

SISTEMA AUTOMÁTICO DE EVALUACIÓN DE CONOCIMIENTOS

J. A. López Orozco¹, E. Gómez², J.L. Risco¹, B. Andres-Toro¹, J.M. de la Cruz¹

¹Dpto. Arquitectura de Computadores y Automática
F. CC. Físicas (UCM)

²Dpto. Programación e Ingeniería del Software
Escuela Superior de Informática (UE-CEES)
jalo@dacya.ucm.es

Resumen

Dentro de la herramienta SIMAC (Sistema Integrado para el Mantenimiento Automático de Cursos), diseñada y construida como apoyo en la enseñanza de las asignaturas de Control de Sistemas (Ingeniería Electrónica y Ciencias Físicas), se ha construido un sistema automático de evaluación de conocimientos. Este sistema está diseñado de forma abierta para aplicarlo según las necesidades del curso. Permite el uso de cuestionarios de formas diferentes: como auto-evaluación para los alumnos, herramienta para control de acceso a temas superiores y/o como herramienta de evaluación y corrección para el profesor.

Palabras Clave: Evaluación automática, Internet, Docencia, Laboratorio Virtual.

1 INTRODUCCIÓN

Se ha diseñado una herramienta que permite realizar un control del aprendizaje de los alumnos dentro de la asignatura que están cursando. Esto se lleva a cabo de dos formas distintas: mediante cuestionarios preparados para que el propio alumno realice un auto control y compruebe que está aprendiendo, y adquiriendo los conocimientos que el profesor considera importantes, y mediante cuestionarios que incluye el profesor y que permiten evaluar el conocimiento y progresos del alumno en el laboratorio de forma rápida y sencilla. Las dos clases de cuestionarios son interesantes y tienen sus ventajas: el primero facilita al profesor una guía para observar si las explicaciones existentes en el curso son suficientes y revisar la buena evolución de los alumnos, y el segundo permite al profesor evaluar conocimientos de una forma global y rápida, lo que facilita la ejecución de multitud de test, evaluación de la comprensión de la práctica realizada, encuestas,

Existen gran número de cursos en la Web y muchos de ellos permiten la posibilidad de realizar evaluaciones de los alumnos, como por ejemplo los creados con WebCT [1, 2], donde se permiten

pruebas, auto test y encuestas (anónimas), VCampus [3], que además incluye generación aleatoria de preguntas, y otras herramientas; la mayoría disponen de facilidades para realizar auto test como Eduprise, BlackBoard, TopClass, etc. Una evaluación de estos y otros productos similares puede encontrarse en [4]. Existen pocas herramientas que actualmente no dispongan de facilidades para generar test de evaluación y las que no disponen de ellas como Virtual-U [5] tienen prevista su inclusión en breve. Esto nos da idea de la importancia que tiene en el proceso de aprendizaje la realización de cuestionarios para poder evaluar la evolución y comprensión de los conocimientos mostrados. Hemos intentado englobar en nuestro sistema de generación y evaluación las posibilidades existentes en diversas herramientas (generación aleatoria de preguntas, elección del banco de pruebas y del número de preguntas, realimentación al alumno, cuestionarios de evaluación, de entrenamiento, encuestas, etc.). Todas estas posibilidades son configurables por el profesor, para que puedan adaptarse a cada tipo de curso, a los alumnos que lo cursan y en general al entorno en el que se imparte el curso.

Esta herramienta se ha diseñado dentro del Proyecto de Innovación Educativa de la Universidad Complutense de Madrid (Proyecto PIE 4/2000) [6]. Es un proyecto continuación del proyecto PIE 99/4 de la convocatoria de 1999 [7]. Con estos dos proyectos se ha construido un Sistema Integrado para Mantenimiento Automático de Cursos (SIMAC) orientado principalmente a asignaturas del área de Ingeniería de Sistemas y Automática [8]. Este curso permite mostrar contenidos teóricos, problemas resueltos y propuestos y la realización de prácticas por parte de los alumnos con sólo disponer de conexión a Internet y un navegador. En la sección 2 se describe brevemente el Sistema desarrollado.

