

Laboratorios virtuales y remotos basados en WWW para la formación experimental en ingeniería

Área Temática: I. Universidades virtuales y centros de educación a distancia

Autores: Olga Alcaraz Sendra, Juan Antonio García-Alzórriz Pardo, Ricardo Torres Cámara.

Dirección: Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica Industrial de Barcelona.

Comte d'Urgell, 187. 08036 Barcelona. España.

E-mail: olga.alcaraz@upc.es, juan.antonio.garcia-alzorriz@upc.es, ricardo.torres@upc.es

Resumen

El Centro de Experimentación Remota en Ingeniería (CERE) es un proyecto que se está desarrollando en la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Barcelona. El CERE pretende ofrecer un entorno virtual que aglutine recursos relacionados con la experimentación, entre los cuales se cuenta el acceso remoto a laboratorios donde los estudiantes realizarán experiencias de forma no presencial.

Los laboratorios del CERE se inscriben en tres grandes categorías: Laboratorios de Experimentación Remota Interactiva (LERI) en los que se experimenta a distancia sobre equipos reales; Laboratorios de Experimentación Remota No Interactiva (LERNI) en los que se monitorizan procesos reales adquiriendo datos para su posterior análisis; y Laboratorios de Experimentación por Simulación desde los que se distribuyen programas para simular determinados fenómenos o procesos.

1. Introducción

En la última década nuestra sociedad ha asistido a la expansión y popularización de Internet, una herramienta que pone a nuestro alcance un sinfín de recursos y nos permite llevar a cabo un amplio abanico de actividades (comprar, comunicarnos, visitar lugares remotos, informarnos...) sin movernos de delante del ordenador.

Tras una primera fase de expansión en que tanto empresas como particulares se han dedicado a conquistar el territorio que Internet ponía a nuestro alcance, ahora ha llegado el momento de hacer una reflexión más madura sobre las posibilidades que tiene este espacio y empezar a llenarlo de contenidos.

En el ámbito de la docencia el papel de Internet puede ir mucho más allá que el de simple distribuidor de información, ya que las posibilidades que nos ofrece para comunicarnos de forma bidireccional y acceder a infraestructuras remotas la dotarán de un valor añadido que servirá de complemento a las metodologías de enseñanza – aprendizaje tradicionales.

El objeto de esta comunicación es presentar un proyecto que está en vías de desarrollo en la *Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica Industrial de Barcelona* (EUETIB) y que consiste en crear un centro de experimentación al que se pueda acceder de forma remota. Este centro se denomina *Centre d'Experimentació Remota en Enginyeria* (CERE), y está pensado para complementar la formación experimental que los estudiantes reciben en los laboratorios de la escuela, poniendo a su alcance experiencias sobre equipos reales a los que pueden acceder de forma remota a través de Internet.

El CERE ofrecerá un variado conjunto de recursos para la formación experimental de los ingenieros, a quienes permitirá entrenar en el uso de instrumental de laboratorio, monitorizar procesos que se estén llevando a cabo en plantas de producción, así como acceder de forma remota a las bancadas de laboratorio de la escuela a cualquier hora del día o de la noche.

2. El Centre d'Experimentació Remota en Enginyeria (CERE)

2.1. Estructura

El acceso al CERE se realizará a través de una *web* que, a modo de portal, tendrá la función de presentar los recursos que ofrece el centro. Para el diseño de este portal se está pensando ante todo en los aspectos didácticos, y también en crear un entorno que resulte funcional y agradable. El portal aglutinará todos los servicios que pensamos que son de interés para los estudiantes (servidores de archivos, foros de debate, biblioteca virtual, enlaces con páginas de interés, etc.). A través del portal los estudiantes podrán registrarse como usuarios, descargar las aplicaciones informáticas que les comunicarán con nuestros laboratorios y también obtener las contraseñas de acceso a las experiencias.

