



MEMORIA DESCRIPTIVA DE ACCIONES DESARROLLADAS
PROYECTOS DE MEJORA DE LA CALIDAD DOCENTE
VICERRECTORADO DE PLANIFICACIÓN Y CALIDAD
IX CONVOCATORIA (2007-2008)
UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

DATOS IDENTIFICATIVOS: Título de la acción

Laboratorio remoto para prácticas a distancia de regulación.

Resumen de la acción

El proyecto realizado se trata de un laboratorio remoto de una planta experimental, que viene a completar la tarea llevada a cabo en el proyecto solicitado en el curso 2006/2007, en el que se diseñó todo el esquema presencial para la realización de prácticas.

De este modo, en la actualidad, se ha conseguido cumplir con una doble finalidad: permitir, por un lado, las prácticas totalmente presenciales del alumno, es decir, las prácticas experimentales tradicionales y, por otro, favorecer el uso del laboratorio en horario libre, desde cualquier punto conectado a internet.

Con el equipo se pretende realizar un estudio de uso remoto de instalaciones experimentales por primera vez en la Universidad de Córdoba. Por lo tanto, no se trata de un laboratorio virtual, en el que se ejecuta una simulación software, sino de una aplicación con el equipo físico existente.

Con el desarrollo de este proyecto se han conseguido completar los objetivos inicialmente previstos en el proyecto solicitado en el curso anterior.

Componentes del grupo

	Nombre y apellidos	Área de Conocimiento	Departamento
Coordinador/a:	Fco. J. Vázquez Serrano	Ing. de sistemas y automática	Informática y Análisis Numérico
Componentes:	Jorge Jiménez Hornero	Ing. de sistemas y automática	Informática y Análisis Numérico
	Joaquín Olivares Bueno	Arquitectura de Computadoras	Arquitectura de computadoras, electrónica y tecnología electrónica
	Juan Garrido Jurado	Ing. de sistemas y automática	Informática y Análisis Numérico
	Manuel Ortiz López	Arquitectura de Computadoras	Arquitectura de computadoras, electrónica y tecnología electrónica

Asignaturas afectadas

Nombre de la asignatura	Área de Conocimiento	Titulación/es
Regulación automática	Ingeniería de sistemas y automática	Ing.Téc. Industrial (electrónica)
Ingeniería de control I	Ingeniería de sistemas y automática	Ingeniería en Automática
Ingeniería de control II	Ingeniería de sistemas y automática	Ingeniería en Automática
Arquitecturas y protocolos para control distribuido	Arquitectura de Computadoras	Ingeniería Informática

MEMORIA DE LA ACCIÓN

Especificaciones

Utilice estas páginas para la redacción de la Memoria de la acción desarrollada. La Memoria debe contener un mínimo de 5 y un máximo de 15 páginas, incluidas tablas y figuras, en el formato indicado (tipo y tamaño de fuente: Times New Roman, 11; interlineado: sencillo) e incorporar todos los apartados señalados (excepcionalmente podrá excluirse alguno). En el caso de que durante el desarrollo de la acción se hubieran producido documentos o material gráfico dignos de reseñar (CD, páginas web, revistas, vídeos, etc.) se incluirá como anexo una copia de buena calidad.

Apartados

1. **Introducción** (justificación del trabajo, contexto, experiencias previas ...)

El concepto tradicional de laboratorio de prácticas, en el marco de las enseñanzas de tipo científico o tecnológico, plantea en la actualidad una serie de dificultades (puestas ya de manifiesto por muchos docentes), especialmente de tres tipos:

- El elevado coste, tanto de adquisición como de mantenimiento, de los equipos necesarios.
- La casi imposibilidad de disponer en los centros de salas de laboratorio con los recursos suficientes para la totalidad de los alumnos que cursan materias de este tipo.
- La no disponibilidad de los laboratorios en cualquier horario, dado que su uso presencial requiere, en general, la presencia del profesor. Esto lleva a una infrutilización de los recursos disponibles.

Hechos como que la UNESCO haya manifestado la necesidad de extender las nuevas tecnologías para democratizar la educación y recomendado la educación virtual para poner el conocimiento al alcance de todo el mundo, o que en la Conferencia Mundial de Educación Superior se haya manifestado la necesidad de implementar nuevas tecnologías en las universidades, muestran la importancia de esta forma de docencia. Por su parte, la Comisión Europea promueve la iniciativa eEuropa, con el ánimo de asegurar que los ciudadanos europeos se beneficien de las oportunidades de las nuevas tecnologías.

