

OBJETOS DE APRENDIZAJE Y CURSOS A DISTANCIA DE CONTROL AUTOMÁTICO

R. Garibay, J. M. Sánchez, A. Garibay, A. Román
 Departamento de Ingeniería de Control y Robótica, Facultad de Ingeniería-UNAM
 México, D. F., 04510
 rgaribay@servidor.unam.mx
 Teléfono: (52) 55 56223130

Resumen. En la Facultad de Ingeniería de la UNAM, los programas institucionales de apoyo al desarrollo de metodologías educativas, como el PAPIME¹, han permitido realizar cursos a distancia relativos a control automático. En particular, en este trabajo se exponen los resultados concretos y las experiencias obtenidas durante la realización de objetos y modelos de aprendizaje de la disciplina de control automático, interactivos, flexibles y de fácil acceso, en los cuales, el alumno tiene la opción de manipular las simulaciones en línea, y como consecuencia, obtener un mejor aprovechamiento de sus actividades de aprendizaje. Se hace énfasis en el uso de las TIC (Tecnologías de Información y Comunicaciones), las cuales han permitido un gran avance en los modelos de educación a distancia, como herramienta indispensable para complementar satisfactoriamente el proceso de enseñanza aprendizaje.

PALABRAS CLAVE: educación a distancia, objetos de aprendizaje, control automático.

I. INTRODUCCIÓN

Existen nuevos modelos de aprendizaje basados en el uso de las TIC (Tecnologías de la Información y las Comunicaciones), como los esquemas de educación distancia que fortalecen los procesos educativos para actualizar los paradigmas de la educación tradicional, de tal forma que el alumno puede complementar su proceso educativo ingresando a diversos espacios virtuales, de manera síncrona o asíncrona, para reforzar los conocimientos adquiridos en clase.

En este proceso se dispone de diversas facilidades como el uso simuladores, presentaciones, guías, artículos y demás material que se elabora para complementar el curso sin necesidad de llevarlo al aula tradicional, a lo que llamamos, cursos a distancia. Durante el desarrollo de un curso a distancia, el experto hace uso de su conocimiento y experiencia de enseñanza en el aula tradicional, para plasmarlo como elementos esenciales durante el proceso de diseño de un curso a distancia.

Los cursos de control automático, se componen de conceptos y métodos analíticos con un alto grado de abstracción, lo que hace necesario el uso de recursos didácticos que faciliten el proceso cognoscitivo, como el uso de plataformas computacionales para el manejo de modelos matemáticos, la solución de ecuaciones diferenciales y la simulación numérica para la validación de algoritmos de diseño; además, la teoría de control automático contribuye una base de conocimientos para diversos campos especializados, por ejemplo, el control de procesos industriales, sistemas dinámicos, análisis de transitorios en redes eléctricas, automatización, control neuro-difuso, robótica y mecatrónica, entre otras.

La teoría de control está constituida por temas clásicos y de enfoque actual, que incluyen cuestiones de modelado y representación de sistemas dinámicos, sistemas de control realimentado, estabilidad, observadores y estimadores. En la figura 1, se muestran algunos de los principales temas de la teoría de control y los campos de aplicación que se mencionan.

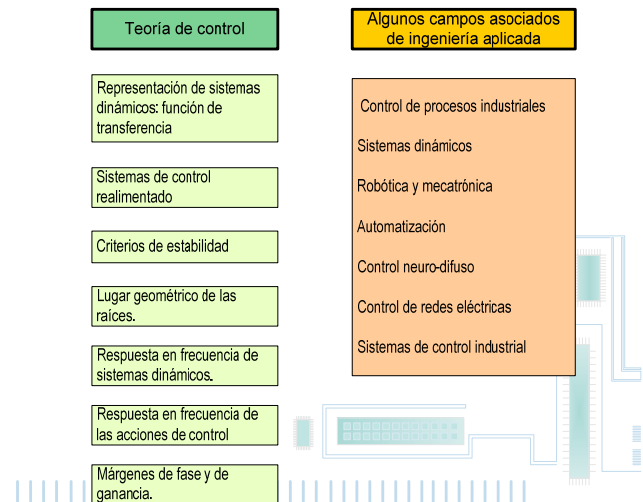


Figura 1. Teoría de control y campos especializados.

