



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Docencia y Profesorado

Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

MEMORIA DE PROGRESO DE PROYECTOS DE INNOVACIÓN DOCENTE

CONVOCATORIA CURSO 2012/2014

DATOS DEL/DE LA SOLICITANTE

Nombre	Juan		
Apellidos	Gómez Ortega		
D.N.I.		E-mail	juango@ujaen.es
Centro	EPS de Jaén	Teléfono	82443
Departamento	Ingeniería Electrónica y Automática		
Categoría	Catedrático de Universidad		

DATOS DEL PROYECTO

Título	Laboratorio Remoto de un sistema de péndulo invertido sobre carro de trayectoria lineal.		
Línea de actuación	A. Proyecto de Innovación Docente		
Titulación/Grado implicado/s	Grados de la rama de Ingeniería Industrial		
Departamento/s implicados	Ingeniería Electrónica y Automática, Ingeniería Informática, Ingeniería de Telecomunicación		
Asignatura/s implicada/s	Ingeniería de control, Control por computador, Regulación Automática.		
Curso/s implicado/s	3º y 4º		
4	450		



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Docencia y Profesorado

Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

MEMORIA DEL PROYECTO

Breve resumen y justificación del Proyecto

Hoy en día se están produciendo numerosos e importantes avances tecnológicos que deben ser contemplados la educación que se oferta en las universidades. Esta idea se agrava en los laboratorios de prácticas de ciencia y tecnología ya que estos avances obligan a incorporar un mayor número de equipamientos, incrementando además los costes de mantenimiento de forma que no siempre son fáciles de asumir por las entidades responsables. Por ello los profesores de Centros con problemas presupuestarios tienen muchas dificultades para disponer de laboratorios correctamente equipados.

Una ayuda importante al problema que se ha planteado la constituyen los laboratorios 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.

En la docencia tradicional los estudiantes tienen muchas limitaciones de acceso a los laboratorios ya que está restringida a la disponibilidad del mismo y a los horarios docentes. Además los experimentos deben estar bajo la supervisión del profesorado o personal responsable, esta limitación se puede superar en una iniciativa remota ya que podrían estar restringidos por la propia configuración del sistema. Por todo esto los laboratorios remotos se consideran hoy día un recurso educativo muy necesario junto a la importancia de la simulación previa antes de acceder al experimento remoto o la retroalimentación de los resultados por parte del profesor.

Existen además grupos interuniversitarios que colaboran mediante la compartición de los laboratorios remotos que has desarrollado con el fin de ofertar al alumnado una amplia posibilidad de prácticas con equipos que de otra forma no se podría trabajar. Entre ellas destaca UNEDLabs, que integra a diversos grupos de universidades españolas y está basado en la plataforma de docencia virtual Moodle.

Por todas estas razones la puesta en marcha de un laboratorio remoto que de pie a investigar sus posibilidades de extrapolación a otros laboratorios esté plenamente justificado como nueva innovación docente. Máxime cuando se trata de innovar en este campo intentando ir más allá de lo conseguido hasta el momento.

Con este PID se pretende poner en marcha un laboratorio remoto posibilitando a los alumnos el uso a distancia de sistemas ubicados en laboratorios de la Universidad de Jaén (figura 1).



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Docencia y Profesorado

Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado



Figura 1. Laboratorio de Control de Procesos de la EPS de Jaén

También se pretende estudiar la posibilidad de integrar laboratorios remotos y/o virtuales en ILIAS, la plataforma de docencia virtual de la Universidad de Jaén, mediante el uso de contenidos SCORM (*Shareable Content Object Reference Model*), conjunto de normas para contenidos de *e-learning*. Este segundo objetivo se ha planteado ante la posibilidad que abriría la explotación de los laboratorios remotos generados con *Easy Java Simulations* (EJS) no sólo a la plataforma de docencia virtual ILIAS sino a todas las plataformas que soporten el estándar SCORM.

Objetivos conseguidos

El objetivo principal de este PID se ha cumplido aunque ha sido modificado en la idea original debido a la imposibilidad material de llevarla a cabo debido a problemas de integración SW-HW.

De hecho **se ha conseguido el objetivo principal de crear un laboratorio remoto. Y no uno sino dos laboratorios remotos** (para 2 sistemas: Laboratorio remoto para control de un sistema de riego automatizado y Laboratorio remoto para control de sistemas de motor CC).

La idea original de desarrollo de un “Laboratorio remoto para el sistema de péndulo invertido sobre carro de trayectoria lineal” existente en el laboratorio de control de procesos de la EPS de Jaén no ha podido llevarse a cabo ya que se detectó la imposibilidad de comunicación del servidor JAL con el modelo Simulink de Matlab que controla el sistema real (por hacer uso del RTWin, RealTime Windows). El tiempo de actuación mínimo necesario para establecer el control de forma remota con la calidad mínima exige usar el RTWin pero a su vez imposibilita las posibilidades de comunicación a través del servidor JAL con el cliente EJS que deben usar los alumnos para controlar remotamente la planta.

Esto ha motivado que se adapten los objetivos parciales originales aunque muchos de los mismos ya se habían conseguido:



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Docencia y Profesorado

Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

- o Crear modelo EJS del sistema de péndulo invertido sobre carro de trayectoria lineal con posibilidad de interacción a través de comunicaciones TCP/IP y exportación a Applet.

→ **Conseguido:** Se ha obtenido un modelo EJS del sistema de péndulo invertido sobre carro de trayectoria lineal (*Figura 2*) se ha implementado la posibilidad de comunicación mediante TCP/IP aunque las características de la misma no permiten el control remoto con calidad debido a los problemas de integración antes mencionados.

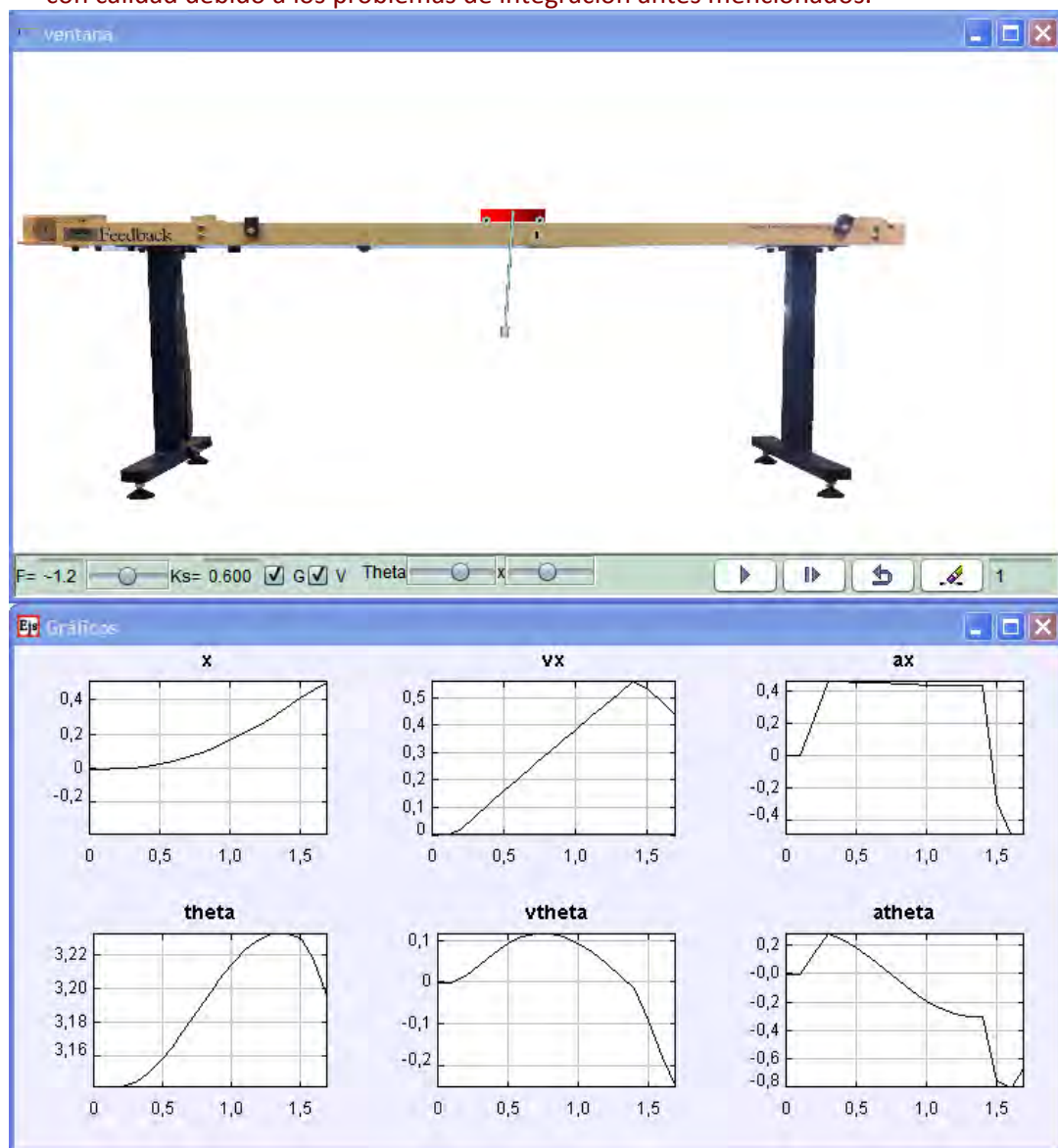


Figura 2. Modelo simulado del Sistema de péndulo invertido.



UNIVERSIDAD DE JAÉN

*Vicerrectorado de Docencia y Profesorado
Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado*

- o Instalar y configurar SW de desarrollo científico Matlab como soporte de las aplicaciones de control del sistema de péndulo invertido sobre carro de trayectoria lineal en PC con la extensión de tiempo real de Windows (RTWin).

→ **Totalmente Conseguido:** Se ha usado un PC del laboratorio de Control de Procesos (Figura 3) que gestiona el área de Ingeniería de Sistemas y Automática en la planta 4ª del Edificio A3 de la Universidad de Jaén. En dicho PC se ha instalado el SW Matlab que va a ser utilizado para realizar labores del control del sistema remoto (Figura 4).



Figura 3. Entrada del Laboratorio de Control de Procesos.



Figura 4. PC del laboratorio que realiza el control del sistema con Matlab-Simulink.



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Docencia y Profesorado

Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

- o Adaptación del SW mdl de simulink (Matlab) para control del sistema de péndulo invertido sobre carro de trayectoria lineal en PC servidor en el propio laboratorio por medio de una tarjeta de adquisición de datos.

→ **Totalmente Conseguido:** Se han instalado, en el mismo PC mencionado en el objetivo parcial anterior, los drivers necesarios para controlar una tarjeta de entrada-salida (E/S) que se ha insertado en el PC (*Figura 5*) para permitir controlar el sistema de péndulo invertido sobre carro de trayectoria lineal existente en el mismo laboratorio. Después de ello se ha instalado el SW de control basado en ficheros mdl de Matlab que se han probado con éxito (*Figura 6*).



Figura 5. Vista trasera del PC con detalle de las conexiones de la tarjeta de E/S.

- o Instalación y configuración de cámaras IP en el laboratorio en el que se encuentra el sistema de péndulo invertido sobre carro de trayectoria lineal.

→ **Parcialmente Conseguido:** Se ha adquirido y probado una cámara IP de la marca TrendNET modelo TV-IP410 para visualización remota de espacios (*Figura 7*).



- 0 Instalación y configuración de JIM, SW de conexión de entornos java (EJS) con Matlab para permitir el intercambio de información entre el modelo EJS y el modelo Simulink.
- **Totalmente Conseguido:** Se han instalado, en el PC servidor mencionado en objetivos anteriores, el SW JIM y se ha probado su funcionamiento en modelos de ejemplo suministrados por los creadores del mismo.



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Docencia y Profesorado

Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

- o Estudio de intercambio de parámetros de los *Applets* Java EJS en entorno Moodle para su posible adaptación a ILIAS.
→ **Totalmente Conseguido:** Este objetivo ha sido integrado con el siguiente mediante el desarrollo de funciones de integración en módulos SCORM que son compatibles con las plataformas Moodle e ILIAS.
 - o Desarrollo (si procede) de integración los *Applets* Java EJS con ILIAS y/o los formatos SCORM.
→ **Totalmente Conseguido:** Se han desarrollado funciones de integración de laboratorios en ILIAS mediante su incrustación en contenido SCORM.
 - o Difundir el trabajo que se logre realizar mediante comunicaciones en congresos y/o jornadas divulgativas de ámbito científico-académico.
→ **Totalmente Conseguido:** Se han realizado cuatro comunicaciones, una nacional y tres internacionales:
 - o XXXIV Jornadas de Automática 2013 (<http://ja2013.upc.edu/>), una publicación aceptada y presentada.
 - o IEEE International Conference on System, Man , and Cybernetics (IEEE SMC 2013, <http://www.smc2013.org/>), una publicación aceptada y presentada.
 - o 2014 Frontiers in Education Conference (<http://fie2014.org/>), dos publicaciones aceptadas, aunque no defendidas en la fecha de realización de esta memoria.
- Adicionalmente se han conseguido una serie de **Objetivos extra** que no estaban incluidos en la solicitud original como ha sido:
- o **Creación de paquete JAVA scormRTE** que incluye clases que contienen las funciones desarrolladas para la integración JAVA-SCORM en forma de métodos para las versiones SCORM1.2 y SCORM2004.
 - o **Desarrollo de laboratorios virtuales integrados en ILIAS como parte de contenido SCORM:**
 - Laboratorio Virtual de Sistema de suspensión de un coche.
 - Laboratorio Virtual de Identificación de parámetros de un Motor CC.
 - Laboratorio Virtual de Control PID de un Motor CC.
 - o **Uso docente de un laboratorio virtual** de identificación de parámetros de un motor CC en la asignatura Automática Industrial de la EPS de Jaén y la EPS de Linares para todos los grados de Ingeniería Industrial.



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Docencia y Profesorado

Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

- o Estudio y Desarrollo de laboratorio Remoto para el Control y monitorización de un Sistema de Riego Automatizado (ver figura 8).

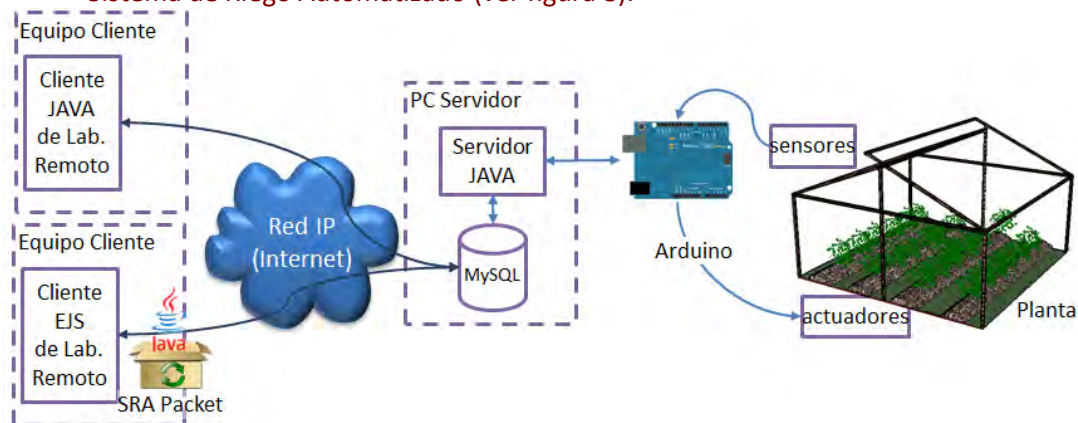


Figura 8. Esquema de Laboratorio remoto desarrollado.

- o Estudio y Desarrollo de laboratorio Remoto para el Control y monitorización de un Sistema de Motor CC (ver figura 9).

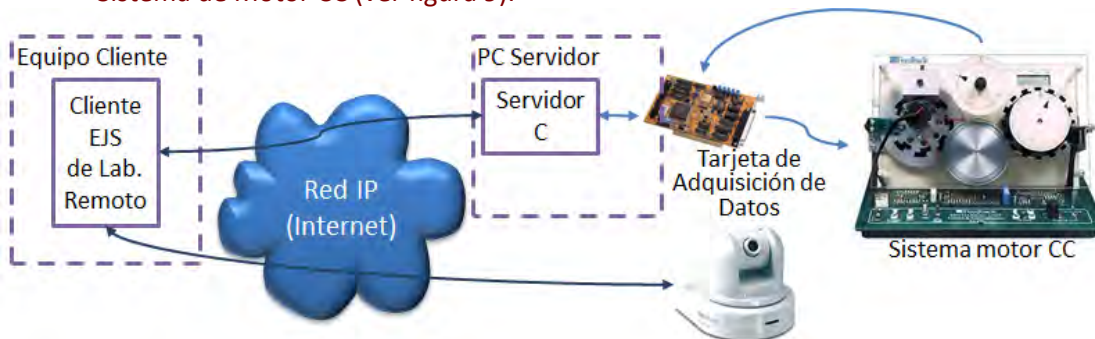


Figura 9. Esquema de Laboratorio remoto desarrollado.

Contenidos desarrollados

- o Se ha obtenido un modelo EJS del sistema de péndulo invertido sobre carro de trayectoria lineal.
- o Se han creado funciones de integración de laboratorios en ILIAS mediante su incrustación en contenido SCORM.
- o Se ha creado un paquete JAVA con clases que contienen las funciones desarrolladas como métodos que facilitan la integración JAVA-SCORM para las versiones SCORM1.2 y SCORM2004.
- o Se ha creado una tabla explicativa del paquete SCORM y las clases creadas.



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Docencia y Profesorado

Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

- Se han desarrollado una serie de laboratorios-modelos virtuales con el SW EJS:
 - Sistema de suspensión de la rueda de un vehículo.
 - Sistema de Motor de CC (identificación y Control PID).
 - Sistema intercambiador de Calor.
- Se ha desarrollado un modelo de módulo SCORM en el que se pueden incluir los laboratorios virtuales desarrollados integrado en ILIAS como parte de contenido SCORM.
- Se ha creado una práctica basada en el modelo de módulo SCORM para el Laboratorio Virtual de un Sistema Motor de CC en el que se realiza la identificación de parámetros del Sistema. Esta práctica se ha utilizado en la asignatura “Automática Industrial” que se imparte en los grados de Ingeniería Industrial de la EPS de Jaén y la EPS de Linares.
- Se ha creado una encuesta y analizado los resultados de la misma que trata de obtener la opinión de los encuestados sobre la práctica basada en el modelo de módulo SCORM desarrollado. La encuesta se puso disponible para su participación a los alumnos de la asignatura “Automática Industrial” que habían trabajado con la práctica comentada en el punto anterior.
- Se ha creado un Laboratorio Remoto para el Control y monitorización de un Sistema de Riego Automatizado. Este Laboratorio ha sido la base de un PFC de la titulación de Ingeniería Técnica en Telecomunicación, especialidad en Telemática que se ha defendido en julio de 2014 obteniendo la calificación de Sobresaliente (propuesta de Matrícula de Honor).

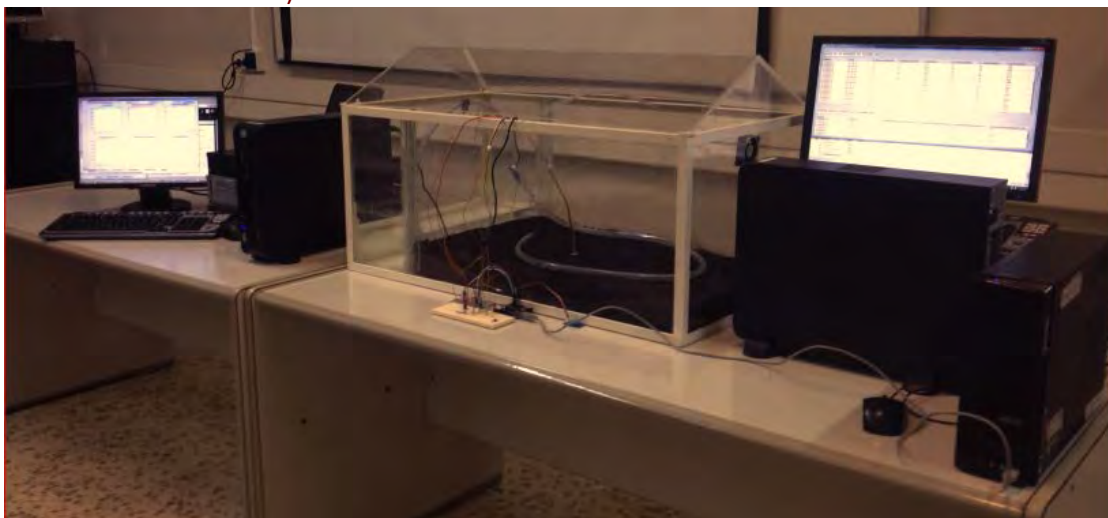


Figura 10. Laboratorio remoto de control de riego durante su defensa.



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Docencia y Profesorado

Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

- o Se ha creado un Laboratorio Remoto para el Control y monitorización de un Sistema de Motor CC. Este Laboratorio ha sido la base de un Trabajo Fin de Master de Control de Procesos Industriales que se va a defender en septiembre de 2014.
- o Los dos laboratorios remotos se han configurado en el laboratorio de Control de procesos, sito en la dependencia A3-467 y son accesibles remotamente.



Figura 11. Laboratorio remoto del sistema de Motor CC en el Laboratorio A3-467.

- o Se han realizado cuatro comunicaciones basadas en los trabajos realizados al amparo de este PID que han sido aceptados en foros nacionales e internacionales.

Descripción global de la experiencia

Se ha trabajado en diversas líneas de actuación.

- Se ha instalado y configurado un PC que iba a actuar como servidor del sistema de péndulo invertido sobre carro de trayectoria lineal, este trabajo se ha realizado en el Laboratorio de Control de Procesos de la EPS de Jaén y ha consistido en la instalación del SW Matlab de los drivers necesarios para controlar una tarjeta de entrada-salida (E/S) que se ha insertado en el PC y el SW de control basado en ficheros mdl de Matlab. Se han realizado pruebas del funcionamiento del sistema en modo local (*Figura 12*).



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Docencia y Profesorado

Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado



Figura 12. PC servidor con Sistema de péndulo invertido sobre carro de trayectoria lineal

- Se ha participado en varias acciones formativas e informativas.
 - o Curso de formación “Taller Avanzado de Creación de Laboratorios Virtuales y Programación con Easy Java Simulations” impartido en la Universidad de Jaén en Febrero de 2013. Los participantes del PID que lo han superado son:
 - Juan Gómez Ortega.
 - Javier Gámez García.
 - Ildefonso Ruano Ruano.
 - o Seminario CEA (Comité Español de Automática) titulado “Encuentro sobre Innovación Docente en Automática” celebrado los días 21 y 22 de febrero de 2013 en el Parador de Toledo (*Figura 13*). Asistencia de un participantes del PID:
 - Ildefonso Ruano Ruano.
- Se ha instalado y configurado la cámara IP TrendNET TV-IP410 y tras comprobar su correcto funcionamiento en modo local en el laboratorio de Investigación del Área de Ingeniería de Sistemas y Automática (*Figura 14*), se ha solicitado una IP en el laboratorio de Control de procesos y se ha realizado su instalación en el mismo con el fin de poder observar el funcionamiento del sistema de Motor CC de forma remota.



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Docencia y Profesorado
Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado



Figura 14. Uso de la cámara IP TrendNET TV-IP410 de forma local.

- Se ha solicitado una segunda cámara IP que está pendiente de recibir para poder observar el funcionamiento del sistema de riego de forma remota.
- Se han programado modelos en EJS que han permitido obtener laboratorios virtuales:
 - Sistema de péndulo invertido (Figura 2).
 - Sistema de suspensión de la rueda de un vehículo (Figura 15).

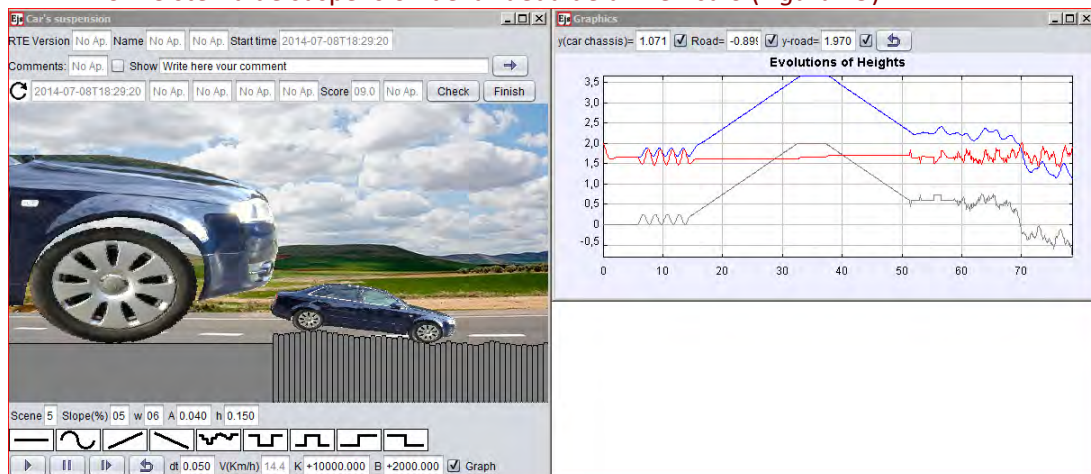


Figura 15. Captura de pantalla de modelo EJS en ejecución del sistema de suspensión.

- Sistema de Motor de CC (identificación, Figura 16 y Control PID, Figura 17).
- Sistema intercambiador de Calor (Figura 18).



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Docencia y Profesorado
Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

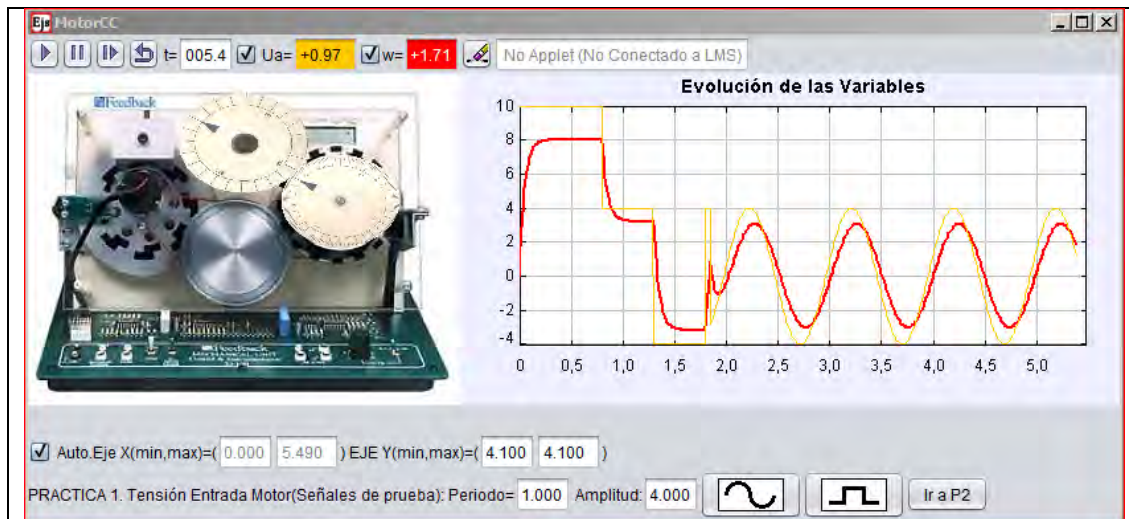


Figura 16. Captura de pantalla de modelo EJS en ejecución del sistema Motor CC (Identificación).

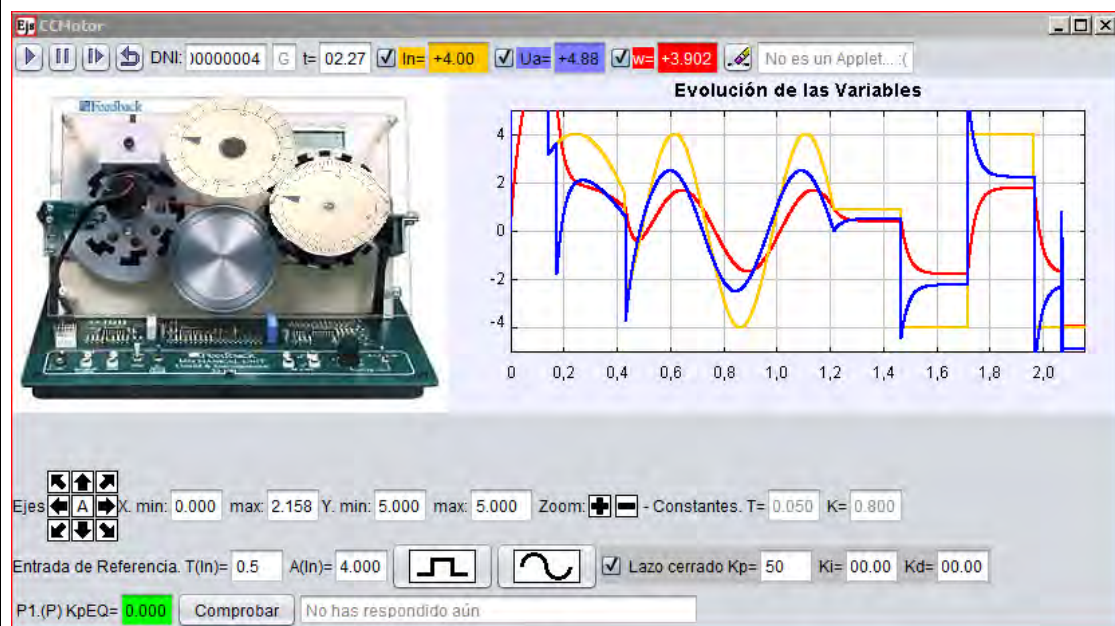


Figura 17. Captura de pantalla de modelo EJS en ejecución del sistema Motor CC (PID).

- Se ha creado (programado) un paquete JAVA llamado scormRTE en el que se incluyen dos clases que contienen variables y métodos Java que se pueden utilizar en los modelos EJS permitiendo que los laboratorios virtuales se integran mediante SCORM 2004 y 1.2 en sistemas de gestión de aprendizaje (*Learning Management Systems, LMS*).



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Docencia y Profesorado

Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

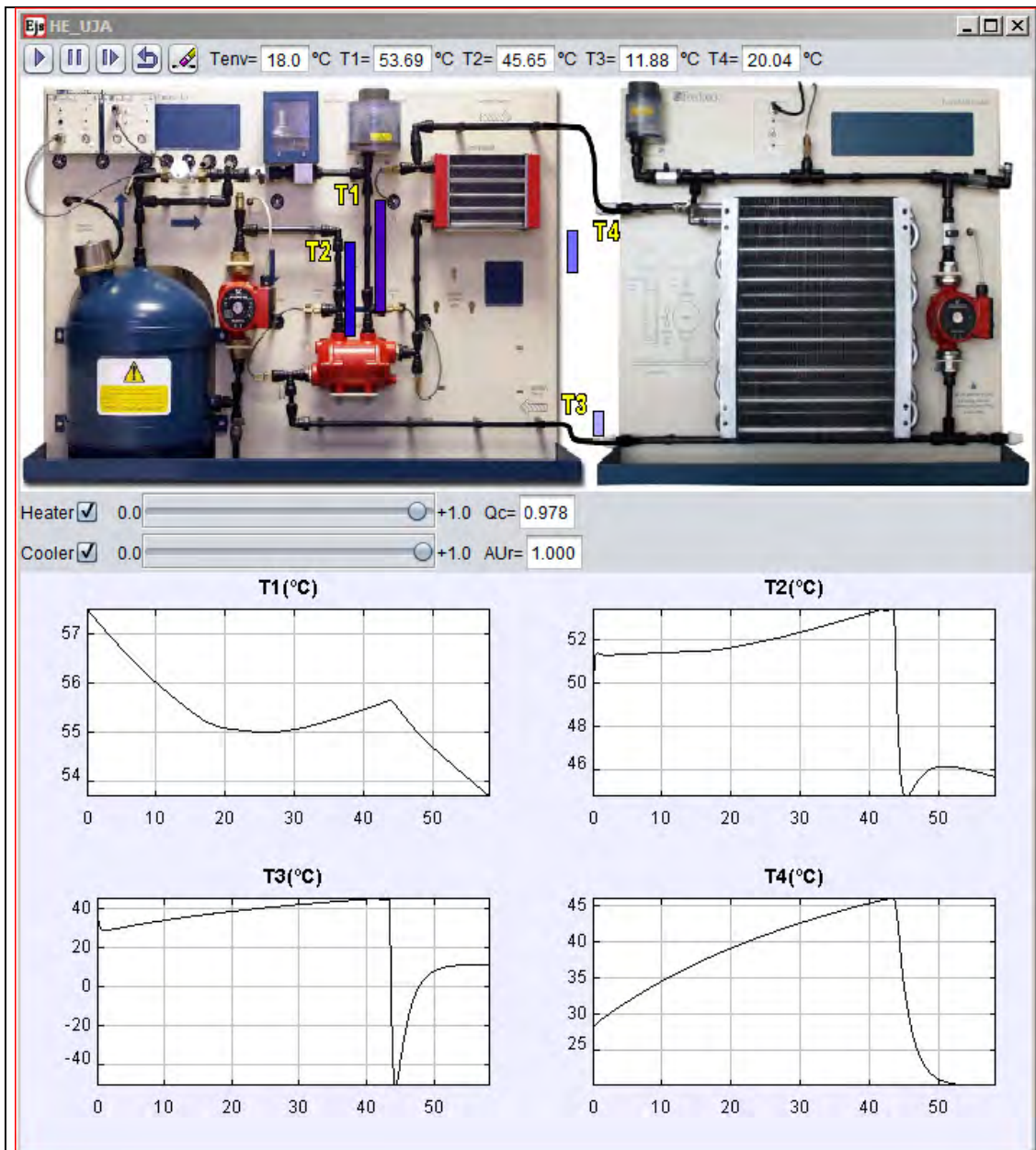


Figura 18. Captura de pantalla de modelo EJS en ejecución del sistema Intercambiador de Calor.

- Se ha usado el modelo EJS de laboratorio virtual que simula el sistema de suspensión de la rueda de un coche junto con el paquete scormRTE descrito en el punto anterior para exportarse como applet java.



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Docencia y Profesorado
Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

- Se ha creado un módulo SCORM compuesto por tres elementos básicos SCOs en el que se ha incrustado el Applet del laboratorio virtual con el fin de que una vez subido a un LMS pueda ser utilizado por los usuarios que se desee dar permiso de uso (se supone que a los alumnos de las asignaturas relacionadas). Este módulo SCORM está disponible en la plataforma LMS ILIAS de la Universidad de Jaén en modo de acceso libre para prueba de uso en la dirección:

http://dv.ujaen.es/docencia/goto_docencia_sahs_428996.html

- o SCO1. Incluye teoría relacionada con el laboratorio virtual (Figura 19).

Ocultar árbol Comenzar Salir de todo Suspender todo Finalizar Continuar >

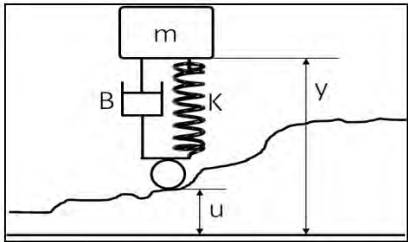
SCORM

Teoría (SCO 1)
Use la navegación del LMS o la TOC para seleccionar un SCO diferente al presente.



Modelo de masa simple para simular el Sistema de suspensión de la rueda de un coche

La siguiente figura muestra una representación del sistema de suspensión de un coche simplificado. K es la constante del muelle (de longitud en reposo L_0) modela la elasticidad del neumático y del muelle de la suspensión. La constante de amortiguamiento B modela el amortiguador. Las masas de la rueda, del neumático y del eje son despreciadas; la masa m representa una cuarta parte de la masa del coche ($1400 \text{ Kg} / 4 = 350 \text{ Kg}$). La variable y representa la altura que presenta el vehículo respecto a una posición inicial tomada como sistema de referencia de todo el sistema y la variable u representa la altura que toma el vehículo respecto al mismo sistema.



Lo que se pretende con un sistema de amortiguación es que diferencia $y-u$ evolucione para evitar movimientos verticales bruscos en la masa.

Para ello se debe obtener la ecuación del sistema aunque antes se debe entender el funcionamiento del amortiguador, el cual trata de eliminar las diferencias de velocidad que se producen en la masa (el vehículo) cuando el asfalto deja de ser plano y ofrece discontinuidades (subidas, bajadas, piedras, huecos, etc...). La fuerza que ejerce el amortiguador tiene una magnitud de valor $B(\dot{y}-\dot{u})$ y actúa en la dirección en la que reduce la diferencia de velocidad en sentido vertical.

La ecuación que gobierna el sistema es la siguiente:

$$m\ddot{y} = -mg - K(y - u - L_0) - B(\dot{y} - \dot{u})$$

Superación de esta parte

Para superar esta parte de teoría, debes estar al menos 5 minutos en esta página (300 segundos), además conseguirás los 5 puntos correspondientes a la parte teórica. Aprovecha el tiempo para leer los párrafos anteriores y comprender cual es el principio básico del sistema de suspensión que se va a trabajar en la página siguiente del módulo donde hay un laboratorio virtual basado en la simulación de un sistema de suspensión en el que podrás ver su funcionamiento y deberás realizar una serie de prácticas. Puedes comprobar el tiempo que llevas en esta página pulsando sobre el siguiente botón:

Comprobar Evaluación y Ver el tiempo pasado

Mostrar Debugger Plegar todas

Fecha y hora de entrada a SCO1: 2013-07-24T12:40:10

Figura 19. Captura del SCO1.

- o SCO2. Incluye los enunciados de dos prácticas que se deben realizar con el Applet del laboratorio, incrustado en el SCO2 como Applet Java EJS (Figura 20) ejecutable por los usuarios que abran el módulo SCORM.
- o SCO3. Incluye un test de evaluación.
- Se ha creado un modelo de Laboratorio basado en SCORM formado por 4 páginas web como evolución y mejora del modelo en el que se basa el laboratorio virtual del punto anterior (Figura 21).



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Vicerrectorado de Docencia y Profesorado
Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

Ocultar árbol

Comenzar EJS

Salir de todo

Suspender todo

< Anterior

Continuar >

LABORATORIO

Laboratorio Virtual (SCO 2)
Use la navegación del LMS o la TOC para seleccionar un SCO diferente al presente.



SCORM -EJS

Fecha y hora de entrada a Laboratorio Virtual (SCO2): 2013-07-24T12:41:24

INTRODUCCIÓN A LAS PRÁCTICAS

El objetivo de un sistema de suspensión es el que ofrezca el mejor confort a los pasajeros y la carga del mismo. En el caso que nos ocupa se trata de un vehículo de 1400Kg. Para simplificar los ejercicios, se harán estudios de las respuestas del desplazamiento vertical en una de las ruedas de forma aislada.

PRÁCTICA 1: Diferentes escenarios (9 puntos)

Se pide analizar la respuesta en función de los diferentes terrenos. Para ello se debe ejecutar la simulación, abrir la ventana de gráficos y cambiar entre los diferentes escenarios programados:

• Terreno de perfil llano



• Terreno de perfil senoidal



• Pendiente de subida



• Pendiente de bajada



• Terreno bacheado



• Hueco



• Bache



• Subida a la acera



• Bajada de la acera



En cada uno de los escenarios se debe observar como se ve afectada la posición vertical del chasis del vehículo (variable "y" en ventana de gráficos). Se debe comparar la evolución de la carretera (variable "Road" en ventana de gráficos) con la anteriormente mencionada ("y"). En el caso de que el sistema de suspensión esté funcionando correctamente (las constantes B y K estén bien elegidas) se debe observar como presenta una evolución menos "abrupta" ya que el sistema de suspensión "suaviza" todas las imperfecciones y cambios del terreno.

PRÁCTICA 2: Configuración del Sistema de Suspensión (5 puntos)

Después de analizar la respuesta en función de los diferentes terrenos en la práctica 1, se debe ejecutar la simulación, abrir la ventana de gráficos y elegir unos valores de las constantes B y K que permitan que la respuesta a un bache en la variable "y" sea XXXX

RTE Version 1.0

Name:Idelfonso Ruano Ruano

1458

Start time:2013-07-24T12:41:34

Comments: 0

Show

Write here your comment

→

2013-07-24T12:41:37

ab-initio

normal

completed

passed

Score:03.0

14

Check

Finish

Graphics

y(car chassis)=2.081

✓

Road=0.502

✓

y-road=1.579

✓

↺

Evolutions of Heights



Scene:5

Slope(%)05

w(06)

A(0.040)

h(0.150)



















▶

⏸

⏹

↺

dt(0.050)

V(Km/h)14.4

K=10000.000

B=2000.000

✓

Graph

Superación de esta parte

Las prácticas tienen un valor total de 14 puntos.
Para completar el laboratorio necesitas obtener al menos 10 puntos.
Para superar el laboratorio necesitas obtener al menos 12 puntos.

