/ACCESS.2016.2587805
Manuscript Number: Access-2016-00782

If you have any problems or questions regarding this proof, please contact your IEEE Staff Editor, Patrick Kempf, at p.j.kempf@ieee.org.

Thank you,

Patrick Kempf
Managing Editor
p.j.kempf@ieee.org
+1 732 562 6587
IEEE Publishing Operations
445 Hoes Lane
Piscataway, NJ 08854

ANEXO 33	
Título	Certificado de AJE de la edición y corrección del artículo “Advanced LMS Integration of SCORM Web Laboratories” en lenguaje inglés.

AMERICAN JOURNAL EXPERTS

EDITORIAL CERTIFICATE

This document certifies that the manuscript listed below was edited for proper English language, grammar, punctuation, spelling, and overall style by one or more of the highly qualified native English speaking editors at American Journal Experts.

Manuscript title:

Advanced LMS Integration of SCORM Web Laboratories

Authors:

Ildefonso Ruano, Pablo Cano, Javier Gámez, Juan Gómez

Date Issued:

March 5, 2016

Certificate Verification Key:

5501-3FA6-5254-340F-AA3D

This certificate may be verified at www.aje.com/certificate. This document certifies that the manuscript listed above was edited for proper English language, grammar, punctuation, spelling, and overall style by one or more of the highly qualified native English speaking editors at American Journal Experts. Neither the research content nor the authors' intentions were altered in any way during the editing process. Documents receiving this certification should be English-ready for publication; however, the author has the ability to accept or reject our suggestions and changes. To verify the final AJE edited version, please visit our verification page. If you have any questions or concerns about this edited document, please contact American Journal Experts at support@aje.com.

American Journal Experts provides a range of editing, translation and manuscript services for researchers and publishers around the world. Our top-quality PhD editors are all native English speakers from America's top universities. Our editors come from nearly every research field and possess the highest qualifications to edit research manuscripts written by non-native English speakers. For more information about our company, services and partner discounts, please visit www.aje.com.