En la segunda sección del artículo, se presenta el desarrollo y los elementos básicos de los cursos a distancia, posteriormente en la sección se menciona el uso de simuladores en el proceso de aprendizaje y su importancia; por último en sección cuatro del artículo se muestran algunos

¹ Programa de Apoyos para la Innovación y el Mejoramiento de la Enseñanza (PAPIME) de la Dirección General de Asuntos del Personal Académico de la UNAM.

de los objetos de aprendizaje interactivos desarrollados, su forma de diseño y las contribuciones que dichos objetos aportan al proceso de aprendizaje.

II. CURSOS A DISTANCIA

El desarrollo de cursos a distancia se basa en la integración de múltiples objetos que contienen la expresión completa de un tópico o tema de conocimiento, incluyendo definiciones, conceptos, formulaciones, gráficas, animaciones, applets, actividades y ejercicios, que hacen posible la comprensión y la asimilación detallada de los conocimientos propuestos. La creación de los objetos de aprendizaje tiene como base la participación de los académicos, expertos en la enseñanza de los temas que se abordan, cuya amplia experiencia y práctica educativa, son los elementos esenciales para el diseño fundamental de los procesos y componentes de los cursos de educación a distancia.

La capacidad, iniciativa, creatividad y experiencia del experto, deben soportar el diseño de alta calidad de los objetos, en conjunción con una metodología precisa que haga posible la transformación del material fuente, a documentos, simuladores y otros elementos electrónicos que constituyen el curso de educación a distancia.

La metodología empleada en la elaboración de los cursos a distancia se muestra en la figura 2.

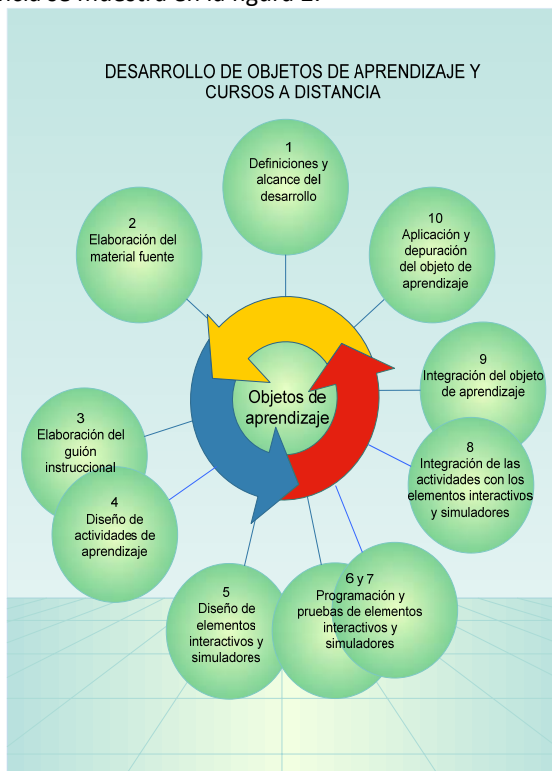


Figura 2. Desarrollo de objetos de aprendizaje

En este trabajo no se detallan las características de esta metodología, ya que el interés principal consiste en reportar los aspectos relevantes de la creación de los elementos interactivos y los simuladores. Consecuentemente, es importante destacar de la figura 2, que el guión instruccional requiere el diseño de actividades de aprendizaje para

realimentar al alumno sobre su elaboración cognoscitiva; dichas actividades pueden ser un cuestionario de auto-evaluación, ejercicios, un estudio de caso o la experimentación a distancia por medio de simuladores en línea.

III. SIMULADORES EN EL APRENDIZAJE DE CONTROL AUTOMÁTICO

El proceso de aprendizaje de la teoría de control ha propiciado, desde hace mucho tiempo, la construcción y uso de objetos, físicos y virtuales, enfocados a la experimentación, la cual constituye una parte fundamental del proceso cognoscitivo. La experimentación, hace posible verificar las formulaciones analíticas, comprobar las propiedades de los sistemas y validar los elementos de diseño.