2.2. Los laboratorios del CERE

El núcleo y eje vertebrador del CERE son las diferentes experiencias, que se encuentran agrupadas por áreas temáticas. Cuando el estudiante accede a cada una ellas a través de la *web*, dispone de todo un conjunto de material que puede descargarse. Éste consiste básicamente en una introducción teórica, manuales para el uso del instrumental de laboratorio y, en caso de que la complejidad de algún instrumento lo requiera, programas tutoriales. Una vez el estudiante cree que está preparado para llevar a cabo la experiencia, debe realizar un test que tendrá que superar antes de entrar en los laboratorios.

El centro dispone de tres tipos de laboratorios: laboratorios de experimentación remota interactiva (LERI), laboratorios de experimentación remota no interactiva (LERNI) y los laboratorios de experimentación por simulación (LES). Los dos primeros, tal y como su nombre indica, tienen como finalidad transportar a través de la red experimentos o procesos que tienen lugar de forma real y permitir su visualización y seguimiento a distancia.

En los tres casos se pretende que el estudiante se encuentre ante una *interface* que reproduzca con la máxima fiabilidad los sistemas y procesos con los que va a trabajar. Por este motivo se están dedicando muchos esfuerzos a diseñar la imagen virtual de instrumentos de laboratorio para conseguir que su *modus operandi* sea idéntico al del instrumento real (Fig. 1).



Figura 1: Multímetro digital real y su homólogo virtual

Es esencial, por lo tanto, utilizar un entorno de programación con grandes prestaciones gráficas, como *LabVIEW 6i* de *National Instruments*. Para su uso es necesaria la instalación de las librerías *RunTime* para *LabVIEW 6i*, de libre difusión y que son distribuidas por el CERE desde sus servidores de archivos.

2.2.1 Laboratorios de experimentación remota interactiva (LERI)

Los LERI son estaciones de trabajo reales, situadas en nuestra escuela, a las que el estudiante puede acceder a través de la red. En estos laboratorios la interacción entre el proceso y el estudiante se realiza de forma bidireccional y en tiempo real: el estudiante puede actuar sobre el sistema con el que trabaja igual como lo haría de encontrarse en el laboratorio.

La conexión a un LERI no se realiza a través de la *web*, sino que el estudiante dispone de un programa cliente que ejecuta en su ordenador y que le comunica directamente con otro ordenador (servidor) que controla el proceso real. La comunicación entre el cliente y el servidor se realiza mediante el protocolo TCP/IP. El servidor, que generalmente está dedicado en exclusiva a una aplicación, gestiona los datos recibidos del cliente, ejecuta las órdenes que recibe y ofrece la información demandada.

La posibilidad de interactuar con el sistema obliga a realizar aplicaciones robustas que lo protejan del posible error humano mediante rutinas que supervisan el desarrollo de la práctica. Éstas se encargan de subsanar desde problemas originados por errores simples como, por ejemplo, sobrepasar los límites de un instrumento, hasta otros más complejos que puedan llevar a una planta a situaciones inestables demasiado peligrosas. Está claro, pues, que el desarrollo de este programa debe estar altamente particularizado a cada aplicación.



Figura 2: Estación de trabajo de un Laboratorio Remoto Interactivo de teoría de circuitos

2.2.2 Laboratorios de experimentación remota no interactiva (LERNI)

Los LERNI son laboratorios destinados a la monitorización de procesos que, por su complejidad, no es posible ofrecer de forma interactiva.

Pensamos que es un deber de las escuelas de ingeniería el acercar tanto como sea posible los conocimientos que transmitimos en las aulas al entorno industrial. Por este motivo uno de los objetivos de los LERNI es el análisis y comprensión de procesos que se estén llevando a cabo en una planta de producción. Por ejemplo, podríamos pensar en monitorizar el funcionamiento de una central hidroeléctrica con la finalidad de que nuestros estudiantes dispongan de datos reales que les permitan conocer perfectamente el proceso y aprender a analizar los distintos parámetros involucrados.