Intentando paliar los problemas indicados anteriormente, diferentes grupos de investigación han avanzado notablemente en este aspecto en los últimos años mediante el uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones. De este modo, han surgido nuevos conceptos, relacionados con la realización de prácticas, de los que cabe destacar los siguientes:

- **Laboratorio remoto:** Se accede a través de Internet a un sistema físico real para su manipulación directa. El software utilizado para el control remoto puede ser un navegador Web o una aplicación que necesita ser descargada del servidor del laboratorio. En algunas ocasiones puede que sea posible su visualización e incluso audición en tiempo real.
- **Laboratorio virtual monolítico:** utilizando un navegador se descarga un applet, un ActiveX o una aplicación que opera localmente con un recurso simulado. Es decir, la interfaz y el núcleo de simulación constituyen un único objeto. No se necesita la instalación de ningún entorno de simulación, salvo los correspondientes plug-ins o run-time de Java, Labview, EJS o Sysquake. También se incluyen las aplicaciones ejecutables independientes.
- **Laboratorio virtual distribuido:** El cliente utiliza una página HTML, un applet, un ActiveX o una aplicación para conectarse con un servidor en el que se encuentra todo el software de simulación. El cliente ejecuta exclusivamente la interfaz en su ordenador, estableciéndose un diálogo a través de la red entre la interfaz y el servidor de simulaciones.
- **Laboratorio virtual híbrido:** Es análogo al monolítico pero necesita obligatoriamente que el cliente tenga instalado en su ordenador el entorno de modelado y simulación, como, por ejemplo, podría ser MATLAB o SIMULINK.

En la actualidad, estos paradigmas se están instaurando como complemento a la docencia tradicional, aportando innumerables ventajas, entre las cuales se pueden citar: el acceso directo a materiales e información de los cursos, la no necesidad de desplazarse al centro y la flexibilidad de horarios, la posibilidad de disponer de sistemas de autoevaluación, el acceso a material de laboratorio limitado con operación remota (en asignaturas tecnológicas), la atracción de alumnos a distancia, etc...

2. Objetivos (concretar qué se pretendió con la experiencia)

La finalidad principal del proyecto es el desarrollo de un laboratorio remoto como complemento a la docencia, beneficiando así al alumnado de las ventajas que proporciona uno de los conceptos que más se está imponiendo hoy en día en la enseñanza, en especial el uso del laboratorio en horario libre mientras se disponga de una conexión a Internet. Por otro lado, el proyecto completa el concedido en el curso 2006/2007, en el que se desarrollaron herramientas para prácticas completamente presenciales, siguiendo la pauta tradicional.

El laboratorio desarrollado contendrá diferentes grados de realimentación al alumno, como resultados o gráficas temporales, visualización de la evolución de la planta en tiempo real a través de una cámara web, etc..., de forma que pueda observar y comparar el comportamiento del sistema con diferentes diseños de controladores. En este sentido, se propondrá al alumnado un conjunto de prácticas para la sintonía de controladores PID, según unas especificaciones, que refuercen los conceptos analizados en las clases teóricas y lo familiaricen con el manejo de instrumentos y equipos empleados en situaciones reales. Así mismo, también se propondrán prácticas de identificación, en las que los datos experimentales necesarios se extraerán usando el laboratorio remoto desarrollado, de forma que los alumnos puedan obtener el modelo de la planta directamente a partir de estos datos.

Por otra parte, para mantener un uso racional del equipo experimental, se deberá incluir un sistema de gestión de usuarios, con diferentes grados de privilegio, y de reservas horarias, de forma que una base de datos mantendrá toda esta información de forma centralizada.

3. Descripción de la experiencia (exponer con suficiente detalle lo realizado en la experiencia)

En la siguiente figura puede observarse un esquema general de la implementación completa. En ella existen dos esquemas interconectados que corresponden, respectivamente, al laboratorio local (control local) y al laboratorio remoto (control remoto).

