

## SOFTWARE INTERACTIVO PARA LA ENSEÑANZA DE TEORÍA DE CONTROL

M. HAKAS, I. RAMIREZ Y R. CANETTI

*Instituto de Ingeniería Eléctrica. Facultad de Ingeniería. Universidad de la República. J. Herrera y Reissig 565, Montevideo, C.P. 11300. Uruguay.  
Tel.: (598 2) 711 0974 Fax: (598 2) 711 7435 e-mail: mich@iie.edu.uy*

*Este trabajo describe las características generales de una herramienta de enseñanza asistida por computadora en el área de la Teoría de Control. El tema abordado es el diseño de compensadores. Esta herramienta hace uso de metodologías expositiva, demostrativa, interactiva, y práctica, apoyándose fuertemente en animaciones y simulación.*

*Se logra un proceso interactivo de aprendizaje que busca lograr metas de interés local en la enseñanza de la Ingeniería Eléctrica.*

### 1. Introducción

#### 1.1 Motivación

La motivación para embarcarnos en este proyecto surgió de:

las necesidades de nuestra Universidad, que es pública y gratuita, y cuenta con recursos insuficientes para una población de estudiantes alta y con una oferta educativa variada. Su presupuesto por estudiante es no sólo muy inferior a los estándares de los países desarrollados, sino inferior también a la media regional.

las necesidades del estudiantado local, que por razones socioeconómicas se ve obligado a trabajar en paralelo a su carrera, lo que resulta en una asistencia irregular a los cursos (que se dictan normalmente en horario único), en una extensión excesiva en el tiempo de la carrera, y/o en la deserción. La duración típica de la carrera de Ingeniería Eléctrica es de 8 a 9 años, siendo 6 los previstos en el plan de estudios.

la posibilidad de mejorar la calidad de la enseñanza impartida.

#### 1.2 Objetivos

Los objetivos generales que nos planteamos entonces, fueron:

Mejorar la calidad de la enseñanza mediante la elaboración de material de estudio basado en metodologías de uso poco frecuente en nuestro medio.

Incentivar al estudiante a tener un rol más protagónico en su formación.

Estimular al estudiante a finalizar sus estudios, teniendo en cuenta sus dificultades académicas y personales.

Para satisfacer los objetivos anteriores fue que nos propusimos elaborar este material de apoyo a uno de los cursos de nuestro Instituto (Introducción a la Teoría de Control), en un entorno basado en la computadora y que fuera accesible vía internet.

La idea eje, es que el estudiante cuente con una herramienta de aprendizaje atractiva, que pueda ser usada con tiempos y ritmos que se adecuen a sus posibilidades. Esta herramienta debe complementar el curso, estimular el seguimiento de las clases regulares y desarrollar en estudiante habilidades de diseño.

El tema piloto elegido para el primer módulo, el diseño de compensadores, presentaba características idóneas para un programa interactivo, sin la asistencia directa del docente. Además, a diferencia del diseño de controladores PID, no se encuentra fácilmente material de apoyo en este tema.

## **2. Principales líneas metodológicas**

La estructura del paquete de aprendizaje basado en computadora la clasificamos de acuerdo a las metodologías pedagógicas empleadas, que se pueden agrupar en cuatro categorías: expositiva, demostrativa, interactiva, y práctica. Cada una de estas metodologías se aplica en diferentes formas implementando objetivos pedagógicos específicas por medio de las herramientas de aprendizaje. Las diferentes herramientas de aprendizaje están interconectadas mediante un "shell" de hipertexto, que provee una continuidad pedagógica y de apariencia.

La primera línea metodológica, la expositiva, se compone de teoría, definiciones, y otros elementos siguiendo los lineamientos teóricos tradicionales del curso. El uso de hipertextos brinda la posibilidad de estructurar el texto, las imágenes, y otros vínculos.

En la segunda línea metodológica, la demostrativa, los conceptos introducidos y explicados por los métodos anteriores, son investigados más a fondo a través de ejemplos. Donde pareció útil, se hizo uso de animaciones o simulaciones locales.

Las herramientas de aprendizaje basadas en metodología interactiva son, en apariencia, similares a las basadas en animación o simulación local. Sin embargo, las herramientas interactivas demandan del estudiante más que el control de la presentación o el ingreso de parámetros: debiendo elegir, describir o calcular durante el proceso de diseño. Esto implica la evaluación de sus respuestas.

La última línea metodológica, la práctica, consta de herramientas que permiten procesar datos que el estudiante ingresa con el objetivo de diseñar y testear un sistema de control.

El paquete, estará disponible en un servidor de red, para que sea explotado tanto por estudiantes que asisten a clase como por estudiantes a distancia.

## **3. Características de la aplicación**

La aplicación ha sido desarrollada para ser usada con cualquier navegador de Internet que soporte hojas de estilo y applets en Java 1.1.

El Módulo 1, "Diseño de compensadores", se ha estructurado de acuerdo al esquema de la figura 1.

Desde el punto de vista de los contenidos, hemos seguido el enfoque empleado en el curso, que básicamente se encuentra en la bibliografía recomendada en él [1, 2, 3].