Para este tipo de experiencias se han diseñado aplicaciones para su uso con servidores DSTP (*Data Socket Transfer Protocol*), en las que un servidor de datos interactúa con la planta y además suministra datos de forma unidireccional a aquellos alumnos que lo soliciten. El servidor puede ser un ordenador que gestione la automatización global de la planta.

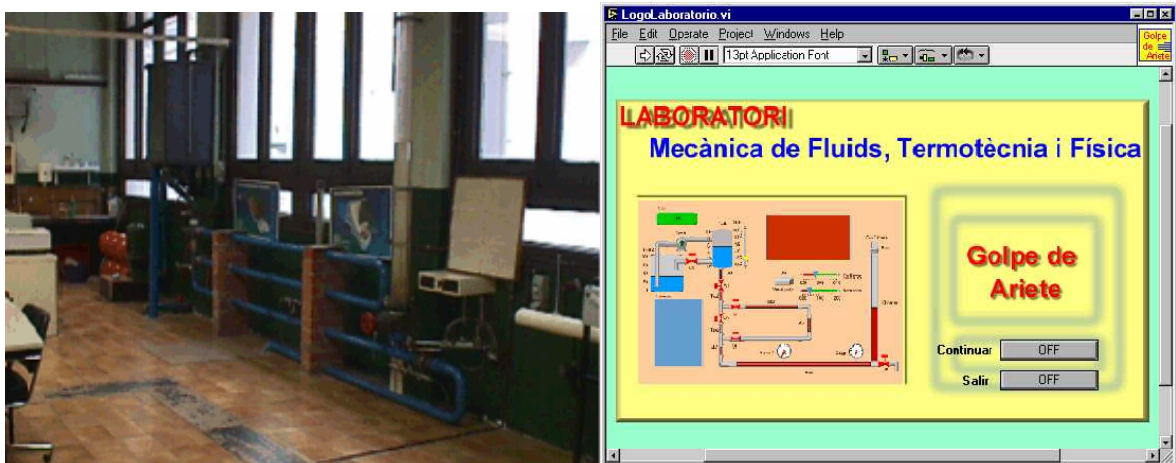


Figura 3: Aspecto de un Laboratorio de Experimentación Remota No Interactiva para el estudio de transitorios hidráulicos

2.2.3 Laboratorios de experimentación por simulación (LES)

Los LES son laboratorios dedicados a la experimentación simulada. La gran ventaja de los módulos de simulación es que los estudiantes pueden descargar los programas y trabajar *off-line* sin tener que preocuparnos por las consecuencias de sus actuaciones.

La simulación es una herramienta que nos permite estudiar la respuesta dinámica de un sistema mediante un modelo matemático obtenido a partir de una teoría o de sucesivas simplificaciones de ésta. Su versatilidad estriba en el hecho de que podemos modificar libremente tanto las condiciones iniciales como las de contorno y estudiar la respuesta del sistema sin estar limitados a las características de los instrumentos de medida o del material disponible.

En el CERE se utilizan los módulos de simulación con dos finalidades diferentes: reproducir algunas de las prácticas que los estudiantes realizan en nuestros laboratorios y, en segundo lugar, estudiar procesos difícilmente observables con el material que tenemos a nuestro alcance en la Escuela. En el primer caso el estudiante tiene la oportunidad de comparar los resultados de la simulación con los de la experimentación, puede preguntarse acerca de los desajustes entre ellos y llegar a establecer los límites de los modelos utilizados en la simulación. En el segundo caso le damos acceso a toda una serie de experimentos (por ejemplo sistemas sin fricción) que les ayudan a una mejor comprensión de lo explicado en las clases de teoría y problemas.