Para comprobar tu estado y guardar los resultados obtenidos en el LMS pulsa el botón "Check"
Una vez hayas acabado de trabajar deber pulsar el botón "Finish" para finalizar la comunicación con el LMS.

Mostrar Debugger

Plegar todas.

Figura 20.Captura del SCO2.

- Se ha usado un modelo mejorado de WebLab SCORM, el modelo EJS de Motor CC y el paquete scormRTE para crear un laboratorio virtual que permite realizar la identificación de parámetros desde la plataforma de docencia virtual. Este WebLab está disponible en dos versiones (castellano e inglés) en la plataforma LMS ILIAS de la Universidad de Jaén en modo de acceso libre para prueba de uso en la dirección:
http://dv.ujaen.es/docencia/goto_docencia_fold_514733.html



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Docencia y Profesorado

Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

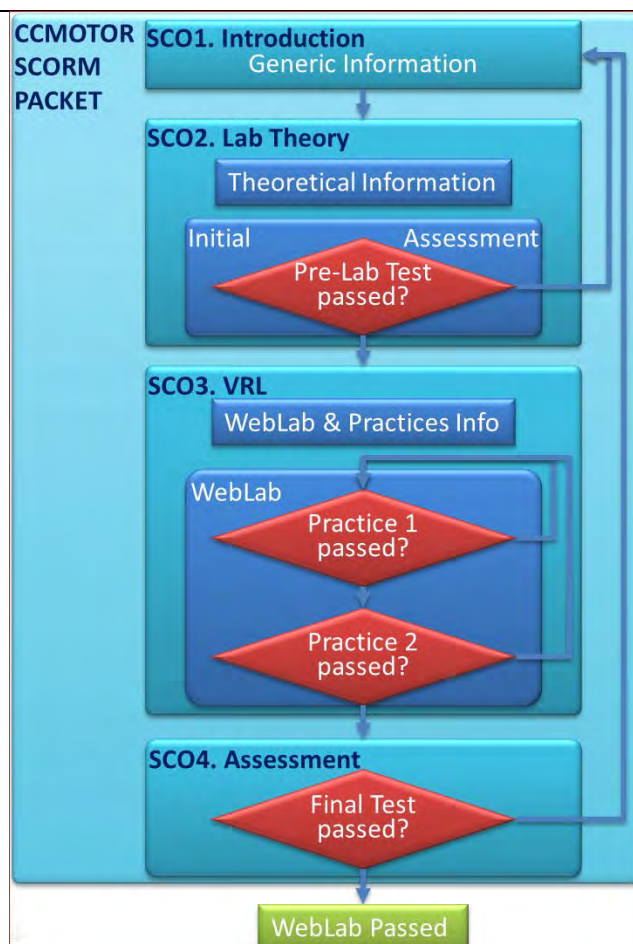


Figura 21. Modelo de WebLab.

Este laboratorio se ha utilizado en la docencia de la asignatura “Automática Industrial” que se imparte en los grados de Industriales de la EPS de Linares y Jaén poniéndose a disposición de más de 400 alumnos. Se han obtenido y analizado los datos de uso creando ficheros Excel con los resultados de los mismos.

- Se ha creado una encuesta para obtener la opinión del alumnado que ha trabajado en el WebLab desde el LMS ILIAS de la Universidad de Jaén y se han obtenido una información muy interesante que valida el trabajo realizado y evalúa positivamente el modelo de WebLab.
- Se han escrito cuatro comunicaciones relacionadas con el trabajo desarrollado en el punto anterior que han sido aceptadas en varios foros, uno nacional y tres internacionales.



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Docencia y Profesorado

Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

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 y escribiendo resultados.
- Trabajo de tutorización de alumnos interesados en participar en labores relacionadas con el PID y que les han permitido realizar sus trabajos finales de carrera y grado.

Se han realizado reuniones presenciales periódicas entre los participantes del proyecto.

- Reuniones virtuales a través de SW de videoconferencia entre los participantes del proyecto.

Además se ha asistido, en la medida de lo posible, a acciones formativas e informativas relacionadas con la innovación docente en automática y los laboratorios remotos y/o virtuales.

Algunos resultados parciales han sido utilizados en la docencia de la asignatura “Automática Industrial” que se imparte en grados de Ingeniería Industrial. Se han presentado a los 17 grupos de prácticas que tiene la asignatura en la EPS de Jaén y a los 5 de la EPS de Linares una práctica basada en el modelo de Motor CC desarrollado.

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

HARDWARE

- PCs personales.
- PC servidor en laboratorio de control de procesos.
- Tarjeta de adquisición de datos.Sistema de de péndulo invertido sobre carro de trayectoria lineal.
- Cámara IP TrendNET TV-IP410.
- Sistema de Motor CC.Sistema microcontrolador Arduino.
- Sensores.



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Docencia y Profesorado

Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

- Actuadores.

SOFTWARE

- EJS (*Easy Java Simulations*), de libre distribución.
- Servidor JIM, conector Java-Matlab, de libre distribución.
- Matlab.
- Moodle, ya instalado y funcionando en la UNED, de libre distribución.
- ILIAS, ya instalado y funcionando en la UJA, de libre distribución.

Resultados obtenidos

(los materiales o documentos que se hayan producido en la experiencia deben presentarse en forma de anexo)

- o Modelo EJS del sistema de péndulo invertido sobre carro de trayectoria lineal (modelo *sispen*) → **Anexo1: Captura de pantalla del modelo de péndulo invertido en funcionamiento.**
- o Modelo EJS del sistema de suspensión de rueda de vehículo → **Anexo2: Captura de pantalla del modelo de suspensión de rueda en funcionamiento.**
- o Modelo EJS del sistema de motor CC para identificación de parámetros → **Anexo3: Captura de pantalla del modelo de Identificación de parámetros de Motor CC en funcionamiento.**
- o Modelo EJS del sistema de motor CC para control PID → **Anexo4: Captura de pantalla del modelo de Control PID de Motor CC en funcionamiento.**
- o Modelo EJS del sistema Intercambiador de Calor → **Anexo5: Captura de pantalla del modelo de Intercambiador de Calor en funcionamiento.**
- o Paquete JAVA *scormRTE*. → **Anexo6: Código Java del paquete *scormRTE*.**
- o Tabla resumen comparativa de métodos del paquete *scormRTE* para las versiones SCORM2004 y SCORM1.2. → **Anexo7: Tabla resumen comparativo de los métodos del paquete *scormRTE*.**
- o Módulo SCORM SMC2013 con 3 SCOs (SCO1, SCO2 y SCO3) en el que se ha incluido el Modelo EJS de Laboratorio virtual que simula un sistema de suspensión de la rueda de un vehículo como un *Applet* Java incrustado en el SCO2 que forma parte del módulo SCORM.



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Docencia y Profesorado

Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

Disponible y accesible a través de Internet en el LMS de la Universidad de Jaén mediante el enlace: http://dv.ujaen.es/docencia/goto_docencia_sahs_428996.html → **Anexo8:**

Capturas de pantalla del módulo SCORM SMC2013.

- o Práctica basada en Módulo SCORM UJACC con 4 SCOs (SCO1, SCO2, SCO3 y SCO4) en el que se ha incluido el Modelo EJS de Laboratorio virtual que simula un sistema de motor CC como un *Applet* Java incrustado en el SCO3 que forma parte del módulo SCORM. Disponible y accesible a través de Internet en el LMS de la Universidad de Jaén mediante el enlace: http://dv.ujaen.es/docencia/goto_docencia_fold_514733.html (En la misma carpeta existe una versión en inglés del mismo modelo → **Anexo9: Capturas de pantalla del módulo SCORM UJACC.**
- o Resultados estadísticos del uso de la práctica UJACC en la Asignatura “Automática Industrial” impartida en la EPS Jaén → **Anexo10: Resultados de uso de la práctica UJACC (Fichero WebLab1.xls).**
- o Resultados estadísticos de la encuesta de opinión sobre el WebLab UJACC realizada por los alumnos de la Asignatura “Automática Industrial” impartida en la EPS Jaén → **Anexo11: Resultados de encuesta de opinión de la práctica UJACC.**
- o **Laboratorio remoto de sistema de Motor CC**, accesible a través de Internet por la plataforma de docencia virtual ILIAS.
- o **Laboratorio remoto de sistema de riego**, accesible a través de Internet por programa cliente EJS (próximamente a través de la plataforma de docencia virtual ILIAS).
- o Comunicación nacional basada en los trabajos realizados al amparo de este PID que ha sido presentada en las XXXIV Jornadas de Automática 2013 (<http://ja2013.upc.edu/>) con el título “Herramienta basada en SCORM para la integración automática de Laboratorios Online en LMS” → **Anexo12: Comunicación en las XXXIV Jornadas de Automática 2013: “Herramienta basada en SCORM para la integración automática de Laboratorios Online en LMS”.**
- o Comunicación internacional basada en los trabajos realizados al amparo de este PID que ha sido presentada en el *IEEE International Conference on System, Man , and Cybernetics* (IEEE SMC 2013, <http://www.smc2013.org/>) con el título “*Integration of Online Laboratories-LMS via SCORM*” → **Anexo13: Comunicación en el IEEE International Conference on System, Man , and Cybernetics (IEEE SMC 2013): “Integration of Online Laboratories-LMS via SCORM”.**



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Docencia y Profesorado

Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

- o Comunicación internacional basada en los trabajos realizados al amparo de este PID que ha sido aceptado en el 2014 *Frontiers in Education Conference* (IEEE FIE2014, <http://fie2014.org/>) con el título “A SCORM Based Package Model for WebLabs” → **Anexo14: Comunicación en el 2014 Frontiers in Education Conference (IEEE FIE2014): “A SCORM Based Package Model for WebLabs”.**
- o Comunicación internacional basada en los trabajos realizados al amparo de este PID que ha sido aceptado en el 2014 *Frontiers in Education Conference* (IEEE FIE2014, <http://fie2014.org/>) con el título “Building SCORM embedded WebLabs with LMS interaction” → **Anexo15: Comunicación en el 2014 Frontiers in Education Conference (IEEE FIE2014): “Building SCORM embedded WebLabs with LMS interaction”.**
- o Certificado de Superación del Curso de formación “Taller Avanzado de Creación de Laboratorios Virtuales y Programación con Easy Java Simulations” impartido en la Universidad de Jaén en Febrero de 2013 → **Anexo16: Certificado de superación de curso de formación.**
- o Certificado de Asistencia al Seminario CEA (Comité Español de Automática) “Encuentro sobre Innovación Docente en Automática” celebrado los días 21 y 22 de febrero de 2013 en el Parador de Toledo → **Anexo17: Certificado de asistencia a Seminario.**

Proyección e Impacto

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

El presente PID ha sido bastante prolífico en transferencia de resultados, algunos de ellos se pueden observar de forma directa:

- La obtención del laboratorio virtual de identificación de parámetros del motor CC. Este laboratorio se ha basado en tres de los contenidos desarrollados en este PID:
 - o El modelo EJS de motor CC.
 - o El paquete JAVA scormRTE.
 - o El modelo SCORM de contenido para prácticas.

El WebLab se ha usado como práctica en la asignatura de “Automática Industrial” ofertada en todos los grados de Ingeniería Industrial de la Universidad de Jaén en la EPS de Jaén y la EPS de Linares y más de 400 alumnos se han visto beneficiados con ello.



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Docencia y Profesorado

Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

Se ha podido demostrar que los alumnos que han ejecutado este WebLab en la plataforma de docencia virtual ILIAS de la Universidad de Jaén han conseguido superarlo (86,4 % de los alumnos participantes en grupos de prácticas) y además se estima una mejora en sus conocimientos de 6,45 sobre 10 a 8 sobre 10 (15,5%). Esta estimación se ha obtenido dando un tratamiento diferenciado a los grupos impares de prácticas respecto a los pares:

Grupos impares → se les puso un test de evaluación de conocimiento previo a la ejecución del WebLab (en el que obtuvieron una nota media de 6,45).

Grupos pares → Realizaron el mismo test que hicieron los alumnos del grupo impar tras hacer el WebLab y su nota media fue de 8,0.

Se han obtenido dos laboratorios remotos que se deben optimizar de cara a su presentación (basado en el modelo SCORM de 4 páginas) a los alumnos de las titulaciones relacionadas.

Por otro lado los recursos obtenidos con este PID (diferentes modelos EJS desarrollados, paquete scormRTE, modelo de SCORM principalmente) posibilitan que en futuro se puedan realizar más WebLab (virtuales o remotos) que se integren en plataformas de docencia virtual como ILIAS y puedan ser utilizados en la docencia reglada.

Evaluación del proceso y Autoevaluación

(instrumentos y recursos empleados)

La evaluación se puede realizar basándose en diferentes factores:

- Comprobar el cumplimiento de los objetivos marcados. Se han conseguido todos ellos, aunque conviene recordar que el objetivo principal se ha visto modificado y en vez de obtener un laboratorio remoto de un sistema de péndulo invertido se han obtenido dos laboratorios remotos, uno de control de un sistema de motor CC y otro de control de riego automatizado.
- Comprobar cumplimiento de otros objetivos. Además de los objetivos iniciales dados en la solicitud de este proyecto se han conseguido otros objetivos y ampliado los indicados inicialmente obteniendo recursos extra no contemplados inicialmente (paquete scormRTE, varios modelos EJS, modelo SCORM de laboratorio, etc.).
- Comprobar la mejora en el conocimiento de los alumnos que han utilizado los resultados de este proyecto. El uso que se ha hecho en la docencia reglada de parte de algunos de los resultados de este proyecto, principalmente el WebLab de Motor CC, se ha comprobado que ha sido positivo para el aprendizaje del alumnado afectado (estimación de mejora en el aprendizaje de más del 15%).



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Docencia y Profesorado

Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

- Comprobar la opinión del alumnado al respecto. Los resultados de la encuesta realizada al alumnado que ha hecho uso del WebLab de Motor CC reflejan una opinión positiva en todos los aspectos consultados obteniendo una valoración final de 3.67 en escala Likert (1-5). Los detalles de estos resultados pueden verse en el Anexo 11.
- Observar la calidad de las comunicaciones que se han obtenido y los foros en los que se han aceptado. Se han conseguido realizar 4 comunicaciones (3 internacionales y una nacional) que han sido aceptadas en congresos de reconocido prestigio como son Las XXXIV Jornadas de Automática 2013 (<http://ja2013.upc.edu/>), IEEE International Conference on System, Man , and Cybernetics (IEEE SMC 2013, <http://www.smc2013.org/>) y 2014 Frontiers in Education Conference (IEEE FIE2014, <http://fie2014.org/>).

Actualmente se tienen buenas perspectivas basadas en el desarrollo de futuros WebLab de aplicación en asignaturas de grados y master relacionados con la Ingeniería Industrial. También se pretende trabajar en el futuro en la adaptación de los laboratorios remotos obtenidos para ser usados en prácticas regladas.

Por otro lado se está trabajando en el desarrollo de más publicaciones con las que se puede fomentar y difundir el presente trabajo

Otras consideraciones

Se está en contacto con los responsables de UNEDLAB para la adaptación e inclusión de los laboratorios remotos obtenidos en la red de laboratorios universitaria.

Faltan varios dispositivos (cámaras web) que aunque han sido pedidos aún no se han recibido en la UJA para su incorporación a los sistemas desarrollados.

En Octubre se debe realizar la presentación de las dos comunicaciones aceptadas en el congreso 2014 Frontiers in Education Conference (IEEE FIE2014, <http://fie2014.org/>) para lo cual se ha reservado parte del presupuesto. Dichpo congreso se encuentra en el ranking B de la clasificación CORE de congresos internacionales (<http://103.1.187.206/core/>)



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Docencia y Profesorado
Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

Gastos generados en el segundo año	
Fungibles	Cámara IP WiFi Conceptronic de rotación remota (pendiente)
Inventariables	
Viajes/Actividades	Viaje a Madrid al congreso FIE (pendiente)
Otros	
Justificación	- o Puesta en marcha de los laboratorios remotos con visión remota. - o Asistencia al congreso 2014 Frontiers in Education a celebrar en el próximo octubre.

DATOS DE LOS MIEMBROS DEL GRUPO			
Nombre	José Ramón		
Apellidos	Balsas Almagro		
D.N.I.		E-mail	jrbalsas@ujaen.es
Centro	EPS de Jaén	Teléfono	82881
Departamento	Informática		
Asignatura impartida	Estructuras de datos I, Programación orientada a objetos, Desarrollo de aplicaciones web		
Curso	2º, 1º, 3º		
Categoría	Profesor Titular de EU	Firma	



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Docencia y Profesorado

Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

DATOS DE LOS MIEMBROS DEL GRUPO			
Nombre	Alejandro		
Apellidos	Sánchez García		
D.N.I.		E-mail	asgarcia@ujaen.es
Centro	EPS de Jaén	Teléfono	83380
Departamento	Ingeniería Electrónica y Automática		
Asignatura impartida	Automática industrial, Control por computador, Regulación automática		
Curso	2º, 3º, master		
Categoría	Profesor Ayudante	Firma	

DATOS DE LOS MIEMBROS DEL GRUPO			
Nombre	Ildefonso		
Apellidos	Ruano Ruano		
D.N.I.		E-mail	alonso@ujaen.es
Centro	EPS de Linares	Teléfono	88627
Departamento	Ingeniería de Telecomunicación		
Asignatura impartida	Aplicaciones Telemáticas Avanzadas I, Fundamentos de Ingeniería Telemática, Ingeniería de Servicios de Telecomunicación, Internet, Servicios y Aplicaciones Telemáticas		
Curso	1º, 2º, 3º		
Categoría	Profesor Colaborador	Firma	



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Docencia y Profesorado

Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

DATOS DE LOS MIEMBROS DEL GRUPO			
Nombre	Javier		
Apellidos	Gámez García		
D.N.I.		E-mail	jggarcia@ujaen.es
Centro	EPS de Jaén	Teléfono	83382
Departamento	Ingeniería Electrónica y Automática		
Asignatura impartida	Automática Industrial, Robótica Industrial, Control por Computador, Robótica, Introduction to Robotics		
Curso	2º, master		
Categoría	Profesor Titular	Firma	

VºBº de Coordinador/a

Fdo.: Juan Gómez Ortega

Jaén, a 29 de julio de 2014



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Docencia y Profesorado

Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

ANEXOS DE MEMORIA DE PROGRESO DE PROYECTOS DE INNOVACIÓN DOCENTE

INDICE

- **Anexo1:** Captura de pantalla del modelo de péndulo invertido en funcionamiento.
- **Anexo2:** Captura de pantalla del modelo de suspensión de rueda en funcionamiento.
- **Anexo3:** Captura de pantalla del modelo de Identificación de parámetros de Motor CC en funcionamiento.
- **Anexo4:** Captura de pantalla del modelo de Control PID de Motor CC en funcionamiento.
- **Anexo5:** Captura de pantalla del modelo de Intercambiador de Calor en funcionamiento.
- **Anexo6:** Código Java del paquete scormRTE.
- **Anexo7:** Tabla resumen comparativo de los métodos del paquete scormRTE.
- **Anexo8:** Capturas de pantalla del módulo SCORM SMC2013.
- **Anexo9:** Capturas de pantalla del módulo SCORM UJACC.
- **Anexo10:** Resultados de uso de la práctica UJACC (Fichero WebLab1.xls).
- **Anexo11:** Resultados de encuesta de opinión de la práctica UJACC.
- **Anexo12:** Comunicación en las XXXIV Jornadas de Automática 2013: "Herramienta basada en SCORM para la integración automática de Laboratorios Online en LMS".
- **Anexo13:** Comunicación en el IEEE International Conference on System, Man, and Cybernetics (IEEE SMC 2013): "Integration of Online Laboratories-LMS via SCORM".
- **Anexo14:** Comunicación en el 2014 Frontiers in Education Conference (IEEE FIE2014): "A SCORM Based Package Model for WebLabs".
- **Anexo15:** Comunicación en el 2014 Frontiers in Education Conference (IEEE FIE2014): "Building SCORM embedded WebLabs with LMS interaction".
- **Anexo16:** Certificado de superación de curso de formación.
- **Anexo17:** Certificado de asistencia a Seminario.

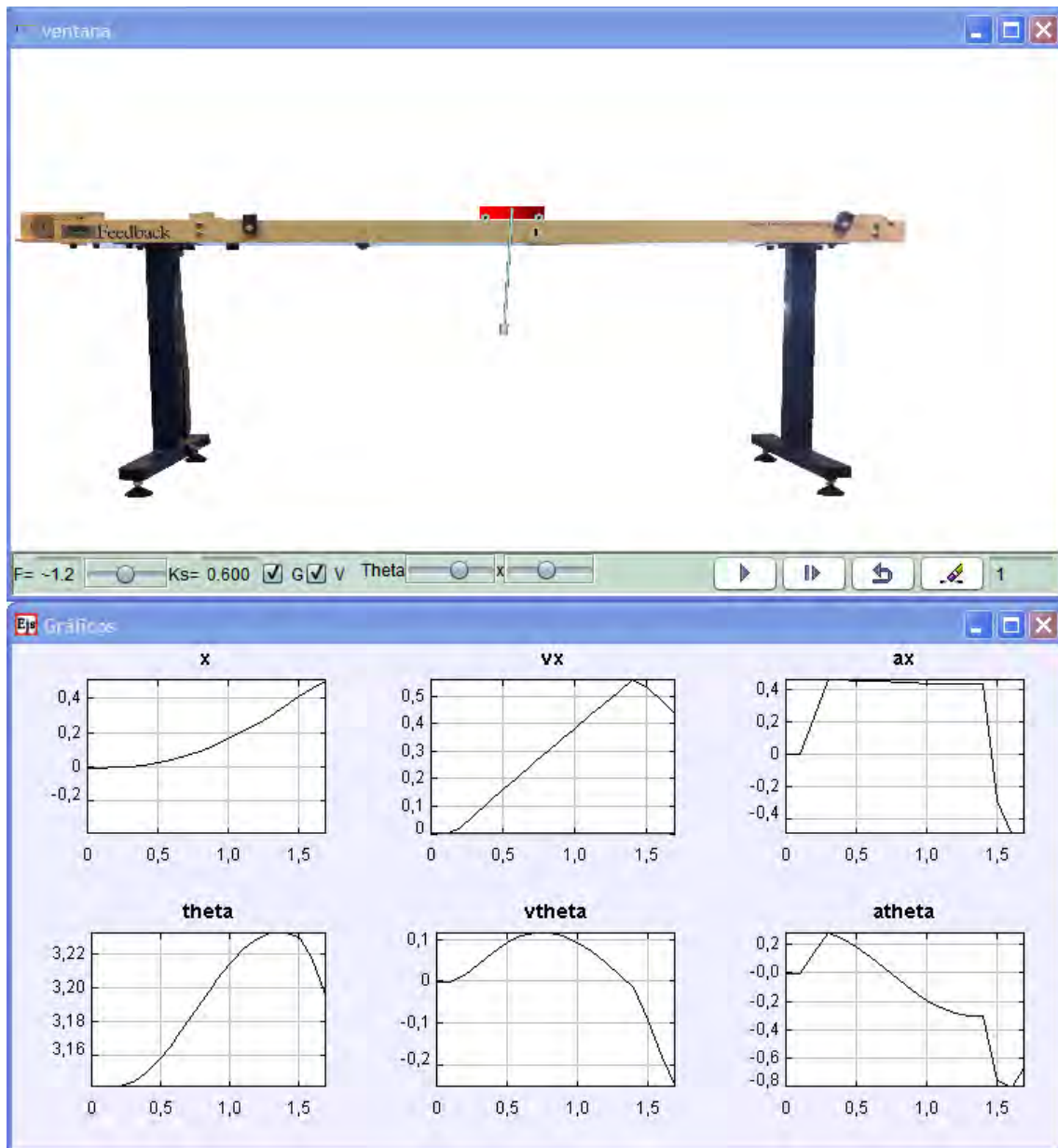


UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Docencia y Profesorado

Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

Anexo1: Captura de pantalla del modelo de péndulo invertido en funcionamiento.

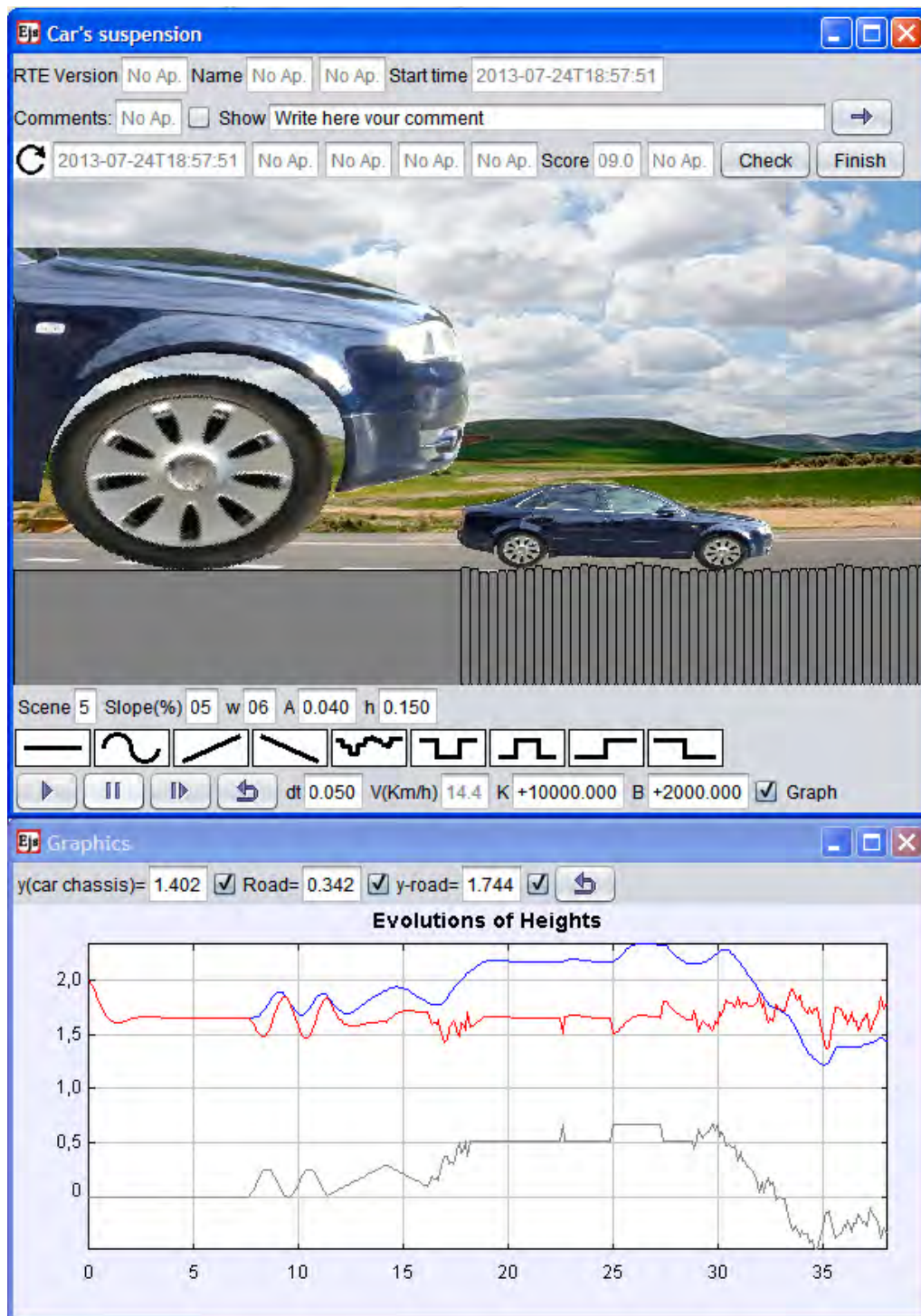




UNIVERSIDAD DE JAÉN

*Vicerrectorado de Docencia y Profesorado
Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado*

Anexo2: Captura de pantalla del modelo de Identificación de parámetros de Motor CC en funcionamiento.





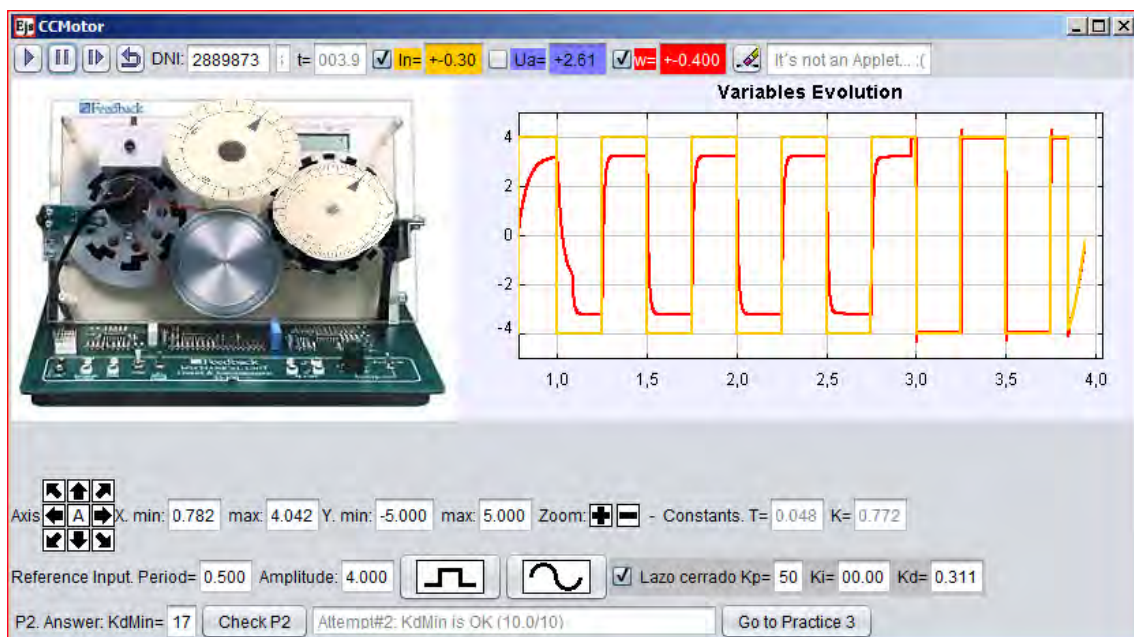
UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Docencia y Profesorado
Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

Anexo3: Captura de pantalla del modelo de Identificación de parámetros de Motor CC en funcionamiento.



Anexo4: Captura de pantalla del modelo de Control PID de Motor CC en funcionamiento.



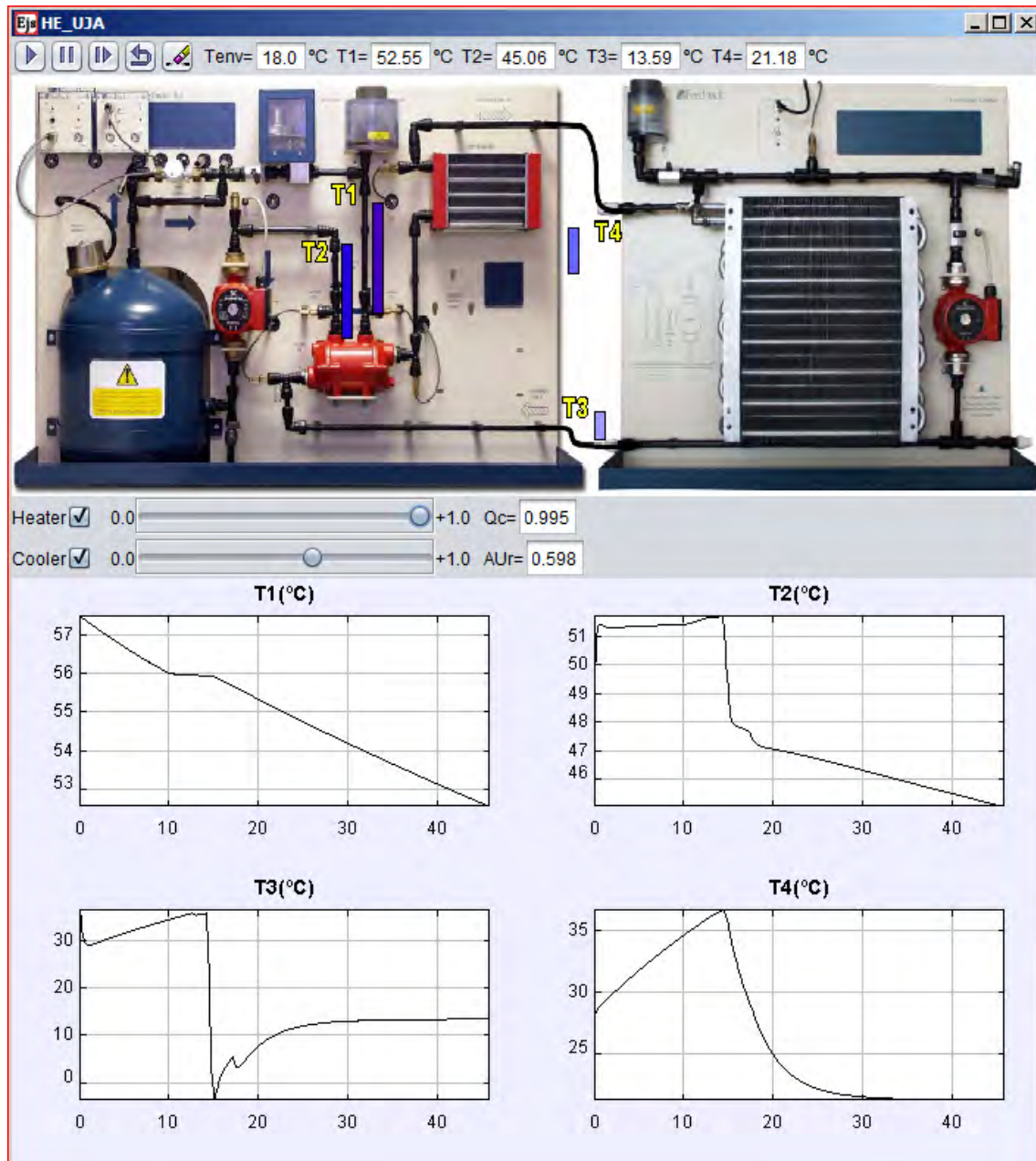


UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Docencia y Profesorado

Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

Anexo5: Captura de pantalla del modelo de Intercambiador de Calor en funcionamiento.





UNIVERSIDAD DE JAÉN
Vicerrectorado de Docencia y Profesorado
Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

Anexo6: Código Java del paquete scormRTE..