A continuación se presenta una breve descripción de SIMAC, donde se ha incluido la herramienta de generación de test, señalando la metodología seguida, los módulos de los que se compone y las herramientas utilizadas en su diseño y construcción. Posteriormente, en la sección 3, se pasa a describir las posibilidades para realizar el control del aprendizaje de los alumnos. Este control se lleva a cabo por

medio de dos tipos de cuestionarios, los cuestionarios de auto evaluación (voluntarios u y obligatorios) y las evaluaciones realizadas por el profesor, pequeños exámenes o cuestionarios realizados en el laboratorio para facilitar la evaluación de los alumnos.

2 SISTEMA DE GESTIÓN DE CURSOS

Existen multitud de cursos en Internet sobre los más variados temas, diseñados de diversas formas como son los creados sólo con HTML [9], aquellos interactivos al disponer de ejemplos en Java, como el curso de Física en Internet [10] y cursos generados por distintos usuarios a partir de documentos escritos y conseguidos con generadores como LaTeX2html, PowerPoint, AdobeGoLive, etc. Además, existen muchas herramientas comerciales específicamente diseñadas para la creación de cursos como las comentadas anteriormente WebCT, Virtual-U, ...; o generadores de cursos a partir de una base de datos con el contenido y un modelo de usuario, como por ejemplo SHAGAC [11].

Nuestro sistema, SIMAC, permite especificar el curso deseado de forma muy sencilla en una base de datos. Está diseñado e implementado utilizando páginas HTML y ASP [12], código script y Java. El sistema puede utilizarse en cualquier servidor Web estándar, e incorpora Matlab Web Server [13], véase la figura 1. Esto permite por un lado el control del contenido del curso mediante bases de datos, para lo que se usan páginas ASP y código script; y por otro, la simulación de sistemas dinámicos mediante Java, y la construcción de un laboratorio virtual mediante el servidor web de Matlab. Así se consigue un fácil diseño, adaptación y modificación de los contenidos mostrados.

El diseño de la estructura y soporte de SIMAC ha sido realizado para permitir la fácil creación de “nuevos cursos” por parte del profesor, o de cursos para otras materias. Cualquier curso web que se desee impartir se define a través de una base de datos.

Esta base de datos contiene todos los índices que forman los distintos apartados del curso, así como las ubicaciones de los documentos que forman las unidades teóricas. De esta forma se puede actualizar el contenido del mismo sin necesidad de recurrir a la laboriosa tarea de la programación en HTML, código script o similar. Los programas/plantillas en ASP diseñados se encargan de mostrar los contenidos del curso en el navegador del cliente, así como los elementos necesarios para la navegación, además permite el accesos restringido para cada usuario.

Como se puede ver, para la creación de nuevos cursos, no es necesario tener conocimientos de HTML ni de otras herramientas relacionadas con la

creación de páginas Web. Incluso se pueden incluir dentro del curso otras direcciones de sitios Web que el profesor considere interesante en el desarrollo de un tema determinado, como por ejemplo descripciones de material, otras explicaciones, laboratorios virtuales, ejemplos, etc.

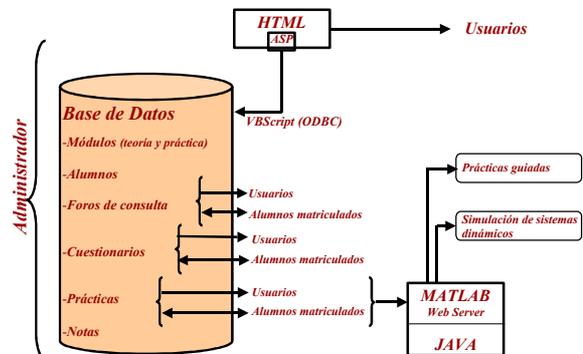


Figura 1. Esquema de SIMAC

2.1 METODOLOGÍA

Existen numerosas referencias sobre metodología y futuras direcciones en la enseñanza del Control de Sistemas [14-16]. En ellas se tratan numerosos aspectos como su carácter multidisciplinar, la selección de ejemplos prácticos, el modo de realizar experiencias sobre distintas aplicaciones y aproximaciones concretas para rejuvenecer y revigorizar la enseñanza de este área.