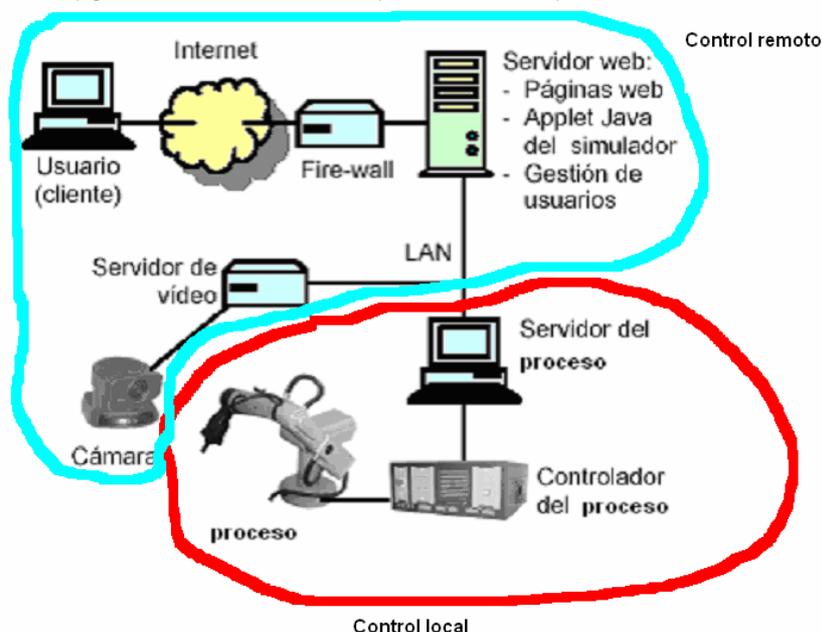


Figura 1: Esquema general del equipo

La descripción de la parte correspondiente al control local, para la realización de prácticas presenciales, está descrita en la memoria del proyecto concedido en el curso 2006/2007, del que éste es continuación. Esta memoria también incluía el detalle de la planta con la que se llevan a cabo las experiencias, que se muestra en la siguiente fotografía:



Figura 2: Fotografía de la planta

Aunque la planta tiene naturaleza multivariable, en aras de la simplicidad del control a implementar en el laboratorio remoto, se ha optado por utilizar uno sólo de los rotores, bloqueando el otro con el tornillo correspondiente. De esta forma la planta pasa a ser monovariable.

La financiación del proyecto ha permitido adquirir los siguientes equipos adicionales a los ya existentes para la realización del laboratorio remoto:

- Un ordenador servidor.
- Disco duro.
- Cámara web.

Siguiendo el esquema de la figura 1, el sistema completo funciona como una aplicación cliente-servidor, basado en la idea de servicio, en el que la planta no podrá ser utilizada por más de un alumno de forma simultánea, dadas las características de la misma. En cada uno de los dos PCs incluidos en la figura se han instalado una serie de aplicaciones desarrolladas con propósitos específicos. Estas aplicaciones son:

- **Software de control de la planta:** instalado en el PC local, o servidor del proceso, se trata de una aplicación escrita en LabView, que se encarga de todo lo relativo a la actuación directa sobre la planta, así como de obtener una realimentación de su estado. Es la responsable última de la implementación de las estrategias de control PID en el lazo de control.
- **Aplicación servidora:** escrita en Java, está alojada en el segundo PC o servidor para el laboratorio remoto. Se encarga de la gestión de usuarios, permitiendo acceso o no en función de los permisos establecidos, de la gestión de reservas horarias (ambos almacenados en bases de datos encriptadas) y de la comunicación con el software de control de la planta. También permite el registro de eventos, de las acciones llevadas a cabo por los usuarios, etc... También es la aplicación que se encarga de la comunicación bidireccional con la aplicación cliente, mediante el protocolo TCP/IP, de forma que sirve de pasarela entre esta última y el software de control de la planta.
- **Servidor de vídeo:** es una pequeña aplicación, alojada en el servidor del laboratorio remoto, que envía a la aplicación servidora vídeo en tiempo real de la planta capturado mediante una cámara web convenientemente orientada. Esta aplicación, escrita en Java

- haciendo uso del JMF (Java Media Framework), permite que la aplicación cliente reciba un stream de vídeo del proceso de forma continua, a petición del usuario.
- **Aplicación cliente:** esta aplicación, también escrita en Java, se aloja en los PCs clientes de los usuarios y es descargada desde la página web del proyecto. Conectada a través de TCP/IP con la aplicación servidora, es la que ofrece un interfaz amigable y fácil de utilizar al usuario. Desde esta aplicación se pueden realizar experimentos de identificación (para obtener un modelo de la planta) y de control automático empleando controladores PID, cuyas constantes deben ser introducidas convenientemente. También permite ver vídeo en tiempo real del proceso, si es que se desea, y representaciones gráficas de las variables más importantes del lazo de control, entre muchas otras funciones. Implementa una comunicación bidireccional con la aplicación servidora.
 - **Servidor Web:** alojado en el servidor del laboratorio remoto, permite la publicación de las páginas web del proyecto, donde se puede encontrar información del mismo, los usuarios pueden darse de alta para obtener una autorización del administrador para tener acceso al sistema y donde se puede descargar la aplicación cliente para la ejecución en los PCs de los usuarios. El servidor Web utilizado ha sido Apache, aunque se puede utilizar otro cualquiera de libre distribución.