FICHERO SCORM.JAVA

```
package scormRTE;
import java.util.*;
import java.applet.*;
import java.text.*;
import netscape.javascript.*; // add plugin.jar to classpath during compilation

public class ScormRTE{
    private Applet ap;
    private JSONObject jso;
    public String initiated=""; //R true if the automatic initialization was successful
    /*******RTE Instance Variables*****
    public String version=""; //R Indicates the data model version supported by the LMS
    public String learnerName=""; //R Represents the name of the learner
    public String learnerId=""; //R Identifies the learner on behalf of whom the SCO
    //instance was launched

    public double completionThreshold; //R Identifies a value against which the measure
    //of the progress the
    learner has made toward
    //completing the SCO
    can be compared to determine
    //whether the SCO
    should be considered completed
    public String credit=""; //R Indicates whether the learner will be credited for
    //performance in this SCO
    public String entry=""; //R Contains information that asserts whether the learner has
    //previously accessed the SCO: ab-initio or resume
    public String launchData=""; //R Provides data specific to a SCO that the SCO can
    //use for initialization
    public String maxTimeAllowed=""; //R Indicates the amount of accumulated time the
    //learner is allowed to use a SCO in
    the learner
    //attempt
    public String timeLimitAction=""; //R Indicates what the SCO should do when the
    //maximum time allowed
    is exceeded
    public String mode=""; //R Identifies the modes in which the SCO may be presented
    //to the learner: browse, normal o review
    public double scaledPassingScore; //R Identifies the scaled passing score for a SCO
    public String totalTime=""; //R Identifies the sum of all of the learner's learner
    //session times accumulated in the current learner
    //attempt prior to the current

    public String location=""; //RW Represents a location in the SCO
    public String suspendData=""; //RW Provides information that may be created by a SCO
    //as a result of a learner accessing or interacting
    with
    //the SCO
    public double progressMeasure; //RW Identifies a measure of the progress the learner
    //has made toward completing the
    SCO
    public String completionStatus=""; //RW Indicates whether the learner has completed
    //the SCO: completed,
    incomplete, not attempted
    //or unknown
    public String successStatus=""; //RW Indicates whether the learner has mastered
    //the SCO: passed, failed or unknown
    public String exit=""; //W Indicates how or why the learner left the SCO
    public String sessionTime=""; //W Identifies the amount of time that the learner has
    //spent in the current learner session for the SCO

    //Score
    //Identifies the learner's score for the SCO
    public String scoreChildren=""; //R
    public double scoreScaled; //RW
    public double scoreRaw; //RW
    public double scoreMin; //RW
    public double scoreMax; //RW
    //End Score
```



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Docencia y Profesorado

Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

```
//Comments
//cmi.comments_from_learner-->Contains text from the learner
    public String commentsLearnerChildren=""; //R
    public int commentsLearnerCount=0; //R
    public String[] commentsLearner=new String[250]; //RW
    public String[] commentsLearnerLoc=new String[250]; //RW
    public String[] commentsLearnerTs=new String[250]; //RW
//cmi.comments_from_lms-->Contains comments and annotations intended to be made available
//to the learner
    public String commentsLMSChildren=""; //R
    public int commentsLMSCount=0; //R
    public String[] commentsLMS=new String[250]; //RW
    public String[] commentsLMSLoc=new String[250]; //RW
    public String[] commentsLMSTs=new String[250]; //RW
//End Comments
//Interactions
//Defines information pertaining to an interaction for the purpose of measurement or
//assessment
    public String interactionsChildren=""; //R
    public int interactionsCount=0; //R
    public String[] interactionsId=new String[250]; //RW
    public String[] interactionsType=new String[250]; //RW
    public int[] interactionsObjectivesCount=new int[250]; //R
    public String[][] interactionsObjectivesId=new String[250][10]; //RW
    public String[] interactionsTs=new String[250]; //RW
    public int[] interactionsCorrectRespCount=new int[250]; //R
    public String[][] interactionsCorrectRespPattern=new String[250][10]; //RW
    public double[] interactionsWeight=new double[250]; //RW
    public String[] interactionsResponse=new String[250]; //RW
    public String[] interactionsResult=new String[250]; //RW
    public String[] interactionsLatency=new String[250]; //RW
    public String[] interactionsDescription=new String[250]; //RW
//End Interactions
//Preferences
//Specifies learner preferences associated with the learner's use of the SCO
    public String learnerPreferenceChildren=""; //R
    public double learnerPreferenceAudio; //RW
    public String learnerPreferenceLanguage=""; //RW
    public double learnerPreferenceSpeed; //RW
    public String learnerPreferenceCaptioning=""; //RW
//End Preferences
//Objectives
//Specifies learning or performance objectives associated with a SCO
    public String objectivesChildren=""; //R
    public int objectivesCount=0; //R
    public String[] objectivesId=new String[100]; //RW
    public String[] objectivesScoreChildren=new String[100]; //R
    public double[] objectivesScoreScaled=new double[100]; //RW
    public double[] objectivesScoreRaw=new double[100]; //RW
    public double[] objectivesScoreMin=new double[100]; //RW
    public double[] objectivesScoreMax=new double[100]; //RW
    public String[] objectivesSuccessStatus=new String[100]; //RW
    public String[] objectivesCompletionStatus=new String[100]; //RW
    public double[] objectivesProgressMeasure=new double[100]; //RW
    public String[] objectivesDescription=new String[100]; //RW
//End Objectives
//Data Store
//Collection of Data store which can be shared across SCOs
    public String dataChildren=""; //R
    public int dataCount=0; //R
    public String[] dataId=new String[250]; //R
    public String[] dataStore=new String[250]; //RW
//End data Store
//RTNav Data Model
    public String navRequest=""; //RW
    public String navReqValidContinue="";
    public String navReqValidPrevious="";
    public String navReqValidChoice="";
    public String navReqValidJump="";
//End RTNav Data Model
//*****End RTE Instance Variables*****
//***** Method to Invoking Javascript Functions *****
    public String javaToRTE(String data) throws JSEException {
        String methodOutput="";
        methodOutput = (String) jso.eval(data);
    }
```



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Docencia y Profesorado
Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

```
        return methodOutput;
    }
//***** Method to Obtain Timestamp in SCORM format: YYYY-MM-DDTHH:MM:SS *****
public String fechaHoraScorm () {
    DateFormat df= new SimpleDateFormat("yyyy-MM-dd'T'HH:mm:ss");
    Date d = Calendar.getInstance().getTime();
    String fhScorm = df.format(d);
    return fhScorm;
}
//*****Methods for Connect/Disconnect Java_LMS*****
public String rteInitialize () {
    return javaToRTE("doInitialize()");
}

public String rteTerminate () {
    return javaToRTE("doTerminate()");
}
//*****End Methods for Connect/Disconnect Java_LMS*****
//*****Methods for Manage Errors*****
public String rteCommit () {
    return javaToRTE("doCommit()");
}

public String rteGetLastError () {
    return javaToRTE("doGetLastError()");
}

public String rteGetErrorString (String errorCode) {
    return javaToRTE("doGetErrorString(\""+errorCode+"\")");
}

public String rteGetDiagnostic (String errorCode) {
    return javaToRTE("doGetDiagnostic(\""+errorCode+"\")");
}
//*****End Methods for Manage Errors*****
//*****Methods reading from LMS to Java (Session Constants)*****
public String rteGetVersion () {
    if (version=="") {
        String nombre="doGetValue(\"cmi._version\")";
        version=javaToRTE(nombre);
    }
    return version;
}

public String rteGetLearnerName () {
    if (learnerName=="") {
        String nombre="doGetValue(\"cmi.learner_name\")";
        learnerName=javaToRTE(nombre);
    }
    return learnerName;
}

public String rteGetLearnerId () {
    if (learnerId=="") {
        String nombre="doGetValue(\"cmi.learner_id\")";
        learnerId=javaToRTE(nombre);
    }
    return learnerId;
}

public double rteGetCompletionThreshold() throws NumberFormatException {
    String nombre="doGetValue(\"cmi.completion_threshold\")";
    nombre=javaToRTE(nombre);
    if (nombre == null || nombre.equals("")){
        completionThreshold=0.5;           // default value for completion_threshold
    }
    else
    {
        Double solution= new Double(nombre); //Convert nombre from String to double
        completionThreshold=solution.doubleValue();
    }
    return (completionThreshold);
}

public String rteGetEntry () {
```



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Docencia y Profesorado

Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

```
        if (entry=="") {
            String nombre="doGetValue(\"cmi.entry\")";
            entry=javaToRTE(nombre);
        }
        return entry;
    }

    public String rteGetCredit () {
        if (credit=="") {
            String nombre="doGetValue(\"cmi.credit\")";
            credit=javaToRTE(nombre);
        }
        return credit;
    }

    public String rteGetLaunchData () {
        if (launchData=="") {
            String nombre="doGetValue(\"cmi.launch_data\")";
            launchData=javaToRTE(nombre);
        }
        return launchData;
    }

    public String rteGetMaxTimeAllowed () {
        if (maxTimeAllowed=="") {
            String nombre="doGetValue(\"cmi.max_time_allowed\")";
            maxTimeAllowed=javaToRTE(nombre);
        }
        return maxTimeAllowed;
    }

    public String rteGetTimeLimitAction () {
        if (timeLimitAction=="") {
            String nombre="doGetValue(\"cmi.time_limit_action\")";
            timeLimitAction=javaToRTE(nombre);
        }
        return timeLimitAction;
    }

    public String rteGetMode () {
        if (mode=="") {
            String nombre="doGetValue(\"cmi.mode\")";
            mode=javaToRTE(nombre);
        }
        return mode;
    }

    public double rteGetScaledPassingScore() throws NumberFormatException {
        String nombre="doGetValue(\"cmi.scaled_passing_score\")";
        nombre=javaToRTE(nombre);
        if (nombre == null || nombre.equals("")){
            scaledPassingScore=1; // default value for scaled_passing_score
        }
        else
        {
            Double solution= new Double(nombre); //Convert nombre from String to double
            scaledPassingScore=solution.doubleValue();
        }
        return scaledPassingScore;
    }

    public String rteGetTotalTime () {
        if (totalTime=="") {
            String nombre="doGetValue(\"cmi.total_time\")";
            totalTime=javaToRTE(nombre);
        }
        return totalTime;
    }

    public String rteGetScoreChildren () {
        if (scoreChildren=="") {
            String nombre="doGetValue(\"cmi.score._children\")";
            scoreChildren=javaToRTE(nombre);
        }
        return scoreChildren;
    }
```



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Docencia y Profesorado
Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

```
}

public String rteGetCommentsLearnerChildren () {
    if (commentsLearnerChildren=="") {
        String nombre="doGetValue(\"cmi.comments_from_learner._children\")";
        commentsLearnerChildren=javaToRTE(nombre);
    }
    return commentsLearnerChildren;
}

public String rteGetCommentsLMSChildren () {
    if (commentsLMSChildren=="") {
        String nombre="doGetValue(\"cmi.comments_from_lms._children\")";
        commentsLMSChildren=javaToRTE(nombre);
    }
    return commentsLMSChildren;
}

public String rteGetInteractionsChildren () {
    if (interactionsChildren=="") {
        String nombre="doGetValue(\"cmi.interactions._children\")";
        interactionsChildren=javaToRTE(nombre);
    }
    return interactionsChildren;
}

public String rteGetLearnerPreferenceChildren () {
    if (learnerPreferenceChildren=="") {
        String nombre="doGetValue(\"cmi.learner_preference._children\")";
        learnerPreferenceChildren=javaToRTE(nombre);
    }
    return learnerPreferenceChildren;
}

public String rteGetObjectivesChildren () {
    if (objectivesChildren=="") {
        String nombre="doGetValue(\"cmi.objectives._children\")";
        objectivesChildren=javaToRTE(nombre);
    }
    return objectivesChildren;
}

public String rteGetDataChildren () {
    if (dataChildren=="") {
        String nombre="doGetValue(\"adl.data._children\")";
        dataChildren=javaToRTE(nombre);
    }
    return dataChildren;
}

//*****End Methods reading from LMS to Java (constants)*****
//*****Methods reading from LMS to Java (Session Variables)*****

public String rteGetNavRequest () {
    String nombre="doGetValue(\"adl.nav.request\")";
    location=javaToRTE(nombre);
    return location;
}

public String rteGetNavReqValidContinue () {
    String nombre="doGetValue(\"adl.nav.request_valid.continue\")";
    navReqValidContinue=javaToRTE(nombre);
    return navReqValidContinue;
}

public String rteGetNavReqValidPrevious () {
    String nombre="doGetValue(\"adl.nav.request_valid.previous\")";
    navReqValidPrevious=javaToRTE(nombre);
    return navReqValidPrevious;
}

public String rteGetNavReqValidChoice (String target) {
    String nombre="doGetValue(\"adl.nav.request_valid.choice.{target=\"+ target +\"}\")";
    navReqValidChoice=javaToRTE(nombre);
    return navReqValidChoice;
}
```



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Docencia y Profesorado

Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

```
public String rteGetNavReqValidJump (String target) {
    String nombre="doGetValue(\"adl.nav.request_valid_jump.{target}+ target +\")\"";
    navReqValidChoice=javaToRTE(nombre);
    return navReqValidChoice;
}

public String rteGetLocation () {
    String nombre="doGetValue(\"cmi.location\")";
    location=javaToRTE(nombre);
    return location;
}

public String rteGetSuspendData () {
    String nombre="doGetValue(\"cmi.suspend_data\")";
    suspendData=javaToRTE(nombre);
    return suspendData;
}

public double rteGetProgressMeasure() throws NumberFormatException {
    String nombre="doGetValue(\"cmi.progress_measure\")";
    nombre=javaToRTE(nombre);
    if (nombre == null || nombre.equals("")){
        progressMeasure=0.0; // default value for progress_measure
    }
    else
    {
        Double solution= new Double(nombre); //Convert nombre from String to double
        progressMeasure=solution.doubleValue();
    }
    return progressMeasure;
}

public String rteGetCompletionStatus () {
    String nombre="doGetValue(\"cmi.completion_status\")";
    completionStatus=javaToRTE(nombre);
    return completionStatus;
}

public String rteGetSuccessStatus () {
    String nombre="doGetValue(\"cmi.success_status\")";
    successStatus=javaToRTE(nombre);
    return successStatus;
}

public double rteGetScoreScaled() throws NumberFormatException {
    String nombre="doGetValue(\"cmi.score.scaled\")";
    nombre=javaToRTE(nombre);
    if (nombre == null || nombre.equals("")){
        scoreScaled=0.0; // default value for score.scaled
    }
    else
    {
        Double solution= new Double(nombre); //Convert nombre from String to double
        scoreScaled=solution.doubleValue();
    }
    return scoreScaled;
}

public double rteGetScoreRaw() throws NumberFormatException {
    String nombre="doGetValue(\"cmi.score.raw\")";
    nombre=javaToRTE(nombre);
    if (nombre == null || nombre.equals("")){
        scoreRaw=0.0; // default value for score.raw
    }
    else
    {
        Double solution= new Double(nombre); //Convert nombre from String to double
        scoreRaw=solution.doubleValue();
    }
    return scoreRaw;
}

public double rteGetScoreMin() throws NumberFormatException {
    String nombre="doGetValue(\"cmi.score.min\")";
    nombre=javaToRTE(nombre);
```



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Docencia y Profesorado

Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

```
        if (nombre == null || nombre.equals("")){
            scoreMin=0.0;           // default value for score.min
        }
        else
        {
            Double solution= new Double(nombre);           //Convert nombre from String to double
            scoreMin=solution.doubleValue();
        }
        return scoreMin;
    }

    public double rteGetScoreMax() throws NumberFormatException {
        String nombre="doGetValue(\"cmi.score.max\")";
        nombre=javaToRTE(nombre);
        if (nombre == null || nombre.equals("")){
            scoreMax=0.0;           // default value for score.max
        }
        else
        {
            Double solution= new Double(nombre);           //Convert nombre from String to double
            scoreMax=solution.doubleValue();
        }
        return scoreMax;
    }

    public int rteGetCommentsLearnerCount() throws NumberFormatException {
        String nombre="doGetValue(\"cmi.comments_from_learner_count\")";
        nombre=javaToRTE(nombre);
        Integer solution= new Integer(nombre);           //Convert nombre from String to int
        commentsLearnerCount=solution.intValue();
        return commentsLearnerCount;
    }

    public String rteGetCommentsLearner (int aux) {
        String nombre="doGetValue(\"cmi.comments_from_learner.\" + aux + \".comment\")";
        commentsLearner[aux]=javaToRTE(nombre);
        return commentsLearner[aux];
    }

    public String rteGetCommentsLearnerLoc (int aux) {
        String nombre="doGetValue(\"cmi.comments_from_learner.\" + aux + \".location\")";
        commentsLearnerLoc[aux]=javaToRTE(nombre);
        return commentsLearnerLoc[aux];
    }

    public String rteGetCommentsLearnerTs (int aux) {
        String nombre="doGetValue(\"cmi.comments_from_learner.\" + aux + \".timestamp\")";
        commentsLearnerTs[aux]=javaToRTE(nombre);
        return commentsLearnerTs[aux];
    }

    public int rteGetCommentsLMSCount() throws NumberFormatException {
        String nombre="doGetValue(\"cmi.comments_from_lms_count\")";
        nombre=javaToRTE(nombre);
        Integer solution= new Integer(nombre);           //Convert nombre from String to int
        commentsLMSCount=solution.intValue();
        return commentsLMSCount;
    }

    public String rteGetCommentsLMS (int aux) {
        String nombre="doGetValue(\"cmi.comments_from_lms.\" + aux + \".comment\")";
        commentsLMS[aux]=javaToRTE(nombre);
        return commentsLMS[aux];
    }

    public String rteGetCommentsLMSLoc (int aux) {
        String nombre="doGetValue(\"cmi.comments_from_lms.\" + aux + \".location\")";
        commentsLMSLoc[aux]=javaToRTE(nombre);
        return commentsLMSLoc[aux];
    }

    public String rteGetCommentsLMSTs (int aux) {
        String nombre="doGetValue(\"cmi.comments_from_lms.\" + aux + \".timestamp\")";
        commentsLMSTs[aux]=javaToRTE(nombre);
        return commentsLMSTs[aux];
    }
```



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Docencia y Profesorado
Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

```
}

public int rteGetInteractionsCount() throws NumberFormatException {
    String nombre="doGetValue(\"cmi.interactions._count\")";
    nombre=javaToRTE(nombre);
    Integer solution= new Integer(nombre);           //Convert nombre from String to int
    interactionsCount=solution.intValue();
    return interactionsCount;
}

public String rteGetInteractionsId (int aux) {
    String nombre="doGetValue(\"cmi.interactions.\" + aux + ".id\")";
    interactionsId[aux]=javaToRTE(nombre);
    return interactionsId[aux];
}

public String rteGetInteractionsType (int aux) {
    String nombre="doGetValue(\"cmi.interactions.\" + aux + ".type\")";
    interactionsType[aux]=javaToRTE(nombre);
    return interactionsType[aux];
}

public int rteGetInteractionsObjectivesCount(int aux) throws NumberFormatException {
    String nombre="doGetValue(\"cmi.interactions.\" + aux + ".objectives._count\")";
    nombre=javaToRTE(nombre);
    Integer solution= new Integer(nombre);           //Convert nombre from String to int
    interactionsObjectivesCount[aux]=solution.intValue();
    return interactionsObjectivesCount[aux];
}

public String rteGetInteractionsObjectivesId (int aux, int aux1) {
    String nombre="doGetValue(\"cmi.interactions.\" + aux + ".objectives.\" + aux1 + ".id\")";
    interactionsObjectivesId[aux][aux1]=javaToRTE(nombre);
    return interactionsObjectivesId[aux][aux1];
}

public String rteGetInteractionsTs (int aux) {
    String nombre="doGetValue(\"cmi.interactions.\" + aux + ".timestamp\")";
    interactionsTs[aux]=javaToRTE(nombre);
    return interactionsTs[aux];
}

public int rteGetInteractionsCorrectRespCount (int aux) throws NumberFormatException {
    String nombre="doGetValue(\"cmi.interactions.\" + aux + ".correct_responses._count\")";
    nombre=javaToRTE(nombre);
    Integer solution= new Integer(nombre);           //Convert nombre from String to int
    interactionsCorrectRespCount[aux]=solution.intValue();
    return interactionsCorrectRespCount[aux];
}

public String rteGetInteractionsCorrectRespPattern (int aux, int aux1) {
    String nombre="doGetValue(\"cmi.interactions.\" + aux + ".correct_responses.\" + aux1 + ".pattern\")";
    interactionsCorrectRespPattern[aux][aux1]=javaToRTE(nombre);
    return interactionsCorrectRespPattern[aux][aux1];
}

public double rteGetInteractionsWeight (int aux) throws NumberFormatException {
    String nombre="doGetValue(\"cmi.interactions.\" + aux + ".weighting\")";
    nombre=javaToRTE(nombre);
    Double solution= new Double(nombre);           //Convert nombre from String to double
    interactionsWeight[aux]=solution.doubleValue();
    return interactionsWeight[aux];
}

public String rteGetInteractionsResponse (int aux) {
    String nombre="doGetValue(\"cmi.interactions.\" + aux + ".learner_response\")";
    interactionsResponse[aux]=javaToRTE(nombre);
    return interactionsResponse[aux];
}

public String rteGetInteractionsResult (int aux) {
    String nombre="doGetValue(\"cmi.interactions.\" + aux + ".result\")";
    interactionsResult[aux]=javaToRTE(nombre);
    return interactionsResult[aux];
}
```



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Docencia y Profesorado
Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

```
public String rteGetInteractionsLatency (int aux) {
    String nombre="doGetValue(\"cmi.interactions.\" + aux + \".latency\")";
    interactionsLatency[aux]=javaToRTE(nombre);
    return interactionsLatency[aux];
}

public String rteGetInteractionsDescription (int aux) {
    String nombre="doGetValue(\"cmi.interactions.\" + aux + \".description\")";
    interactionsDescription[aux]=javaToRTE(nombre);
    return interactionsDescription[aux];
}

public double rteGetLearnerPreferenceAudio() throws NumberFormatException {
    String nombre="doGetValue(\"cmi.learner_preference.audio_level\")";
    nombre=javaToRTE(nombre);
    Double solution= new Double(nombre);           //Convert nombre from String to double
    learnerPreferenceAudio=solution.doubleValue();
    return learnerPreferenceAudio;
}

public String rteGetLearnerPreferenceLanguage () {
    String nombre="doGetValue(\"cmi.learner_preference.language\")";
    learnerPreferenceLanguage=javaToRTE(nombre);
    return learnerPreferenceLanguage;
}

public double rteGetLearnerPreferenceSpeed() throws NumberFormatException {
    String nombre="doGetValue(\"cmi.learner_preference.delivery_speed\")";
    nombre=javaToRTE(nombre);
    Double solution= new Double(nombre);           //Convert nombre from String to double
    learnerPreferenceSpeed=solution.doubleValue();
    return learnerPreferenceSpeed;
}

public String rteGetLearnerPreferenceCaptioning () {
    String nombre="doGetValue(\"cmi.learner_preference.audio_captioning\")";
    learnerPreferenceCaptioning=javaToRTE(nombre);
    return learnerPreferenceCaptioning;
}

public int rteGetObjectivesCount() throws NumberFormatException {
    String nombre="doGetValue(\"cmi.objectives._count\")";
    nombre=javaToRTE(nombre);
    Integer solution= new Integer(nombre);           //Convert nombre from String to int
    objectivesCount=solution.intValue();
    return objectivesCount;
}

public String rteGetObjectivesId (int aux) {
    String nombre="doGetValue(\"cmi.objectives.\" + aux + \".id\")";
    objectivesId[aux]=javaToRTE(nombre);
    return objectivesId[aux];
}

public String rteGetObjectivesScoreChildren (int aux) {
    String nombre="doGetValue(\"cmi.objectives.\" + aux + \".score._children\")";
    objectivesScoreChildren[aux]=javaToRTE(nombre);
    return objectivesScoreChildren[aux];
}

public double rteGetObjectivesScoreScaled(int aux) throws NumberFormatException {
    String nombre="doGetValue(\"cmi.objectives.\" + aux + \".score.scaled\")";
    nombre=javaToRTE(nombre);
    Double solution= new Double(nombre);           //Convert nombre from String to double
    objectivesScoreScaled[aux]=solution.doubleValue();
    return objectivesScoreScaled[aux];
}

public double rteGetObjectivesScoreRaw(int aux) throws NumberFormatException {
    String nombre="doGetValue(\"cmi.objectives.\" + aux + \".score.raw\")";
    nombre=javaToRTE(nombre);
    Double solution= new Double(nombre);           //Convert nombre from String to double
    objectivesScoreRaw[aux]=solution.doubleValue();
    return objectivesScoreRaw[aux];
}
```



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Docencia y Profesorado

Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

```
}

public double rteGetObjectivesScoreMin(int aux) throws NumberFormatException {
    String nombre="doGetValue(\"cmi.objectives.\" + aux + \".score.min\")";
    nombre=javaToRTE(nombre);
    Double solution= new Double(nombre);           //Convert nombre from String to double
    objectivesScoreMin[aux]=solution.doubleValue();
    return objectivesScoreMin[aux];
}

public double rteGetObjectivesScoreMax(int aux) throws NumberFormatException {
    String nombre="doGetValue(\"cmi.objectives.\" + aux + \".score.max\")";
    nombre=javaToRTE(nombre);
    Double solution= new Double(nombre);           //Convert nombre from String to double
    objectivesScoreMax[aux]=solution.doubleValue();
    return objectivesScoreMax[aux];
}

public String rteGetObjectivesSuccessStatus (int aux) {
    String nombre="doGetValue(\"cmi.objectives.\" + aux + \".success_status\")";
    objectivesSuccessStatus[aux]=javaToRTE(nombre);
    return objectivesSuccessStatus[aux];
}

public String rteGetObjectivesCompletionStatus (int aux) {
    String nombre="doGetValue(\"cmi.objectives.\" + aux + \".completion_status\")";
    objectivesCompletionStatus[aux]=javaToRTE(nombre);
    return objectivesCompletionStatus[aux];
}

public double rteGetObjectivesProgressMeasure(int aux) throws NumberFormatException {
    String nombre="doGetValue(\"cmi.objectives.\" + aux + \".progress_measure\")";
    nombre=javaToRTE(nombre);
    Double solution= new Double(nombre);           //Convert nombre from String to double
    objectivesProgressMeasure[aux]=solution.doubleValue();
    return objectivesProgressMeasure[aux];
}

public String rteGetObjectivesDescription (int aux) {
    String nombre="doGetValue(\"cmi.objectives.\" + aux + \".description\")";
    objectivesDescription[aux]=javaToRTE(nombre);
    return objectivesDescription[aux];
}

public int rteGetDataCount() throws NumberFormatException {
    String nombre="doGetValue(\"adl.data._count\")";
    nombre=javaToRTE(nombre);
    Integer solution= new Integer(nombre);           //Convert nombre from String to int
    dataCount=solution.intValue();
    return dataCount;
}

public String rteGetDataId(int aux) {
    String nombre="doGetValue(\"adl.data.\" + aux + \".id\")";
    dataId[aux]=javaToRTE(nombre);
    return dataId[aux];
}

public String rteGetDataStore(int aux) {
    String nombre="doGetValue(\"adl.data.\" + aux + \".store\")";
    dataStore[aux]=javaToRTE(nombre);
    return dataStore[aux];
}

//*****End Methods reading from LMS to Java (Session Variables)*****
//*****Methods writing from Java to LMS(Session Variables)*****
public String rteSetNavRequest (String navRequest) {
    String cadena = "doSetValue(\"adl.nav.request\", \"\" + navRequest + "\")";
    cadena=javaToRTE(cadena);
    navRequest=rteGetNavRequest();
    return navRequest;
}

public String rteSetNavRequest (String target, String navRequest) {
    String cadena = "doSetValue(\"adl.nav.request\", \"{target=\" + target + \"}\" + navRequest + "\")";
    cadena=javaToRTE(cadena);
}
```



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Docencia y Profesorado
Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

```
        navRequest=rteGetNavRequest();
        return navRequest;
    }

    public String rteSetLocation (String location) {
        String cadena = "doSetValue(\"cmi.location\", \"\" + location + "\");";
        cadena=javaToRTE(cadena);
        location=rteGetLocation();
        return location;
    }

    public String rteSetSuspendData (String suspend) {
        String cadena = "doSetValue(\"cmi.suspend_data\", \"\" + suspend + "\");";
        cadena=javaToRTE(cadena);
        suspendData=rteGetSuspendData();
        return suspendData;
    }

    public double rteSetProgressMeasure (double progressm) {
        String cadena=Double.toString(progressm);
        if (cadena.length() > 9) {
            cadena=cadena.substring(0,9);
        }
        cadena = "doSetValue(\"cmi.progress_measure\", \"\" + cadena + "\");";
        cadena=javaToRTE(cadena);
        progressMeasure=rteGetProgressMeasure();
        return progressMeasure;
    }

    public String rteSetCompletionStatus (String completion) {
        String cadena = "doSetValue(\"cmi.completion_status\", \"\" + completion + "\");";
        cadena=javaToRTE(cadena);
        completionStatus=rteGetCompletionStatus();
        return completionStatus;
    }

    public String rteSetSuccessStatus (String success) {
        String cadena = "doSetValue(\"cmi.success_status\", \"\" + success + "\");";
        cadena=javaToRTE(cadena);
        successStatus=rteGetSuccessStatus();
        return successStatus;
    }

    public String rteSetExit (String exit) {
        String cadena = "doSetValue(\"cmi.exit\", \"\" + exit + "\");";
        return javaToRTE(cadena);
    }

    public String rteSetSessionTime (String sessiont) {
        String cadena = "doSetValue(\"cmi.session_time\", \"\" + sessiont + "\");";
        return javaToRTE(cadena);
    }

    public double rteSetScoreScaled (double scorescal) {
        String cadena=Double.toString(scorescal);
        if (cadena.length() > 9) {
            cadena=cadena.substring(0,9);
        }
        cadena = "doSetValue(\"cmi.score.scaled\", \"\" + cadena + "\");";
        cadena=javaToRTE(cadena);
        scoreScaled=rteGetScoreScaled();
        return scoreScaled;
    }

    public double rteSetScoreRaw (double scorerau) {
        String cadena=Double.toString(scorerau);
        if (cadena.length() > 9) {
            cadena=cadena.substring(0,9);
        }
        cadena = "doSetValue(\"cmi.score.raw\", \"\" + cadena + "\");";
        cadena=javaToRTE(cadena);
        scoreRaw=rteGetScoreRaw();
        return scoreRaw;
    }
}
```



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Docencia y Profesorado

Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

```
public double rteSetScoreMin (double scoremi) {
    String cadena=Double.toString(scoremi);
    if (cadena.length() > 9) {
        cadena=cadena.substring(0,9);
    }
    cadena = "doSetValue(\"cmi.score.min\", \"\" + cadena + "\")";
    cadena=javaToRTE(cadena);
    scoreMin=rteGetScoreMin();
    return scoreMin;
}

public double rteSetScoreMax (double scorema) {
    String cadena=Double.toString(scorema);
    if (cadena.length() > 9) {
        cadena=cadena.substring(0,9);
    }
    cadena = "doSetValue(\"cmi.score.max\", \"\" + cadena + "\")";
    cadena=javaToRTE(cadena);
    scoreMax=rteGetScoreMax();
    return scoreMax;
}

public String rteSetCommentsLearner (String comment, int numcom) {
    String cadena = "doSetValue(\"cmi.comments_from_learner.\" + numcom + ".comment\", \"\" + comment + "\")";
    cadena=javaToRTE(cadena);
    commentsLearner[numcom]=rteGetCommentsLearner(numcom);
    return commentsLearner[numcom];
}

public String rteSetCommentsLearnerLoc (String location, int numcom) {
    String cadena = "doSetValue(\"cmi.comments_from_learner.\" + numcom + ".location\", \"\" + location + "\")";
    cadena=javaToRTE(cadena);
    commentsLearnerLoc[numcom]=rteGetCommentsLearnerLoc(numcom);
    return commentsLearnerLoc[numcom];
}

public String rteSetCommentsLearnerTs (int numcom) {
    String cadena = "doSetValue(\"cmi.comments_from_learner.\" + numcom + ".timestamp\", \"\" + fechaHoraScorm() + "\")";
    cadena=javaToRTE(cadena);
    commentsLearnerTs[numcom]=rteGetCommentsLearnerTs(numcom);
    return commentsLearnerTs[numcom];
}

public String rteSetCommentsLearnerNew (String comment, String location) {
    int numcom=rteGetCommentsLearnerCount();
    String cadena = rteSetCommentsLearner (comment, numcom);
    cadena = rteSetCommentsLearnerLoc (location, numcom);
    cadena = rteSetCommentsLearnerTs (numcom);
    cadena = "Last(" + numcom + "):" + comment + "(" + location + ")" + cadena;
    return cadena;
}

public String rteSetInteractionsId (String id, int numint) {
    String cadena = "doSetValue(\"cmi.interactions.\" + numint + ".id\", \"\" + id + "\")";
    cadena=javaToRTE(cadena);
    interactionsId[numint]=rteGetInteractionsId(numint);
    return interactionsId[numint];
}

public String rteSetInteractionsType (String type, int numint) {
    String cadena = "doSetValue(\"cmi.interactions.\" + numint + ".type\", \"\" + type + "\")";
    cadena=javaToRTE(cadena);
    interactionsType[numint]=rteGetInteractionsType(numint);
    return interactionsType[numint];
}

public String rteSetInteractionsObjectivesId (String id, int numint, int numobj) {
    String cadena = "doSetValue(\"cmi.interactions.\" + numint + ".objectives.\" + numobj + ".id\", \"\" + id + "\")";
    cadena=javaToRTE(cadena);
    interactionsObjectivesId[numint][numobj]=rteGetInteractionsObjectivesId(numint, numobj);
    return interactionsObjectivesId[numint][numobj];
}

public String rteSetInteractionsTs (int numint) {
    String cadena = "doSetValue(\"cmi.interactions.\" + numint + ".timestamp\", \"\" + fechaHoraScorm() + "\")";
```



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Docencia y Profesorado

Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

```
        cadena=javaToRTE(cadena);
        interactionsTs[numint]=rteGetInteractionsTs(numint);
        return interactionsTs[numint];
    }

    public String rteSetInteractionsCorrectRespPattern (String pattern, int numint, int numpatt) {
        String cadena = "doSetValue(\"cmi.interactions.\" + numint + \".correct_responses.\" + numpatt + \".pattern\", \"\" + pattern +
        "\")";

        cadena=javaToRTE(cadena);
        interactionsCorrectRespPattern[numint][numpatt]=rteGetInteractionsCorrectRespPattern (numint, numpatt);
        return interactionsCorrectRespPattern[numint][numpatt];
    }

    public double rteSetInteractionsWeight (double weight, int numint) {
        String cadena=Double.toString(weight);
        if (cadena.length() > 9) {
            cadena=cadena.substring(0,9);
        }
        cadena = "doSetValue(\"cmi.interactions.\" + numint + \".weighting\", \"\" + cadena + "\")";
        cadena=javaToRTE(cadena);
        interactionsWeight[numint]=rteGetInteractionsWeight(numint);
        return interactionsWeight[numint];
    }

    public String rteSetInteractionsResponse (String response, int numint) {
        String cadena = "doSetValue(\"cmi.interactions.\" + numint + \".learner_response\", \"\" + response + "\")";
        cadena=javaToRTE(cadena);
        interactionsResponse[numint]=rteGetInteractionsResponse(numint);
        return interactionsResponse[numint];
    }

    public String rteSetInteractionsResult (String result, int numint) {
        String cadena = "doSetValue(\"cmi.interactions.\" + numint + \".result\", \"\" + result + "\")";
        cadena=javaToRTE(cadena);
        interactionsResult[numint]=rteGetInteractionsResult(numint);
        return interactionsResult[numint];
    }

    public String rteSetInteractionsLatency (String latency, int numint) {
        String cadena = "doSetValue(\"cmi.interactions.\" + numint + \".latency\", \"\" + latency + "\")";
        cadena=javaToRTE(cadena);
        interactionsLatency[numint]=rteGetInteractionsLatency(numint);
        return interactionsLatency[numint];
    }

    public String rteSetInteractionsDescription (String description, int numint) {
        String cadena = "doSetValue(\"cmi.interactions.\" + numint + \".description\", \"\" + description + "\")";
        cadena=javaToRTE(cadena);
        interactionsDescription[numint]=rteGetInteractionsDescription(numint);
        return interactionsDescription[numint];
    }

    public double rteSetLearnerPreferenceAudio (double level) {
        String cadena=Double.toString(level);
        if (cadena.length() > 9) {
            cadena=cadena.substring(0,9);
        }
        cadena = "doSetValue(\"cmi.learner_preference.audio_level\", \"\" + cadena + "\")";
        cadena=javaToRTE(cadena);
        learnerPreferenceAudio=rteGetLearnerPreferenceAudio();
        return learnerPreferenceAudio;
    }

    public String rteSetLearnerPreferenceLanguage (String language) {
        String cadena = "doSetValue(\"cmi.learner_preference.language\", \"\" + language + "\")";
        cadena=javaToRTE(cadena);
        learnerPreferenceLanguage=rteGetLearnerPreferenceLanguage();
        return learnerPreferenceLanguage;
    }

    public double rteSetLearnerPreferenceSpeed (double speed) {
        String cadena=Double.toString(speed);
        if (cadena.length() > 9) {
            cadena=cadena.substring(0,9);
        }
    }
```



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Docencia y Profesorado

Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

```
cadena = "doSetValue(\"cmi.learner_preference.delivery_speed\", \"\" + cadena + "\");";
cadena=javaToRTE(cadena);
learnerPreferenceSpeed=rteGetLearnerPreferenceSpeed();
return learnerPreferenceSpeed;
}

public String rteSetLearnerPreferenceCaptioning (String captioning) {
    String cadena = "doSetValue(\"cmi.learner_preference.audio_captioning\", \"\" + captioning + "\");";
    cadena=javaToRTE(cadena);
    learnerPreferenceCaptioning=rteGetLearnerPreferenceCaptioning();
    return learnerPreferenceCaptioning;
}

public String rteSetObjectivesId (String id, int numobj) {
    String cadena = "doSetValue(\"cmi.objectives.\" + numobj + ".id\", \"\" + id + "\");";
    cadena=javaToRTE(cadena);
    objectivesId[numobj]=rteGetObjectivesId(numobj);
    return objectivesId[numobj];
}

public double rteSetObjectivesScoreScaled (double scaled, int numobj) {
    String cadena=Double.toString(scaled);
    if (cadena.length() > 9) {
        cadena=cadena.substring(0,9);
    }
    cadena = "doSetValue(\"cmi.objectives.\" + numobj + ".score.scaled\", \"\" + cadena + "\");";
    cadena=javaToRTE(cadena);
    objectivesScoreScaled[numobj]=rteGetObjectivesScoreScaled(numobj);
    return objectivesScoreScaled[numobj];
}

public double rteSetObjectivesScoreRaw (double raw, int numobj) {
    String cadena=Double.toString(raw);
    if (cadena.length() > 9) {
        cadena=cadena.substring(0,9);
    }
    cadena = "doSetValue(\"cmi.objectives.\" + numobj + ".score.raw\", \"\" + cadena + "\");";
    cadena=javaToRTE(cadena);
    objectivesScoreRaw[numobj]=rteGetObjectivesScoreRaw(numobj);
    return objectivesScoreRaw[numobj];
}

public double rteSetObjectivesScoreMin (double min, int numobj) {
    String cadena=Double.toString(min);
    if (cadena.length() > 9) {
        cadena=cadena.substring(0,9);
    }
    cadena = "doSetValue(\"cmi.objectives.\" + numobj + ".score.min\", \"\" + cadena + "\");";
    cadena=javaToRTE(cadena);
    objectivesScoreMin[numobj]=rteGetObjectivesScoreMin(numobj);
    return objectivesScoreMin[numobj];
}

public double rteSetObjectivesScoreMax (double max, int numobj) {
    String cadena=Double.toString(max);
    if (cadena.length() > 9) {
        cadena=cadena.substring(0,9);
    }
    cadena = "doSetValue(\"cmi.objectives.\" + numobj + ".score.max\", \"\" + cadena + "\");";
    cadena=javaToRTE(cadena);
    objectivesScoreMax[numobj]=rteGetObjectivesScoreMax(numobj);
    return objectivesScoreMax[numobj];
}

public String rteSetObjectivesSuccessStatus (String success, int numobj) {
    String cadena = "doSetValue(\"cmi.objectives.\" + numobj + ".success_status\", \"\" + success + "\");";
    cadena=javaToRTE(cadena);
    objectivesSuccessStatus[numobj]=rteGetObjectivesSuccessStatus(numobj);
    return objectivesSuccessStatus[numobj];
}

public String rteSetObjectivesCompletionStatus (String completion, int numobj) {
    String cadena = "doSetValue(\"cmi.objectives.\" + numobj + ".completion_status\", \"\" + completion + "\");";
    cadena=javaToRTE(cadena);
    objectivesCompletionStatus[numobj]=rteGetObjectivesCompletionStatus(numobj);
}
```



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Docencia y Profesorado

Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

```
        return objectivesCompletionStatus[numobj];
    }

    public double rteSetObjectivesProgressMeasure (double progressm, int numobj) {
        String cadena=Double.toString(progressm);
        if (cadena.length() > 9) {
            cadena=cadena.substring(0,9);
        }
        cadena = "doSetValue(\"cmi.objectives.\" + numobj + \".progress_measure\", \"\" + cadena + "\");";
        cadena=javaToRTE(cadena);
        objectivesProgressMeasure[numobj]=rteGetObjectivesProgressMeasure(numobj);
        return objectivesProgressMeasure[numobj];
    }

    public String rteSetObjectivesDescription (String description, int numobj) {
        String cadena = "doSetValue(\"cmi.objectives.\" + numobj + \".description\", \"\" + description + "\");";
        cadena=javaToRTE(cadena);
        objectivesDescription[numobj]=rteGetObjectivesDescription(numobj);
        return objectivesDescription[numobj];
    }

    public int rteSetObjectivesNew (String id, String success, String completion, String description, double scaled, double raw, double min,
double max, double progressm) {
        int numobj=rteGetObjectivesCount();
        String cadena = rteSetObjectivesId (id, numobj);
        cadena = rteSetObjectivesSuccessStatus (success, numobj);
        cadena = rteSetObjectivesCompletionStatus (completion, numobj);
        cadena = rteSetObjectivesDescription (description, numobj);
        double numre = rteSetObjectivesScoreScaled (scaled, numobj);
        numre = rteSetObjectivesScoreRaw (raw, numobj);
        numre = rteSetObjectivesScoreMin (min, numobj);
        numre = rteSetObjectivesScoreMax (max, numobj);
        numre = rteSetObjectivesProgressMeasure (progressm, numobj);
        return numobj;
    }

    public String rteSetDataStore (String datastore, int numdat) {
        String cadena = "doSetValue(\"adl.data.\" + numdat + \".store\", \"\" + datastore + "\");";
        cadena=javaToRTE(cadena);
        datastore[numdat]=rteGetDataStore(numdat);
        return datastore[numdat];
    }
}

//***** End Methods writing from Java to LMS(Session Variables)*****
//*****Class Methods*****
private void init () {
    this.version=rteGetVersion();
    this.learnerName=rteGetLearnerName();
    this.learnerId=rteGetLearnerId();
    this.entry=rteGetEntry();
    this.maxTimeAllowed=rteGetMaxTimeAllowed();
}

//*****End Class Methods*****
//*****Constructors*****
public ScormRTE() {
    //Default constructor disabled
}

public ScormRTE (Applet app) {
    ap=app;
    jso = JSObject.getWindow(ap);
    init();
}

public ScormRTE (Applet app, int aux) {
    ap=app;
    jso = JSObject.getWindow(ap);
    initiated=rteInitialize();
    if (initiated=="true") {
        init();
    }
}

//*****End Constructors*****
}
```



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Vicerrectorado de Docencia y Profesorado
Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

FICHERO SCORM12.JAVA

```
package scormRTE;
import java.util.*;
import java.applet.*;
import java.text.*;
import netscape.javascript.*; // add plugin.jar to classpath during compilation

public class ScormRTE12{
    private Applet ap;
    private JSONObject js;
    public String initiated;
    //*****RTE Instance Variables*****
    public String coreChildren=""; //R Indicates core elements supported by the LMS
    public String learnerId=""; //R Identifies the learner on behalf of whom the SCO
                                                //instance was launched

    public String learnerName=""; //R Represents the name of the learner
    public String location=""; //RW Represents a location in the SCO
    public String credit=""; //R Indicates whether the learner will be credited for
                                                //performance in this SCO

    public String completionStatus=""; //RW Indicates whether the learner has completed
                                                //the SCO: passed,
    completed, failed, incomplete,
                                                //browsed or not
    attempted

    public String entry=""; //R Contains information that asserts whether the learner has
                                                //previously accessed the SCO: ab-initio or resume

    //Score
    //Identifies the learner's score for the SCO
    public String scoreChildren=""; //R
    public double scoreRaw; //RW
    public double scoreMin; //RW
    public double scoreMax; //RW
    //End Score
    public String totalTime=""; //R Identifies the sum of all of the learner's learner
                                                //session times accumulated in the current learner
                                                //attempt prior to the current

    public String mode=""; //R Identifies the modes in which the SCO may be presented
                                                //to the learner: browse, normal or review
    public String exit=""; //W Indicates how or why the learner left the SCO: time-out,
                                                //suspend, logout or ""
    public String sessionTime=""; //W Identifies the amount of time that the learner has
                                                //spent in the current learner session for the SCO
                                                //format: "HHHH:MM:SS.SS" 5<Hours_digits<1

    public String suspendData=""; //RW Provides information that may be created by a SCO
                                                //as a result of a learner accessing or interacting
    with
                                                //the SCO

    public String launchData=""; //R Provides data specific to a SCO that the SCO can
                                                //use for initialization

    public String commentsLearner=""; //RW Contains text from the learner
    public String commentsLMS=""; //R Contains text from the LMS

    //Objectives
    //Specifies learning or performance objectives associated with a SCO
    public String objectivesChildren=""; //R
    public int objectivesCount=0; //R
    public String[] objectivesId=new String[100]; //RW
    public String[] objectivesScoreChildren=new String[100]; //R
    public double[] objectivesScoreRaw=new double[100]; //RW
    public double[] objectivesScoreMin=new double[100]; //RW
    public double[] objectivesScoreMax=new double[100]; //RW
    public String[] objectivesCompletionStatus=new String[100]; //RW Indicates whether
                                                // the learner has completed the objective: passed,
                                                // completed, failed, incomplete, browsed or not attempted

    //End Objectives
    public String dataChildren=""; //R
    public double completionThreshold; //R Identifies a value against which the measure
                                                //of the progress the
    learner has made toward
                                                //completing the SCO
    can be compared to determine
```



