

## EL "CENTRE D'EXPERIMENTACIÓ REMOTA EN ENGINYERIA": UN PROYECTO PARA LA FORMACIÓN NO PRESENCIAL EN INGENIERÍA A TRAVÉS DE INTERNET

J. A. GARCÍA-ALZÓRRIZ<sup>1</sup>, S. FILLET<sup>1</sup>, R. TORRES<sup>2</sup>, O. ALCARAZ<sup>2</sup>, J. LÓPEZ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Departamento de Electrotecnia. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Barcelona. Universidad de Politécnica de Cataluña. 08036-Barcelona. España.*

<sup>2</sup> *Departamento de Mecánica de Fluidos, Termotecnia y Física. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Barcelona. Universidad de Politécnica de Cataluña. 08036-Barcelona. España.*

*El Centre d'Experimentació Remota en Enginyeria es un proyecto que un grupo profesores de la EUETIB está llevando a cabo con el fin de mejorar la calidad de las enseñanzas no presenciales, dotándolas de una formación experimental. El objetivo del CERE es crear un entorno virtual para que los estudiantes puedan realizar experimentación, a través de Internet, sobre laboratorios reales sin tener que limitarse a los momentos en los que puedan disponer de ellos. El CERE dispone de servicios generales para la formación no presencial y de tres tipos de laboratorios de experimentación: por simulación, remota interactiva y remota no interactiva.*

### 1. Introducción

El auge cada vez mayor de la formación no presencial está creando la necesidad de replantear enseñanzas que tradicionalmente han sido presenciales. Los estudios de ingeniería se han caracterizado por poseer una componente experimental importante en sus planes de estudio, siempre presencial. La progresiva implementación de estas nuevas tendencias, en las universidades de enseñanzas técnicas, hará necesario dotar a nuestras universidades de nuevos centros de formación que les permitan adaptarse a estas tendencias educativas sin que necesariamente se pierda el carácter experimental de sus enseñanzas.

El *Centre d'Experimentació Remota en Enginyeria* es un proyecto que un grupo de profesores de la *Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica Industrial de Barcelona* (EUETIB) está llevando a cabo con el fin de crear un centro de experimentación remota a través de Internet.

### 2. Estructura del *Centre d'Experimentació Remota en Enginyeria*

El CERE dispone de un portal en Internet a través del cual se accede de forma guiada, a una serie de servicios. Entre ellos: correo electrónico, bibliotecas virtuales, Laboratorios de Experimentación Remota No Interactiva (LERNI), Laboratorios de Experimentación Remota Interactiva (LERI) y Laboratorios de Experimentación por Simulación (LES).

## 2. Laboratorios de Experimentación Remota en Ingeniería

### 2.1 Laboratorios de experimentación por simulación (LES)

Los laboratorios de experimentación por simulación (LES) son simuladores de procesos o de experiencias de laboratorio, similares a los que se suelen utilizar en formación no presencial. El trabajo en un entorno simulado permite que el usuario realice *off-line* gran parte de las experiencias que luego realizará *on-line*. Este entorno le permitirá llevar los sistemas a zonas de trabajo difícilmente alcanzables o hasta situaciones destructivas. Le permitirá a su vez obtener, datos correspondientes a intervalos de tiempo excesivamente grandes para su experimentación directa en periodos de tiempo razonables. El gran inconveniente que presentan este tipo de laboratorios es que suelen alejar al alumno de la realidad.

### 2.2 Laboratorios de Experimentación Remota

Se ha definido bajo el nombre genérico de laboratorios remotos a aquellos cuyas experiencias, basadas en elementos reales, se puedan realizar de forma local o remota, transfiriendo la información entre el proceso y el estudiante de manera uni o bidireccional.

La transformación de un laboratorio convencional en remoto requiere la implementación de un *hardware* y de un *software* que permita la automatización, supervisión de las experiencias que en él se lleven a cabo y la gestión de la comunicación con los usuarios (figuras 1 y 2).

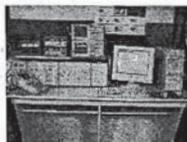


Figura 1: Estación de trabajo de un laboratorio remoto



Figura 2: Componentes de un laboratorio remoto.

Todos los programas que se han diseñado para realizar las experiencias en los tres tipos de laboratorios se han realizado con *LabVIEW 5.1.1* de *National Instruments*.

Cada laboratorio remoto deberá disponer de un conjunto de ordenadores cuyas funciones serán básicamente controlar y supervisar el desarrollo de la experiencia y el acceso y transferencia de información con los distintos usuarios del laboratorio.

#### 2.2.1 Los laboratorios de experimentación remota interactiva (LERI)

Los LERI son extensiones de los laboratorios docentes de tipo clásico en un entorno telemático. Definimos los LERI como laboratorios en los que un usuario interactúa de forma bidireccional, por medio de un programa cliente que se ejecuta en su ordenador (cliente), con un proceso real controlado por un ordenador (servidor) con el que se comunica (figura 3). Este tipo de laboratorios son lo que ofrecen mejores posibilidades para realizar experimentación directa, por lo tanto, se procurará que la mayoría de prácticas puedan realizarse en LERIs. Esto solo será posible cuando las experiencias cumplan los requisitos que impone la realización de un laboratorio de experimentación remota (funcionamiento

autónomo y automático, posibilidad de puesta a cero automática, ...).