Teniendo en cuenta que SIMAC está diseñado para asignaturas del área de Ingeniería de Sistemas y Automática donde existe una fuerte componente práctica, cualquier curso que se desarrolle se divide en módulos de aprendizaje, donde se resaltan temas y conceptos comunes. Cada uno de estos módulos se compone de descripciones teóricas, problemas y laboratorios (prácticas) como se describe a continuación.

2.2 MÓDULOS

Cada módulo de enseñanza, además de disponer de una serie de servicios comunes a todos los módulos como son el foro de consulta, consulta de calificaciones, ..., incluye los siguientes aspectos, véase la figura 2:

- ? Unidades teóricas, donde el alumno dispone de los conocimientos correspondientes a ese módulo.
- ? Unidades de problemas, donde el alumno resuelve cuestiones prácticas.
- ? Unidades de laboratorio donde el alumno pone en práctica sistemas de control automático y los conocimientos adquiridos en las unidades anteriores.

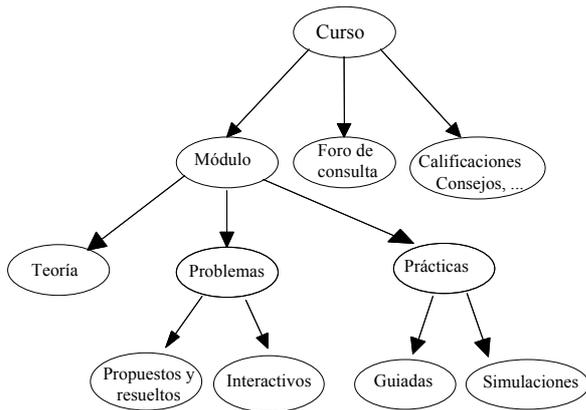


Figura 2. Estructura de un curso en SIMAC

El curso se encuentra definido en su totalidad en una base de datos. Esta base de datos contiene todos los índices y tablas que forman los distintos apartados del curso (teoría, problemas, etc.), así como las ubicaciones de los documentos que forman las unidades teóricas, véase un ejemplo de las tablas existentes clasificadas según su finalidad en la figura 3.

Figura 3. Tablas de la base de datos del curso

De esta forma la modificación de contenidos del curso pasa por modificar registros de tablas en la base de datos, sin tener que redefinir el código original, ni recurrir a la tarea laboriosa de la programación en HTML, código script u otro lenguaje. El objetivo que nos hemos propuesto es el de disponer de una plantilla que sirva, en definitiva, para cualquier asignatura, de forma que cualquier profesor pueda adaptar el web a sus necesidades sin tener que programar ni una línea.

Un aspecto importante de cada uno de los módulos, y que es el motivo de este artículo, es la posibilidad de activar uno o varios controles de aprendizaje y que definen la relación profesor-alumno. A continuación se describe con detalle la herramienta para el control del aprendizaje.

3 CONTROL DEL APRENDIZAJE

El sistema está diseñado para que pueda servir de plantilla a distintos cursos, y por lo tanto a diferentes profesores cuyos métodos de seguimiento y evaluación pueden ser muy diferentes. Para adaptar las herramientas de evaluación a los gustos o métodos de cada profesor, dentro de lo que sea posible, se ha dotado al sistema de la posibilidad de utilizar los cuestionarios de distintas formas y de activarlos o no en cada tema según se estime conveniente.

3.1 AUTO-EVALUACIÓN

Cada tema dispone de unos cuestionarios que el profesor puede o no activar. Estos cuestionarios se encuentran en unas tablas de la base de datos. Pueden ser utilizados de dos formas distintas: cuestionarios de auto-evaluación voluntarios y por tanto para que el alumno se ejercite y compruebe su correcto aprendizaje; y cuestionarios obligatorios, que el alumno debe superar para poder avanzar en el aprendizaje de los siguientes temas.