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Vicerrectorado de Docencia y Profesorado
Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

```
should be considered mastered //whether the SCO
    public String maxTimeAllowed=""; //R Indicates the amount of accumulated time the
the learner //learner is allowed to use a SCO in

    public String timeLimitAction=""; //R Indicates what the SCO should do when the //attempt

is exceeded //maximum time allowed
//Preferences
//Specifies learner preferences associated with the learner's use of the SCO
    public String learnerPreferenceChildren=""; //R
    public double learnerPreferenceAudio; //RW
    public String learnerPreferenceLanguage=""; //RW
    public double learnerPreferenceSpeed; //RW
    public String learnerPreferenceCaptioning; //RW
//End Preferences
//Interactions
//Defines information pertaining to an interaction for the purpose of measurement or
//assessment
    public String interactionsChildren=""; //R
    public int interactionsCount=0; //R
    public String[] interactionsId=new String[250]; //W
    public String[] interactionsType=new String[250]; //W
    public int[] interactionsObjectivesCount=new int[250]; //R
    public String[][] interactionsObjectivesId=new String[250][10]; //W
    public String[] interactionsTs=new String[250]; //W
    public int[] interactionsCorrectRespCount=new int[250]; //R
    public String[][] interactionsCorrectRespPattern=new String[250][10]; //W
    public double[] interactionsWeight=new double[250]; //W
    public String[] interactionsResponse=new String[250]; //W
    public String[] interactionsResult=new String[250]; //W
    public String[] interactionsLatency=new String[250]; //W
//End Interactions
//*****End RTE Instance Variables*****
//***** Method to Invoking Javascript Functions *****
    public String javaToRTE(String data) throws JSEException {
        String methodOutput="";
        methodOutput = (String) jso.eval(data);
        return methodOutput;
    }
//***** Method to Obtain Timestamp in SCORM12 format: HH:mm:ss.SS *****
    public String fechaHoraScorm () {
        DateFormat df= new SimpleDateFormat("HH:mm:ss.SS");
        Date d = Calendar.getInstance().getTime();
        String fHScorm = df.format(d);
        return fHScorm;
    }
//*****Methods for Connect/Disconnect Java_LMS*****
    public String rteInitialize () {
        return javaToRTE("doLMSInitialize()");
    }

    public String rteTerminate () {
        return javaToRTE("doLMSFinish()");
    }
//*****End Methods for Connect/Disconnect Java_LMS*****
//*****Methods for Manage Errors*****
    public String rteCommit () {
        return javaToRTE("doLMSCommit()");
    }

    public String rteGetLastError () {
        return javaToRTE("doLMSGetLastError()");
    }

    public String rteGetErrorString (String errorCode) {
        return javaToRTE("doLMSGetErrorString(\""+errorCode+"\")");
    }

    public String rteGetDiagnostic (String errorCode) {
        return javaToRTE("doLMSGetDiagnostic(\""+errorCode+"\")");
    }
//*****End Methods for Manage Errors*****
//*****Methods reading from LMS to Java (Session Constants)*****
```



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Docencia y Profesorado
Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

```
public String rteGetCoreChildren () {
    if (coreChildren=="") {
        String nombre="doLMSGetValue(\"cmi.core._children\")";
        coreChildren=javaToRTE(nombre);
    }
    return coreChildren;
}

public String rteGetLearnerName () {
    if (learnerName=="") {
        String nombre="doLMSGetValue(\"cmi.core.student_name\")";
        learnerName=javaToRTE(nombre);
    }
    return learnerName;
}

public String rteGetLearnerId () {
    if (learnerId=="") {
        String nombre="doLMSGetValue(\"cmi.core.student_id\")";
        learnerId=javaToRTE(nombre);
    }
    return learnerId;
}

public double rteGetCompletionThreshold() throws NumberFormatException {
    String nombre="doLMSGetValue(\"cmi.student_data.mastery_score\")";
    nombre=javaToRTE(nombre);
    if (nombre == null || nombre.equals("")){
        completionThreshold=0.5;           // default value for completion_threshold
    }
    else
    {
        Double solution= new Double(nombre);           //Convert nombre from String to double
        completionThreshold=solution.doubleValue();
    }
    return (completionThreshold);
}

public String rteGetEntry () {
    if (entry=="") {
        String nombre="doLMSGetValue(\"cmi.core.entry\")";
        entry=javaToRTE(nombre);
    }
    return entry;
}

public String rteGetCredit () {
    if (credit=="") {
        String nombre="doLMSGetValue(\"cmi.core.credit\")";
        credit=javaToRTE(nombre);
    }
    return credit;
}

public String rteGetLaunchData () {
    if (launchData=="") {
        String nombre="doLMSGetValue(\"cmi.launch_data\")";
        launchData=javaToRTE(nombre);
    }
    return launchData;
}

public String rteGetMaxTimeAllowed () {
    if (maxTimeAllowed=="") {
        String nombre="doLMSGetValue(\"cmi.student_data.max_time_allowed\")";
        maxTimeAllowed=javaToRTE(nombre);
    }
    return maxTimeAllowed;
}

public String rteGetTimeLimitAction () {
    if (timeLimitAction=="") {
        String nombre="doLMSGetValue(\"cmi.student_data.time_limit_action\")";
        timeLimitAction=javaToRTE(nombre);
    }
}
```



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Vicerrectorado de Docencia y Profesorado
Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

```
        return timeLimitAction;
    }

    public String rteGetMode () {
        if (mode=="") {
            String nombre="doLMSGetValue(\"cmi.core.lesson_mode\");
            mode=javaToRTE(nombre);
        }
        return mode;
    }

    public String rteGetTotalTime () {
        if (totalTime=="") {
            String nombre="doLMSGetValue(\"cmi.core.total_time\");
            totalTime=javaToRTE(nombre);
        }
        return totalTime;
    }

    public String rteGetScoreChildren () {
        if (scoreChildren=="") {
            String nombre="doLMSGetValue(\"cmi.core.score._children\");
            scoreChildren=javaToRTE(nombre);
        }
        return scoreChildren;
    }

    public String rteGetInteractionsChildren () {
        if (interactionsChildren=="") {
            String nombre="doLMSGetValue(\"cmi.interactions._children\");
            interactionsChildren=javaToRTE(nombre);
        }
        return interactionsChildren;
    }

    public String rteGetLearnerPreferenceChildren () {
        if (learnerPreferenceChildren=="") {
            String nombre="doLMSGetValue(\"cmi.student_preference._children\");
            learnerPreferenceChildren=javaToRTE(nombre);
        }
        return learnerPreferenceChildren;
    }

    public String rteGetObjectivesChildren () {
        if (objectivesChildren=="") {
            String nombre="doLMSGetValue(\"cmi.objectives._children\");
            objectivesChildren=javaToRTE(nombre);
        }
        return objectivesChildren;
    }

    public String rteGetDataChildren () {
        if (dataChildren=="") {
            String nombre="doLMSGetValue(\"adl.student_data._children\");
            dataChildren=javaToRTE(nombre);
        }
        return dataChildren;
    }
}

//*****End Methods reading from LMS to Java (constants)*****
//*****Methods reading from LMS to Java (Session Variables)*****

    public String rteGetLocation () {
        String nombre="doLMSGetValue(\"cmi.lesson_location\");
        location=javaToRTE(nombre);
        return location;
    }

    public String rteGetSuspendData () {
        String nombre="doLMSGetValue(\"cmi.suspend_data\");
        suspendData=javaToRTE(nombre);
        return suspendData;
    }

    public String rteGetCompletionStatus () {
        String nombre="doLMSGetValue(\"cmi.core.lesson_status\");
        completionStatus=javaToRTE(nombre);
    }
```



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Docencia y Profesorado

Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

```
        return completionStatus;
    }

    public double rteGetScoreRaw() throws NumberFormatException {
        String nombre="doLMSGetValue(\"cmi.core.score.raw\");
        nombre=javaToRTE(nombre);
        if (nombre == null || nombre.equals("")){
            scoreRaw=0.0; // default value for score.raw
        }
        else
        {
            Double solution= new Double(nombre); //Convert nombre from String to double
            scoreRaw=solution.doubleValue();
        }
        return scoreRaw;
    }

    public double rteGetScoreMin() throws NumberFormatException {
        String nombre="doLMSGetValue(\"cmi.core.score.min\");
        nombre=javaToRTE(nombre);
        if (nombre == null || nombre.equals("")){
            scoreMin=0.0; // default value for score.min
        }
        else
        {
            Double solution= new Double(nombre); //Convert nombre from String to double
            scoreMin=solution.doubleValue();
        }
        return scoreMin;
    }

    public double rteGetScoreMax() throws NumberFormatException {
        String nombre="doLMSGetValue(\"cmi.core.score.max\");
        nombre=javaToRTE(nombre);
        if (nombre == null || nombre.equals("")){
            scoreMax=0.0; // default value for score.max
        }
        else
        {
            Double solution= new Double(nombre); //Convert nombre from String to double
            scoreMax=solution.doubleValue();
        }
        return scoreMax;
    }

    public String rteGetCommentsLearner() {
        String nombre="doLMSGetValue(\"cmi.comments\");
        commentsLearner=javaToRTE(nombre);
        return commentsLearner;
    }

    public String rteGetCommentsLMS() {
        String nombre="doLMSGetValue(\"cmi.comments_from_lms\");
        commentsLMS=javaToRTE(nombre);
        return commentsLMS;
    }

    public int rteGetInteractionsCount() throws NumberFormatException {
        String nombre="doLMSGetValue(\"cmi.interactions._count\");
        nombre=javaToRTE(nombre);
        Integer solution= new Integer(nombre); //Convert nombre from String to int
        interactionsCount=solution.intValue();
        return interactionsCount;
    }

    public int rteGetInteractionsObjectivesCount(int aux) throws NumberFormatException {
        String nombre="doLMSGetValue(\"cmi.interactions.\" + aux + \".objectives._count\");
        nombre=javaToRTE(nombre);
        Integer solution= new Integer(nombre); //Convert nombre from String to int
        interactionsObjectivesCount[aux]=solution.intValue();
        return interactionsObjectivesCount[aux];
    }

    public int rteGetInteractionsCorrectRespCount (int aux) throws NumberFormatException {
        String nombre="doLMSGetValue(\"cmi.interactions.\" + aux + \".correct_responses._count\");
```



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Docencia y Profesorado

Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

```
        nombre=javaToRTE(nombre);
        Integer solution= new Integer(nombre);           //Convert nombre from String to int
        interactionsCorrectRespCount[aux]=solution.intValue();
        return interactionsCorrectRespCount[aux];
    }

    public double rteGetLearnerPreferenceAudio() throws NumberFormatException {
        String nombre="doLMSGetValue(\"cmi.student_preference.audio\")";
        nombre=javaToRTE(nombre);
        Double solution= new Double(nombre);             //Convert nombre from String to double
        learnerPreferenceAudio=solution.doubleValue();
        return learnerPreferenceAudio;
    }

    public String rteGetLearnerPreferenceLanguage () {
        String nombre="doLMSGetValue(\"cmi.student_preference.language\")";
        learnerPreferenceLanguage=javaToRTE(nombre);
        return learnerPreferenceLanguage;
    }

    public double rteGetLearnerPreferenceSpeed() throws NumberFormatException {
        String nombre="doLMSGetValue(\"cmi.student_preference.speed\")";
        nombre=javaToRTE(nombre);
        Double solution= new Double(nombre);             //Convert nombre from String to double
        learnerPreferenceSpeed=solution.intValue();
        return learnerPreferenceSpeed;
    }

    public String rteGetLearnerPreferenceCaptioning () {
        String nombre="doLMSGetValue(\"cmi.student_preference.text\")";
        learnerPreferenceCaptioning=javaToRTE(nombre);
        return learnerPreferenceCaptioning;
    }

    public int rteGetObjectivesCount() throws NumberFormatException {
        String nombre="doLMSGetValue(\"cmi.objectives._count\")";
        nombre=javaToRTE(nombre);
        Integer solution= new Integer(nombre);           //Convert nombre from String to int
        objectivesCount=solution.intValue();
        return objectivesCount;
    }

    public String rteGetObjectivesId (int aux) {
        String nombre="doLMSGetValue(\"cmi.objectives.\" + aux + \".id\")";
        objectivesId[aux]=javaToRTE(nombre);
        return objectivesId[aux];
    }

    public String rteGetObjectivesScoreChildren (int aux) {
        String nombre="doLMSGetValue(\"cmi.objectives.\" + aux + \".score._children\")";
        objectivesScoreChildren[aux]=javaToRTE(nombre);
        return objectivesScoreChildren[aux];
    }

    public double rteGetObjectivesScoreRaw(int aux) throws NumberFormatException {
        String nombre="doLMSGetValue(\"cmi.objectives.\" + aux + \".score.raw\")";
        nombre=javaToRTE(nombre);
        Double solution= new Double(nombre);             //Convert nombre from String to double
        objectivesScoreRaw[aux]=solution.doubleValue();
        return objectivesScoreRaw[aux];
    }

    public double rteGetObjectivesScoreMin(int aux) throws NumberFormatException {
        String nombre="doLMSGetValue(\"cmi.objectives.\" + aux + \".score.min\")";
        nombre=javaToRTE(nombre);
        Double solution= new Double(nombre);             //Convert nombre from String to double
        objectivesScoreMin[aux]=solution.doubleValue();
        return objectivesScoreMin[aux];
    }

    public double rteGetObjectivesScoreMax(int aux) throws NumberFormatException {
        String nombre="doLMSGetValue(\"cmi.objectives.\" + aux + \".score.max\")";
        nombre=javaToRTE(nombre);
        Double solution= new Double(nombre);             //Convert nombre from String to double
        objectivesScoreMax[aux]=solution.doubleValue();
    }
```



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Docencia y Profesorado
Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

```
        return objectivesScoreMax[aux];
    }

    public String rteGetObjectivesCompletionStatus (int aux) {
        String nombre="doLMSGetValue(\"cmi.objectives.\" + aux + \".status\")";
        objectivesCompletionStatus[aux]=javaToRTE(nombre);
        return objectivesCompletionStatus[aux];
    }
    //*****End Methods reading from LMS to Java (Session Variables)*****
    //*****Methods writing from Java to LMS(Session Variables)*****
    public String rteSetLocation (String location) {
        String cadena = "doLMSSetValue(\"cmi.location\", \"\" + location + "\");
        cadena=javaToRTE(cadena);
        location=rteGetLocation();
        return location;
    }

    public String rteSetSuspendData (String suspend) {
        String cadena = "doLMSSetValue(\"cmi.suspend_data\", \"\" + suspend + "\");
        cadena=javaToRTE(cadena);
        suspendData=rteGetSuspendData();
        return suspendData;
    }

    public String rteSetCompletionStatus (String completion) {
        String cadena = "doLMSSetValue(\"cmi.core.lesson_status\", \"\" + completion + "\");
        cadena=javaToRTE(cadena);
        completionStatus=rteGetCompletionStatus();
        return completionStatus;
    }

    public String rteSetExit (String exit) {
        String cadena = "doLMSSetValue(\"cmi.core.exit\", \"\" + exit + "\");
        return javaToRTE(cadena);
    }

    public String rteSetSessionTime (String session) {
        String cadena = "doLMSSetValue(\"cmi.core.session_time\", \"\" + session + "\");
        return javaToRTE(cadena);
    }

    public double rteSetScoreRaw (double scorerau) {
        String cadena=Double.toString(scorerau);
        if (cadena.length() > 9) {
            cadena=cadena.substring(0,9);
        }
        cadena = "doLMSSetValue(\"cmi.core.score.raw\", \"\" + cadena + "\");
        cadena=javaToRTE(cadena);
        scoreRaw=rteGetScoreRaw();
        return scoreRaw;
    }

    public double rteSetScoreMin (double scoremi) {
        String cadena=Double.toString(scoremi);
        if (cadena.length() > 9) {
            cadena=cadena.substring(0,9);
        }
        cadena = "doLMSSetValue(\"cmi.core.score.min\", \"\" + cadena + "\");
        cadena=javaToRTE(cadena);
        scoreMin=rteGetScoreMin();
        return scoreMin;
    }

    public double rteSetScoreMax (double scorema) {
        String cadena=Double.toString(scorema);
        if (cadena.length() > 9) {
            cadena=cadena.substring(0,9);
        }
        cadena = "doLMSSetValue(\"cmi.core.score.max\", \"\" + cadena + "\");
        cadena=javaToRTE(cadena);
        scoreMax=rteGetScoreMax();
        return scoreMax;
    }

    public String rteSetCommentsLearner (String comment) {
```



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Docencia y Profesorado

Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

```
String cadena = "doLMSSetValue(\"cmi.comments\", \"\" + comment + "\");
cadena=javaToRTE(cadena);
commentsLearner=rteGetCommentsLearner();
return commentsLearner;
}

public String rteSetCommentsLearnerAdd (String comment) {
    String cadena = rteGetCommentsLearner() + comment;
    commentsLearner = rteSetCommentsLearner (cadena);
    return commentsLearner;
}

public String rteSetInteractionsId (String id, int numint) {
    String cadena = "doLMSSetValue(\"cmi.interactions.\" + numint + ".id\", \"\" + id + "\");
    cadena=javaToRTE(cadena);
    interactionsId[numint]=id;
    return interactionsId[numint];
}

public String rteSetInteractionsType (String type, int numint) {
    String cadena = "doLMSSetValue(\"cmi.interactions.\" + numint + ".type\", \"\" + type + "\");
    cadena=javaToRTE(cadena);
    interactionsType[numint]=type;
    return interactionsType[numint];
}

public String rteSetInteractionsObjectivesId (String id, int numint, int numobj) {
    String cadena = "doLMSSetValue(\"cmi.interactions.\" + numint + ".objectives.\" + numobj + ".id\", \"\" + id + "\");
    cadena=javaToRTE(cadena);
    interactionsObjectivesId[numint][numobj]=id;
    return interactionsObjectivesId[numint][numobj];
}

public String rteSetInteractionsTs (int numint) {
    String cadena = "doLMSSetValue(\"cmi.interactions.\" + numint + ".time\", \"\" + fechaHoraScorm() + "\");
    cadena=javaToRTE(cadena);
    interactionsTs[numint]=fechaHoraScorm();
    return interactionsTs[numint];
}

public String rteSetInteractionsCorrectRespPattern (String pattern, int numint, int numpatt) {
    String cadena = "doLMSSetValue(\"cmi.interactions.\" + numint + ".correct_responses.\" + numpatt + ".pattern\", \"\" + pattern
+ "\");
    cadena=javaToRTE(cadena);
    interactionsCorrectRespPattern[numint][numpatt]=pattern;
    return interactionsCorrectRespPattern[numint][numpatt];
}

public double rteSetInteractionsWeight (double weight, int numint) {
    String cadena=Double.toString(weight);
    if (cadena.length() > 9) {
        cadena=cadena.substring(0,9);
    }
    cadena = "doLMSSetValue(\"cmi.interactions.\" + numint + ".weighting\", \"\" + cadena + "\");
    cadena=javaToRTE(cadena);
    interactionsWeight[numint]=weight;
    return interactionsWeight[numint];
}

public String rteSetInteractionsResponse (String response, int numint) {
    String cadena = "doLMSSetValue(\"cmi.interactions.\" + numint + ".student_response\", \"\" + response + "\");
    cadena=javaToRTE(cadena);
    interactionsResponse[numint]=response;
    return interactionsResponse[numint];
}

public String rteSetInteractionsResult (String result, int numint) {
    String cadena = "doLMSSetValue(\"cmi.interactions.\" + numint + ".result\", \"\" + result + "\");
    cadena=javaToRTE(cadena);
    interactionsResult[numint]=result;
    return interactionsResult[numint];
}

public String rteSetInteractionsLatency (String latency, int numint) {
    String cadena = "doLMSSetValue(\"cmi.interactions.\" + numint + ".latency\", \"\" + latency + "\");
```



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Docencia y Profesorado

Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

```
        cadena=javaToRTE(cadena);
        interactionsLatency[numint]=latency;
        return interactionsLatency[numint];
    }

    public double rteSetLearnerPreferenceAudio (double audio) {
        int d = (int) audio;
        String cadena = "doLMSSetValue(\"cmi.student_preference.audio\", \"\" + d + "\");";
        cadena=javaToRTE(cadena);
        learnerPreferenceAudio=rteGetLearnerPreferenceAudio();
        return learnerPreferenceAudio;
    }

    public String rteSetLearnerPreferenceLanguage (String language) {
        String cadena = "doLMSSetValue(\"cmi.student_preference.language\", \"\" + language + "\");";
        cadena=javaToRTE(cadena);
        learnerPreferenceLanguage=rteGetLearnerPreferenceLanguage();
        return learnerPreferenceLanguage;
    }

    public double rteSetLearnerPreferenceSpeed (double speed) {
        int d = (int) speed;
        String cadena = "doLMSSetValue(\"cmi.student_preference.speed\", \"\" + d + "\");";
        cadena=javaToRTE(cadena);
        learnerPreferenceSpeed=rteGetLearnerPreferenceSpeed();
        return learnerPreferenceSpeed;
    }

    public String rteSetLearnerPreferenceCaptioning (String captioning) {
        int entero = Integer.parseInt(captioning);
        String cadena = "doLMSSetValue(\"cmi.student_preference.text\", \"\" + captioning + "\");";
        cadena=javaToRTE(cadena);
        learnerPreferenceCaptioning=rteGetLearnerPreferenceCaptioning();
        return learnerPreferenceCaptioning;
    }

    public String rteSetObjectivesId (String id, int numobj) {
        String cadena = "doLMSSetValue(\"cmi.objectives.\" + numobj + \".id\", \"\" + id + "\");";
        cadena=javaToRTE(cadena);
        objectivesId[numobj]=rteGetObjectivesId(numobj);
        return objectivesId[numobj];
    }

    public double rteSetObjectivesScoreRaw (double raw, int numobj) {
        String cadena=Double.toString(raw);
        if (cadena.length() > 9) {
            cadena=cadena.substring(0,9);
        }
        cadena = "doLMSSetValue(\"cmi.objectives.\" + numobj + \".score.raw\", \"\" + cadena + "\");";
        cadena=javaToRTE(cadena);
        objectivesScoreRaw[numobj]=rteGetObjectivesScoreRaw(numobj);
        return objectivesScoreRaw[numobj];
    }

    public double rteSetObjectivesScoreMin (double min, int numobj) {
        String cadena=Double.toString(min);
        if (cadena.length() > 9) {
            cadena=cadena.substring(0,9);
        }
        cadena = "doLMSSetValue(\"cmi.objectives.\" + numobj + \".score.min\", \"\" + cadena + "\");";
        cadena=javaToRTE(cadena);
        objectivesScoreMin[numobj]=rteGetObjectivesScoreMin(numobj);
        return objectivesScoreMin[numobj];
    }

    public double rteSetObjectivesScoreMax (double max, int numobj) {
        String cadena=Double.toString(max);
        if (cadena.length() > 9) {
            cadena=cadena.substring(0,9);
        }
        cadena = "doLMSSetValue(\"cmi.objectives.\" + numobj + \".score.max\", \"\" + cadena + "\");";
        cadena=javaToRTE(cadena);
        objectivesScoreMax[numobj]=rteGetObjectivesScoreMax(numobj);
        return objectivesScoreMax[numobj];
    }
}
```



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Docencia y Profesorado
Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

```
public String rteSetObjectivesCompletionStatus (String completion, int numobj) {
    String cadena = "doLMSSetValue(\"cmi.objectives.\" + numobj + \".status\", \"\" + completion + "\")";
    cadena=javaToRTE(cadena);
    objectivesCompletionStatus[numobj]=rteGetObjectivesCompletionStatus(numobj);
    return objectivesCompletionStatus[numobj];
}

public int rteSetObjectivesNew (String id, String completion, String description, double raw, double min, double max) {
    int numobj=rteGetObjectivesCount();
    String cadena = rteSetObjectivesId (id, numobj);
    cadena = rteSetObjectivesCompletionStatus (completion, numobj);
    double numre = rteSetObjectivesScoreRaw (raw, numobj);
    numre = rteSetObjectivesScoreMin (min, numobj);
    numre = rteSetObjectivesScoreMax (max, numobj);
    return numobj;
}

//***** End Methods writing from Java to LMS(Session Variables)*****
//*****Class Methods*****
private void init () {
    this.learnerName=rteGetLearnerName();
    this.learnerId=rteGetLearnerId();
    this.entry=rteGetEntry();
    this.maxTimeAllowed=rteGetMaxTimeAllowed();
}

//*****End Class Methods*****
//*****Constructors*****
public ScormRTE12() {
    //Default constructor disabled
}

public ScormRTE12 (Applet app) {
    ap=app;
    jso = JSObject.getWindow(ap);
    init();
}

public ScormRTE12 (Applet app, int aux) {
    ap=app;
    jso = JSObject.getWindow(ap);
    initiated=rteInitialize();
    if (initiated=="true") {
        init();
    }
}

//*****End Constructors*****
}
```



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Docencia y Profesorado

Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

Anexo7: Tabla resumen comparativa de los métodos del paquete scormRTE.



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Vicerrectorado de Docencia y Profesorado
Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

scormRTE Packet		SCORM ver.		Dot Notation Binding	Comment
Name	Type	1.2	2004		
commentsLearner	String	RW	-	cmi.comments	Contains text from the learner.
commentsLearner	String[]	-	RW	cmi.comments_from_learner.n.coments	Array containing learner comments that are being stored by the LMS for the SCO.
commentsLearnerChildren	String	-	R	cmi.comments_from_learner.children	Indicates comments_from_learner elements supported by the LMS: comment, location, timestamp.
commentsLearnerCount	int	-	R	cmi.comments_from_learner.count	Indicates current number of learner comments that are being stored by the LMS for the SCO.
commentsLearnerLoc	String[]	-	RW	cmi.comments_from_learner.n.location	Indicates the point in the SCO to which the comment applies. If no value is specified for location, then the comment is applicable to the entire SCO.
commentsLMSTs	String[]	-	RW	cmi.comments_from_learner.n.timestamp	Indicates the point in time at which the comment was created or most recently changed. Format: YYYY[-MM[-DD[Thh[:mm[:ss[:s[TSD]]]]]]]]
commentsLMS	String	R		cmi.comments_from_lms	Contains text from the LMS.
commentsLMS	String[]	-	RW	cmi.comments_from_lms.n.coments	Array containing LMS comments that are being stored by the LMS.
commentsLMSChildren	String	-	R	cmi.comments_from_lms.children	Indicates comments_from_lms elements supported by the LMS: comment, location, timestamp.
commentsLMSCount	int	-	R	cmi.comments_from_lms.count	Indicates current number of LMS comments that are being stored by the LMS.
commentsLMSLoc	String[]	-	RW	cmi.comments_from_lms.n.location	Indicates the point in the SCO to which the comment applies. If no value is specified for location, then the comment is applicable to the entire SCO.
commentsLMSTs	String[]	-	RW	cmi.comments_from_lms.n.timestamp	Indicates the point in time at which the comment was created or most recently changed. Format: YYYY[-MM[-DD[Thh[:mm[:ss[:s[TSD]]]]]]]]
completionStatus	String	RW	RW	cmi.core.lesson_status	Indicates whether the learner has completed the SCO. Restricted values: passed, completed, failed, incomplete, browsed, not attempted.
				cmi.completion_status	Indicates whether the learner has completed the SCO. Restricted values: completed, incomplete, not attempted, unknown.
completionThreshold	double	R	R	cmi.student_data.mastery_score	Identifies a value against which the measure of the progress the learner has made toward completing the SCO can be compared to determine whether the SCO should be considered passed or mastered. <adlcp:masteryscore> (normalized value: 0-100) in manifest.xml file
				cmi.completion_threshold	Identifies a value against which the measure of the progress the learner has made toward completing the SCO can be compared to determine whether the SCO should be considered mastered. <adlcp:completionThreshold> minProgressMeasure attribute (normalized value: 0.0000-1.0000) if the completedByMeasure attribute is "true" in manifest.xml file
coreChildren	String	R	-	cmi.core.children	Indicates core elements supported by the LMS: student_id, student_name, lesson_location, credit, lesson_status, entry, score, total_time, lesson_mode, exit, session_time.
credit	String	R	R	cmi.core.credit	Indicates whether or not the student is taking the SCO for credit: credit, no-credit.
				cmi.credit	
dataChildren	String	R	R	cmi.student_data.children	Indicates student data elements supported by the LMS: mastery_score, max_time_allowed, time_limit_action
				adl.data.children	Indicates data elements supported by the LMS: id, store.
dataCount	int	-	R	adl.data.count	Indicates the current number of data stores being managed by the LMS.
dataId	String[]	-	R	adl.data.n.id	URI (URN recommended) label for a data store. <adlcp:map> adlcp:targetID attribute in manifest.xml file
dataStore	String[]	-	RW	adl.data.n.store	Data that can be shared with other SCOs.
entry	String	R	R	cmi.core.entry	Contains information that asserts whether the learner has previously accessed the SCO: ab-initio, resume, "".



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Vicerrectorado de Docencia y Profesorado
Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

				cmi.entry	
exit	String	W	W	cmi.core.exit	Indicates how or why the learner left the SCO: time-out, suspend, logout, "".
				cmi.exit	Indicates how or why the learner left the SCO: time-out, suspend, logout normal, "".
interactionsChildren	String	R	R	cmi.interactions._children	Indicates interactions elements supported by the LMS: id, objectives, time, type, correct_responses, weighting, student_response, result, latency. Indicates interactions elements supported by the LMS: id, objectives, timestamp, type, correct_responses, weighting, learner_response, result, latency, description.
interactionsCorrectRespCount	int[]	R	R	cmi.interactions.n.correct_responses._count	Indicates the current number of correct responses being stored by the LMS for the given interaction.
interactionsCorrectRespPattern	String[][]	W	RW	cmi.interactions.n.correct_responses.n.pattern	Defines one correct response pattern for the interaction. The format of the pattern value depends on the type of the interaction.
interactionsCount	int	R	R	cmi.interactions._count	Indicates the current number of interactions being stored by the LMS.
interactionsDescription	String[]	-	RW	cmi.interactions.n.description	Brief informative description of the interaction.
interactionsId	String[]	W	RW	cmi.interactions.n.id	Unique identifier for an interaction. URI (URN recommended) label for an interaction.
interactionsLatency	String[]	W	RW	cmi.interactions.n.latency	Time elapsed between the time the interaction was made available to the learner for response and the time of the first response. format: "HHHH:MM:SS.SS" 5<Hours_digits<1 for SCORM1.2 and P[yY][mM][dD][T[hH][nN][s[s]S]] for SCORM2004.
interactionsObjectivesCount	int[]	R	R	cmi.interactions.n.objectives._count	Indicates the current number of objectives being stored by the LMS for the given interaction.
interactionsObjectivesId	String[][]	W	RW	cmi.interactions.n.objectives.n.id	Identifier for an objective that the interaction is for.
				cmi.interactions.n.objectives.m.id	URI (URN recommended) label for objectives associated with the interaction.
interactionsResponse	String[]	W	RW	cmi.interactions.n.student_response cmi.interactions.n.learner_response	Data generated when a learner responds to an interaction. The data format of response depends on the type of the interaction.
interactionsResult	String[]	W	RW	cmi.interactions.n.result	A judgement of the correctness of the learner response: correct, wrong, unanticipated, neutral, X.X (real number).
interactionsTs	String[]	W	RW	cmi.interactions.n.time cmi.interactions.n.timestamp	Identification of when the student interaction was completed. Format: HH:MM:SS.S Indicates the point in time at which interaction was first made available to the learner for learner interaction and response. Format: YYYY[-MM[-DD[Thh[:mm[:ss[:s[TSD]]]]]]]
interactionsType	String[]	W	RW	cmi.interactions.n.type	Indicates which type of interaction is recorded in an instance of an interaction: true-false, choice, fill-in, matching, performance, sequencing, likert, numeric. Indicates which type of interaction is recorded in an instance of an interaction: true-false, choice, fill-in, long-fill-in, matching, performance, sequencing, numeric, likert, numeric, other.
interactionsWeight	double[]	W	- RW	cmi.interactions.n.weighting	Indicates the weight given to the interaction that may be used by the SCO to compute a value for a score.
launchData	String	R	R	cmi.launch_data	Provides data specific to a SCO that the SCO can use for initialization. <adlcp:datafromlms> in manifest.xml file Provides data specific to a SCO that the SCO can use for initialization. <adlcp:dataFromLms> in manifest.xml file
learnerId	String	R	R	cmi.core.student_id cmi.learner_id	Identifies the learner on behalf of whom the SCO instance was launched
learnerName	String	R	R	cmi.core.student_name cmi.learner_name	Represents the name of the learner in the LMS
learnerPreferenceAudio	double	RW	RW	cmi.student_preference.audio cmi.learner_preference.audio_level	Indicates whether the audio is turned off, or on and the volume control: -1(off), 0 (no change) 1-100 (volume level). Multiplier value that specifies an intended change in perceived audio level relative to an implementation-specific reference level



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Vicerrectorado de Docencia y Profesorado
Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

					with 1 (default value) meaning “no change”. (0.5 → 10dB attenuation, 2 → 10dB amplification).
learnerPreferenceCaptioning	String	RW	RW	cmi.student_preference.text	Identifies whether the audio text appears in the SCO: -1 (text is off, not shown), 0 (no change), 1 (text is on screen, it's shown)
				cmi.learner_preference.audio_captioning	Specifies whether captioning text corresponding to audio is displayed: -1 (off), 0 (no change), 1 (on).
learnerPreferenceChildren	String	R	R	cmi.student_preference._children	Indicates student preference elements supported by the LMS: audio, language, speed, text.
				cmi.learner_preference._children	Indicates learner preference elements supported by the LMS: audio_level, language, delivery_speed, audio_captioning.
learnerPreferenceLanguage	String	RW	RW	cmi.student_preference.language	Indicates learner's preferred language for SCOs with multilingual capability
				cmi.learner_preference.language	
learnerPreferenceSpeed	double	RW	RW	cmi.student_preference.speed	Indicates the pace of the content delivery: -100 (slowest), 0 (no change), 100 (maximum pace available in the system).
				cmi.learner_preference.delivery_speed	Indicates learner's preferred relative speed of content delivery expressed as a change in speed relative to an implementation-specific reference speed: 1 (default value), 0.5 (one half the reference speed), 2 (twice as fast as reference speed)
location	String	RW	RW	cmi.core.lesson_location	Represents a location in the SCO.
				cmi.location	Represents a location in the SCO.
maxTimeAllowed	String	R	R	cmi.student_data.max_time_allowed	Indicates the amount of accumulated time the learner is allowed to use a SCO in the learner attempt. Format: "HHHH:MM:SS.SS" 5<Hours_digits<1 for SCORM1.2 in adlcp:maxtimeallowed and P[yY][mM][dD][T[hH][nN][s[sS]] for SCORM2004 in <imsss:limitConditions> imsss:attemptAbsoluteDurationLimit attribute.
				cmi.max_time_allowed	
mode	String	R	R	cmi.core.lesson_mode	Identifies the modes in which the SCO may be presented to the learner: browse, normal or review.
				cmi.mode	
navRequest	String	-	RW	adl.nav.request	Indicates a desired navigation request to be processes immediately following the SCO successfully invoking Terminate(). Supported values: continue, previous, choice {target}, jump {target}, exit, exitAll, abandon, suspendAll, abandonAll, _none_
navReqValidContinue	String	-	R	adl.nav.request_valid.continue	These data model elements are used by a SCO to request if a Continue, Previous, Choice or Jump navigation request, processed on the current known state of the activity tree, would result in an activity identified for delivery. Supported values: true, false, unknown
navReqValidPrevious	String	-	R	adl.nav.request_valid.previous	
navReqValidChoice	String	-	R	adl.nav.request_valid.choice	
navReqValidJump	String	-	R	adl.nav.request_valid.jump	
objectivesChildren	String	R	R	cmi.objectives._children	Indicates objectives elements supported by the LMS: id, score, status.
					Indicates objectives elements supported by the LMS: id, score, success_status, completion_status, progress_measure, description.
objectivesCompletionStatus	String[]	RW	RW	cmi.objectives.n.status	Indicates whether the learner has completed the objective: passed, completed, failed, incomplete, browsed or not attempted.
				cmi.objectives.n.completion_status	Indicates whether the learner has completed the objective: completed, incomplete, not attempted, unknown.
objectivesCount	int	R	R	cmi.objectives._count	Indicates the current number of objectives being stored by the LMS.
objectivesDescription	String[]	-	RW	cmi.objectives.n.description	Brief informative description of the objective.
objectivesId	String[]	RW	RW	cmi.objectives.n.id	Identifier for an objective. URI (URN recommended) label in SCORM2004.
objectivesProgressMeasure	double[]	-	RW	cmi.objectives.n.progress_measure	Number that indicates a measure of the progress the learner has made toward completing the associated objective.
objectivesScoreChildren	String[]	R	R	cmi.objectives.n.score._children	Indicates objectives score elements supported by the LMS: raw, min, max.
					Indicates objectives score elements supported by the LMS: scaled, raw, min, max.
objectivesScoreMax	double[]	RW	RW	cmi.objectives.n.score.max	Maximum score that the learner could have achieved on the objective in the range for raw score. Normalized value: 0-100
					Maximum score that the learner could have achieved on the objective in the range for raw score.
objectivesScoreMin	double[]	RW	RW	cmi.objectives.n.score.min	Minimum score that the learner could have achieved on the objective in the range for raw score. Normalized value: 0-100
					Minimum score that the learner could have achieved on the objective in the range for raw score.



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Vicerrectorado de Docencia y Profesorado
Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

objectivesScoreRaw	double[]	RW	RW	cmi.objectives.n.score.min	Number that reflects the performance of the learner for the objective, relative to the range bounded by the values of min-max.
objectivesScoreScaled	double[]	-	RW	cmi.objectives.n.score.scaled	Number that reflects the performance of the learner for the objective, relative to the range bounded by -1 to 1 inclusive.
objectivesSuccessStatus	String[]	-	RW	cmi.objectives.n.success_status	Indicates whether the learner has mastered the objective: passed, failed, unknown.
progressMeasure	double	-	RW	cmi.progress_measure	Identifies a measure of the progress the learner has made toward completing the SCO.
scaledPassingScore	double	-	R	cmi.scaled_passing_score	Identifies the scaled passing score required for master the SCO. In manifest.xml file, if imsss:satisfiedByMeasure attribute associate with <imsss:primaryObjective> is true then: <imsss:minNormalizedMeasure> if defined, else 1.0.
scoreChildren	String[]	R	R	cmi.core.score._children	Indicates score elements supported by the LMS: raw, min, max.
				cmi.score._children	Indicates score elements supported by the LMS: scaled, min, max, raw.
scoreMax	double	RW	RW	cmi.core.score.max	Maximum score that the learner could have achieved in the range for raw score. Normalized value: 0-100
				cmi.score.max	Maximum score that the learner could have achieved in the range for raw score.
scoreMin	double	RW	RW	cmi.core.score.min	Minimum score that the learner could have achieved in the range for raw score. Normalized value: 0-100
				cmi.score.min	Minimum score that the learner could have achieved in the range for raw score.
scoreRaw	double	RW	RW	cmi.core.score.raw	Number that reflects the performance of the learner, relative to the range bounded by the values of min-max.
				cmi.score.raw	Number that reflects the performance of the learner, relative to the range bounded by the values of min-max.
scoreScaled	double	-	RW	cmi.score.scaled	Number that reflects the performance of the learner, relative to the range bounded by -1 to 1 inclusive.
sessionTime	String	W	W	cmi.core.session_time	Identifies the amount of time that the learner has spent in the current learner session for the SCO.
				cmi.session_time	Format: "HHHH:MM:SS.SS" 5<Hours_digits<1 for SCORM1.2 and P[yY][mM][dD][T[hH][nN][s.sS]] for SCORM2004.
suspendData	String	RW	RW	cmi.suspend_data	Provides information that may be created by a SCO as a result of a learner accessing or interacting with the SCO.
successStatus	String	-	RW	cmi.success_status	Indicates whether the learner has mastered the SCO: passed, failed, unknown.
timeLimitAction	String	R	R	cmi.student_data.time_limit_action	Indicates what the SCO should do when the maximum time allowed is exceeded:
				cmi.time_limit_action	"exit,message", "continue,message", "exit,no message", continue,no message" (default). Defined from <adlcp:timelimitaction> (SCORM1.2) or <adlcp:TimeLimitAction> (SCORM2004) in manifest.xml file.
totalTime	String	R	R	cmi.core.total_time	Identifies the sum of all of the learner's learner session times accumulated in the current learner attempt prior to the current.
				cmi.total_time	Format: "HHHH:MM:SS.SS" 5<Hours_digits<1 for SCORM1.2 and P[yY][mM][dD][T[hH][nN][s.sS]] for SCORM2004.
version	String	-	R	cmi._version	Represent the version of the data model



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Docencia y Profesorado
Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

Anexo8: Capturas de pantalla del módulo SCORM SMC2013.

