

# Tutorial Interactivo para la Enseñanza de Convertidores Estáticos

A. Moreno, J. Ortiz, A. Plaza y C. De Castro  
Dpto. Electrotecnia y Electrónica  
Escuela Universitaria Politécnica  
Universidad de Córdoba (España)  
Tel:(957)218373 Fax:(957)218316  
e-mail: el1momua @uco.es

**RESUMEN.-** De acuerdo con las teorías construccionistas del aprendizaje debemos proporcionar a nuestros alumnos entornos ricos en información en los que los alumnos puedan construir sus propios conceptos. Desde este enfoque y usando el modelo pedagógico de Kolb, hemos creado un entorno eficaz que pueda ser explorado por los alumnos, en el cual éstos pueden buscar y seleccionar información útil de un libro electrónico, completar las tareas propuestas en un tutorial interactivo y tener experiencia reales realizando simulaciones. El sistema de aprendizaje visual que hemos implementado con herramientas de autor disponibles comercialmente, consta de tres aplicaciones principales: Hipertexto, Tutorial y Simulador, además de algunas aplicaciones como una herramienta de cálculo (formulario), animaciones y control de alumnos.

## 1.-INTRODUCCIÓN

Uno de los avances más prometedores en el campo de la educación es el empleo de la tecnología educativa multimedia. Sin embargo, sólo un buen software educacional, diseñado cuidadosamente, puede mejorar la calidad de la enseñanza. En nuestro sistema de aprendizaje visual hemos integrado el simulador PSpice con un módulo instructivo, consiguiéndose con ello, una importante mejora en el proceso de aprendizaje del proceso de análisis y diseño en la ingeniería, en el área de los Convertidores de Potencia. La simulación permite avanzar más rápidamente en la comprensión del funcionamiento de los convertidores, a los alumnos que poseen ya cierto nivel de conocimientos, y por otro lado el empleo de técnicas multimedia permite a los usuarios menos instruidos integrar conceptos (a través del estudio guiado de casos) y obtener información en general, sobre la asignatura de Electrónica de Potencia. Además, los estudiantes están provistos de una potente herramienta de cálculo integrada, que resuelve expresiones matemáticas y que les facilita hacer un análisis no sólo cualitativo sino cuantitativo de los diversos aspectos de los convertidores, como son: el análisis armónico, la conducción discontinua, el funcionamiento en modo rectificador e inversor o la mejora de los factores de eficacia.

## 2.-MODELO PEDAGÓGICO

En la actualidad, nuestras escuelas, nuestras universidades y nuestros lugares de trabajo se ven inundados a diario de una gran variedad de información que nos llega de todas las direcciones. Nuestros alumnos reciben (y son capaces de almacenar, gracias a las nuevas tecnologías) cantidades ingentes de información; por eso, es prioritario que desarrollen la capacidad de discernir entre qué información es importante y cuál es trivial. Nuestro cometido como educadores será pues, crear entornos de aprendizaje ricos en información de

muy diversos tipos, en los cuales los alumnos puedan seleccionar los recursos que quieren consultar, trazando su propio recorrido a través del conjunto de la información. En el Tutorial Interactivo Multimedia, que hemos implementado usando recursos multimedia, los estudiantes juegan un papel más activo que en la enseñanza tradicional, ya que descubren mediante su propia experiencia (y sus propios errores), qué datos (de entre los muchos que se le proporcionan) o qué factores son importantes para el diseño y el análisis de los convertidores estáticos. Este entrenamiento le permitirá desarrollar un alto nivel de nivel en sus técnicas de aprendizaje, en lugar de recibir conceptos de una forma pasiva, como ocurre en el sistema de enseñanza tradicional, que aún se sigue llevando a la práctica en nuestras universidades, en muchos casos.