3.1.1 Cuestionarios voluntarios

Son utilizados como herramienta para que el alumno compruebe si ha adquirido el conocimiento suficiente sobre el tema en cuestión.

Estos cuestionarios permiten al profesor, atendiendo a la información que queda almacenada en la base de datos, conocer el grado de conocimientos y técnicas experimentales adquiridos por los alumnos con el fin de mejorar aquellos aspectos que no queden suficientemente claros.

Se ha observado que si los alumnos conocen qué preguntas del cuestionario ha acertado y cuáles no, las inferencias que el profesor puede realizar sobre la evolución de los alumnos no son del todo correctas. En muchos casos, existen preguntas del cuestionario que los alumnos aciertan, pero su seguridad en que la respuesta correcta es la realizada no era del todo alta. Por lo tanto, si un alumno no supera el test, sólo se informa del número de preguntas que ha acertado, pero no de cuáles. Entonces el alumno debe probar otra combinación, pero es muy probable que cambie su contestación en algunas que anteriormente acertó pero que al no tener clara su contestación modificará.

Así, el profesor puede comprobar si existen conceptos poco claros, puesto que además de los aciertos y fallos, se almacenan el número de intentos. Por ejemplo, si en un test hay preguntas que la mayoría de los alumnos superan después de 3 intentos quiere decir que ese concepto debería ser reforzado, o la pregunta reformulada. Esto ocurrirá también con

aquellas preguntas que acertó la primera vez, pero que como no tenía claro cambió su respuesta.

3.1.2 Cuestionarios obligatorios

En este caso el acceso a la siguiente unidad del curso web está supeditado a la superación de un cuestionario, alcanzando una nota umbral. La nota que debe superar el alumno la impone el profesor en una tabla de la base de datos, y puede configurarla para cada uno de los cuestionarios y temas que existen en el curso. De esta forma puede hacer desde que para ciertos temas no sea necesario superar ningún cuestionario y se permita avanzar hacia el tema siguiente, hasta que, en otro tema, para continuar necesite superar una nota alta en un cuestionario teórico y una nota media en un cuestionario de problemas. Un ejemplo de cuestionario obligatorio y la pantalla de aviso en caso de no haber resuelto convenientemente los cuestionarios del tema puede observarse en la figura 4.

Esta alternativa surgió como consecuencia de observar que muchos de los alumnos no realizaban ningún cuestionario de comprobación, sino que utilizaban el curso como mera forma de obtener unos apuntes que acumulaban para estudiarlos unos días antes del examen. Con ello se perdía toda la filosofía de ayuda y realimentación hacia el profesor que se perseguía con los cuestionarios de auto-evaluación.

Ambos cuestionarios de auto evaluación son realmente el mismo, pero la forma de utilizarse y las consecuencias después de realizarlos las define el profesor con sólo modificar una tabla en la base de datos.