Página 1 (SCO1)

[Ocultar árbol](#) [Comenzar](#) [Salir de todo](#) [Suspender todo](#) [Reiniciar](#) [Continuar >](#)

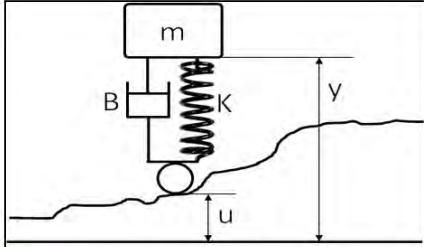
SMC2013

Teoría (SCO 1)
Use la navegación del LMS o la TOC para seleccionar un SCO diferente al presente.

 **SCORM -EJS**

Modelo de masa simple para simular el Sistema de suspensión de la rueda de un coche

La siguiente figura muestra una representación del sistema de suspensión de un coche simplificado. K es la constante del muelle (de longitud en reposo L_0) modela la elasticidad del neumático y del muelle de la suspensión. La constante de amortiguamiento B modela el amortiguador. Las masas de la rueda, del neumático y del eje son despreciadas; la masa m representa una cuarta parte de la masa del coche ($1400 \text{ Kg} / 4 = 350 \text{ Kg}$). La variable y representa la altura que presenta el asfalto respecto a una posición inicial tomada como sistema de referencia de todo el sistema y la variable u representa la altura que toma el vehículo respecto al mismo sistema.



Lo que se pretende con un sistema de amortiguación es que diferencia $y-u$ evolucione para evitar movimientos verticales bruscos en la masa.

Para ello se debe obtener la ecuación del sistema aunque antes se debe entender el funcionamiento del amortiguador, el cual trata de eliminar las diferencias de velocidad que se producen en la masa (el vehículo) cuando el asfalto deja de ser plano y ofrece discontinuidades (subidas, bajadas, piedras, huecos, etc...). La fuerza que ejerce el amortiguador tiene una magnitud de valor $B \cdot (dy-du)$ y actúa en la dirección en la que reduce la diferencia de velocidad en sentido vertical.

La ecuación que gobierna el sistema es la siguiente:

$$m\ddot{y} = -mg - K(y - u - L_0) - B(\dot{y} - \dot{u})$$

Superación de esta parte

Para superar esta parte de teoría, debes estar al menos 5 minutos en esta página (300 segundos), además conseguirás los **5 puntos** correspondientes a la parte teórica. Aprovecha el tiempo para leer los párrafos anteriores y comprender cual es el principio básico del sistema de suspensión que se va a trabajar en la página siguiente del módulo donde hay un laboratorio virtual basado en la simulación de un sistema de suspensión en el que podrás ver su funcionamiento y deberás realizar una serie de prácticas. Puedes comprobar el tiempo que llevas en esta página pulsando sobre el siguiente botón:

[Comprobar Evaluación y Ver el tiempo pasado](#)

Mostrar Debugger Plegar todas.

Fecha y hora de entrada a SCO1: 2013-07-24T12:40:10



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Vicerrectorado de Docencia y Profesorado
Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

Página 2 (SCO2)

[Ocultar árbol](#) [Comenzar sesión](#) [Salir de todo](#) [Suspender todo](#) [< Anterior](#) [Continuar >](#)

SCORM -EJS

Fecha y hora de entrada a Laboratorio Virtual (SCO2): 2013-07-24T12:41:24

INTRODUCCIÓN A LAS PRÁCTICAS

El objetivo de un sistema de suspensión es el que ofrezca el mejor confort a los pasajeros y la carga del mismo. En el caso que nos ocupa se trata de un vehículo de 1400Kg. Para simplificar los ejercicios, se harán estudios de las respuestas del desplazamiento vertical en una de las ruedas de forma aislada.

PRÁCTICA 1: Diferentes escenarios (9 puntos)

Se pide analizar la respuesta en función de los diferentes terrenos. Para ello se debe ejecutar la simulación, abrir la ventana de gráficos y cambiar entre los diferentes escenarios programados:

• Terreno de perfil llano		• Terreno de perfil senoidal		• Pendiente de subida	
• Pendiente de bajada		• Terreno bacheado		• Hueco	
• Bache		• Subida a la acera		• Bajada de la acera	

En cada uno de los escenarios se debe observar como se ve afectada la posición vertical del chasis del vehículo (variable "y" en ventana de gráficos). Se debe comparar la evolución de la carretera (variable "Road" en ventana de gráficos) con la anteriormente mencionada ("y"). En el caso de que el sistema de suspensión esté funcionando correctamente (las constantes B y K estén bien elegidas) se debe observar como presenta una evolución menos "abrupta" ya que el sistema de suspensión "suaviza" todas las imperfecciones y cambios del terreno.

PRÁCTICA 2: Configuración del Sistema de Suspensión (5 puntos)

Después de analizar la respuesta en función de los diferentes terrenos en la práctica 1, se debe ejecutar la simulación, abrir la ventana de gráficos y elegir unos valores de las constantes B y K que permitan que la respuesta a un bache en la variable "y" sea XXXXX

RTE Version 1.0 Name: defonso Ruano Ruano 1450 Start time: 2013-07-24T12:41:34

Comments: 0 [Show](#) [Write here your comment](#) [→](#)

2013-07-24T12:41:37 | ab-initio | normal | completed | passed | Score: 03.0 / 14 [Check](#) [Finish](#)

Scene: 5 Slope(%): 0.5 w(0): 0 A(0.040) ti(0.150)

dt(0.050) V(Km/h) 14.4 K(+10000.000) B(+2000.000) ☒ Graph

Superación de esta parte

Las prácticas tienen un valor total de 14 puntos.
Para completar el laboratorio necesitas obtener al menos 10 puntos.
Para superar el laboratorio necesitas obtener al menos 12 puntos.

Para comprobar tu estado y guardar los resultados obtenidos en el LMS pulsa el botón "Check"
Una vez hayas acabado de trabajar deber pulsar el botón "Finish" para finalizar la comunicación con el LMS

[Mostrar Debugger](#) [Pegar todas.](#)



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Vicerrectorado de Docencia y Profesorado
Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

Página 3 (SCO3)

Quitar label

Eliminar

Salir de todo

Eliminar todo

Anterior

Continuar

Inicio

Evaluar (SCO 3)
Use la navegación del LMS o la TOC para seleccionar un SCO diferente al presente

**SCORM -EJS**

Fecha y hora de entrada a Evaluar (SCO3): 2013-07-24T12:57:42

TEST DE EVALUACIÓN DE LAS PRÁCTICAS

MUY IMPORTANTE. LEER ANTES DE EMPEZAR A CONTESTAR

- 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 5 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 15 puntos (máximo 20).
- Solo 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

Pregunta 1

PREGUNTA 1: Constante del muelle de sistema de segundo orden sub-amortiguado (OK:5 puntos - Mal:-1 punto)

Calcular el valor mínimo que ha de tener la constante de muelle para que la gráfica que representa la amortiguación se comporte como un sistema de segundo orden sub-amortiguado con sentido ante un asfalto lano.

☐ 17 000 N/m-1

☐ 17 150 N/m-1

☐ 17 300 N/m-1

☐ 17 450 N/m-1

Resultado Pregunta 1

Pregunta 2

PREGUNTA 2: Comportamiento del sistema ante Subida y Bajada de acera (OK:5 puntos - Mal:-1 punto)

Señala cual es el comportamiento del sistema de amortiguación ante una subida y bajada de acera de 2 cm de amplitud

☐ Sistema críticamente estable

☐ Sistema sub-amortiguado

☐ Sistema sobre-amortiguado

☐ Sistema críticamente amortiguado

Resultado Pregunta 2

Pregunta 3

PREGUNTA 3: Comportamiento del sistema ante piedra (OK:5 puntos - Mal:-1 punto)

Señala cual es el comportamiento del sistema de amortiguación ante una piedra de 3 cm de altura

☐ Sistema críticamente estable

☐ Sistema sub-amortiguado

☐ Sistema sobre-amortiguado

☐ Sistema críticamente amortiguado

Resultado Pregunta 3

Pregunta 4

PREGUNTA 4: Comportamiento del sistema ante pendiente (OK:5 puntos - Mal:-1 punto)

Señala cual es el comportamiento del sistema de amortiguación ante una pendiente del 20%

☐ Sistema críticamente estable

☐ Sistema sub-amortiguado

☐ Sistema sobre-amortiguado

☐ Sistema críticamente amortiguado

Resultado Pregunta 4

Pregunta 5

PREGUNTA 5: "Sufrimiento" del sistema (OK:5 puntos - Mal:-1 punto)

Señala cual es la situación ante la cual el sistema de amortiguación "sufrir" más

☐ Ante una acera

☐ Ante un bache

☐ Ante una pendiente

☐ Ante un bache

Resultado Pregunta 5

Comprobar y Enviar Puntuación Final

PUNTUACIÓN FINAL

Resultado Test Final

Mostrar Debugger

Mostrar

Indice



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Vicerrectorado de Docencia y Profesorado
Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

Anexo9: Capturas de pantalla del módulo SCORM UJACC.

Página 1 (SCO1)

Introducción al WebLab (Página1)

Introducción al WebLab (Página1)



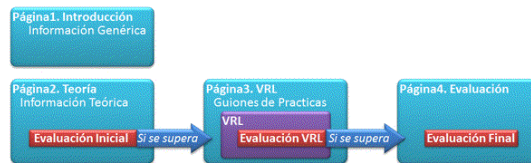
MODELADO DE SISTEMAS DINÁMICOS: MOTOR CC



UNIVERSIDAD:	UNIVERSIDAD DE JAÉN
TITULACIONES:	GRADOS EN INGENIERÍA INDUSTRIAL, MECÁNICA, ELECTRICA Y ELECTRÓNICA
ASIGNATURA:	AUTOMÁTICA INDUSTRIAL (NIVEL BASICO)
PLANIFICACIÓN:	2º CURSO // 2º CUATRIMESTRE
CONTEXTO DEL EJERCICIO:	BLOQUE III. MÉTODOS DE CONTROL TEMA 6. MODELADO DE SISTEMAS
OBJETIVOS Y COMPETENCIAS:	• GLOBALES: ◦ Conocer y Aprender a modelar y simular sistemas. ◦ Conocimiento básico de control automático y su aplicación a la automatización industrial. • ESPECÍFICOS: ◦ Estudio del comportamiento dinámico de un Motor CC (Corriente Continua). ◦ Identificación de los parámetros que definen el modelo dinámico del sistema (motor CC).
TEORÍA:	Enlace a la carpeta de teoría: BLOQUE II. METODOS DE CONTROL

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 modelado de los sistemas dinámicos, especialmente sobre el modelado 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.
- **Página3.VRL:** (Para acceder a esta 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 esta 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.Teoría



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Vicerrectorado de Docencia y Profesorado
Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

Página 2 (SCO2)

Teoría del Weblab (Página2)



MODELADO DE SISTEMAS DINÁMICOS: MOTOR CC

Teoría del Weblab (Página2)



Introducción

El **objetivo** de este ejercicio es **iniciar al estudiante en el modelado de sistemas dinámicos** en general, y, en particular, al modelado de un motor electro-mecánico. Con este propósito se presenta el **modelado de un motor de corriente continua (Motor CC)** como el mostrado en la **figura 1**.

En el Laboratorio de Control Automático de la Universidad de Jaén hay varias unidades mecánicas del fabricante Feedback Instrument Limited que incluyen un motor CC. Entre los elementos electromecánicos que incluyen estas unidades se puede encontrar un motor CC, un tacómetro analógico, potenciómetros de entrada y salida analógicos, codificadores absolutos e incrementales y un freno magnético.

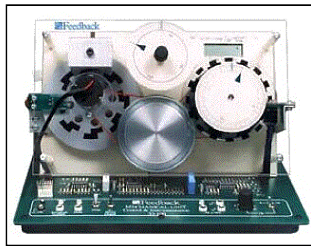


Figura 1. Motor CC.

Los estudiantes usarán una aplicación EJS (*Easy Java Simulations*) que está en la página siguiente (Página3), para utilizar un modelo virtual de motor CC que les permitirá identificar su modelo dinámico. Antes de identificar el modelo se deben calcular las ecuaciones que definen su dinámica. Esta dinámica es un sistema lineal de segundo orden (de primer orden si se desprecia la inductancia, L).

A continuación se muestran las ecuaciones que gobiernan el comportamiento de un motor CC. Más adelante se obtendrá el modelo simplificado de primer orden.

Modelo Dinámico

El siguiente esquema representa el modelo dinámico de un motor CC.

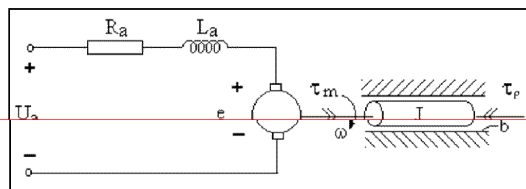


Figura 2. Modelo dinámico de un motor CC.

Se supone que la entrada del sistema es la fuente de voltaje (U_a) que se aplica al motor, mientras que la salida es la velocidad angular del eje, ω . Se supone que el rotor y el eje son fijos, además se supone que se trata de un modelo de fricción viscosa en el que la torsión de fricción es proporcional a la velocidad angular del eje.

Las **variables del modelo** son:

- $U_a(t)$: Tensión aplicada (voltaje o tensión de entrada, Voltios, V).
- $i(t)$: Intensidad que circula por el devanado del motor (Amperios, Amp).
- $e(t)$: Fuerza electromotriz generada (f.e.m. generada, Voltis, V).
- $\omega(t)$: Velocidad angular del eje (radianes por segundo, rad/s).
- $\tau_m(t)$: Par (Torsión) proporcionado por el motor (Newton metro, N.m).
- $\tau_p(t)$: Par (Torsión) proporcionado a la carga (Newton metro, N.m).

Los **parámetros físicos del modelo** son:

- R_a : Resistencia eléctrica interna del devanado del motor (Ohmios, Ω).
- L_a : Inductancia eléctrica interna del devanado del motor (Henrios, H).
- J : Momento de inercia del rotor (Kg.m^2).
- b : Constante de fricción visca del motor (N.m.s).
- K_v : Constante de f.e.m. (V/rad/s).
- K_p : Constante de torsión del motor (N.m/Amp).



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Vicerrectorado de Docencia y Profesorado
Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

Página 3 (SCO3)

Laboratorio Virtual (Página3)



MODELADO DE SISTEMAS DINÁMICOS: MOTOR CC

Laboratorio Virtual (Página3)



Introducción a las Prácticas

El objetivo de este ejercicio es simular el comportamiento de un motor de corriente continua (CC) como el mostrado en la *Figura 1* (de la marca Feedback) e identificar algunos de los parámetros que caracterizan su comportamiento.

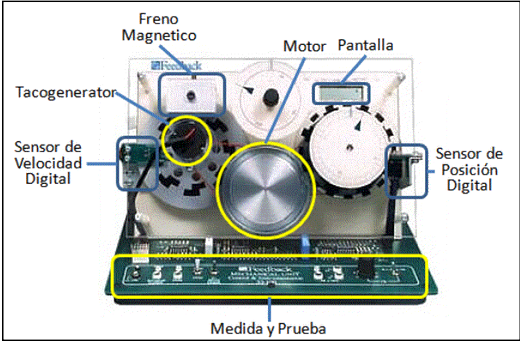


Figura 1. Motor de corriente continua (CC).

Practica 1: Pruebas del simulador del Motor CC.

Con el fin de ganar confianza y aprender el funcionamiento de este simulador de Motor CC se debe trabajar y dominar la interfaz que se ofrece mediante la realización de una serie de pruebas que se describen a continuación.

Antes de ello, 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 inmóvil sobre cada uno de los elementos durante un tiempo (aproximadamente un segundo).

El objetivo de esta primera práctica es que adquieras familiaridad con el simulador y conozcas su manejo. Para ello debes aprender a:

- Controlar la ejecución del simulador. Botones ejecutar/pausar/paso a paso/reiniciar.
- Intenta introducir un nuevo valor en la señal de entrada del sistema (U_a) y cambiarlo. Observa los efectos que causa en la salida del sistema ($\omega(t)$) en los siguientes casos:
 - Entrada U_a constante
 - Entrada U_a periódica senoidal (Cambia la amplitud y el periodo y comprueba los efectos en el panel gráfico "Evolución de variables").
 - Entrada U_a periódica de pulso cuadrado (Cambia la amplitud y el periodo y comprueba los efectos en el panel gráfico "Evolución de variables").

**El número máximo de intentos para la práctica 2 es 3. Si se alcanza este valor sin haber respondido correctamente los valores de T y K deberás empezar a trabajar de nuevo con la Práctica 1 y todo el trabajo realizado hasta ese momento no será tenido en cuenta.*

Simulador del Motor CC.



Como superar este Laboratorio Virtual

La puntuación máxima que se puede alcanzar con estas prácticas es 20 puntos.
Debes alcanzar al menos 10 puntos para completar y superar el Laboratorio Virtual.
Una vez hayas completado las prácticas en el laboratorio debes presionar el botón "Enviar" que aparecerá en la aplicación EJS para almacenar tu puntuación en el LMS.



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Docencia y Profesorado
Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

Página 4 (SCO4)

Evaluación (Página4)

Evaluación (Página4)

MODELADO DE SISTEMAS DINÁMICOS: MOTOR CC

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.
- 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 la Página1-Introducción y deberás volver a empezar todo el WebLab.

Pregunta 1

PREGUNTA 1: Salida a entrada escalón.
(Bien:4 puntos - Error:-1 puntos)

Se tiene un sistema de primer orden al que se le aplica una entrada en el dominio temporal como la mostrada en la siguiente figura:

Indica cual de las siguientes gráficas muestra la forma que debe mostrar la salida del sistema también en el dominio temporal:

Señala cuál es el procedimiento correcto para obtener la ganancia estática del sistema, K , a partir de la gráfica temporal de la salida del sistema (la velocidad angular del motor, $\omega(t)$).

☒ K es el valor en régimen permanente de $\omega(t)$

☐ K es el valor en régimen permanente de $\omega(t)$ multiplicado por 0.632.

☐ K es el valor de la coordenada t cuando $\omega(t)$ es igual al valor en régimen permanente de $\omega(t)$ multiplicado por 0.632.

☐ K es el valor de la coordenada t menos t_0 , cuando $\omega(t)$ es igual al valor en régimen permanente de $\omega(t)$ multiplicado por 0.632.

Enviar

Reiniciar

Resultado de pregunta 7

¡Estupendo!, sigue así ==> Puntos obtenidos en esta pregunta:4 == Total de Puntos en el test 4

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. 2014-07-29T17:39:07



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Docencia y Profesorado
Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

Anexo10: Resultados de uso de la práctica UJACC (Fichero WebLab1.xls).

#	Apellidos, Nombre	IIUAS	Grupo	Test			WebLab										
				Accesos	Tpo	Ptos	Intentos	Tiempos				Puntos				Ptos	Estado
								sco1	sco2	sco3	Total	sco1	sco2	sco3	Total		
1	Ayora García, Manuel	mag00031	0														
2	Cabrera Cobo, Ramón	rc00023	0														
3	Casado Sánchez, Ramón	rcs00017	0														
4	Ertürk, Serkan	se000008	0														
5	Fuente Ruiz, Miguel De La	mfuente	0														
6	Garrido Martínez, Jaime	jgm00067	0														
7	González Rodríguez, Tomás	tgr00004	0														
8	Guevara González, Raúl	rgg00023	0														
9	Márquez Márquez, Francisco Javier	fjmm00042	0														
10	Ojeda Hinojosa, Gonzalo	goh00001	0														
11	Peinado Ibáñez, Vicente Carlos	vcpi0001	0														
12	Peña Consuegra, Francisco David	fdpc0001	0														
13	Peragón De La Torre, Vicente	vpt00002	0														
14	Quesada Carvajal, María Del Mar	mmqc0001	0														
15	Roldán Rodríguez, Alicia	arr00050	0														
16	Soldner, Peter	ps000010	0														
17	Trujillo Real, Vicente	vtr00002	0														
18	Wetzel, Marco Andreas	mwo00012	0														
19	Álvarez Díaz, Ángel	aad00010	1	1	6	4,2	9	10	79	11	100	23	12	18	53	6,97	SUP
20	Anguita Romero, Martín	mar00016	1	2	22	8,5	7	17	3	11	31	28	12	24	64	8,42	SUP
21	Armijo Ortega, Vicente	vao00002	1	1	5	4,2											
22	Criado Melero, Catalina	ccm00061	1	4	3	7,1	9	34	55	10	99	28	10	28	66	8,68	SUP
23	De La Torre Rojas, Celia	ctr00007	1	2	13	8,5	3	17	34	11	62	23	12	23	58	7,63	SUP
24	Funes Barragán, Manuel Julián	mbf00005	1	7	16	2,8	16	13	77	4	94	18	12	14	44	5,79	SUP
25	Galán Cortés, Pedro Jesús	pgj00002	1	1	2	8,5	2	2	2	1	5	28	12	23	63	8,29	SUP
26	Ginés Alcaide, Antonio	aga00040	1	1	15	8,5	11	17	60	11	88	28	20	28	76	10,00	SUP
27	González Centeno, Ángel	agc00101	1	1	10	4,2	3	8	13	4	25	23	20	28	71	9,34	SUP
28	Gutiérrez De Ravé Carazo, José Francisco	jfgc0008	1	1	19	0	3	17	28	3	48	23	18	23	64	8,42	SUP
29	Lillo León, María Del Carmen	mlcl0011	1	1	2	1,4											
30	López Martín, Miguel Antonio	mlm00015	1	1	7	10	2	13	32	5	50	23	12	23	58	7,63	SUP
31	Martínez Calvente, Germán	gmc00016	1	3	16	2,8	6	14	135	11	160	23	12	18	53	6,97	SUP
32	Martínez Padilla, Patricia	mpm00023	1	2	6	7,1	8	15	98	3	116	23	12	14	49	6,45	SUP
33	Mata García, Elena	emg00043	1	1	7	1,4											
34	Rueda Ruiz, Rocio	rrr00026	1	2	21	4,2	4	8	11	35	54	28	20	16	64	8,42	SUP
35	Ruiz Moyano, Adrián	arm00109	1														
36	Torres Munuera, Emilio	etm00008	1	2	5	10	4	13	15	3	31	28	20	28	76	10,00	SUP
37	Unión Sánchez, Juan De Dios	jds00001	1	2	9	10	20	8	34	3	45	28	20	28	76	10,00	SUP
38	Borrego Robles, Álvaro	abr00014	2														
39	Carvajal Padilla, José Luis	jcp00004	2				9	19	23	1	43	23	20	23	66	8,68	SUP
40	Cruz Escabias, Alejandro	ace00012	2				8	8	72	30	110	24	12	13	49	6,45	No Sup
41	Fernández Liétor, Israel	ifl00006	2				4	18	35	13	66	28	10	18	56	7,37	SUP
42	Fernández Mata, Fernando	ffm00009	2				7	29	29	18	76	28	10	23	61	8,03	SUP
43	García Hidalgo, Ildelfonso Luis	ilh00001	2				4	31	38	25	94	18	12	23	53	6,97	SUP
44	García Juárez, Antonio José	ajj00003	2				5	15	23	15	53	24	12	15	51	6,71	SUP
45	García Reverte, José Carlos	jcr00002	2				6	58	99	46	203	28	10	18	56	7,37	SUP
46	Gómez Ventoso, Juan De Dios	jdv00005	2				3	13	25	10	48	28	12	23	63	8,29	SUP
47	González León, José María	jml00012	2				1	1	4	1	6	28	12	28	68	8,95	SUP
48	Guzmán Bayona, Rafael	rgb00006	2				12	15	68	9	92	23	12	18	53	6,97	SUP
49	Jiménez Cebrán, Sergio	sjc00001	2				22	9	76	7	92	23	12	14	49	6,45	SUP
50	Jurado Contreras, Sofía	sjc00006	2				10	38	177	32	247	23	12	23	58	7,63	SUP
51	Moriles Escobar, Antonio Jesús	ajme00002	2				12	17	64	27	108	18	18	23	59	7,76	SUP
52	Navarrete Rimón, Miguel Ángel	mrn00004	2				2	1	4	1	6	28	12	28	68	8,95	SUP
53	Pulido Rosales, Enrique	ep000011	2				5	45	13	12	70	24	12	28	64	8,42	SUP
54	Sánchez Anquela, Álvaro	asa00021	2				11	12	16	3	31	28	18	28	74	9,74	SUP
55	Torres Hernández, Rosa	rth00004	2				2	3	8	1	12	28	12	16	56	7,37	SUP
56	Torrijos Ortega, Sergio	sto00003	2				2	5	59	25	89	28	20	23	71	9,34	SUP
57	Villacañas Juan, Antonio Jesús	ajvj00002	2				3	30	29	32	91	23	12	23	58	7,63	SUP
58	Aguilera Martos, Mireya	maim00038	3														
59	Álvarez García, Adolfo	aag00043	3	2	18	10	1	2	1	1	4	28	18	28	74	9,74	SUP
60	Bolívar Martos, Francisco José	fjbm00006	3														
61	Checa González, Antonio José	ajcg00005	3	2	10	7,1	7	4	34	58	96	28	10	28	66	8,68	SUP
62	Cueva Jiménez, Gregorio	gcj00002	3														
63	Díaz Segura, Jesús	jds00004	3	1	5	2,8	3	9	8	4	21	23	10	19	52	6,84	SUP
64	Expósito García, David	dag00004	3	2	10	1,4	14	33	63	10	106	18	10	23	51	6,71	SUP
65	García Ruiz, Pedro Antonio	pag00003	3	1	22	2,8	8	18	109	9	136	18	12	14	44	5,79	SUP
66	Generoso Benedicto, Ismael	igb00007	3	1	14	5,7	11	15	55	6	76	23	20	23	66	8,68	SUP
67	López Arévalo, José David	jda00003	3	1	10	7,1	6	11	146	6	163	28	20	23	71	9,34	SUP
68	López González, Carlos	clg00010	3	4	7	5,7	3	5	5		10	28	0		28	3,68	No Sup
69	Martínez Hernández, Eduardo	emh00009	3	2	7	8,5	4	15	142	6	163	18	20	28	66	8,68	SUP
70	Martínez Toledano, Manuel	mtm00013	3	4	30	5,7	22	11	49		60	28	0		28	3,68	No Sup
71	Pérez Carrillo, Francisco Jesús	fjpc00007	3	1	13	7,1	3	13	121	3	137	23	20	23	66	8,68	SUP
72	Robles Gámez, Sergio	srg00026	3	3	27	8,5	2	21	48	9	78	28	12	23	63	8,29	SUP
73	Salazar Peña, Pablo	psp00004	3														
74	Valdivia Cano, Rafael Fernando	rvc00001	3														
75	Valdivia Carrascosa, Abraham	avc00024	3	1	11	10	1	2			2						
76	Vico Bolívar, Daniel	dvb00002	3	1	17	10	1	21	49	3	73	28	20	28	76	10,00	SUP
77	Alcalá Pozuelo, Licia María	lmap0001	4				19	20	55	13	88	28	20	28	76	10,00	SUP
78	Cañada Pereira, Pablo	pcp00018	4				3	14	40	9	63	28	20	23	71	9,34	SUP
79	Cazorla Martínez, Francisco	fcm00034	4				4	24	69		93	23	2		25	3,29	No Sup
80	Coca Martínez, Julián	jcm00044	4				9	17	52	30	99	23	12	23	58	7,63	SUP
81	Cortés Cortés, Juan Antonio	jacc00024	4				13	4	49	6	59	28	18	28	74	9,74	SUP
82	Cruz Moreno, Cristian	cm000055	4				4	14	1	9	24	18	10	23	51	6,71	SUP
83	Ferro Catalán, Alejandro	afc00022	4				1	1	7	4	12	23	12	23	58	7,63	SUP
84	Garrido Ruiz, José Carlos	jgr00004	4				1	1	2	1	4	28	12	28	68	8,95	SUP



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Vicerrectorado de Docencia y Profesorado
Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

85	Lama Guijarro, Luis	llg00015	4					5	43	42	12	97	28	10	23	61	8,03	SUP
86	López García, Oscar	olg00001	4					1	1	3	2	6	28	20	28	76	10,00	SUP
87	López Sánchez, Jonathan	ljs00007	4					2	61	31		92	18			18	2,37	No Sup
88	Morales López, Juan José	jiml00005	4					6	6	283		289	18	4		22	2,89	No Sup
89	Moreno García, Juan Francisco	jimg0006	4					11	34	41	13	88	28	10	23	61	8,03	SUP
90	Muñoz Castillo, Ana	amc00117	4					2	36	23	3	62	28	12	28	68	8,95	SUP
91	Muñoz Pérez Vico, Jorge	jmp00046	4					32	41	117		158	28			28	3,68	No Sup
92	Peralta Morales, Maria	mpm00047	4					7	19	200	39	258	23	20	15	58	7,63	SUP
93	Salek Lahsen, Aziza	ahs00011	4					2	2	10	1	13	15	20	15	50	6,58	SUP
94	Segura Guirado, Manuel	msg00037	4					3	15	6	2	23	28	20	28	76	10,00	SUP
95	Serrano Vilchez, Julián Javier	jjsv0002	4					2	53	200	52	305	28	18	18	64	8,42	SUP
96	Villena Alguacil, Ana	ava00016	4					1	39	56	7	102	23	12	23	58	7,63	SUP
97	Aguayo Ruiz, Francisco	far00009	5	2	10	5,7	4	403	65	4	472	28	20	23	71	9,34	SUP	
98	Aguilar Muñoz, Gabriel	gam00013	5	1	1	8,5	5	1	2	1	4	28	10	28	66	8,68	SUP	
99	Barreras Flores, Jesús	jbf00006	5	1	2	7,1	1	5	7	4	16	28	12	14	54	7,11	SUP	
100	Blanco Cecilia, Sergio	sbc00009	5	1	8	1,4												
101	Bustos Moya, Antonio	abm00036	5	2	19	7,1	11	11	70	8	89	23	20	18	61	8,03	SUP	
102	Castellano Lendinez, Laura	ldc00022	5	1	1	10	1	1	4	1	6	28	18	28	74	9,74	SUP	
103	Ceacero Sánchez, Juan	jcs00019	5	1	17	8,5	1	39	87	7	133	28	20	18	66	8,68	SUP	
104	Guzmán Vázquez, Alejandro	agv00019	5	5	20	5,7	4	180	82	26	288	28	20	28	76	10,00	SUP	
105	Herranz Colomina, Pedro	phc00004	5	5	23	7,1	7	45	84	17	146	28	10	23	61	8,03	SUP	
106	Hinojosa Nieto, Mario	mhn00001	5															
107	Hita Marin, Javier	jhm00014	5	4	22	5,7	3	6	22	6	34	28	20	28	76	10,00	SUP	
108	López Díaz, José Álvaro	jald0003	5	4	13	5,7	9	34	76	12	122	28	20	18	66	8,68	SUP	
109	López Jiménez, Miguel Ángel	majl0006	5	2	17	8,5	3	3	18	3	24	28	10	23	61	8,03	SUP	
110	Martínez Carrillo, Antonio Javier	ajmc0007	5	1	4	0												
111	Moreno Barranco, Rafael	rmb00025	5	1	2	8,5	1	2	1	1	4	28	10	23	61	8,03	SUP	
112	Navas Martos, Juan Carlos	jnm00005	5	2	20	8,5	2	3	17	3	23	28	12	23	63	8,29	SUP	
113	Ruiz López, Antonio Jesús	ajrl0007	5	1	6	5,7	1	3	27	2	32	23	20	28	71	9,34	SUP	
114	Soriano Sánchez, Sergio	sss00008	5	1	3	5,7	2	5	1		6	23			23	3,03	No Sup	
115	Torres Expósito, Antonio	ate00002	5	1	7	5,7	1	3	18	7	28	28	12	23	63	8,29	SUP	
116	Zambudio Jáimez, Guillermo	gzj00001	5	2	17	1,4												
117	Castillo Castillo, Francisco José	fjcc0013	6					2	1	86	19	106	28	12	23	63	8,29	SUP
118	Cazalla Delgado, Francisco Javier	fjcd0005	6					2	2	10	1	13	28	10	18	56	7,37	SUP
119	Chica Cobo, David	dcc00022	6					2	1	4	2	7	28	12	28	68	8,95	SUP
120	Chica Ortuño, Juan	jco00006	6															
121	Cortés Jiménez, José María	jmq00005	6					8	4	18	2	24	28	12	28	68	8,95	SUP
122	Expósito Molina, Pedro	pem00004	6					7	31	63	9	103	28	20	23	71	9,34	SUP
123	Fernández Arenas, Francisco Javier	fjfa0004	6					3	11	41	10	62	23	12	23	58	7,63	SUP
124	Fuentes Sánchez, Manuel Jesús	mjfs0003	6					14	13	60	12	85	23	12	18	53	6,97	SUP
125	Garrido Navarro, Luis Daniel	lgdn0001	6					3	13	9		22	28			28	3,68	No Sup
126	Jiménez Anguita, Juan Antonio	jaja00005	6					13	19	171	2	192	19	20	16	55	7,24	SUP
127	Jurado Ruiz, Juan David	jrjr00001	6															
128	López Olivares, Antonio	alo00014	6					2	13	122	5	140	28	10	28	66	8,68	SUP
129	López Rodríguez, Jesús Daniel	jldr0002	6					4	1	8	1	10	28	12	28	68	8,95	SUP
130	Molina Lortie, José Álvaro	jml00012	6					1	20	44	16	80	28	20	28	76	10,00	SUP
131	Muñoz Fernández, Marcos	mmf00021	6					2	30	55	32	117	19	12	19	50	6,58	SUP
132	Olivera Mellado, Francisco	fom00003	6					2	24	74	7	105	19	12	18	49	6,45	SUP
133	Palacios Gallardo, Gema	pgg00010	6					5	2	6	2	10	28	12	28	68	8,95	SUP
134	Reguera Marchena, José Antonio	jarm0011	6					2	2	39	16	57	28	10	9	47	6,18	No Sup
135	Rubio Piñero, Javier	jrp00017	6					1	1	1	1	3	28	20	28	76	10,00	SUP
136	Zafra Morillas, Antonio Jesús	ajzm0001	6					15	4	41	7	52	23	12	28	63	8,29	SUP
137	Armenteros Martos, Gabriel	gam00014	7	1	4	5,7												
138	Bussión Porras, Ramón	rpb00004	7	1	7	4,2												
139	Campos Pérez, Andrés	acp00042	7															
140	Casas Cobo, Alberto	acc00058	7	1	12	8,5	9	10	42	5	57	14	10	18	42	5,53	SUP	
141	Castro García, Rafael	rcg00021	7	1	1	10	1	1	3	1	5	28	20	28	76	10,00	SUP	
142	De La Paz Jorquera, María Belén	mbpj0003	7															
143	García Cruz, Alba	agc00058	7	2	15	5,7	12	15	135	10	160	28	20	28	76	10,00	SUP	
144	García Martínez, Felipe	fgm00025	7	1	11	8,5	5	10	13	11	34	18	12	18	48	6,32	SUP	
145	González Romero, Alicia	agr00053	7	7	7	5,7	14	2	91	24	117	28	12	18	58	7,63	SUP	
146	Martín-Ambel Llaverro, Julio	jml00035	7															
147	Miñarro Liébana, José Carlos	jml00002	7	1	14	7,1	3	15	26	7	48	23	18	18	59	7,76	SUP	
148	Morales Ballesteros, Francisco	rmb00013	7	1	13	5,7	7	22	65	20	107	14	18	28	60	7,89	SUP	
149	Moreno Cortijo, Javier	jmc00067	7	1	16	5,7	7	9	19	3	31	28	18	23	69	9,08	SUP	
150	Muñoz Martínez, Raúl	rmm00079	7	5	16	2,8	3	47	56	38	141	23	10	18	51	6,71	SUP	
151	Pérez Vela, Francisco Manuel	fmpv0002	7	1	2	8,5	2	6	13	1	20	28	20	23	71	9,34	SUP	
152	Rico Mínguez, Santiago	srm00024	7	1	17	5,7	4	31	23	3	57	28	20	18	66	8,68	SUP	
153	Robles Montiel, Ana Belén	abrm0009	7	3	29	10	14	39	87	5	131	28	10	23	61	8,03	SUP	
154	Salas Quirante, Julio	jsq00002	7	9	28	10												
155	Vera Trillo, José	jvt00006	7	1	2	8,5	5	9	56	6	71	28	20	18	66	8,68	SUP	
156	Villar Burgos, Santiago	svb00003	7															
157	Alcázar Anievas, Iván	iaa00014	8															
158	Calero Serrano, Jesús Miguel	jms00008	8					4	24	160	33	217	23	12	14	49	6,45	SUP
159	Cando Briceño, Washington Andrés	wacb0001	8					1	10	62	10	82	28	12	28	68	8,95	SUP
160	Chamorro Cañas, Manuel	mcc00071	8					4	19	40	13	72	23	10	18	51	6,71	SUP
161	Español Castro, Antonio Jesús	ajec0001	8															
162	García Zafra, Javier Manuel	jmg00002	8															
163	La Rosa Serrano, José María	jmsr00013	8					4	45	21		66	23	4		27	3,55	No Sup
164	López Serrano, Alfonso	als00017	8															
165	Manjón Rentero, Juan	jmr00068	8					3	97	83	3	183	28	12	28	68	8,95	SUP
166	Martínez Aguilera, Antonio Jesús	ajma0006	8					8	108	64	49	221	28	12	23	63	8,29	SUP
167	Molina Fuentes, Pedro	pmf00012	8					13	21	49	20	90	28	20	28	76	10,00	SUP
168	Nieto Albarrán, Hugo Rafael	hna00001	8					1	26	44	15	85	23	20	14	57	7,50	SUP
169	Orpez Rubia, Antonio Jesús	ajor00001	8					1	11	16	3	30	28	12	28	68	8,95	SUP
170	Pérez Andujar, Fermín	fpa00008	8															
171	Pérez Casado, Laura	lpc00019	8					3	55	56	23	134	18	18	23	59	7,76	SUP