La experimentación se ha llevado a cabo, tradicionalmente en los laboratorios, empleando equipo y dispositivos de propósito específico; sin embargo, dada la dificultad de contar con equipo experimental en número suficiente y con las características idóneas para reproducir físicamente los elementos y propiedades que se plantean en el desarrollo teórico, se ha tenido que recurrir al desarrollo de simuladores en computadoras digitales y, recientemente, al trabajo en laboratorios remotos.

Es importante reconocer que la simulación de procesos, es una herramienta fundamental en el diseño de sistemas en ingeniería, ya que permite probar una teoría o una solución propuesta, antes de pasar a la realización, que por lo general consume significativos recursos económicos y de tiempo. Incluso, se tiene metodologías en las que, la simulación es parte importante del desarrollo de los proyectos y se tienen diversos productos computacionales para ese propósito.

La utilización de simuladores, brinda al usuario la posibilidad de experimentar y manipular las diferentes variables de un proceso en situaciones que no podrían hacer de forma física; los simuladores constituyen una herramienta novedosa durante el proceso de enseñanza-aprendizaje y el usuario puede tomar a modo de entrenamiento o capacitación, su experiencia con ellos.

En la teoría de control, la simulación se ha empleado para verificar los algoritmos diseñados las características asociadas a la solución de problemas, además, debido a la flexibilidad de los simuladores y a su fácil manipulación, se ha ampliado su uso para verificar los conceptos teóricos de mayor complejidad o de difícil exposición. En la figura 3 se indican algunos de los simuladores que se han desarrollado.



Figura 3. Simuladores interactivos en línea

Los autores desarrollaron y adaptaron, entre otros, los simuladores de acceso en línea que se indican a continuación:

- Simulador de procesos de Segundo Orden con mapas de polos y ceros.
- Simulador de procesos de Primer Orden y tiempo muerto.
- Simulador de diseño de controladores PID con mapa de polos y ceros.
- Simulador de un sistema de control de nivel de modos auto-manual.
- Simulador de control PID en procesos de características ajustables.
- Applet de desarrollo de diagramas de Bode.

Estos simuladores fueron programados en Java y en programación gráfica de Labview, como una herramienta experimental, asociada a los conceptos fundamentales de la Teoría de Control.

IV. OBJETOS DE APRENDIZAJE INTERACTIVOS

La creación de los elementos virtuales interactivos y simuladores implica su diseño, programación y validación, para que funcionen de acuerdo con los propósitos del curso y sus objetos de aprendizaje. En el proyecto se han generado dos tipos de elementos principales:

1. **Elementos interactivos de contenido para ejemplificar los conceptos y métodos propuestos en la teoría**, programados como applets de java, abordando temas específicos, como la respuesta en frecuencia de sistemas dinámicos y las trazas de Bode y Nyquist. Hasta el momento, la aplicación en cuestión presenta un alto porcentaje de avance, ya que se cuenta con un prototipo terminado, cuyas páginas de acceso, applets y contenidos temáticos ya están en uso. Los applets se han diseñado con un alto grado de funcionalidad para propiciar que el alumno se enfoque en el reforzamiento y visualización de conceptos.

Los elementos interactivos como objetos de aprendizaje, han contribuido a verificar, de una forma fácil y segura, los conceptos teóricos sin necesidad de contar con los dispositivos experimentales para desarrollar físicamente el experimento. La figura 4 muestra la traza de Bode y de Nyquist de un compensador en atraso, generado en línea, de acuerdo con los términos de ganancia, polos y ceros que el alumno puede modificar en línea. En la figura 5 se muestra otro tipo de elemento interactivo para ejercitar el diseño de controladores PID. Dirección de acceso: http://davinci.fi-b.unam.mx/template/pagina_46.html.

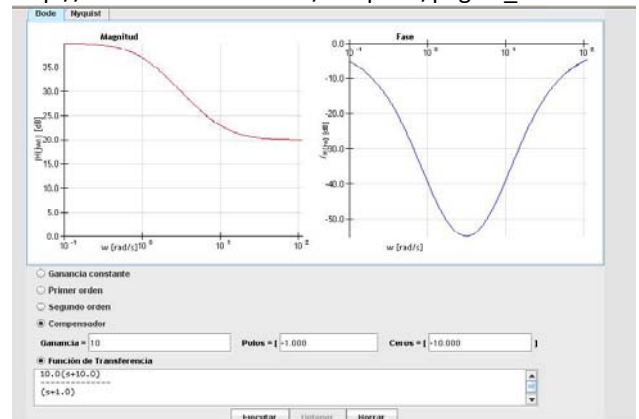


Figura 4. Applet de java para la visualización de trazas de Bode y Nyquist.