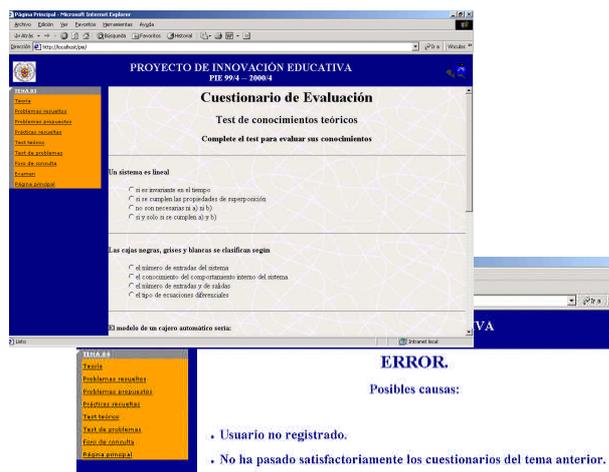


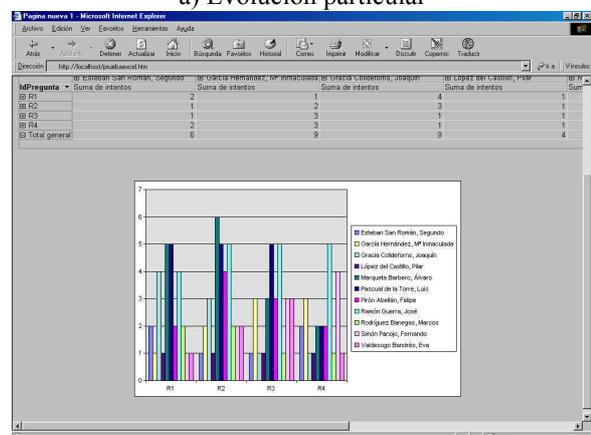
Figura 4. Cuestionario obligatorio y pantalla de error en caso de intentar pasar a un tema no permitido.

El curso integra, como motivación para el alumno, no sólo la consulta de sus notas, tanto de un cuestionario en concreto como de los totales, sino una comparativa con la media de todos los demás alumnos que siguen

el curso, observando su evolución, figura 5a y su posición dentro de la media global, figura 5b.



a) Evolución particular



b) Evolución global

Figura 5. Evolución del alumno

3.2 EVALUACIÓN POR EL PROFESOR

La evaluación por parte del profesor, de los alumnos es otra forma de utilización de cuestionarios. Esta evaluación debe entenderse como una herramienta más dentro de las posibilidades que ofrece el curso desarrollado, nunca como una herramienta para realizar exámenes a distancia. Realmente está pensada para que los alumnos realicen un test en el laboratorio, donde el profesor cuida que los alumnos no hablen entre sí, realicen el test individualmente y en el tiempo establecido. Una vez realizado pueden continuar con la práctica que están realizando. También puede utilizarse como cuestionario al finalizar la práctica, para comprobar de un modo rápido y eficaz el grado de comprensión y de realización de ésta por parte del alumno.

Como en los laboratorios donde se realizarán los test los ordenadores están bastante próximos, para evitar picarescas, soplos, copias, ..., se han previsto los siguientes mecanismos:

1.- Generación aleatoria de las preguntas. Con ello se evita que con una mirada rápida a la pantalla del compañero se puedan copiar las respuestas, puesto que normalmente no serán las mismas preguntas y además estarán desordenadas.

2.- Petición de usuario y almacenamiento del instante en que se solicita el cuestionario. De esta forma se consigue detectar que un alumno solicita un test varias veces hasta que obtiene uno que le parece que sabe resolverlo.

3.- Almacenamiento del tiempo consumido en la realización del test. Esto permite que el profesor sepa si los alumnos han realizado el cuestionario en el tiempo exigido y no minimicen la ventana y lo resuelvan posteriormente en un tiempo mayor (sobretudo en casos de realizar el test al comienzo de la clase práctica).

4.- Almacenamiento del test presentado al alumno y de su respuesta. Esto permite que, herramienta disponible sólo para el profesor, se pueda reconstruir en papel todos los test de los alumnos, junto con sus contestaciones y la corrección.

Las tablas y la forma de generar los tests, y de realizar todos los mecanismos descritos anteriormente, se verá en los siguientes apartados.

3.2.1 Generación de tests

La generación de los test, como se ha indicado es aleatoria. Si un profesor quisiera poner las mismas preguntas a todos los alumnos, sólo es necesario que genere un test con el número de preguntas igual al número de preguntas activas existente en el banco de preguntas. De esta forma todos tienen las mismas preguntas, pero en un orden distinto.

Para crear cuestionarios para los alumnos sólo necesita una tabla, véase la tabla 1. En esta tabla se debe especificar un identificador de test, el nivel de las preguntas que aparecerán, cuántas y de qué tabla se deben leer. Con esta información SIMAC crea para el usuario un test con el número de preguntas indicado. Por ejemplo, en la tabla se le indica al sistema que cuando un alumno solicite un test, identificado con test3a y test3b, lo construya con 5 preguntas básicas extraídas de la tabla PROB1 y otras 5 de dificultad media obtenidas de la tabla PROB2.