172	Pérez Lorente, Francisco José	tjp00009	8						1	29	48	14	91	28	12	18	58	7,63	SUP
173	Sánchez Burgos, Cristóbal	csb00005	8						7	16	67	2	85	23	20	28	71	9,34	SUP
174	Sánchez López, Juan Francisco	jfsl0002	8						9	4	28	3	35	28	18	28	74	9,74	SUP
175	Serrano Medina, José Ángel	jasml0008	8						25	31	72	11	114	28	18	23	69	9,08	SUP
176	Vidal Muñoz, Víctor	vvm00006	8						6	3	5	3	11	28	18	13	59	7,76	No Sup
177	Yarechuk Yarechuk, Sergio	syv00001	8						10	14	6		20	23			23	3,03	No Sup
178	Aguilera Garrido, Ángel	aag00021	9																
179	Avila Casado, Victor Manuel	vac00010	9																
180	Barrales López, Ignacio	ibl00004	9	2	10	5,7	3	14		34	11	59	28	20	23	71	9,34	SUP	
181	Begara Narváez, Victor	vbn00001	9	2	13	8,5	2	27		31	9	67	23	20	28	71	9,34	SUP	
182	Castro Susi, Rafael Alejandro	racs0001	9																
183	Cazalla Barranco, Jesús David	jdbcb0001	9	1	5	5,7	11	3	45	15	63	28	12	28	68	8,95	SUP		
184	Cuadros Solas, Fernando	csc00005	9	1	9	8,5	1	13	55	3	71	28	18	23	69	9,08	SUP		
185	García Zapata, Juan Manuel	jmgz0004	9	4	6	8,5	8	29	137	7	173	28	20	23	71	9,34	SUP		
186	González Roldán, Antonio José	ajgr0008	9																
187	Hernández Martínez, Daniel	dhn00006	9																
188	Hornos Parras, Sergio	shp00001	9	1	4	8,5	2	17	16	3	36	18	12	23	53	6,97	SUP		
189	Jiménez López, Manuel	mjl00009	9	1	4	5,7													
190	Lieñana Gutiérrez, Luis	llg00025	9	1	5	2,8	5	4	34	5	43	14	10	28	52	6,84	SUP		
191	Martínez Cárdenas, Pablo Miguel	pmmc0003	9	2	4	1,4	1	1			1								
192	Mesa Burenda, Daniel	mbm00006	9	10	8	8,5	7	21	12	12	45	28	10	23	61	8,03	SUP		
193	Montesinos Cuadros, Carlos	crcm00036	9	1	3	4,2	3	12	6	1	19	28	12	23	63	8,29	SUP		
194	Peña García, Jesús María	jmpg0005	9	2	3	10	3	1	14	1	16	28	20	28	76	10,00	SUP		
195	Pérez Sanjuan, David	dps00003	9	1	8	2,8	8	22	38	12	72	28	12	18	58	7,63	SUP		
196	Robles García, Felipe	frg000010	9	2	13	7,1	7	12	15	27	28	0			28	3,68	No Sup		
197	Ropero Oliver, Diego	dro00006	9	1	1	7,1	8	5	43	8	56	28	20	18	66	8,68	SUP		
198	Armenteros Aguilar, Francisco José	fjam0006	10				8	8	89	14	111	14	12	18	44	5,79	SUP		
199	Arriaza Quintanar, Irene	iaq00015	10				1	1	10	11	28	4			32	4,21	No Sup		
200	Bermejo Beltrán, Francisco Javier	fjbb0001	10				39	47	188	13	248	28	20	18	66	8,68	SUP		
201	Cabrera Plaza, José Alberto	japc0005	10																
202	Cruz Expósito, Armando De La	ace00015	10				26	43	61	7	111	24	20	19	63	8,29	SUP		
203	De Latorre Jiménez, Isabel María	imtlj0001	10				6	38	78	10	126	28	20	23	71	9,34	SUP		
204	Garzón Gutiérrez, José Manuel	jmgg0017	10																
205	González Amaro, Luis	lga00023	10				13	10	72	6	88	23	20	18	61	8,03	SUP		
206	Gonzalez Verdejo, Miguel Ángel	mavg0005	10				7	42	134	2	178	28	10	28	66	8,68	SUP		
207	Peñas Molina, Jose Maria	jpmpm0008	10																
208	Pérez Uceta, Juan José	jpu00001	10				18	33	57	28	118	28	20	19	67	8,82	SUP		
209	Ramos Moreno, Verónica	vrmm00015	10				13	9	83	5	97	18	12	18	48	6,32	SUP		
210	Rodríguez Moral, José Juan	jrm00010	10				3	5	8	3	16	28	12	23	63	8,29	SUP		
211	Romera Lara, Rubén	rnl00015	10				12	2	41	3	46	28	12	18	58	7,63	SUP		
212	Romera Mata, Andrés Alejandro	aarm0003	10				6	33	11		44	14			14	1,84	No Sup		
213	Ruano Ruano, Federico Tomás	ftrr0001	10				4	8	26	5	39	28	20	28	76	10,00	SUP		
214	Sánchez Liebana, Jaime Elias	jsl00001	10				3	3	10	1	14	28	20	28	76	10,00	SUP		
215	Urbano Aguilar, Pedro Javier	puu00001	10																
216	Valdivia Medina, Maria Del Pilar	mpvm0003	10				10	3	8	5	16	23	20	28	71	9,34	SUP		
217	Villar Ramos, José Manuel	jmvrr0010	10				1	1	4	3	8	28	12	23	63	8,29	SUP		
218	Bautista González, Raúl	rbg00015	11	1	7	4,2	21	6	75	5	86	28	20	18	66	8,68	SUP		
219	Bellón Villahermosa, Sonia	svb00001	11																
220	Canovas Mateu, Jose Angel	jacm0014	11	1	2	10	1	3	3	1	7	23	20	28	71	9,34	SUP		
221	Carmona Cazallilla, Antonio Mario	amcc0005	11	2	13	4,2	3	9	44	11	64	14	12	14	40	5,26	SUP		
222	Castillo García, Raul	racg00028	11	3	7	7,1	1	16	40	3	59	28	12	13	53	6,97	No Sup		
223	Castro Fernández, Alejandro	acf00022	11	4	17	8,5	4	19	30	9	58	28	18	23	69	9,08	SUP		
224	Cazalla Moral, Rubén	rcm00071	11	2	17	7,1	6	13	46	9	68	23	12	23	58	7,63	SUP		
225	De La Torre Fuentes, Francisco Germán	fgt00001	11	1	14	8,5	8	32	100	17	149	18	10	23	51	6,71	SUP		
226	García Orihuela, Jorge	jgo00011	11	1	3	0	2	34	9	5	48	18	12	18	48	6,32	SUP		
227	Gómez Anguita, Felipe	fga00010	11	1	4	7,1	3	9	11	3	23	28	10	28	66	8,68	SUP		
228	Jiménez Román, Ismael	ijr00004	11																
229	Jiménez Ruiz, Pedro Jesús	pjr00001	11	1	1	4,2	5	4	17	6	27	23	20	23	66	8,68	SUP		
230	Kollidani, Aurel	ak000013	11	2	7	7,1	3	18		18	7				7	0,92	No Sup		
231	Lozano Arjona, David	claa00011	11	1	11	7,1	9	12	43	11	66	28	18	23	69	9,08	SUP		
232	Muñoz Piedrabuena, Salvador	smp00029	11	1	7	5,7	6	17	31	8	56	28	18	23	69	9,08	SUP		
233	Ortega Pérez, Macarena	mop00007	11	2	5	7,1	16	10	95	5	110	16	12	20	48	6,32	SUP		
234	Paredes León, Juan Antonio	japl0006	11																
235	Puerto Lucena, Miguel Ángel	mpl00005	11	1	1	7,1	16	1	22	5	28	16	10	16	42	5,53	SUP		
236	Zhang, Zheng Teng	ztz00001	11																
237	Albertus Venegas, Francisco	fav00007	12				12	143	39	27	209	18	10	14	42	5,53	SUP		
238	Campos Jódar, Diego	dclj00005	12				2	22	2		24	18			18	2,37	No Sup		
239	Conde Martínez, Rodrigo	rcm00050	12				4	57	81	17	155	19	10	15	44	5,79	SUP		
240	Contreras Anguita, Jesús Alonso	jaca0005	12				8	31	106	24	161	28	12	18	58	7,63	SUP		
241	Contreras Rubio, Álvaro	acr00080	12				5	18	35	6	59	14	12	16	42	5,53	SUP		
242	Fuentes Ramirez, Antonio Jesús	ajfr0001	12				2	40	17	10	67	15	10	20	45	5,92	SUP		
243	García Lendinez, Jesús	jgl00026	12				12	23	74	20	117	23	18	16	57	7,50	SUP		
244	Gordo Toledano, Álvaro	agt00025	12				5	23	131	29	183	18	18	15	51	6,71	SUP		
245	Jiménez García-Escribano, Carlos	cjge00008	12				11	30	136	11	177	28	12	28	68	8,95	SUP		
246	Linares Ureña, Antonio	alu00001	12				12	5	95		100	28	4		32	4,21	No Sup		
247	López Torrente, Gabriel	gltr00002	12				7	36	281	41	358	28	12	23	63	8,29	SUP		
248	Marfil Álvarez, José Manuel	jmma0006	12																
249	Martínez Martínez, Gregorio	gmm00021	12				1	1			1								
250	Moreno Tuñón, Pablo	pmto00006	12				3	72	77		149	28	4		32	4,21	No Sup		
251	Pérez Huertas, Moisés	mph00004	12				1	3	4	2	9	28	20	23	71	9,34	SUP		
252	Plazas Sánchez, Vicente Gil	vpgs0001	12				12	7	9	7	23	28	12	23	63	8,29	SUP		
253	Puce, Tommaso	tp000006	12				2												
254	Rodrigo Bonachela, Manuel	rrrb00006	12				3	28	7	16	51	28	12	15	55	7,24	SUP		
255	Torre Bayo, Javier De La	jtb00004	12				1	2			2								
256	Úbeda González, Pablo	pug00001	12				5	24	29	64	117	23	20	18	61	8,03	SUP		
257	Arco Zuñeros, Cristóbal	cac000001	13																
258	Cárdenas Tejero, Carlos	ctt00003	13	1	2	4,2													

[illegible]



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Docencia y Profesorado
Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

346	Kasperek, Damian	clk000010	17															
347	Kopycinski, Ryszard	rk000004	17															
348	Lin, Jun	jl000009	17															
349	López Béjar, Ricardo	rlb00009	17	3	7	5,7	1	21	15	20	56	23	12	28	63	8,29	SUP	
350	Martínez Gómez, Carlos	cmg00033	17	2	4	7,1												
351	Páez Rivas, Amanda Maria	ampr0003	17	4	15	5,7	6	31	2		33	23			23	3,03	No Sup	
352	Peinado Salas, Miguel Ángel	maps0005	17															
353	Rivera Martín, Marta	mrmm00078	17	3	19	7,1	1	1	3	1	5	28	12	28	68	8,95	SUP	
354	Rus Cejudo, Francisco	frce00019	17															
355	Sáenz Martínez, Manuel Carlos	mcsm0009	17	2	10	10	8	2	32	10	44	14	12	28	54	7,11	SUP	
356	Segura Roman, Jose Antonio	jasr0009	17															

Alumnos sin grupo 18
(% respecto total en ILIAS) 5,1%
Alumnos con grupo 338
(% respecto total en ILIAS) 94,9%

Alumnos que han accedido al test 145
(% respecto alumnos con grupo impar) 81,9%
(% respecto alumnos con grupo) 42,9%
(% respecto total en ILIAS) 40,7%
Alumnos que han superado el Test 111
(% respecto alumnos que accedieron al test) 76,6%

Promedio obtenido 6,45

Alumnos que han accedido al Weblab 273
(% respecto alumnos con grupo) 80,8%

Intentos en el Weblab 1712

Promedio de intentos 6,3

Alumnos que han accedido al SCD 271 266 240 271
(% respecto alumnos que han accedido al Weblab) 99,3% 97,4% 87,9% 99,3%

Tiempo invertido (min) 5.715 13.698 2.484 21.897

Promedio de Tiempo invertido(min) 21,1 51,5 10,4 80,8

min/intento 3,3 8,0 1,5 12,8

Alumnos que han puntuado	267	251	240	267
(% respecto alumnos que han accedido al Weblab)	97,8%	91,9%	87,9%	97,8%
(% respecto alumnos que están en grupos)	79,0%	74,3%	71,0%	79,0%
Puntos conseguidos	6.623	3.596	5.434	15.653
Promedio de puntos conseguidos	24,8	14,3	22,6	58,6
Promedio conseguido respecto a 10	8,86	7,16	8,09	7,21

Alumnos que han superado el Weblab 236
(% respecto alumnos que han puntuado) 88,4%
(% respecto alumnos que han accedido al Weblab) 86,4%
(% respecto alumnos que están en grupos) 69,8%
(% respecto alumnos en ILIAS) 66,3%
Alumnos que NO han superado el Weblab 31
(% respecto alumnos que han puntuado) 11,6%
(% respecto alumnos que han accedido al Weblab) 11,4%
(% respecto alumnos que están en grupos) 9,2%
(% respecto alumnos en ILIAS) 8,7%



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Vicerrectorado de Docencia y Profesorado
Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

Anexo11: Resultados de encuesta de opinión de la práctica UJACC.

RESULTADOS GRUPOS IMPARES

Grupo Impar: Test + WebLab + Encuesta

Alumnos Grupo Impar

- Alumnos Grupo Impar: 177 (52,4% de alumnos con grupo)
- Alumnos que accedieron al Test: 145 (81,9% de alumnos grupo impar)
- Alumnos que superaron el Test: 111 (76,6% de alumnos que accedieron al test) → 6,45 de media
- Alumnos que accedieron al WebLab: 130 (73.4% alumnos grupo impar)
- Alumnos por SCO (Intentado):
 - o SCO2 (Teoría): 130 alumnos (100 %)
 - o SCO3 (VRL): 127 alumnos (97,7%)
 - o SCO4 (Evaluación): 119 alumnos (91,5%)
- Alumnos por SCO (Puntuado):
 - o SCO2 (Teoría): 128 alumnos (98,5%)
 - o SCO3 (VRL): 123 alumnos (94,6%)
 - o SCO4 (Evaluación): 119 alumnos (91,5%)
- Alumnos que han superado el WebLab: 118 (90,8 % alumnos que han accedido a WebLab)

735 intentos (5,7 intentos/alumno)

Tiempos invertidos

- Tiempos por SCO:
 - o SCO2 (Teoría): 2297 min (17,7 min/alumno, 3,1 min/alumno.intento)
 - o SCO3 (VRL): 5582 min (44 min/alumno, 7,6 min/alumno.intento)
 - o SCO4 (Evaluación): 880 min (7,4 min/alumno, 1,2 min/alumno.intento)
- Total: 8759 min (67,4 min/alumno, 11,9 min/alumno.intento)

Puntuaciones

- Puntos por SCO:



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Docencia y Profesorado

Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

- o SCO2 (Teoría): 3171 ptos (24,8 ptos/alumno), 8,85 sobre 10
- o SCO3 (VRL): 1804 ptos (14,7 ptos/alumno), 7,33 sobre 10
- o SCO4 (Evaluación): 2722 ptos (22,9 ptos/alumno), 8,17 sobre 10
- Total: 7697 ptos (60 ptos/alumno), 7,91 sobre 10

RESULTADOS GRUPOS PARES

Grupo Par: WebLab + Encuesta

Alumnos Grupo Par

- Alumnos Grupo Impar: 161 (47,6 % de alumnos con grupo)
- Alumnos que accedieron al WebLab: 143 (88,8 % alumnos grupo impar)
- Alumnos por SCO (Intentado):
 - o SCO2 (Teoría): 141 alumnos (98,6 %)
 - o SCO3 (VRL): 139 alumnos (97,2 %)
 - o SCO4 (Evaluación): 121 alumnos (84,6 %)
- Alumnos por SCO (Puntuado):
 - o SCO2 (Teoría): 139 alumnos (97,2 %)
 - o SCO3 (VRL): 128 alumnos (89,5 %)
 - o SCO4 (Evaluación): 121 alumnos (84,6 %)
- Alumnos que han superado el WebLab: 118 (82,5% alumnos que han accedido a WebLab)

977 intentos (6,8 intentos/alumno)

Tiempos invertidos

- Tiempos por SCO:
 - o SCO2 (Teoría): 3418 min (24,2 min/alumno, 3,5 min/alumno.intento)
 - o SCO3 (VRL): 8116 min (58,4 min/alumno, 8,3 min/alumno.intento)
 - o SCO4 (Evaluación): 1604 min (13,3 min/alumno, 1,6 min/alumno.intento)
- Total: 13138 min (93,2 min/alumno, 13,4 min/alumno.intento)

Puntuaciones



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Docencia y Profesorado
Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

- Puntos por SCO:
 - o SCO2 (Teoría): 3452 ptos (24,8 ptos/alumno), 8.87 sobre 10
 - o SCO3 (VRL): 1792 ptos (14,0 ptos/alumno), 7.00 sobre 10
 - o SCO4 (Evaluación): 2712 ptos (22,4 ptos/alumno), 8.00 sobre 10
- Total: 7956 ptos (57,2 ptos/alumno), 7.53 sobre 10

RESULTADOS GENERALES

Alumnos Total

- Alumnos Matriculados: 369
- Alumnos ILIAS: 356 (los que no están en ILIAS es porque no siguen las prácticas y/o la asignatura)
- Alumnos con grupo: 338 (94,9% de Alumnos ILIAS) → Alumnos que han intentado seguir prácticas
- Alumnos que se han presentado a alguna de las 2 convocatorias: 276 (93 No Presentados a ninguna)
- Alumnos que han accedido al WebLab: 273 (80.8% de alumnos con grupo)
- Alumnos por SCO (Intentado):
 - o SCO2 (Teoría): 271 alumnos (99,3%)
 - o SCO3 (VRL): 266 alumnos (97,4%)
 - o SCO4 (Evaluación): 240 alumnos (87,9%)
- Alumnos por SCO (Puntuado):
 - o SCO2 (Teoría): 267 alumnos (97,8%)
 - o SCO3 (VRL): 251 alumnos (91,9%)
 - o SCO4 (Evaluación): 240 alumnos (87,9%)
- Alumnos que han superado el WebLab: 236 (86,4 % alumnos que han accedido a WebLab)

1712 intentos (6,3 intentos/alumno)

Tiempos invertidos

- Tiempos por SCO:
 - o SCO2 (Teoría): 5715 min (21,1 min/alumno, 3,3 min/alumno.intento)
 - o SCO3 (VRL): 13698 min (51 min/alumno, 8 min/alumno.intento)
 - o SCO4 (Evaluación): 2484 min (10 min/alumno, 1,5 min/alumno.intento)
- Total: 21897 min (81 min/alumno, 12,8 min/alumno.intento)



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Docencia y Profesorado

Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

Puntuaciones

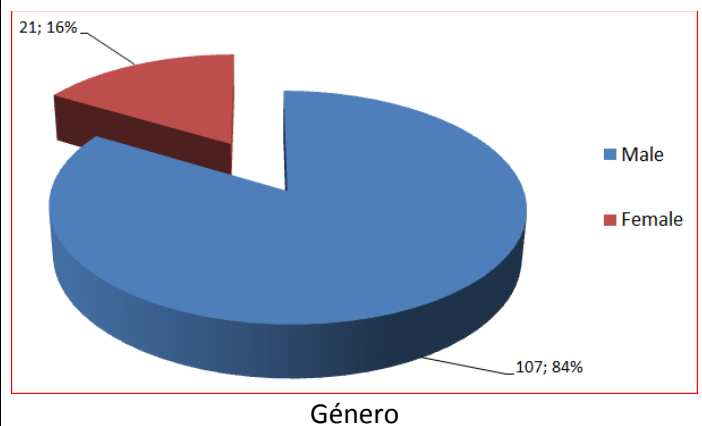
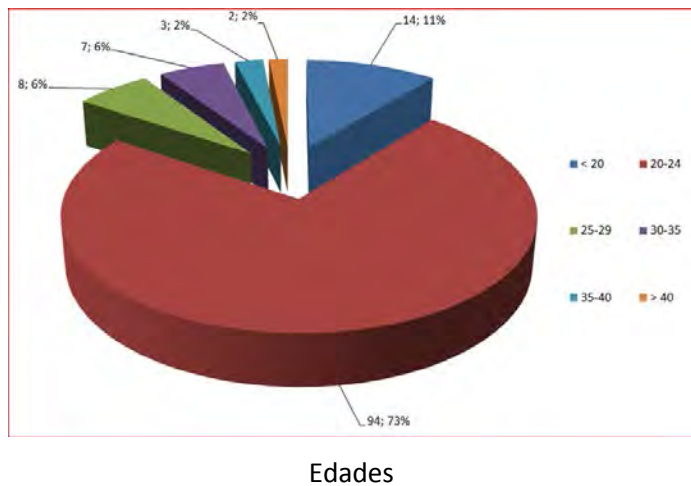
- Puntos por SCO:
 - o SCO2 (Teoría): 6623 ptos (24,8 ptos/alumno), 8,86 sobre 10
 - o SCO3 (VRL): 3596 ptos (14,3 ptos/alumno), 7,16 sobre 10
 - o SCO4 (Evaluación): 5434 ptos (22,6 ptos/alumno), 8,09 sobre 10
- Total: 156533 ptos (59 ptos/alumno), 7,71 sobre 10

El 100% de los alumnos que después de hacer el WebLab trabajaron en el Laboratorio de Automática con el sistema real del Motor CC superaron las prácticas asociadas.

RESULTADOS ENCUESTA

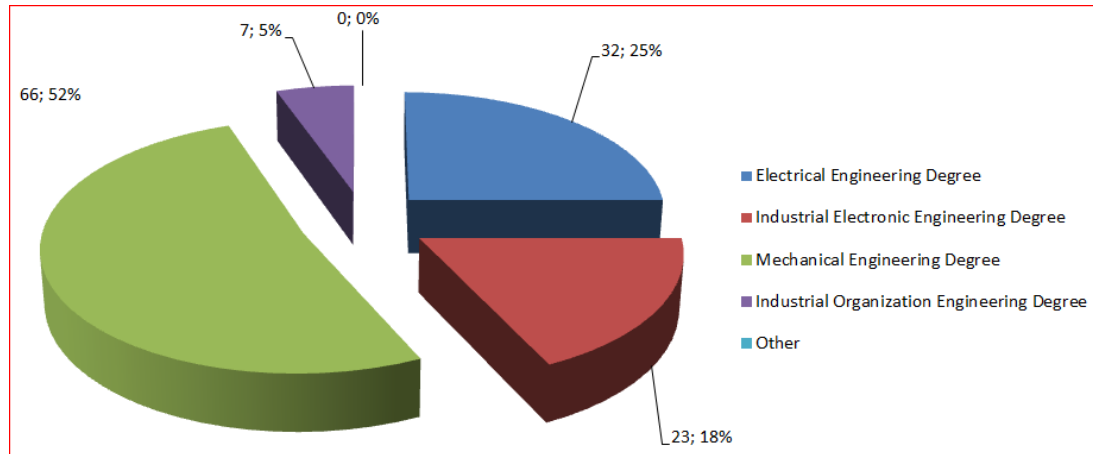
UNIVERSO:

128 Alumnos participantes, mayoría varones entre 20 y 24 años que estudian Grado Ingeniería Industrial Mecánica.



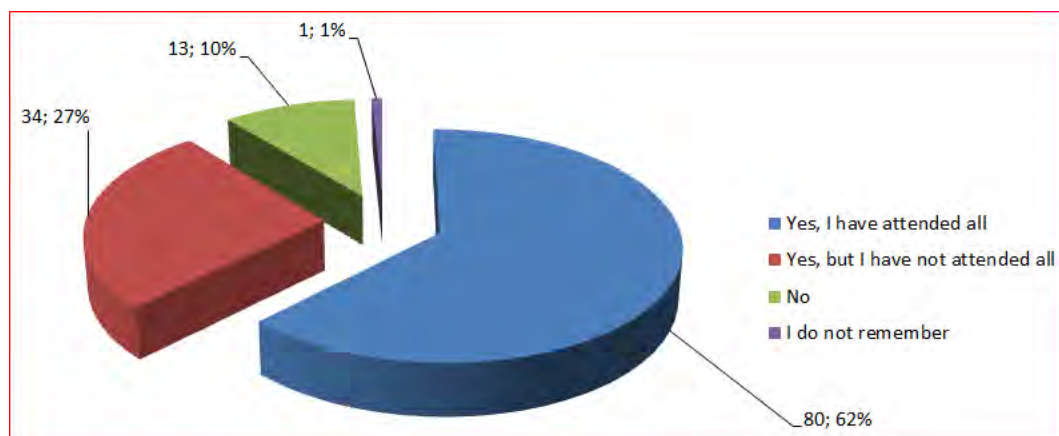


UNIVERSIDAD DE JAÉN
Vicerrectorado de Docencia y Profesorado
Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado



Grados

La gran mayoría (97,7%) han leído el tema 6 (teoría en la que se basa el WebLab) y asistido a las clases en las que se explicó esta teoría:



Asistencia

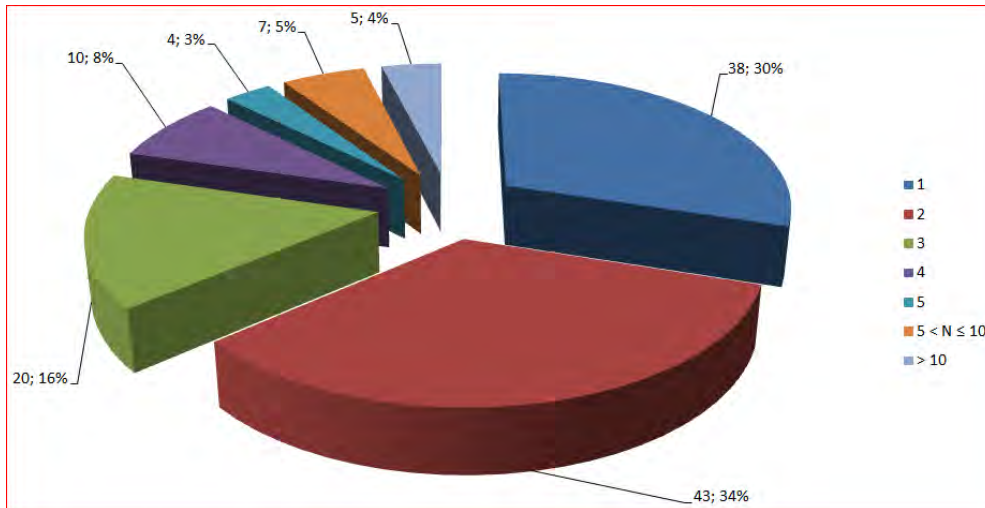
Todos han terminado el WebLab (100%) y la mayoría lo han ejecutado más de una vez (70,1%).



UNIVERSIDAD DE JAÉN

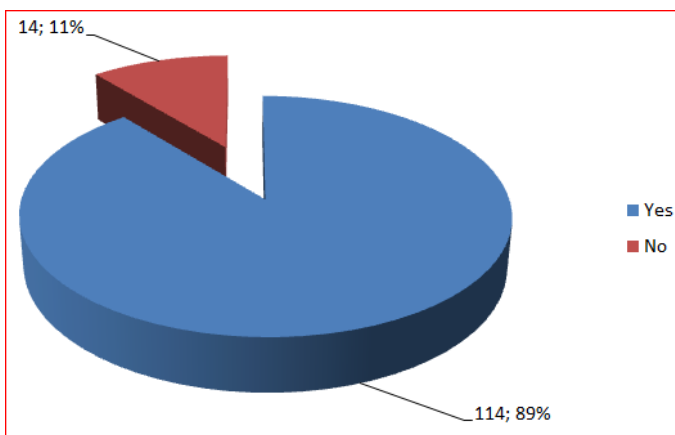
Vicerrectorado de Docencia y Profesorado

Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

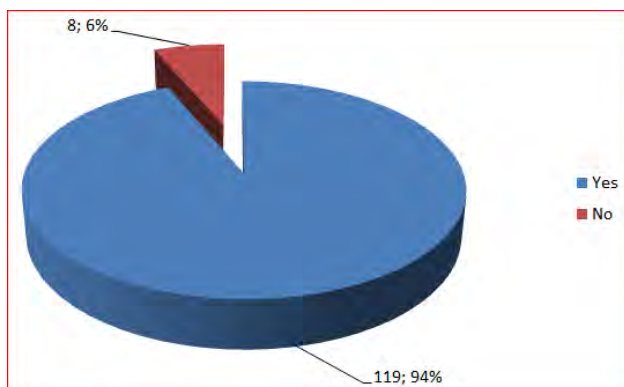


Ejecuciones WebLab

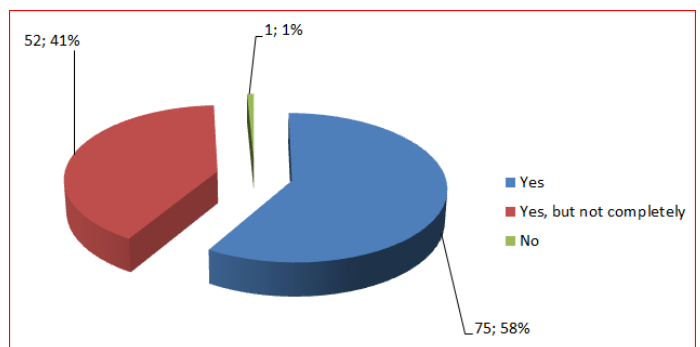
La gran mayoría han entendido las características principales del WebLab: los objetivos y competencias que persigue (89%), su estructura (94%), han estudiado y comprendido la teoría (99%) y los guiones de las prácticas (99%)



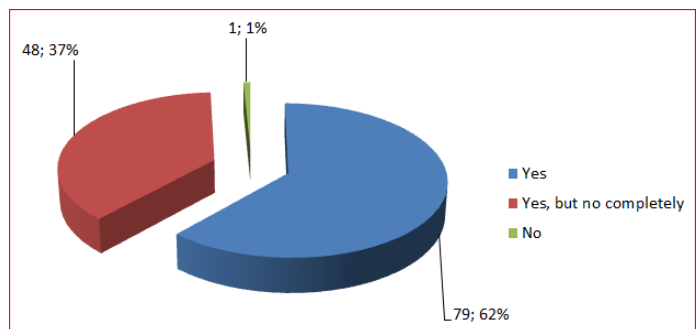
Objetivos y Competencias entendidos



Estructura entendida



Teoría Estudiada y comprendida



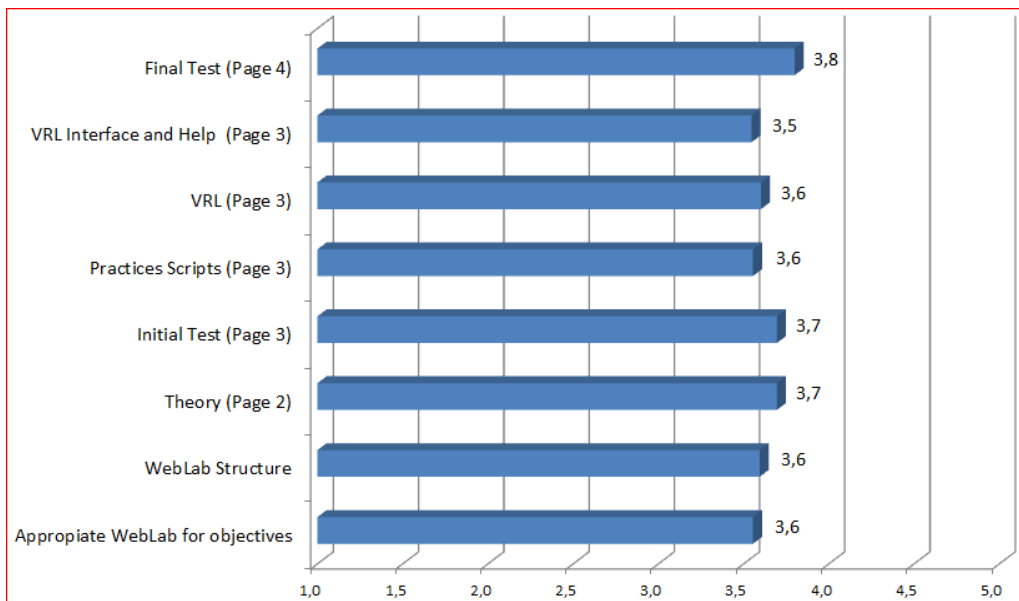
Guiones de Prácticas leído y comprendido



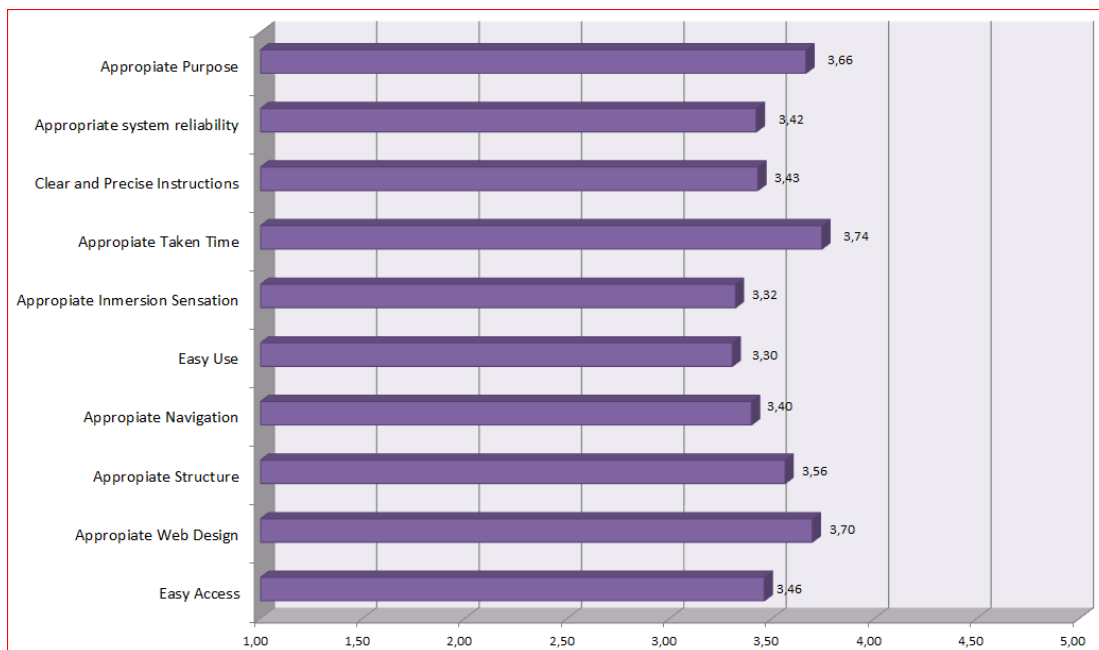
UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Docencia y Profesorado
Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

La opinión que han aportado sobre las distintas partes que componen el WebLab ha sido siempre positiva (>3 en escala Likert 1-5):



La valoración específica de distintos aspectos del WebLab en general también ha sido buena:



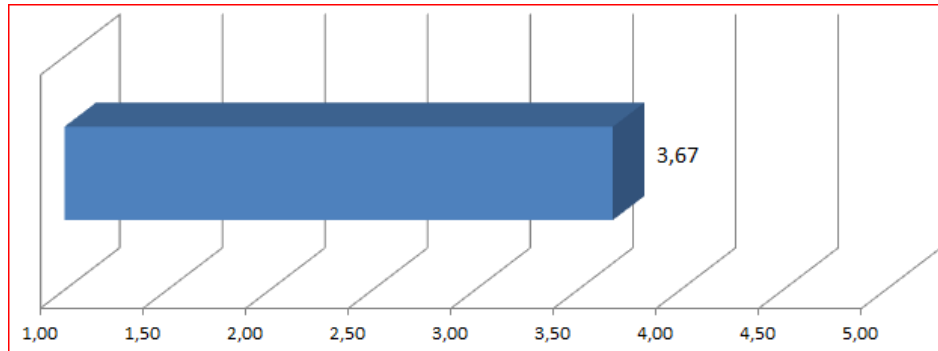


UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Docencia y Profesorado

Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

Valoración Final del WebLab:





UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Docencia y Profesorado
Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

Anexo12: Comunicación en las XXXIV Jornadas de Automática 2013: “Herramienta basada en SCORM para la integración automática de Laboratorios Online en LMS”.

Herramienta basada en SCORM para la integración automática de Laboratorios Online en LMS

Ildefonso Ruano Ruano, Juan Gómez Ortega, Javier Gámez García, Elisabet Estévez Estévez
Grupo de Robótica, Automática y Visión por Computador, Universidad de Jaén, Jaén, España
{alonso, juango, jggarcia, eestevez}@ujaen.es

Resumen

Los laboratorios online se utilizan como valiosos recursos de apoyo a la docencia desde hace bastantes años. Como recursos docentes con gran potencial podrían enmarcarse dentro de lo que se denomina recurso de e-learning. Una de las últimas tendencias en el desarrollo de estos laboratorios ha sido su integración en los llamados Sistemas de Gestión de Aprendizaje (LMS). En este trabajo se presentan una propuesta basada en el conjunto de normas SCORM- Sharable Content Object Reference Model, estándar de facto de contenidos e-learning que facilita a los desarrolladores Java de laboratorios online la integración con los LMS. Para ello se muestra un ejemplo de laboratorio virtual creado con Easy Java Simulations (EJS) en el que se utiliza esta metodología logrando una integración entre el software del laboratorio virtual y el LMS a través de SCORM.

Palabras Clave: SCORM, Sistemas de Gestión de Aprendizaje, Laboratorios Online.

1 INTRODUCCIÓN

El trabajo de laboratorio es indispensable e indiscutible en la educación universitaria de la mayoría de asignaturas directamente relacionadas con la ingeniería [6]. Los laboratorios remotos, o virtuales, presentan múltiples y variadas ventajas. Entre éstas se puede destacar el ahorro de costes, extender el uso de recursos escasos, compartir equipamiento con otros organismos, seguridad de las personas y ampliar la disponibilidad de recursos en el tiempo y el espacio.

Los laboratorios virtuales/remotos pueden entenderse como una forma de e-learning. Los primeros prototipos de laboratorios remotos para educación fueron realizados a medida con protocolos y servidores también a medida [3], pronto se vió la posibilidad de utilizar la web para dar soporte a los experimentos y surgieron sistemas propios para el desarrollo de laboratorios [9]. Estos sistemas estaban soportados por portales y arquitecturas específicas

[4] [8]. El e-learning ha evolucionado desarrollando una serie de herramientas y estándares que facilitan la interoperabilidad de contenidos. A su vez, dentro del e-learning los Sistemas de Gestión de Aprendizaje (LMS, *Learning Management System*) constituyen una herramienta básica común a los alumnos, contienen la mayoría, sino todos los contenidos y herramientas docentes, por eso la evolución lógica de la forma de implementar los laboratorios virtuales y remotos hizo que se tratarán de integrar en los LMS, hecho que se ha realizado en algunas ocasiones de forma básica [13].

Se ha generalizado el uso de LMS como la herramienta básica integradora de recursos de e-learning y SCORM (*Sharable Content Object Reference Model*) como el conjunto de normas y especificaciones de e-learning que permiten el intercambio de contenidos entre LMS, la última versión de SCORM es la cuarta edición de SCORM 2004, lanzada en 2009 [1]. SCORM fue creado para que los desarrolladores pudieran generar contenido reusable e interoperable entre múltiples LMSs. Proporciona las pautas para lanzar y manejar contenidos, un mecanismo común para que los contenidos se comuniquen con el LMS y un lenguaje/vocabulario predefinido que forma la base de esa comunicación.

La integración de laboratorios online y LMS ofrece bastantes ventajas tanto para los desarrolladores de los mismos como para el alumnado. Entre ellas destacan principalmente la posibilidad de que el LMS realice el control de acceso de los usuarios y que se presenten todos los recursos docentes en un mismo entorno.

Las primeras aproximaciones de los laboratorios a los LMSs trataban de usar los modelos de laboratorios ya desarrollados, empleando tecnologías y modelos ya experimentados. Sin embargo, de esta forma se deja de lado al estándar de facto de contenidos e-learning, SCORM, para realizar la integración se desarrollan módulos específicos y extensiones del LMS que atienden a las características particulares del laboratorio en cuestión [7]. De este modo, se pueden conseguir resultados muy prometedores y potentes [14] aunque difícilmente reutilizables ya que no



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Docencia y Profesorado

Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

permiten su uso en laboratorios desarrollados con otras tecnologías ni en un LMS distinto al que se utilizó en principio.

Recientemente se ha desarrollado un sistema que permite que los modelos de laboratorios se integren en los LMS utilizando SCORM. Para ello, se ofrece un portal que actúa como repositorio de laboratorios que se crean mediante la incrustación del software del laboratorio en un formato SCORM [10]. Esta forma de trabajar hace que no existan requerimientos para la tecnología de desarrollo del laboratorio; cualquier tecnología sería válida. Sin embargo, este sistema exige una complicación en las comunicaciones realizadas a la hora de realizar un experimento (en el caso de laboratorios remotos se ven envueltos el sistema servidor remoto de la planta real, el portal específico, el LMS y el PC del usuario que realiza el experimento) y, sobre todo, no ofrece posibilidades de interacción avanzadas entre el software del laboratorio y el LMS. De este modo no se aprovechan las posibilidades de comunicación laboratorio-LMS que se podrían obtener.

En este trabajo se presenta una herramienta para que los desarrolladores de laboratorios virtuales/remotos consigan que su software interactúe de forma completa con un LMS con todas las posibilidades que ofrece SCORM. Para ello se debe utilizar una implementación del interfaz para la tecnología utilizada en el desarrollo del laboratorio, en este caso Java. El trabajo mostrado en esta comunicación realiza un encapsulado de las funciones que ofrece el LMS a los contenidos SCORM (mediante una instancia del *Application Program Interface*, API) que permiten la manipulación del modelo de datos del *Run-Time Environment* (RTE) de SCORM [1]. Después será necesario que el software de laboratorio, una vez desarrollado incorporando esta herramienta, se incluya como *Applet* en un formato SCORM. De este modo, las particularidades de las comunicaciones SCORM-LMS son transparentes a los desarrolladores.