En contraste con la metodología docente tradicional, en la que los estudiantes son meros "consumidores de conocimiento" [1] y en la cual los conceptos son abstraídos desde su uso en el mundo real, muchos teóricos aceptan hoy la idea piagetina de que el aprendizaje es un *proceso* [2]. Trabajando con Tutorial Interactivo para la Enseñanza de Convertidores Estáticos, los alumnos realizan un estudio guiado de diferentes casos, moviéndose con gran libertad a través de cuestiones que le conducen a resolver una serie de problemas planteados. El alumno experimenta el funcionamiento de los parámetros en múltiples contextos reales, lo que le lleva a extraer y crearse su propio concepto, gracias a que cada caso presentado muestra la complejidad de las experiencias reales. La enseñanza se enfoca hacia el aprendizaje y la comprensión de un concepto, y esa comprensión debe surgir desde el trabajo con el mismo en diferentes contextos o casos [3]. Por todo ello se hace necesario considerar el proceso de aprendizaje como un proceso dinámico, basado en acciones que conducen a resolver problemas concretos ("learning by doing", en términos de John Dewey [4]).

El modelo pedagógico propuesto por Kolb [5], resulta el más apropiado para la enseñanza de la Electrónica de Potencia, dado que usando este modelo, el estudio de casos empleando tecnologías multimedia permite: la realización de ejemplos de diseño concretos, la observación reflexiva, la conceptualización abstracta mediante enlaces con la teoría y la experimentación activa mediante la exploración multidimensional que aporta la tecnología multimedia y el uso de un simulador.

### 3.- INTERFAZ DE USUARIO Y ESTRUCTURA DEL SISTEMA

Nuestro Tutorial Interactivo Multimedia consta de tres módulos de información principales [Figura.1]: Simulación (simulador PSpice), Problemas (o Tutorial propiamente dicho) e Hipertexto.

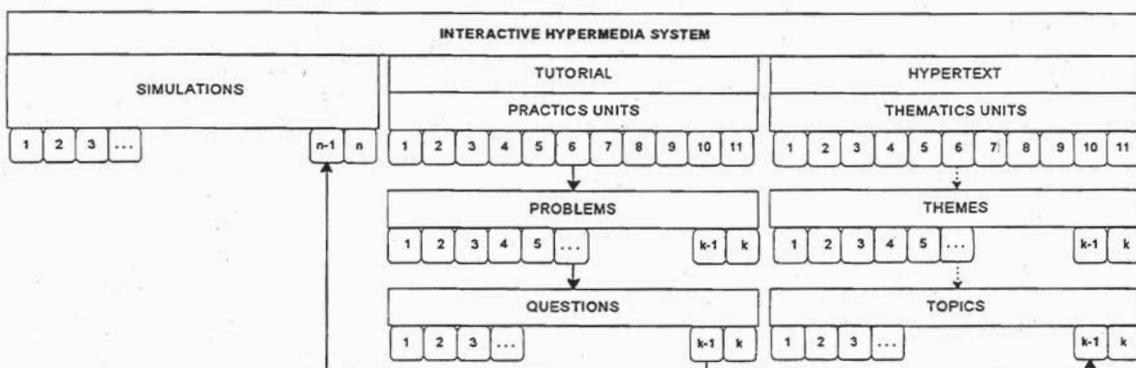


Figura 1.- Estructura del Tutorial Hipermedia Interactivo.

Los usuarios pueden navegar de una manera agradable a través de todo el conjunto, ya que dispone de múltiples formas para trasladarse a cualquier parte. Estas facilidades para la búsqueda y la manipulación de la información implican ciertas características para el interfaz de usuario. Por ello, y respetando siempre las directrices señaladas por Microsoft Windows [6] para el diseño de ventanas, hemos adoptado criterios de diseño que no sólo aportan al sistema un aspecto de calidad, sino que además ayudan a conseguir [7]:

- Una estructura eficaz para navegar entre los datos, funciones, tareas y roles.
- Una imagen mental comprensible (metáfora).
- Una organización apropiada de los datos, funciones y tareas (modelo cognitivo).
- y una secuencia de interacción efectiva (la percepción).