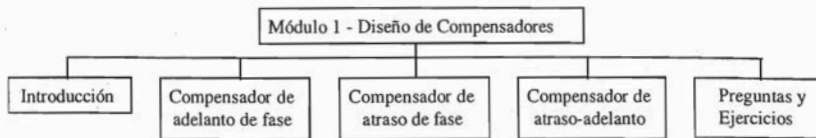


Figura 1: Esquema de la estructura temática del Módulo 1.

Dentro del capítulo "Introducción" se presentan las características generales de la compensación, un análisis primario del efecto de la adición de ceros y/o polos, y la presentación de los distintos compensadores.

Los capítulos "Compensador de adelanto de fase", "Compensador de atraso de fase" y "Compensador de atraso-adelanto", tienen todos una estructura similar, donde se caracteriza cada compensador a través de su patrón de polos y ceros, de su función de transferencia, y de su respuesta en frecuencia (Diagramas de Bode y Nyquist); se introduce el procedimiento de diseño en frecuencia y se ilustra su aplicación; se introduce el procedimiento de diseño en el tiempo y se ilustra su aplicación; se comparan ambos procedimientos; se analizan sus limitaciones; y se proponen preguntas de reafirmación de conceptos y ejercicios de práctica (autoevaluados).

El capítulo "Preguntas y ejercicios" abarca el tema de compensación en su globalidad, incluyendo preguntas y ejercicios donde no es evidente qué tipo de compensador es el (más) adecuado al problema planteado.

En cuanto a la navegación dentro de la aplicación, si bien existe un camino preferencial, el usuario cuenta con menús que le brindan fácil acceso a temas específicos. Se ha tenido cuidado de no abusar de los vínculos cruzados dentro de los textos por su tendencia a provocar la desconcentración del usuario.

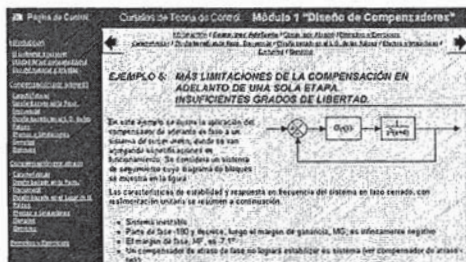


Figura 2: Interfaz de usuario.

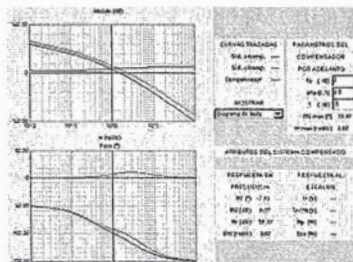


Figura 3: Simulador de respuesta de sistemas.

Se cuenta también con un glosario de términos, definiciones y conceptos propios de la asignatura, pero que no son abordados en este módulo. Esto permite consultas rápidas a conocimientos previos necesarios para el buen aprovechamiento de la unidad temática tratada.



La aplicación provee animaciones y una versátil herramienta interactiva para la simulación de comportamiento de sistemas. La incorporación de las animaciones y de la herramienta de simulación, juegan un papel fundamental en el logro de los objetivos planteados.

#### 4. Evaluación de la aplicación

La aplicación se usará por primera vez en el segundo semestre del año 2000, por lo que aún no se cuenta con resultados sobre su impacto.

A pesar que los entornos basados en computadoras que hacen uso de recursos multimedia para mejorar la educación y el entrenamiento no son nuevos en el mundo, es un hecho que estas nuevas tecnologías cambian las características de todas las fases del proceso tradicional de aprendizaje y que sus resultados pedagógicos aún no han sido enteramente evaluados.

Para poder evaluar los resultados del aprendizaje basado en computadoras y poder reorientar se desarrollo futuro es necesario analizar el comportamiento del estudiante mientras lo usa. En las etapas de prueba, el paquete se utilizará en presencia de los diseñadores del mismo.

Un índice a tener en cuenta en los resultados logrados por la inclusión de este material de apoyo será el desempeño estudiantil durante las pruebas evaluatorias del curso, en la temática abordada.

#### 5. Conclusiones

Se ha presentado una herramienta de aprendizaje asistido por computadora que busca provocar un impacto positivo en un contexto de enseñanza en el que existen dificultades de regularidad de seguimiento y asistencia por parte del estudiantado.

Esta herramienta se apoya fuertemente en el uso de simulación y animaciones, como complemento de metodologías expositivas y demostrativas, para enriquecer el proceso de aprendizaje en un tema particular de la Teoría de Control. Se espera que las facilidades que brinda para el diseño de compensadores, promueva el interés y estimule a los estudiantes a profundizar su estudio.

Aunque este tipo de herramientas ya tiene antecedentes en el mundo, son originales localmente.

Además, satisfacen necesidades específicas de los cursos del Instituto de Ingeniería Eléctrica.

#### 6. Referencias

- [1] K Ogata. "Ingeniería de Control Moderna", Prentice Hall Hisp., 1991.
- [2] B. Kuo. "Sistemas de Control Automático", Prentice Hall Hisp., 1996
- [3] G. Franklin, J.D. Powell, Emmami\_Naeini. "Control de sistemas dinámicos con retroalimentación", Addison Wesley Hisp. , 1991.