Tabla 1: Descripción de los test a realizar.

marca	IdTest	Nivel	NPreg	Tabla	Descipcion
0	Test1	B	10	PROB1	Test 1-2-02
1	Test31	B	5	PROB1	
1	Test32	M	5	PROB2	Control 1-3-02

Un ejemplo de un test generado a partir de este conjunto de preguntas puede verse en la figura 6. En él puede observarse que para generar un tipo de test

debe tener la marca a 1 (con la marca a cero se almacenan otros test que se realizaron). El cuestionario que se presentará al alumno constará, en el caso mostrado en la tabla 1, de dos subtest de 5 preguntas escogidas al azar de dos tablas distintas (una con problemas de nivel básico y otra de nivel medio). El cuestionario de evaluación obtenido puede verse en la figura 6.

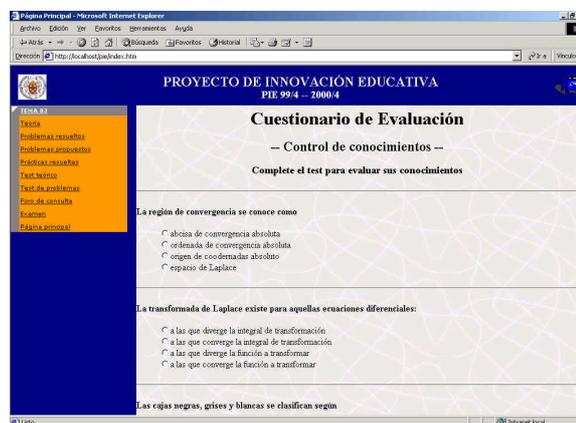


Figura 6. Cuestionario para evaluación

3.2.2 Auto-corrección y generación de informes

SIMAC es capaz de evaluar los cuestionarios realizados por los alumnos y los guarda en una tabla para su posterior estudio, tabla 2. En esta tabla se almacena qué alumno ha accedido, qué test ha hecho, qué preguntas le han tocado y su respuesta. Además se almacena fecha y hora de conexión y el tiempo que ha estado realizando el test.

Tabla 2: Respuesta a los test.

IdAlum	IdTest	Preguntas	Respuestas	tiempo	Fecha
Alum1	Test31	R2-R4-	no	8.32	09/04/2002 12:26:10
Alum1	Test32	R4-R2-R1-	no	8.32	09/04/2002 12:26:10
Alum2	Test31	R4-R1-	R4=X-R1=X-	9.12	09/04/2002 12:26:10
Alum2	Test32	R2-R3-R4-	R2=X-R3=C- R4=D-	9.12	09/04/2002 12:26:10

Una vez que se han realizado los tests, el profesor dispone de una herramienta, también en HTML, y con las mismas herramientas que se genera todo el curso, que le permite obtener una copia en papel del cuestionario realizado por cada alumno. Como se puede ver en la figura 7, en la copia impresa se incluye el nombre del alumno, su DNI, preguntas que le correspondió y su contestación. Además se incluye la respuesta correcta y una estadística (pantalla inferior de la figura 7) de las preguntas acertadas, falladas y en blanco. Con este resumen la evaluación de los test realizados es muy sencilla e inmediata. Esto es muy útil en la evaluación de prácticas, donde después de su realización se puede hacer que cada grupo de prácticas conteste un cuestionario para evaluar la comprensión de la práctica realizada.