Las decisiones que como autores de un Hipermedia podemos tomar respecto al diseño de una interfaz, varían con el propósito y el contenido de la información y sus usos [8]. Puesto que el tipo de movimiento que está permitido en cada módulo, el tipo de información y su uso, pueden diferir substancialmente, es posible establecer tres grados en lo que se refiere a la libertad de que dispone el usuario de elegir posibles rutas y destinos, de escoger la tarea que quiere realizar entre varias que se le proponen, de consultar aplicaciones o facilidades extra, etc. Estos niveles son : Usuario Limitado, Usuario Parcialmente Limitado, y Usuario Libre. Por ejemplo, en el módulo Tutorial, si desea conseguir el objetivo, o sea completar con éxito todas las cuestiones referentes a un convertidor, el usuario debe seguir una ruta de entre varias que se le presentan; es un Usuario Limitado en este aspecto. Por el contrario para el propósito del Tutorial es necesario que tenga a su alcance toda la información que el sistema es capaz de proporcionarle, por ello además de tener acceso a los otros dos módulos de información, el alumno dispone de acceso a todas las aplicaciones incluidas, como Formulario, animaciones, etc., en este sentido es un Usuario Libre.

	Usuario Limitado	Parcialmente Limitado	Usuario Libre
Rutas	<i>Tutorial</i> Indicadas por el sistema.	<i>Hipertexto</i> Decididas por el usuario dentro de la estructura de enlace.	<i>Simulación</i> Decididas por los parámetros suministrados por el usuario.
Destinos	<i>Tutorial</i> Las soluciones de las cuestiones.	<i>Hipertexto</i> Cualquiera de los nodos útiles de la estructura.	<i>Simulación</i> Cualquiera de los múltiples posibles resultados de la simulación.
Tareas	<i>Hipertexto</i> Sólo leer buscando información.	<i>Tutorial</i> Resolver cuestiones numéricas, tests, seleccionando entre un número limitado de parámetros.	<i>Simulación</i> Decididas por los parámetros suministrados por el usuario (número ilimitado)
Acceso a otras aplicaciones	<i>Simulación</i> -	<i>Hipertexto</i> Tutorial, bloc de notas.	<i>Tutorial</i> Hipertexto, Simulación(WProbe y WSpice), animaciones, Formulario, evaluación, bloc de notas.

Tabla I.- Niveles de limitación del usuario.

### 3.1.- Módulo Tutorial

El módulo Tutorial consta de once Unidades Prácticas (U.P), dedicadas cada una de ellas a un tipo de convertidor. El alumno puede seleccionar qué U.P. quiere explorar y

seguidamente qué problema de los propuestos en la U.P. quiere resolver. Dentro de un problema existen diversas cuestiones relacionadas, de manera que navegando a través de ellas se pueda examinar, como decíamos antes, el uso de los conceptos asociados en diferentes contextos. Cuando el alumno se equivoca al responder una cuestión, el sistema trata de ayudarlo ofreciéndole las recomendaciones y señalizaciones necesarias para inducirlo a la búsqueda de información útil (qué aplicaciones le darán información apropiada, cuál es el itinerario más apropiado a seguir, etc.). En otras palabras, aunque el sistema permite al usuario determinar la secuencia en la que quiere acceder a la información, consigue llevarle a adoptar la estrategia de aprendizaje más apropiada. Mientras resuelve los problemas, tiene acceso al simulador PSpice (WSpice y WProbe), a Hipertexto, Formulario, Animaciones, y Evaluación (que muestra sus propios resultados actualizados). Estos recursos contribuyen a proporcionar las características multidimensionales que señalábamos antes.