A modo de ejemplo se ha desarrollado un laboratorio virtual con la herramienta *Easy Java Simulation*, EJS [5], que utiliza el lenguaje de programación Java para comunicarse con el LMS. Este ejemplo se genera desde EJS como un *Applet* Java que se incluye dentro de un paquete SCORM que puede importarse como contenido SCORM en un LMS compatible [2]. El laboratorio virtual se ha diseñado para asignaturas de grados de la rama de Ingeniería Industrial en las que se está utilizando en módulos de identificación y caracterización de sistemas dinámicos.

El resto del artículo está estructurado de la siguiente forma: en el apartado 2 se explican las características principales de los estándares SCORM y sus 3

componentes, haciendo un mayor hincapié en el RTE y su principio de funcionamiento básico. En el apartado 3 se describe la integración de los laboratorios con los LMS mediante SCORM. En el apartado 4 se muestra un ejemplo de laboratorio virtual desarrollado en EJS e integrado en un módulo SCORM que interactúa con ILIAS, el LMS utilizado como plataforma de docencia virtual en la Universidad de Jaén (UJA), mediante las funciones descritas en el apartado 3. Para finalizar el apartado 5 muestra las conclusiones del trabajo y marca las líneas futuras del mismo.

2 SCORM COMO SOPORTE DE LABORATORIOS ONLINE

Los estándares y especificaciones SCORM constituyen el estándar de facto de docencia virtual. El conjunto de productos que soportan SCORM incluye la mayoría de los LMS del mercado [2]. Están documentados y mantenidos por el *Advanced Distributed Learning Initiative* (ADL) de los Estados Unidos de América, aunque derivan de diversos trabajos realizados por varias organizaciones tecnológicas y de la industria entre las que se encuentra el *IMS Global Learning Consortium* (IMC), el *Aviation Industry CBT Committee* (AICC) y el *Electrical and Electronics Engineers Learning Technology Standards Committee* (IEEE LTSC). Existen varias versiones de SCORM (1.0, 1.2, y 2004), utilizando la última de ellas: la edición 4ª de SCORM 2004. SCORM ofrece un marco que se aplica a los contenidos de e-learning en un LMS con el fin de definir su encapsulado, lanzamiento e intercambio de datos. Para ello se definen 3 subespecificaciones:

- Sección de empaquetado de contenidos (*Content Packaging*) [1]. Especifica la forma de describir y empaquetar los contenidos. Está basado en XML (*eXtensible Markup Language*) principalmente.
- Sección de secuenciación (*Sequencing*) [1]. Especifica la forma en la que el usuario puede navegar entre las distintas partes del contenido SCORM (SCOs o *Sharable Content Object*). Se define como un conjunto de reglas y atributos en formato XML.
- Sección de tiempo de ejecución (RTE) [1]. Especifica la forma en que debe lanzarse el contenido y como se realiza la comunicación con el LMS. Basado en ECMAScript (JavaScript) principalmente.

Para realizar este trabajo se han utilizado las tres especificaciones, aunque el principal objetivo del mismo hace que la subespecificación RTE sea la que se ha tratado de forma más intensa. El RTE requiere unas condiciones para que los objetos de contenido



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Docencia y Profesorado
Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

SCORM puedan lanzarse y gestionar la información del progreso del alumno que puede intercambiarse con el LMS.

En el contexto SCORM existen dos tipos de objetos de contenido: *SCOs* y *Assets*. Los *Assets* no tienen capacidad de comunicarse con un LMS, SCORM sólo requiere que un LMS lance los *Assets* a los alumnos mediante el protocolo HTTP. Un *SCO* es la unidad de información lógica más pequeña que un LMS puede entregar a los alumnos desde la propia plataforma y que puede comunicarse con el LMS. También se puede definir un *SCO* como el único componente de SCORM que usa el API de SCORM, que es el mecanismo de comunicación que existe para obtener y almacenar datos entre el LMS y el *SCO* (p.e. puntuación alcanzada, límites de tiempo, objetivos, etc.) y para informar sobre el estado de comunicación conceptual entre el *SCO* y el LMS (p.e. inicializado, terminado y/o condiciones de error). La información que se pueden intercambiar un *SCO* y un LMS viene definida por el modelo de datos preestablecido y estandarizado. Este modelo de datos se usa para definir elementos del modelo de datos que el *SCO* y el LMS deben conocer y deben ser mantenidos por el LMS de la misma forma independientemente del LMS utilizado.

Cuando un LMS lanza un SCORM debe hacerlo en una ventana de navegador web dependiente de la ventana del LMS que exponga la instancia del API como un objeto del Modelo de Objetos del Documento (DOM). La instancia del API la debe proporcionar el LMS. Un LMS sólo puede lanzar y registrar un *SCO* a la vez (por alumno). El *SCO* debe buscar recursivamente en la jerarquía de ventanas padre hasta encontrar la instancia del API para, una vez conseguido, pueda iniciar una sesión de comunicación con el LMS.

La figura 1 ayuda a entender el modelo temporal del RTE de SCORM.

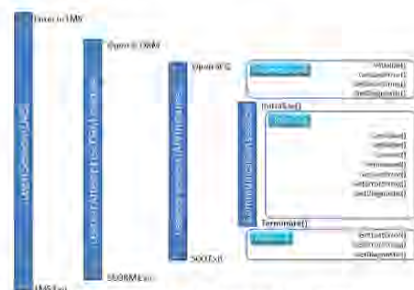


Figura 1. Modelo temporal del RTE.

En la figura 1 se muestra el significado temporal de una sesión de login en el LMS, de un intento del alumno, de una sesión de alumno y de una sesión de comunicación del *SCO* con el LMS. También se muestran las funciones del API que pueden ejecutarse dependiendo del estado en el que se encuentre el *SCO*.

El API de SCORM consiste básicamente en la definición de sólo 8 funciones que pueden ser utilizadas por un *SCO*. Estas funciones se pueden estructurar en 3 categorías:

- Funciones de sesión (Initialize() y Terminate()). Se usan para establecer el inicio y el final de una sesión de comunicación.
- Funciones de transferencia de datos (GetValue(), SetValue() y Commit()). Se usan para intercambiar datos del modelo RTE de SCORM entre el LMS y el *SCO*.
- Funciones de soporte (GetLastError(), GetErrorString() y GetDiagnostic()). Se usan para comunicaciones de soporte entre el *SCO* y el LMS.

Una vez que un LMS lanza un *SCO* puede iniciar una sesión de comunicación con el LMS para almacenar y obtener información del modelo de datos del RTE. Esto lo logra realizando llamadas a las funciones JavaScript que contiene la instancia del SCORM API que facilita el LMS en el que está ubicado el *SCO*. Aunque el proceso pueda parecer sencillo al existir sólo 8 funciones se puede complicar bastante ya que el modelo de datos RTE de SCORM tiene un número bastante significativo de datos y subconjunto de elementos en muchos de ellos.

3 DESCRIPCIÓN DE LA DE INTEGRACIÓN LAB-LMS CON SCORM

El objetivo de este trabajo es facilitar la integración de los laboratorios online, ya sea virtual o remoto, con los LMS. Para ello se ha tratado de buscar una solución que sea lo más universal y extrapolable posible, por eso se trató de utilizar los estándares SCORM como soporte del SW soporte de los laboratorios.

Las preguntas que hay que responder ahora son ¿cómo incluir un laboratorio online en un SCORM?, ¿cómo lograr la comunicación entre el laboratorio y el LMS?

La respuesta a la primera pregunta es sencilla, SCORM es un formato abierto que se ofrece en forma de página HTML, esto hace que sea totalmente compatible con la mayor parte de los laboratorios



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Docencia y Profesorado Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

remotos/virtuales, los cuales se suelen mostrar a los alumnos empujados en páginas web. Este hecho ha sido realizado con éxito en otros trabajos [10], ofreciendo la posibilidad de acceder a un repositorio de laboratorios virtuales y remotos que son incluidos en formato SCORM, sin embargo la respuesta a la segunda pregunta requiere que se produzcan cambios en el software del laboratorio con el fin de acceder a las funciones Javascript del API de SCORM en el que se envuelve el laboratorio.

Esto se puede lograr, facilitando además su uso, desarrollando una herramienta que consiste en un conjunto de funciones nativas a la tecnología de desarrollo del laboratorio que oculten el problema de acceso al modelo de datos del RTE de SCORM. De este modo los desarrolladores de laboratorios virtuales podrán usar estas funciones para integrarlas de forma sencilla con el LMS sin tener que conocer al detalle las características del RTE de SCORM.

Se ha utilizado Java, que es uno de los lenguajes más utilizados en el desarrollo de laboratorios online por tener características muy recomendadas entre las que destacan su amplio uso a nivel mundial, facilidad de manejo, estar generado bajo licencia libre y la posibilidad de generar el SW de laboratorio en formato *Applet* de Java. También se ha usado el paquete *netscape.Javascript.** para poder acceder al modelo de objetos del documento (*Document Object Model*, DOM) de la página en la que se incluye el *Applet* del laboratorio y poder llamar a las funciones Javascript del API de SCORM tal y como recomienda Oracle (la empresa responsable de Java) [11]. La mayoría de las funciones desarrolladas están relacionadas con la transferencia de datos Lab-LMS, estas funciones permiten acceder (y modificar en los casos en los que está permitido) al valor de los datos del modelo de datos del RTE que mantiene el LMS. Estas funciones se pueden agrupar en dos tipos:

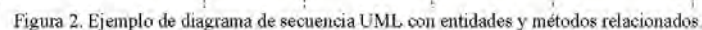
- Funciones que permiten obtener valores del modelo de datos de RTE e incorporarlos al SW del laboratorio. A modo de ejemplo, los datos del modelo que se han consultados con estas funciones en el ejemplo descrito en apartados posteriores han sido: el nombre del alumno que el LMS mantiene en su base de datos, la versión del API y el estado de ejecución del SCO en el que se ubica el *Applet* del laboratorio con el fin de mostrarlos en una ventana del *Applet*. Para cada una de estas consultas se ha creado una función específica con el fin de facilitar su uso a los desarrolladores de laboratorios y que no tengan obligación de conocer los detalles del modelo ni de las comunicaciones que se realizan.
- Funciones que modifican algún valor del modelo de datos, y/o crean elementos cuando

esto es posible, en función del trabajo realizado en la manipulación del SW de laboratorio. Merece especial mención el conjunto de datos asociados a los comentarios; Desde el laboratorio online (*Applet* de Java) se pueden crear nuevos comentarios para ser almacenados en el LMS que pueden incluir cadenas de datos escritos por el alumno o generados automáticamente por el software del laboratorio indicando además el momento (fecha y hora) y la localización en que se realizaron.

La figura 2 contiene un ejemplo de diagrama UML (*Unified Modified Language*) que muestra las entidades y los métodos necesarios para que se establezca la integración de un laboratorio virtual con un LMS por medio de recursos SCORM. Para ello el alumno (*learner*) debe introducir su nombre de usuario y contraseña para entrar en el LMS (*login LMS*). Después, mediante la navegación por los recursos y estructura del LMS, debe acceder al módulo SCORM y abrirlo, en ese momento comenzará lo que se llama un intento SCORM (*SCORM attempt*), el SCORM puede tener una estructura variada en función del diseño que se le haya dado, en el momento en el que entra en un *SCO* se entra en lo que se llama una sesión de aprendizaje (*learner sesión*) y se dispone de una instancia de la API que proporciona el LMS para acceder a las funciones del RTE, normalmente se suele acceder a la API mediante un software intermedio (*APIWrapper*) que facilita su uso. En este momento ya se pueden utilizar algunas de las funciones que permiten interactuar el *SCO* con el LMS, entre ellas está la función *Initialize()*, que marca el inicio de lo que se conoce como una sesión de comunicación RTE (*communication sesión*). También al iniciar una sesión de comunicación ya se pueden intercambiar datos entre el modelo de datos RTE que mantiene el LMS y el *SCO* o cualquier recurso que éste contenga, como es el caso de los *Applet* Java que constituyen laboratorios online. En el ejemplo de la figura 2 se utiliza la función *rteGetLearnerName()* desde el *Applet* del laboratorio, que se encuentra en el *SCO*, para obtener el valor del nombre del usuario que el LMS posee. Para ello, se debe invocar la función *doGetValue* del *APIWrapper* quien a su vez llamará a la función *GetValue* que ofrece el LMS.

4 EJEMPLO DE USO: DISEÑO DEL SISTEMA DE SUSPENSIÓN DE UNA RUEDA DE AUTOMÓVIL

Para la implementación del caso de estudio se ha creado con EJS un laboratorio virtual (aunque se puede utilizar igualmente con laboratorios remotos) en el que se realiza la simulación del funcionamiento del amortiguador para la rueda de un automóvil con la posibilidad de trabajar en distintos escenarios.

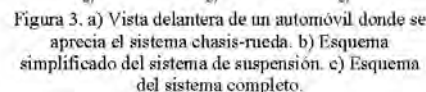


- Afianzar en el alumno el concepto de sistema dinámico.
- Diferenciar y extraer las características fundamentales de las distintas respuestas temporales. Para ello se le da la opción de ajustar los parámetros del modelo dinámico que caracteriza el sistema.

- Afianzar en el alumno el concepto de sistema dinámico.
- Diferenciar y extraer las características fundamentales de las distintas respuestas temporales. Para ello se le da la opción de ajustar los parámetros del modelo dinámico que caracteriza el sistema.

Se ha utilizado un ejemplo sencillo que sirva para mostrar el trabajo desarrollado de forma simple, la ecuación del sistema de suspensión se muestra en (1).

$$m\ddot{y} = -m\sigma - K(y - u - l_0) - B(\dot{y} - \dot{u}) \quad (1)$$



Donde m es la masa del cuerpo a amortiguar (una cuarta parte del peso del vehículo), y es la distancia de la masa al punto de referencia, u es la distancia del asfalto al punto de referencia, L_0 es la distancia del muelle en reposo y g es la aceleración de la gravedad.

En la expresión (2) se muestra la función de transferencia que relaciona la evolución de la altura del chasis, $y(t)$, en función del asfalto, $u(t)$, para el sistema en estudio.

$$G(s) = \frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{Bs + K}{ms^2 + Bs + K} \quad (2)$$

En EJS, el código Java del laboratorio, utiliza las funciones desarrolladas con el fin de interactuar con un LMS. Una vez exportado desde EJS el laboratorio en forma de *Applet* de Java se incluye dentro de una página web que constituye el recurso principal de un SCO. Se ha utilizado un fichero Javascript (*APIWrapper*) que ayuda a usar el API de SCORM. Las funciones desarrolladas en Java han tenido en cuenta el *APIWrapper* para simplificar su creación.



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Docencia y Profesorado
Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

En la figura 4 se puede ver un esquema del laboratorio virtual EJS desarrollado incluido en un paquete SCORM una vez importado e incorporado en un LMS.

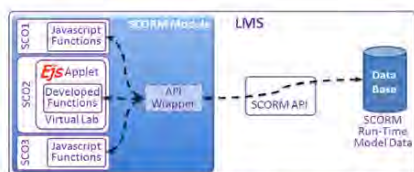


Figura 4. Esquema del ejemplo desarrollado.

Como se puede observar en dicha figura, el paquete SCORM incluye tres SCO, en SCO1 se ha incluido teoría sobre el funcionamiento del sistema de suspensión que simula el laboratorio virtual que el alumno debería leer antes de acceder al mismo. La figura 5 muestra una captura de pantalla del SCO1.



Figura 5. Captura de pantalla del SCO1.

En el SCO2 se ha incluido el laboratorio virtual e instrucciones de las prácticas que debe realizar, se describe con más detalle en los próximos párrafos.

Finalmente, en el SCO3 se han incluido pruebas de evaluación de los conocimientos adquiridos.

Se ha tomado esta estructura por pensar que es la más adecuada a la hora de implementar la docencia de laboratorios online. Una vez realizadas todas las modificaciones en la estructura SCORM se ha comprimido en formato zip y desde el LMS de la UJA (LIAS) se ha importado en una carpeta de acceso público para su libre acceso [12]. Para poder ejecutarse sólo es necesario disponer de un ordenador con acceso a Internet en el que se disponga de un navegador web, la máquina virtual de Java y una configuración que permita la ejecución de Applets Java en el navegador.

Las funciones utilizadas en este ejemplo para interactuar con el LMS permiten obtener del LMS:

- El nombre e identificador del alumno que accede al módulo SCORM.
- La versión de API que se está ejecutando (ofrecida por el LMS).
- El estado de terminación del laboratorio (si está superado).
- La fecha y hora de entrada en el laboratorio.
- Los comentarios guardados por el alumno sobre el laboratorio en el LMS.

Por otro lado se han desarrollado otras funciones que permiten incorporar en el LMS más datos:

- Comentarios del alumno que permanecen de forma persistente en el LMS para su consulta en sesiones e intentos posteriores por parte del laboratorio online.
- Información referente a la puntuación alcanzada por el alumno en el intento de superación de pruebas (para lograr una evaluación del mismo).
- Información referente a la superación del laboratorio.

La figura 6 muestra una captura de pantalla de este ejemplo (SCO2 con el Applet EJS del laboratorio virtual).



Figura 6. Captura de pantalla del Applet EJS del laboratorio virtual en el módulo SCORM.

En la parte superior se muestra un panel en el que se muestra información recogida por el Applet del LMS en el momento de su lanzamiento (que puede ser actualizada en cualquier momento) y una zona en la que el alumno que esté trabajando puede guardar los comentarios que estime oportuno en el LMS para recuperarlos cuando desee (para ello debe abrir una ventana supletoria seleccionando la casilla de verificación desde el mismo panel). En la parte central se muestran una serie de imágenes que ayudan al alumno a reconocer la escena y el funcionamiento que se logra en el amortiguador del



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Docencia y Profesorado

Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

coche mientras que en la parte inferior aparecen tres paneles desde los que se pueden configurar las características del experimento:

- Panel superior. Los parámetros de las distintas escenas que se pueden establecer para el funcionamiento del amortiguador.
- Panel medio. Permite seleccionar los escenarios de uso del sistema.
- Panel inferior. Controla la puesta en marcha y desarrollo de la simulación así como cambiar los parámetros de configuración del sistema de amortiguación y la activación de una ventana de gráficas de resultados.

En la figura 7 se muestra una captura de la ventana de gráficos (des/seleccionable desde la ventana principal) que muestra la evolución de la altura del chasis del vehículo (y), de la carretera ($Road$), y de la diferencia entre ambas ($y-Road$).

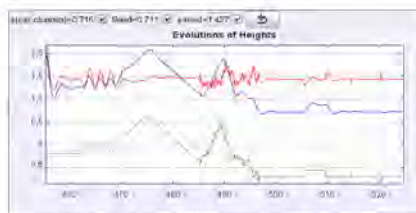


Figura 7. Captura de pantalla de la ventana emergente de gráficos del Applet.

En esta figura se puede observar como la evolución del chasis (y) es más "suave" que la que presenta la carretera ($Road$, línea inferior en la gráfica) debido al efecto que realiza el sistema de suspensión. Se pueden seleccionar 9 escenarios diferentes en los que se pueden realizar los experimentos, incluso combinarlos secuencialmente, como se desee. Con estas escenas y la posibilidad de cambiar las características de todas ellas según los parámetros indicados a continuación se pueden diseñar múltiples tipos de prácticas que muestren distintos comportamientos del sistema antes diferentes entradas:

- Firme plano. Permite estudiar el comportamiento del sistema ante una entrada constante. Sirve para comprobar el chasis permanece en su posición de reposo (a una distancia L_0 del asfalto).
- Subida/Bajada de acera (se puede modificar la altura de la acera). Permite estudiar el comportamiento del sistema ante una entrada de tipo escalón positivo/negativo.
- Obstáculo/Hueco en firme (se puede modificar la altura/profundidad). Permite estudiar el

comportamiento del sistema ante una entrada de tipo impulso positivo/negativo.

- Firme ascendente/descendente (se puede modificar la pendiente). Permite estudiar el comportamiento del sistema ante una entrada tipo rampa ascendente/descendente.
- Firme senoidal (se puede modificar frecuencia y amplitud de la oscilación del perfil del firme). Permite estudiar el comportamiento del sistema ante una entrada senoidal.
- Firme irregular. Permite estudiar el comportamiento del sistema ante una entrada variable aleatoria.

En el ejemplo de libre acceso [12] se han diseñado dos prácticas muy sencillas. La práctica 1 pide analizar la respuesta en función de los diferentes perfiles. Para ello, se debe ejecutar la simulación, abrir la ventana de gráficos y cambiar entre los diferentes escenarios programados. La evaluación que realiza el laboratorio se basa en la comprobación de la ejecución de la simulación, añadiendo un punto por cada escenario probado. De este modo se tiene la posibilidad de conseguir un máximo de 9 puntos. En la práctica 2 se pide al alumno que asigne valores a las constantes del muelle (K) y de amortiguamiento (B) para que se cumplan ciertas condiciones. En el caso de elegir unos valores dentro de los márgenes establecidos se consiguen 5 puntos adicionales. La calificación final obtenida es comunicada al LMS al pulsar el botón *Finish* para la posible comprobación del tutor.

5 CONCLUSIONES Y LÍNEAS DE FUTURO

La integración de los laboratorios online en los LMS es un proceso que ofrece ventajas a los alumnos y profesores responsables de los mismos. Por ello se trata de una tendencia deseable que se debe desarrollar y potenciar con el fin de que la integración sea plena. En este trabajo se muestra una herramienta que facilita a los desarrolladores Java crear laboratorios online que consigan esta integración prácticamente con todos los LMS del mercado.

Esta herramienta facilita la incorporación de información procedente del LMS en el laboratorio online enriqueciendo al mismo. También facilita que el alumno pueda incorporar datos permanentes sobre el laboratorio online en el LMS que puede recuperar ayudando a la superación de las pruebas que se hayan establecido y la incorporación en el LMS del estado de superación de las prácticas que se hayan programado así como la puntuación conseguida. Con el uso de estas funciones se puede facilitar la integración de los laboratorios online (virtuales o



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Docencia y Profesorado

Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

remotos) desarrollados en lenguaje Java mediante su inclusión como *Applet* en un paquete SCORM que puede ser utilizado por la mayoría de los LMS.

Se ha desarrollado un ejemplo que logra integrarse con el LMS ILIAS de la UJA mediante el uso de estas funciones y muestra parte del potencial de las mismas. En el ejemplo se ha simulado el sistema de suspensión de la rueda de un vehículo. Este ejemplo permite a los alumnos de los grados de ingeniería de la rama industrial de la Universidad de Jaén comprender el funcionamiento de un sistema dinámico y comprobar su comportamiento ante distintas entradas de forma inmediata.

Actualmente se está trabajando en el desarrollo de un paquete Java que incluya funciones que permitan trabajar con todos los datos del modelo SCORM y a más largo plazo se pretende crear una definición multilenguaje de estas funciones que permitan a los desarrolladores de todos los lenguajes crear laboratorios online usando funciones que permiten interactuar con el LMS de forma sencilla y fácil.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado parcialmente por los proyectos DPI2011-27284, TEP2009-5363 y AGR-6429

Referencias

- [1] Advanced Distributed Learning, (2012) "SCORM 2004 4th Edition Specification". [Online]. Available: http://www.adlnet.gov/wp-content/uploads/2011/07/SCORM_2004_4ED_v1_1_Doc_Suite.zip
- [2] Advanced Distributed Learning, (2013). "SCORM Certified Products". [Online]. Available: <http://www.adlnet.gov/wp-content/uploads/2012/04/SCORMCertifiedProductsLocked.xlsx>
- [3] Aktan, B., Bohus, C.A., Cowl, L.A. & Shor, M.H. (1996) "Distance learning applied to control engineering laboratories". IEEE Transactions on Education 39 (3) pp.320-326, DOI:10.1109/13.538754.
- [4] Dormido, S., Vargas, H., Sánchez, J., Dormido, R., Duro, N. & Morilla, F. (2008) "Developing and implementing virtual and remote labs for control education: The UNED pilot experience". 17th IFAC World Congress 2008, pp. 8159-8164
- [5] Esquembre, F. (2003) "Using Easy Java Simulations to create scientific simulations in Java". EUROCON 2003. Computer as a Tool. The IEEE Region 8 Vol:1, 2003, pp.:20-23
- [6] Feisel, L. & Rosa, A. (2005) "The role of the laboratory in undergraduate engineering education". Journal of Engineering Education, 94(1), pp.121-130.
- [7] Gutiérrez, E., Trenas, M.A., Ramos, J., Corbera, F., and Romero, S. (2010) "A new moodle module supporting automatic verification of VHDL-based assignments". Computers & Education 54(2), pp.562-577
- [8] Harward, V.J., Alamo, J.A. del, Lerman, S.R., Bailey, P.H., Carpenter, J., DeLong, K., Felkner, C., Hardison, J. and Harrison, B. (2008) "The iLab shared architecture: A web services infrastructure to build communities of internet accessible laboratories" Proceedings of the IEEE, Vol:96, Issue:6, pp.931-950, DOI: 10.1109/JPROC.2008.921607
- [9] Henry, J. (1996) "Controls laboratory teaching via the World Wide Web" ASEE Annual Meeting, Washington, D.C.
- [10] Mateos, V., Gallardo, A., Richter, T., (2011) "LiLa booking system: Architecture and conceptual model of a rig booking system for on-line laboratories". International Journal of Online Engineering (iJOE), 2011, 7 (4)
- [11] Oracle (2013). "Invoking JavaScript code from an applet". [Online]. Available: <http://docs.oracle.com/javase/tutorial/deploymnt/applet/invokingJavaScriptFromApplet.html>
- [12] Ruano, I. (2013) "SMC2013, SCORM module with an example of virtual lab integrated with ILIAS LMS". [Online]. Available: http://dv.ujaen.es/docencia/goto_docencia_sahs_428996.html
- [13] San Cristobal, E., Castro, M., Harward, J., Baley, P., DeLong, K. and Hardison, J. (2010) "Integration view of web labs and learning management systems". IEEE EDUCON Education Engineering- The future of Global Learning Engineering Education 81, pp.1409-1417
- [14] Torre, L. de la, Sánchez, J. P., Heradio, R., Carreras, C., Yuste, M., Sánchez, J. and Dormido, S., (2012) "UNEDLABS: An example of EJS labs integration into moodle", World Conference on Physics Education, Istanbul, Turkey.



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Docencia y Profesorado

Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

Anexo13: Comunicación en el IEEE International Conference on System, Man , and Cybernetics (IEEE SMC 2013): “Integration of Online Laboratories-LMS via SCORM”.

Integration of Online Laboratories-LMS via SCORM

Ildefonso Ruano-Ruano, Juan Gómez-Ortega, Javier Gámez García, Elisabeth Estévez-Estévez

Group of Robotics, Automation and Computer Vision (GRAV)

University of Jaén

Jaén, Spain

Email: {alonso, juango, jggarcia, eestevez}@ujaen.es

Abstract—Web-based laboratories have been used as valuable resources to support teaching for many years. The methodology and operation of laboratories over the Internet have changed considerably since the early implementations. In fact, one of the last steps taken related to this issue has been the integration of laboratories and Learning Management Systems (LMS). In this paper we present methods that facilitate the development of virtual and/or remote labs software to interact with Learning Management Systems using Shareable Content Object Reference Model (SCORM), the most important standard for e-learning content. A virtual lab model is developed to show how the methods are used in order to integrate the virtual lab software with the LMS via SCORM.

Keywords—component; Learning Management System; Online Laboratories; SCORM; EJS

I. INTRODUCTION

Lab work is unquestionable needed for many subjects in higher education, especially those related to engineering [1]. There are many reasons to incorporate online laboratories into higher education. Among them we can highlight the cost savings, a more extended use of scarce resources, the possibility of sharing equipment with other organizations, an improved security for users and a better availability of resources in time and space.

Virtual/Remote labs (VRL) can be understood as a way of e-learning. The first prototypes of remote laboratories for education were custom made using specific purpose servers and protocols [2]. After that, the idea of using the web to support the experiments was introduced [3] and new approaches emerged to develop and provide access to online laboratories that were supported by specific platforms and architectures [4] [5]. The e-learning has evolved due to the development of tools and standards that facilitate interoperability of content. Today Learning Management System (LMS) is a basic tool for students in e-learning. It contains most, if not all, of the content and tools that are used in teaching. Therefore, the logical evolution of online labs is to achieve integration with LMS, like many other projects that have been carried out in this direction [6].

The integration of online labs and LMS offers several advantages for developers as well as for students. Mainly, LMS controls the access of users to the website and ensures that all teaching resources are offered in the same environment.

LMS has positioned itself as an essential integrative tool that provides all the e-learning resources in the same environment; while Shareable Content Object Reference Model (SCORM) has proved to be a set of standards and specifications for e-learning that enable content sharing between LMS [7]. SCORM was created for developers to generate learning content by making it durable, accessible, reusable and interoperable with LMS. In order to achieve this objective, SCORM provides guidelines for launching and managing the content, a common mechanism for the contents to communicate with the LMS, and a predefined language/vocabulary that forms the basis of this communication.

The first online laboratories, integrated in LMS, tried to use laboratory models that were already developed using their particular technologies, ignoring the *de facto* standard for e-learning content, SCORM, because it was integrated them by developing LMS specific modules and plug-in that catered to the particular characteristics of individual laboratory [8]. Although they got promising and powerful results [9], this proposal was not directly reusable in other labs.

More recently, a new procedure was developed. It includes online laboratories in SCORM modules that allow partial integration with the LMS. It offered a web portal that worked as a repository of laboratories that were created by embedding laboratory software in a SCORM format [10]. This meant that no technological requirements were made to develop the laboratory, so any technology was valid. However, this system besides complicated the communications required to carry out an experiment (real plant, SCORM repository, the LMS and the PC) and, above all, did not offer a complete interaction between the laboratory software and the LMS.

In this paper we present a set of functions/methods for developers of VRL and where goal is that their labs interact directly with an LMS. Using these functions the VRL can communicate with the LMS and achieve a complete integration.

This set of tools is incorporated into the online laboratory software which should be generated as an applet. The applet is included in an html file inside a SCORM format packaging. Finally the generated SCORM content can be used by learners in an LMS to work in the online laboratory fully integrated.

The embodiment shown in this paper makes an encapsulation of the functions provided to the SCORM content



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Docencia y Profesorado

Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

by the LMS (using an instance of Application Program Interface, API). It allows them to handle the data model of the SCORM Run-Time Environment (RTE) [9]. This way the details of SCORM-LMS communications are transparent to developers. As an example of validation, a virtual laboratory has been developed using the Easy Java Simulation (EJS) tool [11], which in turn uses the Java programming language to communicate with the LMS. This example is exported as a Java applet that, once embedded within a SCORM format, must be imported as a learning content in an LMS.

The rest of the paper is organized as follows: in section II, the main features of SCORM and its 3 components are explained, emphasizing the RTE and its basic operating principle. In section III, the performance of the developed functions is explained. In section IV, a virtual lab example is shown, which was developed at EJS. Once it is integrated into a SCORM module interacts with ILIAS, which is the LMS, or a virtual teaching platform, used at the University of Jaén (UJA). Finally, section V shows the conclusions of the paper and presents future actions.

II. SCORM APPLICATION TO ONLINE LABS

The SCORM standards and specifications are the *de facto* e-learning standard. The set of products that adopt SCORM includes most of the LMS market [12]. SCORM is documented and maintained by the Advanced Distributed Learning Initiative (ADL), but it's derived from work done by various industry and technology organizations, including the IMS Global Learning Consortium (IMC), the Aviation Industry CBT Committee (AICC) and the Electrical and Electronics Engineers Learning Technology Standards Committee (IEEE LTSC). SCORM provides a framework that applies to e-learning content in an LMS in order to define its encapsulation, launching and data exchange. With this objective three sub-specifications have been defined:

- Content Packaging section (Content Aggregation Model, CAM) [9]. It specifies how content should be packaged and described. It's based mainly on XML (eXtensible Markup Language).
- The sequencing section (Sequencing and Navigation, SN) [9]. It specifies how the learner can navigate between parts of the SCORM content (*SCO* o Sharable Content Object). It's defined by a set of rules and attributes written in XML.
- The Run-Time section (RTE) [9]. It specifies how content should be launched and how it communicates with the LMS. It's based mainly on ECMAScript (JavaScript).

In order to perform this work three sub-specifications have been used, paying more attention to the RTE sub-specification.

In the SCORM context there are two types of objects: assets and *SCOs*. The assets are not able to communicate with an LMS, SCORM only requires that an LMS launches the assets to the learners by using the HTTP protocol. Examples of assets are a video, an image, a text file, a sound file, an html page or any other piece of content. Within a SCORM module, a *SCO* is the smallest logical unit of information that a LMS can deliver to the learners via an LMS and can communicate with

the LMS. A *SCO* is also defined as the only component of a SCORM that uses the SCORM API, which is the communication mechanism for retrieving and storing data between the LMS and the *SCO* (e.g. score, time limits, objectives, etc.) and for displaying the conceptual communication state between the *SCOs* and the LMS (e.g., initialized, terminated and/or in error conditions). The information that can exchange a *SCO* and an LMS is defined by the predetermined and standardized data model. This data model is used to define the data model elements that the *SCO* and the LMS must know. The LMS must maintain the data model in the same way independently of LMS used.

When a LMS launches an active SCORM content (*SCO*), it must be done it in a web browser window that is a dependent window of the LMS window that exposes the API instance as an object of the Document Object Model (DOM). The instance of the API must be provided by the LMS. A LMS can only launch and register a *SCO* at once (per learner). The *SCO* must search recursively in parent window hierarchy until it finds the instance of the API, once achieved, it can initiate a communication session with the LMS.

The SCORM API consists basically of the definition of only 8 functions that can be used by a *SCO*. These functions can be structured into 3 categories:

- Session Functions (Initialize() and Terminate()). Used to set the start and the end of a communication session.
- Data Transfer Functions (GetValue(), SetValue() and Commit()). They are used to exchange SCORM RTE model data between the LMS and the *SCO*.
- Support Functions (GetLastError(), GetErrorString() and GetDiagnostic()). They are used to support communications between the *SCO* and the LMS.

Once a LMS launches a *SCO*, the *SCO* can initiate a communication session with the LMS to store/retrieve information to/from the RTE data model. This is achieved by making calls to JavaScript functions that contain the instance of SCORM API that the LMS facilitates, where the *SCO* is located. The process may seem easy, as there are only 8 functions; however, it can be complicated because the data model for SCORM RTE has a fairly significant number of data and subsets of elements in many of them.

III. INTEGRATING ONLINE LAB AND LMS VIA SCORM

The aim of this work is to facilitate the integration of online laboratories, virtual or remote, with the LMS. This is why, we tried to find a solution that is as universal and extensible as possible, and so we decided to use SCORM to support the laboratory software. The questions to be answered now are: How can we include an online laboratory in SCORM?, How can we achieve communication between the laboratory and the LMS?

The answer to the first question is easy; SCORM is an open format that is offered as html page, which is fully compatible with the majority of VRL that usually are offered to students through web sites. This has been carried out successfully in previous works [10], offering the ability to access a repository



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Docencia y Profesorado

Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

IV. CASE OF STUDY: CAR'S SUSPENSION SYSTEM

A virtual laboratory has been developed with EJS to create a case study that helps to validate the proposal. We have used the EJS software, because it holds highly recommended features, among which are: an extensive worldwide use, its ease to handle, the fact that it is generated under free license and the ability to generate the laboratory software as Java applet format. It could have been a remote laboratory because communications that exist in a laboratory model do not matter when using the developed functions –it can be used with all types of online laboratories, virtual or remote. The developed virtual lab is a performance simulation of a steering damper in a car in which there is the possibility to work under different conditions. In the Java code of the laboratory we use the developed functions in order to interact with an LMS. Once the lab is exported from EJS as Java applet, it's included in a web page which is the main resource of a *SCO*. The easiest and recommended way to create a SCORM content package is by using a template. For this case, we used an example of basic SCORM package downloaded from the ADL website. It contains a structure with HTML files that have been modified to include a virtual lab. This modification has basically consisted in including the laboratory applet that must have been previously exported from EJS, within an html page of the downloaded SCORM template. The downloaded SCORM module includes a JavaScript help file (API wrapper) that helps in using the SCORM API. The developed Java functions have taken into account the wrapper API to simplify their creation.

Figure 2 represents the structure of SCORM module, which contains the java Applet of the virtual Lab in the *SCO2*. The dashed lines show the interactions between *SCOs* and LMS.

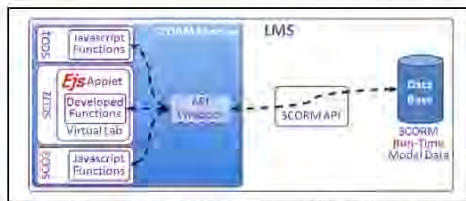


Figure 2. Structure of the SCORM module and SCOs-LMS interactions.

As can be seen above, the SCORM package includes three *SCO*. In *SCO1* some basic instructions have been included for the understanding and management of the laboratory. The student should read and understand this content before accessing the virtual laboratory. In the *SCO2* the virtual laboratory is included with practical instructions to be performed. And finally, in the *SCO3*, tests questions have been included in order to assess of acquired knowledge. This structure has been chosen because it is the most appropriate when implementing online teaching laboratory.

Once all the changes in the SCORM template have been done, the structure SCORM is compressed in zip format and it is imported from the ILIAS virtual teaching platform of the UJA into a publicly available folder that offers free access [14].

The functions used in this example to interact with LMS allow the obtaining of the following data from the LMS: the

name and identifier of the learner who accessed the SCORM module in the LMS, the API version that is running (used by the LMS), the completion status of the lab (if completed)¹, the laboratory success status (if passed)¹, the achieved score¹ and the comments sent by the student about the lab at LMS¹.

On the other hand other functions have been developed for adding information to the LMS: information regarding the date and time of events, information regarding comments of learners that remain persistently in the LMS (for future enquiries from the online lab in subsequent sessions and attempts), information regarding the score achieved by the student in an attempt to overcome the laboratory (to accomplish an evaluation of it), information regarding the completion of the experiment.

A. Description of the Lab Exercise

We used a simple example that shows the work done in a simple way. The developed virtual laboratory shows an operation of a car's suspension, which allows the student to modify their parameters *K*: spring constant, and *B*: damping constant. It also allows the user to select different operating scenarios. The system equation is:

$$m\ddot{y} = -mg - K(y - u - L_0) - B(\dot{y} - \dot{u})$$

Where "*m*" is the mass of the body (one quarter of weight of the vehicle), "*y*" is the distance from the mass to the reference point, "*u*" is the distance from the road to the reference point, "*L₀*" is the length of the spring at rest and "*g*" is the acceleration of gravity. The lab applet is initially displayed in a window that is embedded in an HTML page. Figure 3 shows a screenshot of it (applet of the virtual lab in the *SCO2*). Figure 3A shows the main window of the java applet and figure 3B shows the graphics popup windows.

At the top it shows a panel that displays information retrieved by the LMS applet at the time of its release (which can be updated at any time) and an area in which the student that is working on it can save comments he or she deems appropriate in the LMS, to retrieve them when they want to (to do it they must open a pop up window by selecting the check box from the same panel). In the centre there are some moving images that help students to recognize the scene and performance that is achieved in the car's suspension, while at the bottom there are three sub-panels from which can be configured: top sub-panel (Parameters of the different scenes that can be set for the operation of the suspension system), middle sub-panel (Select of the system usage scenes) and bottom sub-panel (Contains buttons for starting and pausing the simulation, a text box to change the configuration constants of the suspension system, and a check box to control the launching of a popup window with graphical evolution of the variables).

V. CONCLUSIONS AND FUTURE ACTIONS

The integration of online laboratories in the LMS is a process which offers many benefits to learners and teachers. These advantages include the ability to offer all the contents in the same environment where access control can be done. Another advantage is that it's also possible to customize the use of laboratories in terms of users, and to program their

¹ The laboratory software must store this information in the LMS before



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Docencia y Profesorado

Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

overcoming and evaluation. All of them are desirable features in the development and integration of VRL.



Figure 3. A) Screen capture of the virtual lab EJS applet in the SCORM packet
B) Graphics popup window.