El esquema de interconexión de todas estas aplicaciones se muestra a continuación:

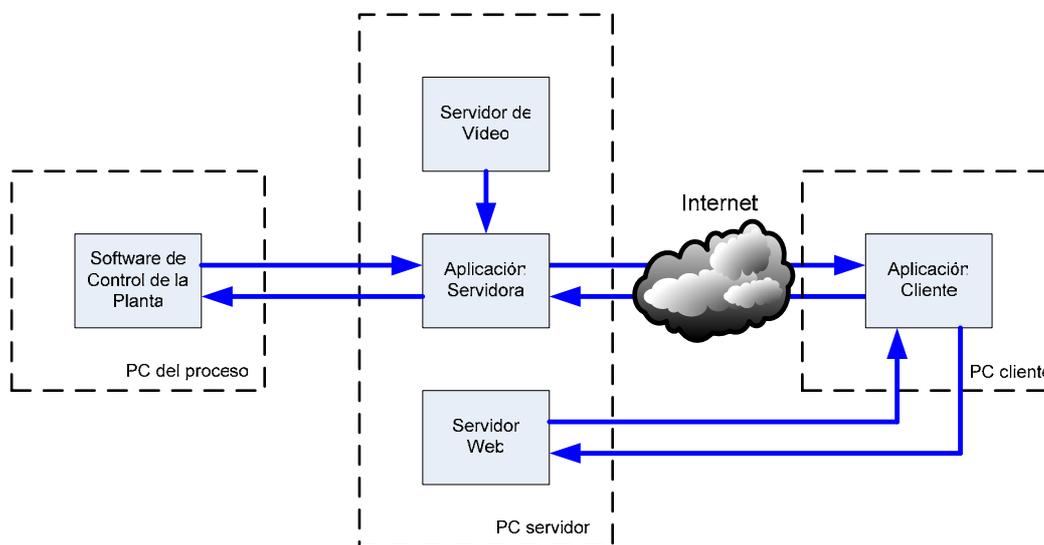


Figura 3: Esquema de comunicación de las aplicaciones desarrolladas

De todo el software desarrollado, la aplicación cliente es la única que presenta un interfaz gráfico de usuario, ya que es la única desde la que éste podrá acceder al sistema. Una vez iniciada, se le presenta una ventana para validar su autenticación mediante un login y un password asignado por el administrador del sistema, tal y como se muestra en la siguiente figura:



Figura 4: Ventana principal de la aplicación cliente

Una vez autorizado, el usuario accede al menú principal de la aplicación donde, en función de los privilegios que tenga asignados, tendrá disponibles unas opciones u otras. En las figuras 5 y 6 se muestra la apariencia de este menú cuando se entra como administrador y como usuario, respectivamente.



Figura 5: Aspecto del menú principal cuando el usuario es el administrador



Figura 6: Aspecto del menú principal cuando el usuario no es el administrador

Evidentemente, el administrador tiene, en todo momento, la posibilidad de alterar la base de datos de usuarios y de las reservas de horarios realizadas por los mismos.

Como se ha indicado previamente, las posibilidades de realización de prácticas con la planta abarcan una doble vertiente: experimentos de control automático, con controladores diseñados previamente por los alumnos y experimentos de identificación, con el fin de obtener un modelo matemático del proceso. El aspecto que presenta la ventana correspondiente al control automático es la que se presenta en la figura 7.