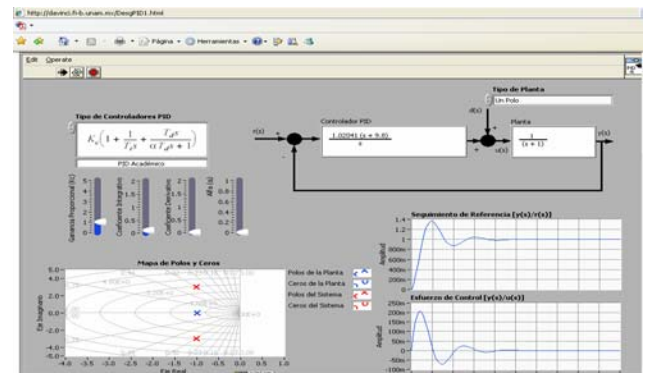


Figura 5. Elemento interactivo para ejercitar el diseño de controladores PID. (<http://davinci.fi-b.unam.mx/DesgPID1.html>)

La relevancia de estos objetos de aprendizaje, radica en que, de manera interactiva, el usuario es habilitado para reconocer los elementos conceptuales, la metodología de análisis o diseño y visualizar las formas gráficas en tiempo y frecuencia que son empleadas en sistemas de control. Como ejemplo, el elemento interactivo de diseño de control PID, adaptado de las librerías de Labview, permite ajustar los parámetros de sintonización y simultáneamente relacionarlos con la gráfica de polos y ceros del sistema y las gráficas de respuesta en el tiempo.

2. **Simuladores del funcionamiento de sistemas de control y controladores**. Un laboratorio virtual es un entorno distribuido de herramientas de simulación y animación cuyo objetivo es realizar la simulación interactiva de un proceso físico, proporcionando un método flexible y amigable para definir los experimentos que se llevan a cabo. Los simuladores están programados en el lenguaje de programación LabView y las prácticas se realizan mediante

una interfaz gráfica que contiene instrumentos virtuales. El proceso se comporta de acuerdo con el modelo programado y puede incluir componentes no lineales, cuyo uso queda a criterio del diseñador de las prácticas y en última instancia en la decisión del alumno. Estos simuladores se encuentran en la plataforma Moodle del Departamento de Ingeniería de Control y Robótica, y pueden ser usados por los profesores y alumnos en cualquier momento, desde cualquier PC con acceso a Internet.

Los simuladores como objetos de aprendizaje han contribuido esencialmente en permitir probar una teoría o una solución propuesta, antes de pasar a la realización, que por lo general consume significativos recursos económicos y de tiempo. En la figura 6 se muestra el portal de acceso a los simuladores de los cuales, en la figura 7, se muestra un simulador en línea desarrollado para el control de un proceso dinámico.

V. CONCLUSIONES

El alumno necesita elementos didácticos para su estudio, gráficas que expresen las propiedades de los sistemas que ha analizado o diseñado, como en el caso de las simulaciones cuyas respuestas resultan útiles para entender el comportamiento y funcionamiento del lazo de control de un proceso en particular. En Internet se encuentran diversos tutoriales, desde aquellos que incluyen solo texto, hasta los que por medio de interfaces gráficas proporcionan ejemplos, en donde los usuarios pueden cambiar parámetros. En este sentido, las soluciones que se han obtenido pueden otorgar un alto beneficio a los estudiantes que hagan uso de ellos. Actualmente se continúa trabajando para ampliar este concepto de educación a distancia, a temas de control lógico y secuencial.

Impacto en la actividad docente. El docente contará con herramientas para crear y/o modificar contenidos en línea, sin necesidad de una gran inversión de tiempo o de tener un conocimiento profundo de la plataforma educativa, pues los objetos desarrollados pueden integrarse en cursos a distancia, y fomentar una nueva cultura para la creación e intercambio de material didáctico por parte de los docentes.