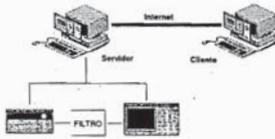


Figura 3: Obtención de la respuesta frecuencial de un filtro.

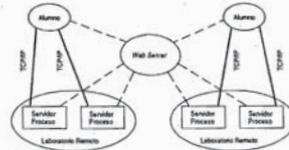


Figura 4: Comunicación del alumno con los servidores de procesos de un laboratorio LERI.

La comunicación entre el cliente y el servidor (figura 4) se realiza mediante el protocolo TCP/IP (*Transfer Control Protocol / Internet Protocol*) de forma punto-a-punto. El servidor, gestionará los datos recibidos del cliente, ofrecerá la información demandada y ejecutará las órdenes que reciba, siempre que el programa supervisor, repartido convenientemente entre la aplicación del cliente y la aplicación del servidor, lo permita.

Un aspecto importante es que el diseño de los instrumentos virtuales se asemejen en lo posible a los reales (figura 5). Sin lugar a duda, un *interface* de usuario de calidad, con gran realismo, es un estímulo para que el alumno no pierda interés en experimentar sobre algo que no puede tocar. Para aumentar la presencia virtual del alumno es importante que pueda tener un seguimiento de la experiencia mediante imágenes reales (p.e. mediante filmación de lo que se está realizando con cámaras de vídeo).



Figura 5: Multímetro digital real y su homólogo virtual

### 2.2.2. Los laboratorios de experimentación remota no interactiva (LERNI)

La misión fundamental de las enseñanzas de carácter técnico es formar profesionales con un buen conocimiento del medio técnico e industrial y con una buena capacidad de adaptación a medios cambiantes. Con excesiva frecuencia se olvida relacionar los conceptos explicados con situaciones en las que el estudiante pueda encontrarse involucrado en su futuro profesional; desmotivando a los alumnos, que frecuentemente se quejan de una enseñanza excesivamente teórica. Otras veces, la imposibilidad de tener acceso a herramientas para mostrar estos procesos impide poner en práctica los conocimientos adquiridos sobre casos reales; por otro lado, barreras temporales impiden observar procesos cuya extensión sobrepasa la duración de una clase. Por estos motivos hemos desarrollado una serie de laboratorios denominados LERNI que se basan en el análisis y comprensión de procesos reales.

Los LERNI serán aquellas estructuras que permiten adquirir datos y visualizar el estado de aquellas experiencias que, y a causa de la dificultad o grado de especialización requerido, no puedan ser realizadas directamente por el alumno de forma remota (figura 6). El estudiante visualizará un proceso sin interactuar sobre él y recogerá datos que tendrá que analizar y estudiar. Los datos se podrán usar para la realización de simulaciones en las que puedan

comprobar el efecto de variaciones del control comparándolas con la evolución de la planta.

También se realizarán con este tipo de laboratorios aquellas experiencias que, por ocupar demasiado tiempo, no puedan ser incluidas en una sesión de prácticas. Las experiencias consistirán en monitorizar durante algún tiempo la experiencia y adquirir aquellos datos que sean necesarios para su estudio.

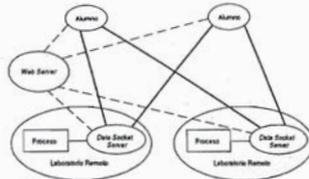


Figura 6 Elementos constitutivos de un LERNI



Figura 7 Comunicación del alumno con los servidores LERNI.

Para este tipo de experiencias se han diseñado aplicaciones para su uso con servidores DSTP (*Data Socket Transfer Protocol*). Un ordenador servidor interactuará de forma uni o bidireccional con la planta y servirá de forma unidireccional datos a los usuarios de laboratorio (figura 7).

### 3. Conclusiones

El diseño y extensión de los centros de experimentación remota pone las enseñanzas experimentales al alcance de todo el mundo, rompiendo con las limitaciones físicas (desplazamientos,...) y temporales (horarios coincidentes con la jornada laboral,...). La extensión de una enseñanza tutorada de carácter no presencial permite obtener mejores resultados y rendimientos de las horas no presenciales que los estudiantes dedican a una asignatura. A su vez, constituye una importante herramienta para la formación continua, dotando a los actuales cursos de postgrado por Internet de una formación experimental.

Por otro lado, estos novedosos medios ofrecen la posibilidad de impartir enseñanzas experimentales de calidad con material de primera línea a aquellas materias que hasta ahora no lo permitían. Asimismo, pueden cederse equipamientos a centros que por su coste no podrían comprarlos, y puede mejorarse la cesión de espacios entre centros en campus que están dispersos geográficamente.

### Referencias

- [1] García-Alzórriz, J.A.; Fillet, S.; Torres, R.; Alcaraz, O.; López, J. *Internet: un laboratorio virtual para prácticas semipresenciales en ingeniería eléctrica y electrónica*. X Reunión de Grupos de Investigación en Ingeniería Eléctrica. Santander 16-18 de marzo del 2.000.
- [2] García-Alzórriz, J.A.; Fillet, S.; Alcaraz, O.; Torres, R.; López, J.; Herrero R. Centro de Experimentación Remota en Ingeniería: nuevos métodos para la formación semi-presencial en ingeniería a través de Internet. I Jornadas de Trabajo "Enseñanza vía Internet/Web de la Ingeniería de Sistemas y Automática". Valencia 11-13 de mayo del 2.000.