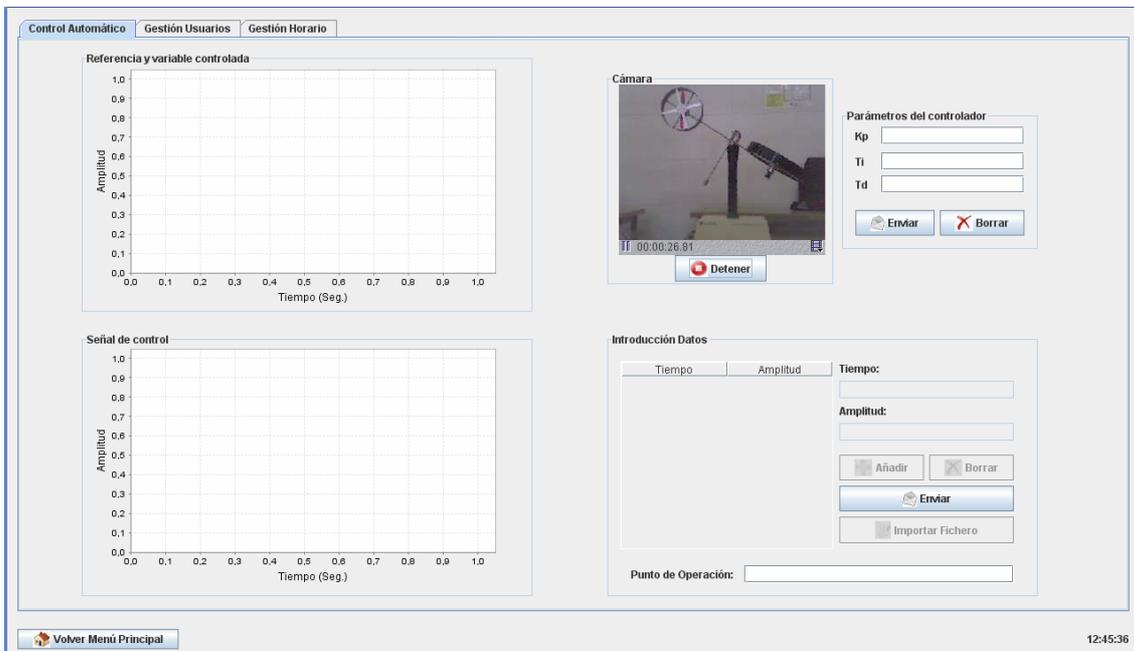


Figura 7: Ventana de Control Automático

Desde esta ventana, el usuario puede realizar experimentos en lazo cerrado usando controladores PID, cuyos parámetros característicos puede introducir en los campos correspondientes. Así mismo, puede configurar como entrada un escalón de consigna o un tren de escalones (mediante la introducción directa de datos o a través de un fichero), incluso en

torno a un punto de operación determinado. Cabe señalar que la modificación de los datos de entrada tiene un efecto inmediato en el sistema, una vez que el usuario haya pulsado los botones “Enviar” correspondientes.

Por otra parte, la realimentación del proceso se obtiene por una doble vertiente:

- Mediante la representación gráfica de la referencia junto a la salida del proceso y de la señal de control.
- Mediante vídeo en tiempo real de la planta. Esta característica puede ser activada o desactivada a voluntad por parte del usuario.

En lo referente a los experimentos de identificación, la ventana que se muestra para su realización, es la siguiente:

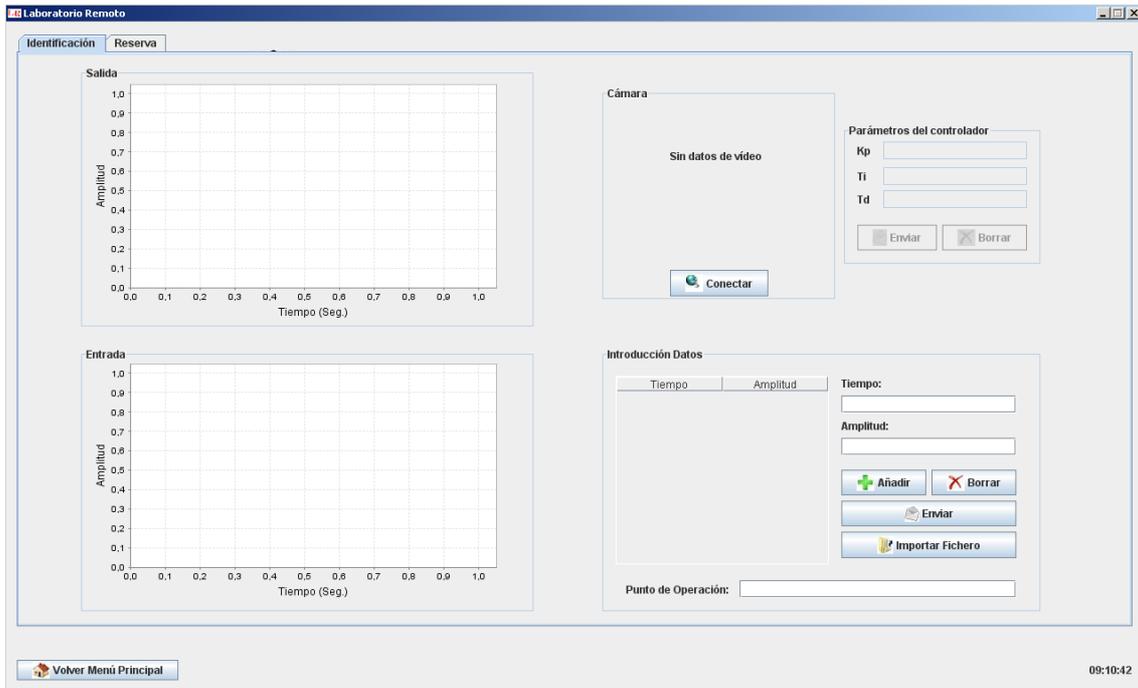


Figura 8: Ventana de Identificación

Esta ventana tiene la misma fisonomía que la correspondiente a Control Automático, salvo que no se pueden introducir las constantes del controlador. Además, ahora en la gráfica inferior no se muestra la señal de control sino la excitación que se suministra a la planta, configurable del mismo modo que en la ventana de Control Automático. Al igual que antes, también se dispone de realimentación visual del proceso mediante vídeo en tiempo real.