In this paper we have provided resources that encourage this integration. The performed functions are useful tools for VRL Java developers. Using these functions, they can create online laboratories that can be virtually integrated with all LMS of the market. This tool facilitates the incorporation of information from the LMS to online lab, enriching it. It also facilitates the learner to save persistent data to the LMS about their laboratory practices that they can retrieve later. This information can help learners overcome the tests which have been provided. Another action that can be programmed is an update of the practices that have been established in the LMS and the score achieved, which will remain in the LMS so that the tutor can check what has been the result of the work done by the learner. The use of these functions facilitates the integration of online laboratories (remote or virtual) that are developed in the Java language by its inclusion as an applet in a SCORM package, which can be used in most of the LMS.

To show the validity of this work, we have developed an EJS virtual laboratory example that integrates with the ILIAS LMS of the UJA and uses some of these functions to show some of its potential. A free access copy of this example can be tested [14]. We are working on developing a Java package that will include objects and methods related with the SCORM RTE. This Java packet will be available for free download.

ACKNOWLEDGMENT

This work was partially supported by the projects DPI2011-27284, TEP2009-5363 and AGR-6429

REFERENCES

- [1] L. Feisel, & A. Ross, "The role of the laboratory in undergraduate engineering education", *Journal of Engineering Education*, 94(1), 2005, pp.121-130.
- [2] Burgin Aktan, C.A. Bohus, L.A. Crowl, M.H. Shor, "Distance learning applied to control engineering laboratories", *IEEE Transactions on Education* 39 (3) 1996, pp.320-326, DOI:10.1109/13.538754.
- [3] J. Henry, "Controls laboratory teaching via the World Wide Web" *ASEE Annual Meeting*, Washington, D.C., June, 1996.
- [4] S. Dormido, H. Vargas, J. Sánchez, R. Dormido, N. Duro, F. Morilla, "Developing and implementing virtual and remote labs for control education: The UNED pilot experience", *17th IFAC World Congress* 2006, pp. 8159-8164
- [5] V.J. Harward, J.A. del Alamo, S.R. Lerman, P.H. Bailey, J. Carpenter, K. DeLong, C. Felkner, J. Hardison, B. Harrison, "The iLab shared architecture: A web services infrastructure to build communities of internet accessible laboratories" *Proceedings of the IEEE, Vol.96, Issue.6*, 2008, pp.931-950, DOI: 10.1109/JPROC.2008.921607
- [6] E. San Cristóbal, M. Castro, J. Harward, P. Baley, K. DeLong, J. Hardison, "Integration view of web labs and learning management systems", *IEEE EDUCON Education Engineering- The future of Global Learning Engineering Education* 61, 2010, pp.1409-1417
- [7] Advanced Distributed Learning, "SCORM 2004 4th Edition Specification", 2012, [Online]. Available: http://www.adlnet.gov/wp-content/uploads/2011/07/SCORM_2004_4ED_v1_1_Doc_Suite.zip
- [8] E. Gutiérrez, M.A. Trenas, J. Ramos, F. Corbera, S. Romero, "A new moodle module supporting automatic verification of VHDL-based assignments", *Computers & Education* 54(2), 2010, pp.562-577
- [9] L. de la Torre, J. P. Sánchez, R. Heradio, C. Carreras, M. Yuste, J. Sánchez, S. Dormido, "UNEDLABS: An example of EJS labs integration into moodle", *World Conference on Physics Education*, Istanbul, Turkey, 2012.
- [10] V. Mateos, A. Gallardo, T. Richter, "LiLa booking system: Architecture and conceptual model of a rig booking system for on-line laboratories", *International Journal of Online Engineering (IJOE)*, 2011, 7 (4)
- [11] F. Esquembre, "Using Easy Java Simulations to create scientific simulations in Java", *EUROCON 2003. Computer as a Tool. The IEEE Region 8 Vol.1*, 2003, pp.20-23
- [12] Advanced Distributed Learning (2013). "SCORM adopters". [Online]. Available: <http://www.adlnet.org/wp-content/uploads/2012/01/SCORMAdoptersLocked.xlsx>
- [13] Oracle (2013). "Invoking JavaScript code from an applet". [Online]. Available: <http://docs.oracle.com/javase/tutorial/deployment/applet/invokingJavaScriptFromApplet.html>
- [14] I. Ruano-Ruano (2013) "SMC2013, SCORM module with an example of virtual lab integrated with ILIAS LMS". [Online]. Available: http://dv.ujaen.es/docencia/goto_docencia_sahs_428996.html



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Docencia y Profesorado
Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

Anexo14: Comunicación en el 2014 Frontiers in Education Conference (IEEE FIE2014): “A SCORM Based Package Model for WebLabs”.

A SCORM Based Package Model for WebLabs

Ildefonso Ruano-Ruano (1), Javier Gámez-García (1), Sebastián Dormido Bencomo (2), Juan Gómez Ortega (1)

(1) GRAV Group
University of Jaén
Jaén, Spain
{alonso, jggarcia, juango}@ujaen.es

(2) Dept. of Computer Science and Automatic Control
UNED
Madrid, Spain
sdormido@dia.uned.es

Abstract—Web Laboratories (WebLabs) are essential resources for engineering education. Within this type of laboratory, a new Sharable Content Object Reference Model (SCORM) package design model is shown in this work. The proposed model is based on a set of resources that form a complete educational structure; taking into account the sequencing and navigation among the elements that compose it. In addition, it can be uploaded to a Learning Management System (LMS), offering to the students an effective tool to work with web labs. The package is structured in 4 sections or pages: Introduction, Theory, Virtual/Remote Laboratory (VRL) and Assessment; where the last performs an automated verification of the work done by the learner. In this way, one of the advantage of this methodology is that the instant results of the assessments, performed by the SCORM package, is stored in the inner LMS. Some WebLabs performing this methodology are being developed in the University of Jaén. In this work, an example is developed: “Modelling of Dynamic System: DC Motor”. This WebLab is used in the Industrial Automation course that is included in several Industrial Engineering degrees.

Keywords— Virtual Remote Laboratories; SCORM; LMS; dynamic system modelling; automatic control.

I. INTRODUCTION

In the university technical programs of engineering and applied sciences degrees, the laboratory work is essential for the correct training of the students. There are several ways to perform laboratories in education: hands-on labs, virtual labs or remote labs [1][2][3]. Depending on the experience one wants to repeat, there are some implementations that are considered more suitable than others. When experience is offered in virtual or remote way, Internet has been used, and more specifically, the use of the Web service [4].

The main tool used in higher education over the Internet is the LMS [5]. LMSs, which have evolved greatly from its origins, are not just a repository of educational content. For instance, the more advanced LMSs also perform other functions among which we would highlight the following:

- They provide tools for learner-tutor communication.
- The integration of services and applications, that facilitate the creation of content in different formats.
- The integration of facilities, that help the assessment and the tracking of the student learning progress.

Until a relatively short time ago, there was a gap between the use of VRL and LMS; however, in recent years, there have been a number of proposals aimed at reducing this gap [5]. Many initiatives have developed ad-hoc solutions [6], others have researched the federation protocols [7] or have used, as a container of VRL, SCORM, which is the standard for e-learning content more widespread among the LMSs [8]. Finally, there is also an example where data exchange occurs with the LMS [9].

This paper works on the use of SCORM for the integration of VRL as embedded objects capable of exchanging information with the LMS. SCORM is a set of technical standards for e-learning products designed to obtain reusable, durable, interoperable and accessible content in the LMS. These specifications were used to develop the model proposed in this work. SCORM allow define encapsulation, launching and exchange of data between VRL and LMS by defining three sub-specifications, a) Content Aggregation Model (CAM), b) Sequencing and Navigation (SN) and c) Run-Time Environment (RTE) [10]. On the basis of the teaching proposals for remote laboratories developed in [11], in this paper, a content structure pedagogical model, based on a SCORM that includes an embedded VRL, is proposed. Thereby the VRL is not treated like an isolated element; it is fully integrated into the student learning experience as proposed in [12]. In the proposed model two types of learning resources, that LMS can launch, are developed: assets and Shared Content Objects (SCO). An asset is a resource consisting of digital media such as text and images. It can be loaded through a Web browser but it does not communicate with the LMS. A SCO is a collection of one or more assets that should communicate with the LMS using the Run-Time Environment.

The rest of the paper is organized as follows. In the next section, desirable characteristics in the design of VRL are presented; in section III, the proposed model is described, justifying its format; in section IV, an example of virtual laboratory using the proposed model is presented and, finally, in Section 5, the conclusions and future lines are given.

II. VRL DESIGN BASED ON SCORM

The main objective to be met by laboratories is to provide to students experiments which can link theory to the real world [13]. Thus, it helps to understand the theoretical and skills of practical use of the systems are acquired. However,



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Docencia y Profesorado Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

for a VRL to be effective and that can meet this requirement, it must take into account the following factors:

Working Environment.

Normally, WebLabs are hosted along with the other contents of a course in a LMS. The WebLab must be consistent with them and it must be supported in previous contents which must have been treated by learners. These contents can be theory modules, tests, exercises or any combination thereof. In addition, the WebLab can serve as a previous content to another laboratory. The proposed model takes into account that a WebLab is not an isolated element and therefore it has its place among the course content to complement them. WebLabs, and other resources of the working environment, must be referenced to each other and must also be presented to the student as a whole.

VRL

There are many desirable properties in their design. The interaction must be credible. By this we mean that, when it comes to simulations of physical systems, it is necessary to allow a similar interaction as the real system does. It's desirable to perform a customization of the VRL functioning. This can be easily carried out using in the WebLab the user identification that is performed by the LMS and the VRL-LMS communication capability provided by SCORM. In addition, the user interface must meet functional aspects that facilitate its use: suitable design (simple and intuitive) and instant help.

(Auto)Assessment

The interactions are performed through software (it's the medium of access in the case of RL), so it's possible to perform the assessment tracking and the assessment. The results can be communicated to the LMS through the SCORM RTE. To do this, it's required the use of the Javascript Application Program Interface (API), provided by the LMS. This can be quite complicated if you do not use software tools to facilitate this task as the scormRTE JAVA package [14], used in the example shown in this paper. Automatic assessment also provides benefits for the tutors who must manage their teaching in the LMS.

Web Design

SCORM features provide total flexibility in appearance to the content designer. It is an aspect that should not be forgotten and that we must take care in order to obtain an intuitive, clear and attractive content for the learner [15]. In our model we have created a functional interface with simple visual design that facilitates and simplifies its use by learners. Web design is reduced to the essential elements that are necessary for the implementation of the laboratory. The chosen typeface is simple and clean, and the colours are coordinated and balanced. Besides a good organization and explanation of the contents, the items explained here are basic pillars for a quality WebLab.

SCORM Design

SCORM defines encapsulation, navigation and communication for a given content structure. It is recommended that content creators and teachers choose and maintain an agreed structure that, once known by students, will be used at different WebLabs to facilitate their work. They also have to define and reach agreement on: a) Navigation between SCORM objects and b) Communication between each SCO and the LMS. Section III shows, in more detail, the SCORM design applied to the proposal model.

Productivity

Productivity is a sought objective in all works. WebLabs is considered productive if, meeting these design requirements, learners can get the most out to achieve the main objective for which it was designed: the acquisition of the corresponding skills.

III. PROPOSED WEBLAB MODEL

The model is a pedagogical context developed following principles of web usability and design focused on the needs of end users: tutors and students. Sequencing/Navigation and structure of the proposed WebLab model can be seen in the flow diagram of the example included in this work (Fig. 1).

It consists of four web pages, each of which corresponds to a SCO:

SCO1. Introduction

It provides an overview of the WebLab placing it within the degree studies. It provides also links to the basic theoretical contents of the course. In addition, it presents a graph and description of the WebLab (structure and navigation) that helps students to better understand it. This SCO performs a basic connection to the LMS to inform about the learner who visit it (and consequently pass it).

SCO2. Lab Theory

It provides basic theoretical information for better understanding of the experiments to be performed in the VRL. This information should extend the theoretical lesson of the course that is enriching the VRL. It particularizes the more general ideas given in the theoretical lesson of the course to the specific case of VRL.

After showing this information, it presents the initial test that students must overcome to demonstrate that they have successfully assimilated the information received and that they are ready to work with the VRL that is found in SCO3. If the initial test is not passed the system will show again page 1 of WebLab (SCO1). If passed, it will store in the LMS the completion status as "passed" and the score of the learner.

SCO3. VRL

It contains the guide notes of the practices that the learner must perform in the VRL. They must be specific instructions, unambiguously, describing clearly the work to be performed by learners. It also includes the embedded VRL as an Applet that must have been programmed so that may track practices



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Docencia y Profesorado

Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

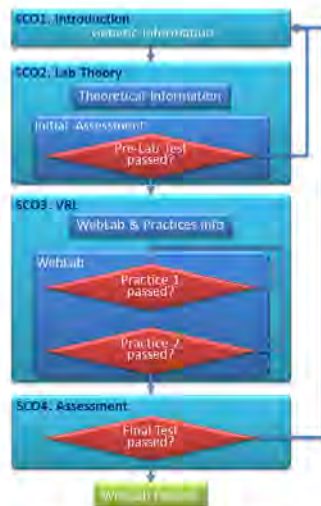


Fig.1 SCORM Structure and Navigation of the example WebLab.

and perform their assessment. If the learner does not pass the automatic assessment, the applet will be reset to its initial state, forcing the learner to begin the practices again from the beginning. Although Fig.1 shows a case of two practices, the proposed model does not determine the number of practices to include. This ultimately depends on the opinion of the content creator and the designer. The applet can use software tools [14] to facilitate communication with the LMS for, among other exchanges, store the completion state of student and the score.

SCO4. Assessment

It presents the final test which the learner must demonstrate that has acquired the knowledge and skill that is studied in WebLab. If passed, the learner will have successfully completed WebLab and the SCORM package will automatically close. Before closing the VRL, it communicates with the LMS to store the score and the state "passed" of the involved learner. In case of not overcome the final test, the LMS will return to the SCO1 and the learner must begin again the whole WebLab.

Learning Activity	Progress	Score
SCO1: Introduction	passed	20 Score/20
SCO2: Lab Theory	passed	20 Score/20
SCO3: VRL	passed	1 Score/1
SCO4: Assessment	passed	20 Score/20

Fig.2 Screen capture of the ILIAS LMS Tracking Data View.

As described above, each of the pages does a connection with the LMS, so it is possible to customize its operation. Besides, SCO2, SCO3 and SCO4 communicate the result of their interactions performed by the student in each of them (completion states and scores). The format in which LMS offers this information to the tutors depends on the LMS and its SCORM implementation, e. g., Fig. 2 shows the information provided by ILIAS, the institutional LMS of the University of Jaén (UJA).

The following WebLabs have been developed using the model proposed in this paper: "Modelling of Dynamic System: DC Motor", "Dynamic System PID Control: DC Motor", "Modelling of Dynamic System: Heat Exchanger" y "PID Control of a Heat Exchanger System" (in English and Spanish language), introducing now the first one.

IV. WEBLAB EXAMPLE: "MODELLING OF DYNAMIC SYSTEM: DC MOTOR"

Below is described an example of the developed WebLab: "Modelling of Dynamic System: DC Motor". It is a WebLab which includes a VL about the dynamic identification of a DC motor. The VL has basically the same characteristics that a DC motor that students have to use in the Automation laboratory in future practices. Thus, working with this WebLab, the students can understand the operation of the real system before dealing with it.

SCO1. Introduction

Among others, generic information data are shown to place the WebLab from the educational point of view, e.g. it indicates that the WebLab is used in the "Industrial Automation" subject that is included in several Industrial Engineering degrees of the UJA and that there are links to related theory lessons that are uploaded in the same LMS. It also includes a description of the structure of WebLab and how to overcome it.

SCO2. Lab Theory.

It shows theoretical content to be studied before working on the VRL: *a) Introduction*: it includes the main goal of the WebLab and an image of a DC motor. *b) Dynamic model*: it includes a DC motor model scheme, a list of the variables and the physical parameters of the model, the system equations and the dynamics equations in time domain and Laplace domain. *c) First-order Dynamic Model*: it includes a scheme of a first-order system particularized for the DC motor, it defines the constants that define a first-order system (static gain and time constant), and how they are calculated theoretically from the graph of the output of the system.

It then presents the initial test. This test assesses the student's ability to assimilate the specific theoretical concepts given. The initial test consists of a series of multiple choice questions (and only answer) that students must overcome (at least 50%) to continue to the next page.



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Docencia y Profesorado
Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

SC03. VRL

It contains the guide notes of the two practices to be performed by students:

Practice 1. Testing the DC Motor simulator.

It is designed for the student to acquire confidence when handling the simulator. The learners test the simulator, select different input signals, check the outputs produced (graphics) and perform measures by setting the coordinates axes. When the mouse pointer is located over an item of the interface for a second (approx.) appears a pop-up window where help about the item is shown.

Practice 2. K and T parameters identification.

It guides, step by step, the learner to calculate the K and T constants of the DC motor first-order model following the instructions of the SC02. The operation of the simulator is customized for each student: the system modelling is dependent on the user identification.

The VL (Fig.3) is a JAVA Applet created with Easy Java Simulations (EJS) [16]. The learners test the simulator, select different input signals, check the outputs produced (graphics) and perform measures by setting the coordinates axes. When the mouse pointer is located over an item of the interface for a second (approx.) appears a pop-up window where help about the item is shown.

SC04. Assessment.

It presents the final test that assesses the learner's knowledge. It consists of a series of multiple choice questions (and only answer) that students must overcome (at least 50%) to complete successfully the WebLab.

A free access copy of this example is available in the LMS of the UJA, in the same URL, there is a learning module with instructions about executing JAVA Applets in a browser: http://dv.ujaen.es/docencia/goto_docencia_fold_514733.html

V. CONCLUSIONS AND FUTURE ACTIONS

A WebLab model, based on SCORM and which is being used in the course of Industrial Automation, is presented. This course is included in the Engineering Degrees on Industrial, Mechanical, Electrical and Electronic of the UJA. The proposed model is based on SCORM, making easy to export and use it in all SCORM compatible LMSs. It has been designed taken into account pedagogical principles of teaching quality and follows principles of Web usability and design focuses on the needs of the end users.



Fig.3 Screen capture of the VL.

On the basis of this proposal, several future actions are defined. First, analysing the usage data and opinions of students who will work with WebLabs that follow this model. Second, the possibility of performing remote laboratory sessions of the same examples and compare the results.

ACKNOWLEDGMENT

This work was partially supported by the projects DPI2011-27284, TEP2009-5363 and PI10-AGR-6616.

REFERENCES

- [1] Domínguez, S., Vargas, H., Sánchez, J., Domínguez, R., Duro, N. & Morilla, F. (2008) "Developing and implementing virtual and remote labs for control education: The UNED pilot experience" 17th IFAC World Congress 2008, pp. 8159-8164
- [2] Trafas, Spyros G. "Teaching control and robotics using the web" Web-Based Control and Robotics Education Springer Netherlands, 2009 1-38.
- [3] Nedic, Zorica, Jan Machotka, and Andrew Nafalski. "Remote laboratories versus virtual and real laboratories" 33rd ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference 2003.
- [4] Ujan, Suzana, and Riko Šafarić. "Web based control teaching". Web-Based Control and Robotics Education. Springer Netherlands, 2009 61-82.
- [5] Abdellacui, N., et al. "Towards the loose coupling between LMS and Remote Laboratories in Online Engineering Education" Education Engineering (EDUCON), 2010 IEEE, IEEE, 2010.
- [6] Toric, L. de la, Sanchez, J. P., Heradio, R., Carreras, C., Yuste, M., Sanchez, J. and Domínguez, S., (2012) "UNEDLABS: An example of EJS labs integration into moodle", World Conference on Physics Education, Istanbul, Turkey.
- [7] Orduna, Pablo, et al. "Generic integration of remote laboratories in learning and content management systems through federation protocols" Frontiers in Education Conference, 2013 IEEE, IEEE, 2013.
- [8] Mateos, V., Gallardo, A., Richter, T., (2011) "LaLa booking system: Architecture and conceptual model of a rig booking system for on-line laboratories" International Journal of Online Engineering (IJOE), 2011.
- [9] Ruano-Ruano, I., Gomez-Ortega, J., Gamez-Garcia, J., & Estevez-Estevez, B. (2013, October). "Integration of Online Laboratories-LMS via SCORM" In Systems, Man, and Cybernetics (SMC), 2013 IEEE International Conference on (pp. 3163-3167). IEEE.
- [10] Advanced Distributed Learning, (2012) "SCORM 2004 4th Edition Specification" [Online]. Available: http://www.adlnet.gov/wp-content/uploads/2011/07/SCORM_2004_4ED_v1_1_Doc_Suite.zip
- [11] Gomes, Luis, and Seta Bogosyan. "Current trends in remote laboratories." Industrial Electronics, IEEE Transactions on 56,12 (2009): 4744-4756.
- [12] Lowe, D., Bharathy, G., Stunper, B., & Yeung, H. "Laboratory lesson plans: Opportunities created by remote laboratories". Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV), 2012 9th International Conference on (pp. 1-6). IEEE.
- [13] Feisel, L. D., Peterson, G. D., Amas, O., Carter, L., Rosa, A., & Worek, W. (2002, November). "Learning objectives for engineering education laboratories". Frontiers in Education Conference, 2002 IEEE (Vol. 2, pp. F10-1).
- [14] Ruano-Ruano, I., Gomez-Ortega, J., Gamez-Garcia, J. E. "Building SCORM embedded WebLabs with LMS interaction". Frontiers in Education Conference, 2014 IEEE. In press.
- [15] da Silva, T. S., Martin, A., Maurer, F., & Silveira, M. S. "User-Centred Design and Agile Methods: A Systematic Review" AGILE 2011 (pp. 77-86).
- [16] R. Esquembre, "Using Easy Java Simulations to create scientific simulations in Java". EUROCON 2003. Computer as a Tool. The IEEE Region 8 Vol.1, 2003, pp.20-23



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Docencia y Profesorado

Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

Anexo15: Comunicación en el 2014 Frontiers in Education Conference (IEEE FIE2014):
“Building SCORM embedded WebLabs with LMS interaction”.

Building SCORM embedded WebLabs with LMS interaction

Ildelfonso Ruano Ruano, Javier García Gámez, Juan Gómez Ortega

Group of Robotic Automation and Computer Vision (GRAV)

University of Jaén

Jaén, Spain

{alonso, jggarcia, juango}@ujaen.es

Abstract—This paper outlines a new procedure for building educational Web Laboratories (WebLabs). These WebLabs are based on JAVA and are offered to learners from Learning Management Systems (LMSs). The Virtual-Remote Laboratories (VRL) are JAVA Applets embedded in Sharable Content Object Reference Model (SCORM) packages that are able to interact with the LMS where they are hosted. This interaction is based on the exchange of information defined by the Run-Time Environment (RTE) and the Run-Time Navigation (RTN) SCORM data models. Both models are managed by the LMS where the SCORM content has been loaded. There are three types of data: read-only, write-only and read/write. In addition, a new JAVA package called *scormRTE* is presented; it has been developed to facilitate the VRL-LMS information exchange. This package enables a JAVA applet to manipulate directly all the elements of RTN and RTE data models. For the validation, a VRL, created with Easy Java Simulations (EJS), has been developed using this proposal. This VRL has been embedded into a SCORM package in order to build a virtual WebLab about dynamic system modeling. In particular, it is the modelling and identification of a car's suspension dynamics. This WebLab is used in an Industrial Automation course that is offered in several Engineering Grades of the University of Jaén. It is available in the institutional LMS.

Keywords— Automatic Control Education; e-learning; WebLabs; Easy Java Simulations; SCORM; Online contents; LMS;

I. INTRODUCTION

Laboratories are an essential resource in the degree programs of higher education; particularly in engineering and applied sciences. It can be presented to students in three ways: hands-on labs, remote labs (RL), virtual labs (VL) or mixed labs [1][2]. In the three last cases the use of the Web as user-interface is very common [3]. Moreover, the Learning Management Systems (LMSs) are the main tools used by universities to deliver online courses and augment on-campus courses [4]. They provide many functionalities and tools for the university teaching, but where the LMSs have gained an essential importance is mainly as educational content repositories. In this context, The Virtual/Remote Labs (VRLs) have been inserted in the LMSs as learning resources to take full advantage of the benefits that provide [5][6].

Sharable Content Object Reference Model (SCORM) is the set of standards for e-learning more widely used by the LMSs

[7][8]. SCORM contents are reusable, durable, interoperable and accessible. It defines communications between client side content and a host system, which is commonly supported by a LMS. On the basis of SCORM, it is possible that a same content may be used in different LMS and in all cases the content can communicate with the LMS where it is hosted [9]. Therefore, some VRLs have been implemented as embedded SCORM content [10], but except some individual cases as in [11], they do not develop the possibilities of VRL-LMS interaction that provides SCORM. This proposal advances in this sense, presenting a methodology for creating WebLabs.

VRLs included in WebLabs can be developed by using different technologies. However, if the VRL is built with JAVA language, a new JAVA package, called *scormRTE*, that authors have created to facilitate their interaction ability, can be used. The *scormRTE* package includes two JAVA classes, which in turn have variables and methods with which one can easily set the exchange of information between VRL and LMS. For the validation, we have created an example of SCORM WebLab which includes a VL created with Easy Java Simulations (EJS)[12]. This example uses the *scormRTE* package to exchange information with the LMS.

The rest of the paper is organized as follows. In section II, the *scormRTE* package is presented as a means of access to the SCORM data model; in section III, the proposed procedure for building JAVA WebLabs based on SCORM is explained; in section IV, an example of WebLab is presented. Finally, in Section V, the conclusions and future lines are given.

II. SCORM DATA MODELS AND SCORMRTE PACKAGE

There are several SCORM versions: SCORM1.2 is currently the most widespread but the most powerful and modern is SCORM2004. In this paper we have mainly considered SCORM2004, although we have taken into account both versions. In any case, SCORM is composed of three sub-specifications:

A. Content Aggregation Model (CAM) section

It specifies how content should be packaged and described.



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Vicerrectorado de Docencia y Profesorado
Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

B. Sequencing and Navigation (SN) section

This section specifies how the learner can navigate between parts of the course. It does not exist for SCORM1.2.

C. Run-Time Environment (RTE) section

This section specifies how content should be launched and how it communicates with the LMS.

There are two types of learning resources that a LMS can launch: assets and SCOs. An asset is a digital media (as text or image) that cannot communicate with the LMS, and a SCO is a collection of one or more assets that should communicate with the LMS using the Run-Time Environment. The SCORM compliant LMSs provide an Application Program Interface (API) that enables the SCO-LMS communication. The RTE API consist on 8 Javascript methods classified into three categories: a) Session methods (Initialize and Terminate) are used to mark the beginning and the end of a communication session between a SCO and an LMS, b) Data-transfer methods (GetValue, SetValue and Commit), are used to exchange data model element values between an SCO and an LMS and c) Support methods (GetDiagnostic, GetLastError and GetErrorString) are used for auxiliary communications (e.g., error handling) between a SCO and an LMS. The RTE data model defines 24 elements, 6 of them collect sets of data related to their respective requirements (they are equivalent to 44 simple variables and 30 array variables). The SN data model defines only 6 elements (6 simple variables).

The new scormRTE JAVA package developed in this work hides the use of Javascript to JAVA programmers. The scormRTE package has been a result of previous work based on the development of JAVA-SCORM integration tools [13]. We have used the netscape.javascript.* package to access the Document Object Model (DOM) of the Web page where the VRL applet is embedded. Thus we can invoke JavaScript methods of the SCORM API as recommended by Oracle (the company responsible for Java) [13]. The scormRTE package has been developed taken into account SCORM 2004 and 1.2 versions, so a VRL can use both versions with minimal changes. That is why scormRTE package has 2 classes, here are provided some numbers that help to understand the dimensions of the created package:

- scormRTE class (v.2004). It includes 74 public variables (30 of them arrays) that correspond to data models and 122 public methods, all of them accessible from the Java VRL that imports it.
- scormRTE12 class (v.1.2). It includes 49 public variables (17 of them arrays) that correspond to data model and 75 public methods, all of them accessible from the Java VRL that imports it.

Additionally, the two classes include other private elements that are necessary for proper operation. The scormRTE methods are classified into three categories as shown below.

A. Invocation method

It is used by most of the others methods to invoke JavaScript functions from JAVA.

B. Session method

They are methods to establish and release SCORM-LMS connections from the JAVA code of the VRL.

C. Data-transfer methods

Most of these methods are related to VRL-LMS data transfer. These methods enable retrieve (and modify if permitted) the value of the information stored in the RTE (SN) data model that is managed by the LMS. These methods can be grouped into two types:

- Methods that enable retrieve values of SCORM data models to use them in the VRL, e.g. the learner name that LMS manages in its data base, the SCORM API version or the execution mode of the SCO where the VRL is embedded. For each of these queries, a specific method was created in order to facilitate its use by the VRL developers, so they have no obligation to know the details of the model and communications that are made.
- Methods that store and/or create new data in the SCORM data models (when possible), depending on the execution of the VRL, e.g. some data sets that are associated with the comments. New comments can be created from the VRL in order to be stored in the LMS, these comments may include a) data strings written by the learner or automatically generated by the VRL, b) timestamp and c) the location.

D. Support methods

These methods enable checking the SCO-LMS communication state by requesting diagnostic and error codes generated by the data transfers.

E. Helper methods

These methods have been created to facilitate the programmers handle data formats required by SCORM models, e.g. data format related to date y time.

F. Constructors methods

Constructors are JAVA methods used to create an instance of a class, also called object. These constructors facilitate the creation of scormRTE (scormRTE12) class objects.

VRL Java programmers who want to use these methods and variables must create a scormRTE (scormRTE12) class object. The scormRTE object facilitates the handling of the RTE (RTN) data model elements and hides the use of JavaScript and SCORM API operation. SCORM2004 is the successor standard to SCORM1.2, so its data model has remained most of the elements included in the SCORM1.2 data model and has added new elements. If a 2004 version data model element has the same functionality as other 1.2 data model element, then the name of the variable in the two classes, scormRTE and scormRTE12, is the same. Similarly, methods that have the same functionality have been created using the same name, the same number of arguments and the same types. Thanks to this, if one has the version SCORM1.2 VRL (using a scormRTE12 object) one can get a SCORM2004 VRL simply changing the



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Docencia y Profesorado

Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

type of object `scormRTE12` by `scormRTE`. The reverse process (converting a SCORM2004 VRL to a SCORM1.2 VRL) is provided that the SCORM2004 VRL has not used features not included in SCORM1.2.; e.g. if the SCORM2004 VRL uses an element that does not exist in the SCORM1.2 data model or simply using an element of the RTN data model.

III. PROCEDURE FOR BUILDING SCORM WEBLABS USING JAVA

Before undertaking the construction of a laboratory is necessary to think about its objective and the skills one wants the students to acquire after they work on it. We will have to decide which laboratory modality is more effective: VL, RL, hands-on lab or mixed. It is also desirable that the lab were integrated into a complete model of WebLab [14] and offer it to students through their usual learning environment.

A procedure for building a JAVA VRL, and their integration in an LMS embedded as element of a package, SCORM is presented.

- A. *Preliminary steps.* You must have installed on the computer the tools to create and run Java programs: the Java Development Kit (JDK) and Java Runtime Environment (JRE). It is also necessary to obtain and save, in the appropriate JAVA library folder, two packages: `netscape.javascript` and `scormRTE`.
- B. *The VRL Applet code edition.* Each developer has a preference when programming java code. There are many options: you can use a simple editor (e.g. notepad+), a generic development tool (e.g. Eclipse) or an specific software to create simulations (e.g. Easy Java Simulations, EJS). Once selected one, you must perform the following actions in your code:
 - To import the `scormRTE` package. This package imports the `netscape.Javascript` package.
 - The creation of a `scormRTE` object.
 - The programming using the methods and variables of the `scormRTE` package.
- C. *The Applet creation.* Once you have finished the VRL programming, you need to create the applet .jar file of the VRL. There exist different options depending on the tools used.
- D. *Signing the Applet.* This step is not mandatory, although convenient. The Applets have execution permissions more restrictive than a normal application. If it is digitally signed, it avoids some of these restrictions and access to local resources is allowed. This requires a certificate and use a program for create the digital signature. JDK includes programs to obtain a certificate and to sign.
- E. *Insert Applet in a SCORM package.* To do this, proceed as follows.
 - Getting a SCORM package. The easiest way is to modify an existing SCORM package, this involves less

work. But there are also editors that can easily create SCORM package.

- Identify the SCO in which to embed the VRL. All SCORM packages have a `manifest.xml` file. It describes the structure of the content and sequence rules of elements in SCORM package. The Web page of the SCORM package in which you want to insert the VRL must be SCO type in the `manifest.xml` file.
- Storing the .jar file. The VRL .jar file must be included in the directory structure of the SCORM package.
- The edition of the VRL Web page. In order to insert the VRL Applet in the Web page you must add an `<APPLET>` HTML element and fill the necessary attributes. E.g: code, codebase, archive, width, height.

F. *Compressing the SCORM package.* The entire structure of the SCORM, the applet jar file included, must be compressed to get a zipped file.

If you have followed these steps, you have created a SCORM package including a VRL. If you want to offer the WebLab to students, the next step you must take is to add and to configure it into a LMS. These steps depend on the LMS used, but should not be very different from the following:

- A. *Accessing to the LMS.* Most LMS are accessible via Web. You should open a browser and enter the address of LMS. On the home screen you must enter the credentials (username and password) that allow access. It is necessary that the LMS support the SCORM version that was used to build the WebLab.
- B. *Importing the SCORM package.* Before importing the WebLab, you should stay in the virtual space of the LMS (container resource) where you want offer the SCORM package to learners. You also must check that the permissions of the container resource are correct: the tutor must have write permission to add the SCORM module and learners must have the read permission for access to the container resource where the SCORM module is.
- C. *SCORM module Configuration.* Once it has finished uploading the WebLab SCORM package at the desired location of the LMS, the configuration options of the SCORM module must be checked. These options depend largely on the model of LMS. Learners must have the read permission to reach and access to the SCORM module.

Following this procedure, a SCORM package including a VRL, which interacts with the LMS, can be created and offered to learners in a LMS. The interaction depends on the methods used in the VRL programming. The most common methods that should be used by all VRL that satisfy this procedure are, at least, those that store the SCO completion status and the score achieved by the learner.

The information that the LMS will show about learner tracking depends on the specific characteristics of the LMS



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Docencia y Profesorado

Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

model. Similarly, the access to these data can be done in many ways also depending on the LMS model used.

IV. WEBLAB EXAMPLE: CAR'S SUSPENSION SYSTEM

We have adapted a SCORM WebLab which includes a VL developed with EJS in order to use this proposal (Fig.1). It is a virtual WebLab on modelling dynamic systems; in particular, it corresponds to the modelling and identification of the dynamics of a car's suspension. This WebLab is used in the "Industrial Automation" course that is included in Engineering Degrees of the University of Jaén and is available in the institutional LMS. The original WebLab performed interaction with the LMS based on a set of specific functions developed ad-hoc [9]. The VRL software has been adapted deleting the specific functions and importing the scormRTE package. Then a scormRTE object (SCORM 2004 version) has been created and several methods have been used for, among others, the following: retrieve from the LMS SCORM mode, RTE version, learner identification, learner name, learner comments, learner score and more. The code of the VRL is now simpler and cleaner and there are more interaction possibilities: now the programmer can manipulate all the data of the SCORM models (RTN and RTE).

V. CONCLUSIONS AND FUTURE ACTIONS

Within the design of remote laboratories, in this paper we have presented a JAVA package that facilitates the programming of

VRL-LMS communications in SCORM environments. This package can be used to work with 1.2 and 2004 SCORM versions. Using this package, the Javascript communication provided by the LMS is hidden to the programmers.

It has been also described a precise methodology that describes how (1) perform programming, (2) to get a VRL Applet, (3) to include an Applet in a SCORM package and (4) to present the SCORM package to learners in a LMS. Using this method, you can obtain packages in the SCORM format capable of interacting with the LMS where it is hosted. This allows, among others actions, the customization of the WebLabs and to perform assessments that can be logged automatically in the LMS.

ACKNOWLEDGMENT

This work was partially supported by the projects DPI2011-27284, TEP2009-5363 and PI10-AGR-6616.

REFERENCES

- [1] Bencomo, S. Dormido, "Control learning: present and future." *Annual Reviews in control* 28.1 (2004): 115-136.
- [2] Ma, Jing, and Jeffrey V. Nickerson. "Hands-on, simulated, and remote laboratories: A comparative literature review." *ACM Computing Surveys (CSUR)* 38.3 (2006).
- [3] Tzafestas, Spyros G. "Teaching control and robotics using the web." *Web-Based Control and Robotics Education*. Springer Netherlands, 2009. 1-38.
- [4] Sun, Pei-Chen, et al. "What drives a successful e-Learning? An empirical investigation of the critical factors influencing learner satisfaction." *Computers & Education* 50.4 (2008): 1183-1202.
- [5] Abdellaoui, N., et al. "Towards the loose coupling between LMS and Remote Laboratories in Online Engineering Education." *Education Engineering (EDUCON)*, 2010 IEEE. IEEE, 2010.
- [6] Torre, L. de la, Sánchez, J. P., Heradio, R., Carreras, C., Yuste, M., Sánchez, J. and Dormido, S., "UNEDLABS: An example of EJS labs integration into moodle", *World Conference on Physics Education*, Istanbul, Turkey 2012.
- [7] Advanced Distributed Learning, (2012) "SCORM 2004 4th Edition Specification". [Online]. Available: http://www.adlnet.gov/wp-content/uploads/2011/07/SCORM_2004_4ED_v1_1_Doc_Suite.zip
- [8] Advanced Distributed Learning (2013). "SCORM adopters". [Online]. Available: <http://www.adlnet.org/wp-content/uploads/2012/01/SCORMAdoptersLocked.xlsx>
- [9] Barra, E., Gordillo, A., Gallego, D., & Quemada, J. "Integration of SCORM packages into web games". *Frontiers in Education Conference*, 2013 IEEE (pp. 685-690).
- [10] Belver, I., et al. "Packing and reusing virtual web laboratories as Shareable Content Object in wide range of educational fields." *Frontiers in Education Conference*, 2013 IEEE.
- [11] Ruano-Ruano, I., Gomez-Ortega, J., Gamez-Garcia, J., & Estevez-Estevéz, E. "Integration of Online Laboratories-LMS via SCORM". *Systems, Man, and Cybernetics (SMC)*, 2013 IEEE International Conference on (pp. 3163-3167).
- [12] F. Esquembre, "Using Easy Java Simulations to create scientific simulations in Java". *EUROCON 2003. Computer as a Tool. The IEEE Region 8 Vol:1*, 2003, pp.20-23
- [13] Oracle (2013). "Invoking JavaScript code from an applet". [Online]. Available: <http://docs.oracle.com/javase/tutorial/deployment/applet/invokingJavaScriptFromApplet.html>
- [14] Ruano-Ruano, I., Gamez-Garcia, J., Gomez-Ortega, J., "A SCORM Based Package Model for WebLabs". *Frontiers in Education Conference*, 2014 IEEE. In press.



Fig. 1. Screen capture of the VL



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Vicerrectorado de Docencia y Profesorado
Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

Anexo16: Certificado de superación de curso de formación.



UNIVERSIDAD DE JAÉN

VICERRECTORADO DE DOCENCIA Y PROFESORADO

DIPLOMA

Ildefonso Ruano Ruano ha superado el Curso

Taller Avanzado de Creación de Laboratorios virtuales y Programación con Easy Java Simulations

Organizado por el Vicerrectorado de Docencia y Profesorado, de acuerdo con el Programa de Formación Permanente y Actualización del Profesorado de la Universidad de Jaén, celebrado en Jaén, en febrero de 2013, con una duración de 10 horas.

Jaén, 19 de marzo de 2013

La Directora del Secretariado de Innovación y Formación del Profesorado,



Elena María Díaz Pareja

El Director del Curso



José Ramón Balsas Almagro



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Vicerrectorado de Docencia y Profesorado

Secretariado de Innovación Docente y Formación del Profesorado

Anexo17: Certificado de asistencia a Seminario.



Comité Español de Automática

**ENCUENTRO SOBRE INNOVACIÓN
DOCENTE EN AUTOMÁTICA**

CERTIFICADO DE ASISTENCIA

Los organizadores del Seminario CEA "Encuentro Sobre Innovación Docente en Automática", con una duración de 15 horas y desarrollado durante los días 21 y 22 de Febrero de 2013 en el Parador Nacional de Toledo, certifican la asistencia de

Ildefonso Ruano Ruano

a dicho evento.



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