Impacto en las actividades de los alumnos. Los alumnos tendrán la ventaja de fortalecer su proceso de enseñanza aprendizaje través de un espacio virtual, para reforzar sus conocimientos, obtener información adicional de la asignatura y efectuar prácticas a través de simuladores, desde la ubicación y hora en que puedan y deseen trabajar.

Aunque el desarrollo de los simuladores descritos en este trabajo, ha sido de gran ayuda para la experimentación en el proceso de aprendizaje de Control Automático, como toda nueva herramienta, es susceptible de ser mejorada; dicha mejora se ha realizado de manera continua con base en la experiencia directa de su aplicación.

VI. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado con fondos del Proyecto PE102206 del Programa de Apoyos para la Innovación y el Mejoramiento de la Enseñanza (PAPIME), otorgado por la Dirección General de Asuntos del Personal Académico de la UNAM.

Referencias

Garibay J. R., Espinosa P. G. "La investigación en Control y Robótica en la Facultad de Ingeniería, Trayectoria y Tendencias", Primer Congreso sobre Investigación en Facultades, 2005.
Mata H. G., Garibay J. R. "Instrumentación virtual: una alternativa para el equipamiento de laboratorios", Congreso Nacional COPEI, 2002.

Flores G. R., Aguado C. E., Vázquez F. R. "La web en la enseñanza del control", Memorias del Tercer Congreso Nacional CIMEEM, 2008.

Granados P., Valerio M., Díaz G. "Enseñanza del control automático mediante tutoriales y laboratorios virtuales por Internet", Monografía del curso IE431, Escuela de Ingeniería Eléctrica, Universidad de Costa Rica, 2003.

Sebastián, J., García, D., Sánchez, F. "Remote-access education based on images acquisition and processing through the Internet. IEEE Transactions on Education, 46. (2003).

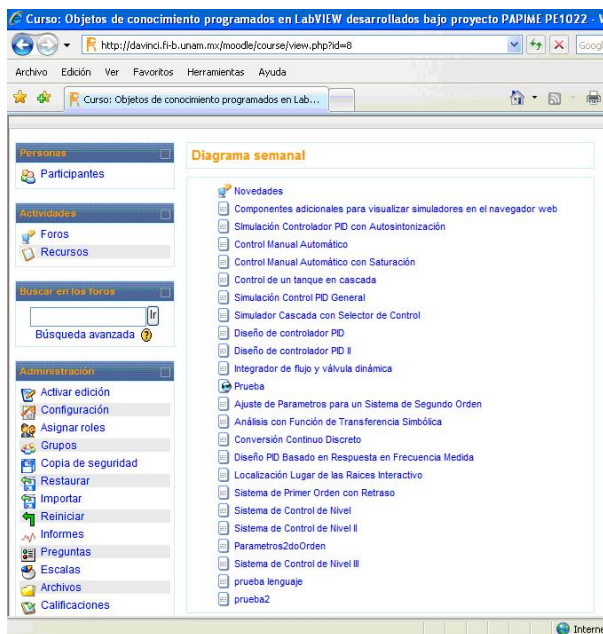


Figura 6. Portal de acceso a los simuladores de sistemas de control.
(<http://davinci.fi-b.unam.mx/moodle/course>)

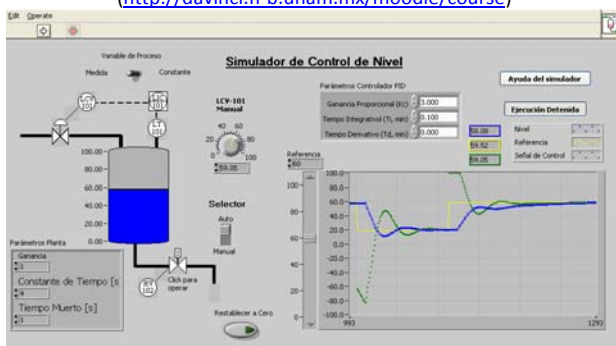


Figura 7. Simulador del sistema de control de un proceso dinámico.
(<http://davinci.fi-b.unam.mx/moodle/file.php/8/index9.html>)

Este simulador permite reproducir la salida de un controlador PID, en lazo abierto y cerrado, ajustar las características dinámicas lineales de la planta, incluyendo el tiempo muerto, lo que amplía las posibilidades con diversos esquemas de control y algoritmos.