Para la gestión de las bases de datos de la aplicación, cuya información se encuentra cifrada, se permite la existencia de un usuario Administrador del sistema, al que se le presenta un mayor número de opciones accesibles en el menú principal. De este modo, puede modificar la base de datos de usuarios, pulsando en el botón correspondiente, tras lo cual le aparece la ventana que se muestra en la figura 9.



Figura 9: Ventana de Gestión de Usuarios

Desde esta ventana, el administrador puede añadir (figura 10), borrar o modificar el perfil de los usuarios registrados en el sistema. Además, puede introducir información adicional relacionada con un usuario en concreto.

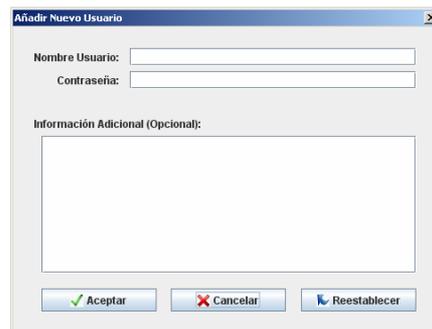


Figura 10: Cuadro de diálogo de creación de nuevos usuarios

En cuanto a la gestión de horarios, puede ser llevada a cabo tanto por el Administrador como por el resto de usuarios (en este caso, sólo para hacer sus propias reservas, sin tener ningún privilegio adicional). La ventana que se muestra es la siguiente:



Figura 11: Ventana de gestión de horarios

Aquí se puede introducir una reserva horaria para el uso de la planta empleando un cuadro de diálogo (figura 12) o directamente sobre un calendario (situado a la derecha) en el que se puede seleccionar la semana en la que se quiere reservar. Arrastrando el ratón sobre este calendario, el usuario puede seleccionar qué intervalo de tiempo desea en múltiplos de 15 min, con un límite máximo de tiempo por día. Cuando se trate del Administrador, éste tiene la potestad de añadir, modificar o borrar reservar de otros usuarios.

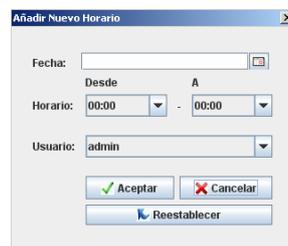


Figura 12: Cuadro de diálogo de reservas horarias

Finalmente, el Administrador tiene la posibilidad de examinar un fichero de registro, donde se guarda todo tipo de información relacionada con la interacción remota con el sistema (figura 13). De este modo puede realizar una supervisión de los accesos al sistema que se hayan ido produciendo. El Administrador también se puede borrar el contenido de este fichero.



Figura 13: Ventana de gestión del fichero de registro del sistema

Además de las aplicaciones desarrolladas, se ha diseñado un portal web del proyecto, que permite, principalmente:

- El acceso a la documentación del proyecto (manual de usuario, arquitectura del sistema, etc...).
- La descarga de la aplicación cliente.
- El contacto con el administrador para que éste autorice o no el registro en el sistema.

En la figura 14 se muestra la página web de inicio del portal:



JAV@LAB

Laboratorio Virtual y Remoto para prácticas de Regulación Automática



[Inicio](#) [Fotografías](#) [Descargas](#) [Enlaces](#) [Contacta](#)

Bienvenidos a la página del Laboratorio Virtual y Remoto

En los últimos tiempos se han llevado a cabo una serie de acuerdos y propuestas que tienen como fin común y principal la mejora de la enseñanza en el marco del Espacio Europeo de Enseñanza Superior, más comúnmente conocido como EEES. Entre tales acuerdos, se firmó la denominada declaración de Bolonia, cuya finalidad más prioritaria era la de crear un espacio de educación común.

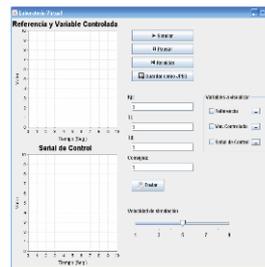
El acuerdo de Bolonia marcó las pautas necesarias para crear una enseñanza de calidad, con el uso de las nuevas tecnologías, e involucrando al propio alumno en el proceso de aprendizaje. En este marco, se han desarrollado dos aplicaciones fundamentales para la mejora de la calidad docente y del propio aprendizaje de los alumnos en la Universidad de Córdoba: un "laboratorio virtual" y un "laboratorio remoto". Tales implementaciones se engloban dentro de un proyecto denominado **Jav@Lab**.

Jav@Lab es un desarrollo de laboratorios virtuales y remotos para las prácticas de la asignatura "Regulación Automática", correspondiente a la titulación "Ingeniería Técnica Industrial", en la especialidad "Electrónica Industrial". Este proyecto permite, más concretamente, el estudio de controladores PID sobre una planta de laboratorio (Twin Rotor-TMS), la cual se sitúa en el laboratorio de Automática de la Universidad de Córdoba.