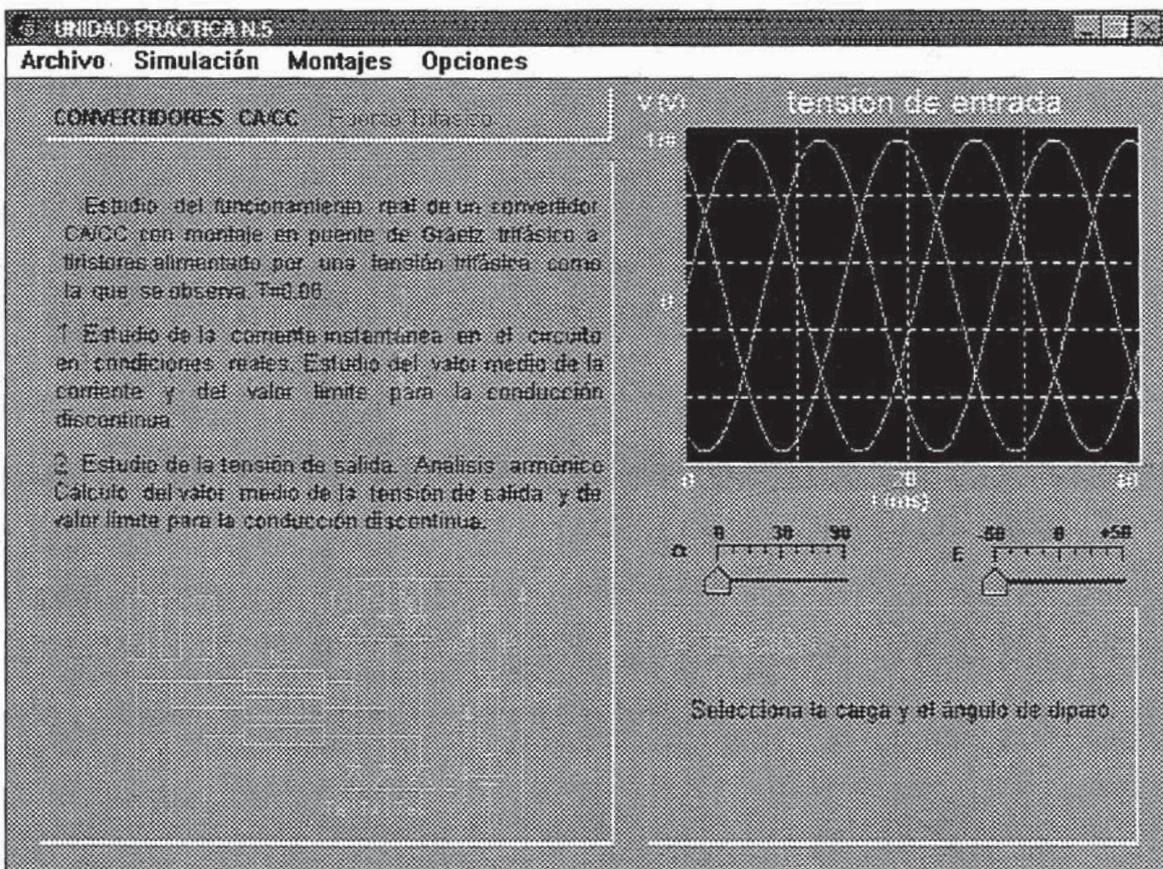


Figura 2: Unidad Práctica del Módulo Tutorial.

**Herramienta de cálculo: Formulario.** Es una herramienta matemática que ayuda a los estudiantes a agilizar la resolución de las cuestiones, que son fundamentalmente numéricas. Seleccionando el modo de conversión, el tipo de montaje y el tipo de carga, mostrará todas las expresiones matemáticas relacionadas. Para resolverlas, deben introducirse correctamente los parámetros oportunos. Esta aplicación es crucial para el estudio de la Electrónica de Potencia desde un punto de vista cuantitativo, ya que permite al estudiante concentrarse en los aspectos esenciales del proceso de aprendizaje, en lugar de perder el tiempo consultando formularios impresos y resolviendo las expresiones con la calculadora.