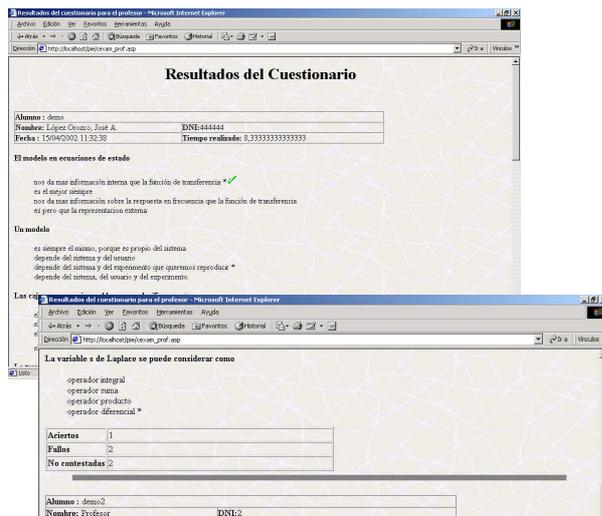


Figura 7. Cuestionario resuelto por el alumno y corregido

Agradecimientos

Queremos agradecer a la Universidad Complutense de Madrid su apoyo a este proyecto mediante su ayuda económica a través del "Proyecto de la UCM de investigación educativa": PIE 99/4 y PIE 4/2000.

También queremos agradecer a todos los alumnos que han ofrecido gustosamente su participación y colaboración en la elaboración de la herramienta.

Referencias

[1] WebCT, <http://about.webct.com/>

[2] Copinga G.J.C., Verhaegen M.H.G. and van de Ven M.J.J.M. "Toward a Web-Based Study Support Environment for Teaching Automatic Control". *IEEE Control Systems Magazine*. Pp. 8-19, August 2000.

[3] Vcampus, <http://www.vcampus.com/webuol/>

[4] Landon B., Bruce R. y Harby A. "online educational delivery applications: a web tool for comparative analysis". Disponible en <http://www.c2t2.ca/landonline/>

[5] Harasim L. "What is Virtual-U?". http://virtual-u.cs.sfu.ca/vuweb.new/vu_product.html

[6] López-Orozco, J.A., Andrés-Toro, B., Risco, J.L. y de la Cruz (2001). "Curso y prácticas virtuales como complemento a la enseñanza de Sistemas Lineales". XXII Jornadas de Automática. 12-13 de septiembre. Universidad Autónoma de Barcelona.

[7] López-Orozco, J.A., Andrés-Toro, B., de la Cruz, J.M. y Esteban, S. (2000). "Herramienta virtual e interactiva para la enseñanza de las asignaturas de Control de Sistemas". I Jornadas de Trabajo "Enseñanza vía Internet/Web de la Ingeniería de Sistemas y Automática" EWISA 2000. 11-13 de mayo. Universidad Politécnica de Valencia.

[8] López-Orozco, J.A., Andrés-Toro, B., Risco J.L., de la Cruz, J.M. (2001). "A versatile and interactive courseware for system control learning". *Proceedings of Internet Based Control Education (IBCE)*. Pp. 157-164. Diciembre 2001.

[9] Arocena, F. Curso sobre creación de páginas HTML: <http://wmaestro.com/webmaestro/>

[10] Franco García, A. Curso Interactivo de Física en Internet: <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/default.htm>

[11] Gómez E., López-Orozco, Aranda J., Andrés-Toro, B. (2001). "Courseware Generator for Automatic Control Learning Through". *Proceedings of Internet Based Control Education (IBCE)*. Pp. 157-164. Diciembre 2001.

[12] Llibre J.T. Manual de ASP en español: <http://www.aspespanol.com/>

[13] The MathWorks Inc. (2001). "Matlab Web Server user's guide". Más información en: <http://www.mathworks.es>

[14] Berstein, D.S. (1999). "Enhancing Undergraduate Control Education". *IEEE Control System*. Octubre, vol. 19 nº 5.

[15] Bissell, C.C. (1999). "Control Education Time for Radical Change?". *IEEE Control System*. Octubre, vol. 19 nº 5.

[16] Poindexter S.E. y Heck B.S. (1999). "Using the Web in Your Courses: What Can You Do?. What Should You Do?". *IEEE Control Systems*. February 2000, pp. 83-91.