Mediante estas aplicaciones, el alumno tendrá la posibilidad de interactuar con la planta en estudio, bien de manera simulada o bien de manera real. Así, podrán adquirir de una forma más flexible, dinámica e individualizada los conocimientos oportunos sobre el comportamiento de los controladores PID usados en las prácticas. Además, el abaratamiento de los componentes o máquinas necesarias permite la inclusión de una mayor cantidad de alumnos, mejorando a su vez la calidad de la docencia impartida por los responsables de tales asignaturas.

Jav@Lab Virtual

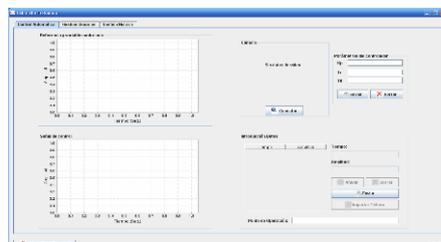
El laboratorio virtual, implementado como parte del proyecto **Jav@Lab**, permite a los alumnos simular el comportamiento de los controladores PID. Tales simulaciones se realizan sobre una planta de laboratorio, en este caso sobre Twin Rotor-TMS. Con esta herramienta, los alumnos tendrán una aproximación del funcionamiento del sistema real.



En lo que respecta a la interfaz de la aplicación, ésta es amigable e intuitiva, proporcionando en todo momento la información requerida por el alumno y permitiendo realizar las acciones solicitadas en pocos pasos.

Jav@Lab Remoto

El laboratorio remoto desarrollado en este proyecto proporciona al alumno la capacidad de experimentar, a distancia, con la planta real en estudio, de igual modo que si se encontrara presente en el propio laboratorio. Gracias a esta herramienta, el alumno podrá ampliar los conocimientos adquiridos previamente con las simulaciones realizadas en el laboratorio virtual, ya que puede controlar la planta remotamente y obtener los resultados del comportamiento del PID indicado.



Al igual que para el caso del laboratorio virtual, la interfaz es amigable e intuitiva, permitiendo su uso de manera cómoda y sin precisar altos conocimientos sobre informática.

La aplicación remota cuenta con un sistema de autenticación de usuarios, un mecanismo de gestión de usuarios y de horarios y una gran cantidad de opciones, tales como visualización de la planta en estudio (en directo), introducción de los valores para los parámetros del controlador PID, etc. Además, esta herramienta jerarquiza a los alumnos, diferenciando la figura del administrador del resto de usuarios acreditados para usar la planta.

Figura 14: Página de inicio del portal del proyecto

Desde el menú situado en la parte superior de esta página se puede acceder a diversas fotografías de la planta (figura 15), a la sección de descarga de la aplicación cliente (figura 16) y a una sección de enlaces relacionados con laboratorios remotos (figura 17). Además, se puede contactar con el Administrador del sistema para cualquier tipo de cuestión.



Inicio **Fotografías** Descargas Enlaces Contacta

Fotografías

Sección donde se muestran algunas fotografías relevantes relacionadas con la planta real en estudio utilizada para el control remoto.

Planta Remota



Planta remota vista desde la izquierda



Planta Remota vista de frente



Planta Remota vista desde la derecha



Rotor derecho de la planta remota



Planta Remota en funcionamiento



Planta remota en funcionamiento

Figura 15: Fotografías de la planta



JAV@LAB

Laboratorio Virtual y Remoto para prácticas de
Regulación Automática



Inicio Fotografías **Descargas** Enlaces Contacta

Descargas

En esta sección se encuentran todos los archivos necesarios a descargar para el adecuado funcionamiento del laboratorio virtual y del remoto. Se diferenciarán los componentes de obligada instalación para ambos sistemas, así como las partes comunes, de manera que los pasos de instalación sean los correctos. A su vez, se indicarán los pasos requeridos para la adecuada instalación de todos los elementos, de modo que el usuario pueda llevar a cabo esta labor de manera sencilla.

Nota: Es necesario instalar los componentes descritos en el orden especificado.