**Animaciones.** Las animaciones añaden una importante dimensión a la comprensión, gracias a la incorporación de la variable tiempo. En el entorno multimedia, la animación es la

componente que explica, con facilidad y rapidez, lo que no puede ser explicado en las dimensiones de un libro. Las animaciones disponibles para cada unidad muestran sobre el circuito correspondiente por qué ramas del montaje circula el flujo de corriente, de forma sincronizada con la variación de las tensiones instantáneas. En cualquier instante, el usuario puede detener la animación y reiniciarla o continuarla por el punto en el que se solicitó la pausa, resultando un método muy efectivo en el proceso de comprensión.

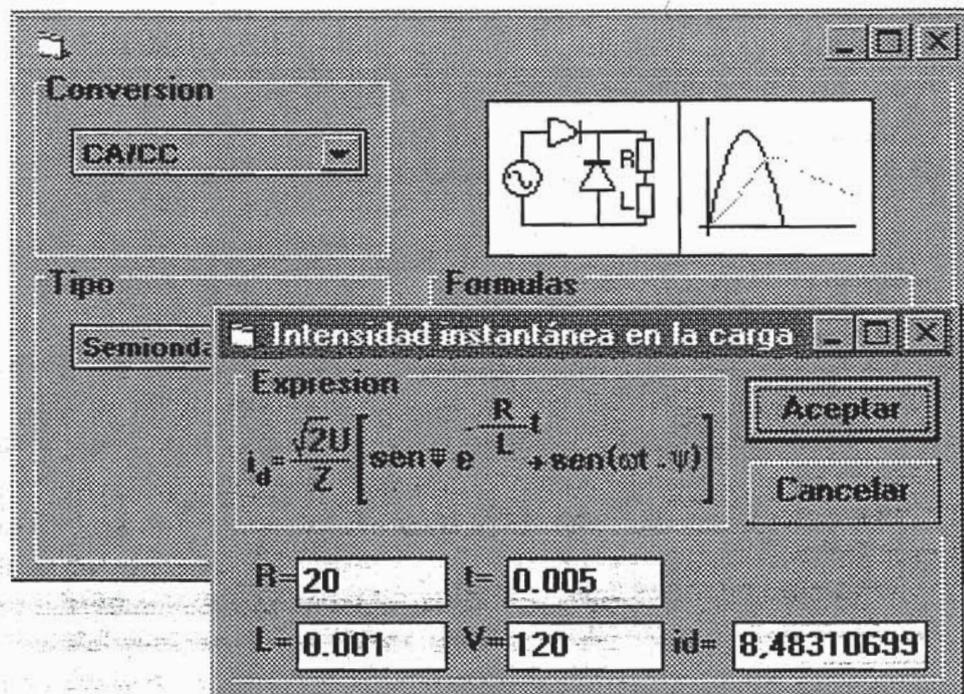


Figura 3: Herramienta de Cálculo

**Evaluación.** Las opciones de evaluación del menú Opciones nos dan una medida de la productividad del alumno, es decir si se consiguen los objetivos en un tiempo razonable. Los errores se detectan mediante un sistema de control, gracias a un juego de variables que registran los pasos del usuario. Cuando se solicita una respuesta al alumno, éste puede cometer tres fallos antes de que la respuesta se contabilice un error y se muestre la solución correcta. La opción Evaluación U.P. da acceso al indicadores del aprendizaje tales como: porcentaje de respuestas correctas, número de intentos, respuestas correctas al primer intento, hora de comienzo, etc., todos ellos relacionados con cada U.P. La opción Evaluación Global, presenta el valor acumulado de los mismos parámetros relacionados con el conjunto de las unidades.