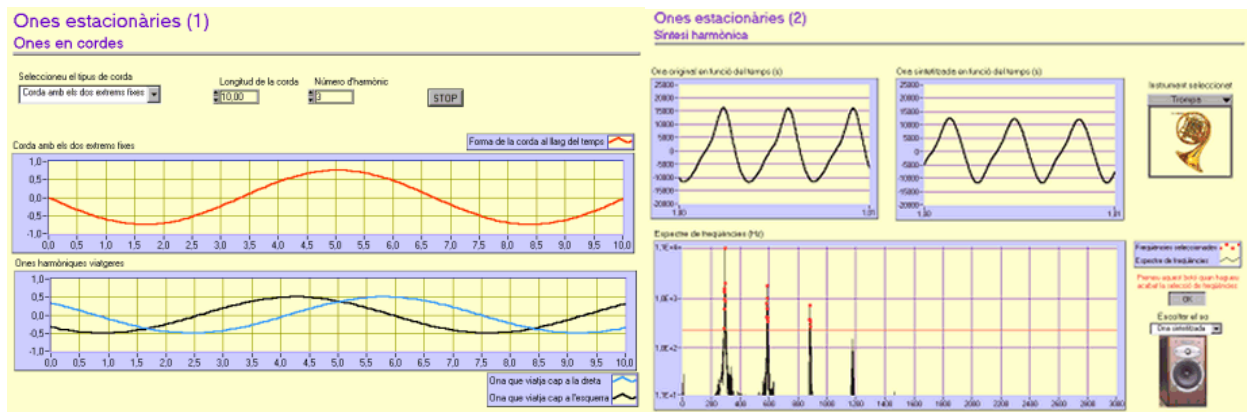


Figura 4: Aspecto de un módulo de Experimentación por Simulación para el estudio de fenómenos ondulatorios

3. Conclusiones

El *Centre d'Experimentació Remota en Enginyeria* (CERE) pone a nuestro alcance la posibilidad de impartir una enseñanza experimental no presencial de calidad que complementa de forma eficaz el tiempo que nuestros estudiantes dedican a su formación experimental en los laboratorios de la Escuela.

El CERE es un servicio que permite optimizar recursos docentes, desmasificando los laboratorios y extender su horario de apertura las veinticuatro horas del día. Asimismo hace posible compartir recursos entre diferentes centros de formación y adquirir equipos más en función de su calidad que de la cantidad necesaria.

Pensamos que el ofrecer la posibilidad de experimentar de forma remota va a aumentar la motivación de nuestros estudiantes, e incrementará de manera sustancial el cómputo de horas que dedicarán a su formación experimental a lo largo de sus estudios.

4. Referencias bibliográficas

- García-Alzórriz, J.A.; Torres, R.; Fillet, S.; Alcaraz, O.; López, J.; Herrero, R. "Remote Experimentation Center in Engineering: Remote experimental learning through Internet" *Telec 2000*. Santiago de Cuba, julio 2000
- Alcaraz, O.; López, J.; Herrero, R.; García-Alzórriz, J.A.; Fillet, S.; Torres, R.; Clua, J. "The Simulated Experimentation Laboratory (LES): a proposal for learning ondulatory phenomena" *Telec 2000*. Santiago de Cuba, julio 2000
- Torres, R.; Alcaraz, O.; López, J.; Fontanals, A.; Grau, J.; García-Alzórriz, J.A.; Fillet, S. "Non-Interactive Remote Experimental Laboratory (LERNI): a proposal to teach hydraulic transients" *Telec 2000*. Santiago de Cuba, julio 2000
- García-Alzórriz, J.A.; Fillet, S.; Alcaraz, O.; López, J.; Torres, R.; Herrero, R. "Interactive Remote Experiental Laboratory (LERI): a proposal to teach electrical circuits" *Telec 2000*. Santiago de Cuba, julio 2000
- Carlson, L.E.; Sullivan, J.F.; "The Integrated Teaching and Learning Program: A Pioneering Learning Environment for 21st Century Engineering Education". Engineering Foundation Conference. 6/6/1998.
- Sullivan, J.F.; Carlson, L.E.; "Hands-on Engineering: Learning by Doing in the Integrated Teaching and Learning Program". International Journal of Engineering Education. Vol. 15, No. 1, 1999.
- Holmes W. Jr, D.E.; Smith, R.R.; "Using LabVIEW to Access and Control a Harsh Environment Laboratory through the Internet". User solutions. National Instruments.