Componentes comunes

[Java Development Kit \(JDK\)](#) Grupo de herramientas para el desarrollo de software provisto por Sun Microsystems, Inc. Incluye las herramientas necesarias para escribir, testear, y depurar aplicaciones y applets de Java. [Más...](#)

[Librería para la visualización de las gráficas](#) Librería necesaria para la adecuada ejecución de las aplicaciones desarrolladas, de modo que la visualización de las gráficas introducidas en ellas sea la correcta. [Más...](#)

Archivos de instalación para el laboratorio virtual

[Java 3D](#) API de gráficos 3D desarrollada por Sun como una extensión del JDK 2. Es una colección de clases que tienen como objetivo principal facilitar la creación y representación de escenas tridimensionales en la computadora, así como la animación e interacción con las mismas. [Más...](#)

Archivos de instalación para el laboratorio remoto

[Java Media FrameWork \(JMF\)](#) API para la incorporación de medios basados en el tiempo en aplicaciones Java y Applets, es decir, proporciona la capacidad de reproducir, capturar y transmitir/recibir en tiempo real audio, video y otros contenidos multimedia. Los medios basados en el tiempo son medios tales como el audio, video, MIDI y animaciones que cambian con respecto al tiempo. [Más...](#)

Aplicaciones cliente de ambos laboratorios

[Cliente del Laboratorio Virtual](#) Aplicación cliente del laboratorio virtual desarrollado. [Más...](#)

[Cliente del Laboratorio Remoto](#) Aplicación cliente del laboratorio remoto desarrollado. [Más...](#)

[Manual de Usuario](#) Manual de usuario del proyecto **Jav@Lab** en formato PDF.

Figura 16: Sección de descargas



Figura 17: Sección de enlaces relacionados con laboratorios remotos

4. Material y métodos (describir la metodología seguida y, en su caso, el material utilizado)

Se han descrito en el apartado anterior.

5. Resultados obtenidos y disponibilidad de uso (concretar y discutir los resultados obtenidos y aquéllos no logrados, incluyendo el material elaborado y su grado de disponibilidad)

El equipo diseñado se ha puesto a disposición de los alumnos de las asignaturas correspondientes al comienzo del curso 2008/2009, tanto en modo local como remoto, para la realización de prácticas. En este momento, se encuentra en fase de documentación el manual de usuario, con el fin de ponerlo lo antes posible a disposición de los alumnos en la página web del proyecto. Se prevé también crear en breve secciones adicionales en la página web para que los alumnos puedan disponer de los enunciados de las prácticas, de zona de entrega de resultados y de formularios de autoevaluación.

6. Utilidad de la experiencia (comentar para qué ha servido la experiencia y a quienes o en qué contextos podría ser útil)

La utilidad del desarrollo realizado es evidente y ha sido expuesta a lo largo de la presente memoria. El contexto fundamental de utilidad es la realización de prácticas de diseño de controladores monovariantes para las asignaturas Regulación Automática, para alumnos de la titulación de Ingeniería Técnica Industrial, Especialidad Electrónica Industrial, e Ingeniería de Control I, para alumnos de Ingeniería en Automática y Electrónica Industrial.

7. Observaciones y comentarios (comentar aspectos no incluidos en los demás apartados)

8. Autoevaluación de la experiencia (señalar la metodología utilizada y los resultados de la evaluación de la experiencia)

Dado que todavía no ha comenzado el curso 2008/2009, aún no se ha podido evaluar la experiencia con los alumnos. No obstante, se espera que sea muy atractiva, tanto para ellos como para los docentes, ya que la posibilidad de realizar las prácticas remotamente y no de forma presencial confiere una gran flexibilidad, aspecto muy valorado en la enseñanza actual.

9. Memoria económica

El importe total concedido para la actividad fue de 1.200 €. Las siguientes facturas fueron enviadas a la Unidad de Calidad.

SUMINISTRADOR	NÚMERO	IMPORTE
PC-BOX	40/000928	998,55 €
APP-Informática	0F80	51,50 €
APP-Informática	0F81	148,00 €
TOTAL		1198,05 €

10. Bibliografía

- Pressman R.S. (2002): "Ingeniería del software". McGraw-Hill.
- Sommerville, I. (2001): "Ingeniería del Software". Addison-Wesley.
- Rumbaugh, J. et al. (1991): "Object-oriented Modeling and Design". Prentice-Hall.
- Eckel, B. (2007): "Piensa en Java". 4ª edición. Prentice-Hall.
- Travis, J., Kring, J. (2007): "LabVIEW for everyone: graphical programming made easy and fun". 3ª edición. Prentice Hall.
- Clark, C. (2005): "LabVIEW digital signal processing and digital communications". New York. McGraw Hill.
- Universidad de Málaga. Tutorial de Java Media Framework. Fecha de consulta: Junio de 2008. < <http://www.lcc.uma.es/~pinilla/TutorialJMF/Introduccion.htm> >.
- Departamento de Informática y Automática de la UNED. Laboratorios virtuales y remotos. Fecha de consulta: Enero de 2008. < <http://lab.dia.uned.es/rlab/contenido/recursos.html?page=1> >

Córdoba, a 15 de septiembre de 2008

Francisco Javier Vázquez Serrano