**Hipertexto.** El Hipertexto es un recurso suplementario del que el estudiante puede extraer la información que necesita para resolver los problemas o comprender sus errores, podemos considerarlo como una ayuda que facilita y complementa al módulo Tutorial. Se encuentran disponibles once Unidades Temáticas (asociadas cada una a una U.P.), que engloban diversos Temas. Cada Tema consta de Tópicos, que poseen las características usuales de los entornos hipertexto, como la posibilidad de obtener más información haciendo clic sobre las palabras calientes, o la posibilidad de hacer anotaciones. El hipertexto ofrece múltiples opciones de ruta a través de la información y los usuarios pueden moverse con facilidad a través de la estructura creada, aunque los itinerarios estarán siempre restringidos por una estructura de enlace fija. Es por ello, por lo que hemos considerado (Tabla I) que la actividad del lector está limitada a intentar localizar información específica.

### 3.2.- Módulo Simulación

La simulación puede constituir una estrategia importante, al proporcionar "experiencias auténticas" con los conceptos de la Electrónica de Potencia, ya que nuestra representación o comprensión de un concepto no es algo abstracto y suficiente por sí mismo, sino que se construye desde el contexto en el que dicho concepto tiene su uso. [9]. Los ficheros de simulación, que se han empleado para confeccionar las cuestiones del módulo Tutorial, pueden consultarse en el menú Simulación, con el objeto de que los alumnos puedan analizarlas o modificar los parámetros comprobando los resultados de su propio diseño. Sin embargo, sólo los estudiantes ya iniciados serán capaces de extraer conclusiones interesantes de sus experiencias, de ahí la importancia de conjugar este módulo con el módulo instructivo.

### 4.-CONCLUSIONES

Para que el software educacional sea efectivo debe diseñarse correctamente, en orden a algunos principios básicos, tales como: realizar un diseño gráfico sistemático, proveer a los usuarios de los mecanismos de navegación apropiados y estructurar los contenidos con una conectividad lógica. En este artículo, hemos presentado el diseño y una visión general de un sistema de aprendizaje visual, que ha sido implementado usando los herramientas de autor disponibles comercialmente: Microsoft Visual Basic y Authorware's Professional for Windows. Nuestros estudios de evaluación (que serán explicados en un próximo artículo) demuestran que este modelo suple con éxito la enseñanza convencional dada en nuestras clases. El empleo de sistemas interactivos visuales no tiene como objetivo reemplazar al profesor por una máquina, sino asistirle y complementarle. La expansión de las redes de ordenadores, la aceptación del ordenador entre el alumnado y la continua depreciación de hardware y software, hacen no sólo posible sino necesaria, esta renovación de la metodología docente.

### 5.- REFERENCIAS

- [1] Brandsford, J.D., Sherwood, R.D., Hasselgring, T.S., Kinzaer, C.K., y Williams, S.M. "Anchored instruction: Why we need it and how technology can help". D.Nix & R. Spiro. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1991.
- [2] Vosniadou, S., & Brewer, W. "Theories of knowledge restructuring in development". *Review of Educational Research*, 57(2), pp 51-67, 1987.
- [3] Spiro, R.J., Poulson, R.L., Feltovich, P.J., & Anderson, D.K. "Cognitive flexibility theory: Advanced knowledge acquisition in ill-structured domains". *Proceedings of the Tenth Annual Conference of the Cognitive Science Society*, 375-383. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum, 1988.
- [4] Dewey, J. "Democracy and Education: An Introduction to the Philosophy of Education". Ed. Macmillan. New York, 1916.
- [5] Kolb, D.A. "Experiential learning. Experience as the source of learning and development". Ed. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1984.
- [6] Microsoft Corporation. "The Windows™ Interface. An Application Design Guide", 1992.
- [7] Aaron Marcus. "Principles of Effective Visual Communication for Graphical User Interface Design", 1990.
- [8] Wright P. "Interface alternatives for hypertext". *Hypermedia* vol, nº2, pp 155-158, 1991.
- [9] Brown, J.S., Collins, A., & Duguid, P. "Situated cognition and the culture of learning". *Educational Researcher* 18 (1), pp 32-42, 1989.