

## UTILIZACIÓN DE MEDIOS IMPRESOS Y SIMULACIÓN EN EL APRENDIZAJE DE LA ELECTRÓNICA

M. Castro, J. Pérez, A. Hilario, S. Acha, A. Vara,  
P. Losada, F. Panetsos, F. Yeves y J. Peire

Departamento de Ingeniería Eléctrica Electrónica y de Control / UNED  
Ciudad Universitaria, s/n - 28040 Madrid - España  
Teléfono: 341-3986476 - Fax.: 341-3986028  
e - mail: Manuel.Castro@ieec.uned.es - <http://www.ieec.uned.es/>

### RESUMEN

*En esta comunicación se describe un proyecto que se está desarrollando en el Departamento y Universidad arriba citados, cuyo objetivo principal es facilitar al alumno el aprendizaje de la electrónica; basándose para ello en la utilización de una serie de herramientas de simulación por ordenador que actualmente se encuentran disponibles en el mercado.*

*Se realiza una descripción general del mismo, con el objeto de exponer todos los campos que se pretenden abarcar, se describen las partes que se encuentran totalmente finalizadas y las que se están desarrollando actualmente. También se citan las herramientas que se han utilizado en el proyecto, tanto las herramientas de simulación, como otras que se han utilizado para el desarrollo del material finalmente elaborado.*

### 1. INTRODUCCIÓN

El presente proyecto nace de la investigación necesaria para el desarrollo de material didáctico dedicado al mundo de la Electrónica y de la Simulación por Ordenador, haciendo uso de una serie de herramientas informáticas que actualmente se encuentran disponibles en el mercado.

Para su desarrollo ha sido necesario la utilización y manejo no sólo de las herramientas de simulación empleadas y de los conocimientos teóricos de Electrónica, sino también el uso y manejo de herramientas informáticas que permiten la elaboración del material que finalmente se desea que aparezca impreso. En esta línea, se ha utilizado principalmente, un procesador de textos y algunos programas de captura y tratamiento de gráficos, así como, programas que permiten la edición de documentos en formato electrónico.

Cabe destacar que en el presente proyecto se encuentra trabajando un equipo de personas que se encuentran residiendo, por motivos laborales, en diferentes provincias. Esto lleva una dificultad añadida que se subsana con una buena coordinación, una serie de reuniones programadas y haciendo uso de las técnicas de comunicación que existen hoy en día.

## 2. OBJETIVOS

El objetivo inicial de este proyecto era presentarlo como "Proyecto Fin de Carrera" para la finalización de la carrera de Ingeniería Industrial en el DIEEC de la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED). Posteriormente, debido a la envergadura que tomó el mismo después de la fusión de dos proyectos independientes, pero enfocados hacia el mismo tema, se pensó en la posibilidad de difundirlo lo máximo posible a través de su publicación.

Así pues, la versión final del proyecto conlleva la elaboración de seis libros enfocados hacia la parte práctica y de simulación electrónica, y dos más hacia la parte de teoría en un área de la Electrónica, (fig. 1). El primer libro está dedicado a la asignatura de Elementos de Física para Informática que se imparte en la carrera de Informática de la UNED y con los cinco restantes se pretende abarcar los cinco campos en los que se ha dividido la Electrónica: Fundamental, Básica, Analógica, Digital y de Potencia, y que están dirigidos a estudiantes de carreras técnicas en las que se impartan materias de este tipo. Los dos libros de teoría que se han citado anteriormente están dirigidos hacia el campo de la Electrónica Digital, e igualmente hacia alumnos de carreras técnicas.



Figura 1. Esquema general del proyecto.

Como complemento y paralelamente a estos libros se está desarrollando una Guía de Simulación en formato digital, que será editada a través del servicio de publicaciones de la UNED, cuyo objetivo es dar la máxima difusión posible a las herramientas de simulación por ordenador en el campo de la Electrónica, dentro del ámbito estudiantil, y todo ello a un precio que resulte totalmente asequible para cualquier estudiante. Igualmente se está desarrollando un CD-ROM multimedia en el que se incluye un tutorial de simulación con enlaces a algunos de los programas (herramientas) de simulación utilizados en este proyecto y, a través del cual el alumno pueda ir viendo los pasos necesarios para la simulación de un circuito electrónico que se ha desarrollado como ejemplo.

### 3. HERRAMIENTAS Y MÉTODOS UTILIZADOS

Para la elaboración de los libros se han utilizado básicamente dos tipos de herramientas informáticas; por un lado, las herramientas propias para la simulación y por otro lado, una serie de herramientas que facilitan el desarrollo y elaboración de este material.

#### 3.1. Herramientas Informáticas para la Simulación

Todas las herramientas informáticas de simulación sobre las que se trabaja en los textos desarrollados están en inglés y son versiones de distribución gratuita, que si bien tienen partes limitadas respecto a la profesional, son suficientemente amplias para temas de formación.

*MathCad Working Model.* Se trata de una versión de evaluación del programa comercial para cálculo matemático *Mathcad*, en sus diferentes versiones actualmente en uso: *Mathcad 6.0* y *Mathcad 6.0 Plus*, [2].

*MicroSim Evaluation Software 6.2 y 8.0.* Se trata de las versiones limitadas de los programas para profesionales *MicroSim PSpice 6.2* y *MicroSim PSpice Design Lab 8.0* respectivamente, ambas empleadas para el diseño y simulación de circuitos analógicos, digitales y mixtos, [4].

*Micro-Cap V Working Demo and Student Version 1.1 y 2.0.* Se trata de las versiones limitadas del programa profesional *Micro-Cap* en sus dos versiones actualmente en uso, 1.1 y 2.0, que permite el diseño y simulación de circuitos analógicos, digitales y mixtos, [7].

#### 3.2. Herramientas informáticas para la edición y desarrollo del material impreso

Para la elaboración de los documentos, se comenzó utilizando el procesador de textos *Microsoft Word 6.0*, con el que se ha desarrollado parte del proyecto, si bien en la actualidad se está utilizando la versión *Word '97*.

Para realizar la captura, así como las modificaciones necesarias en las figuras que se incluyen en los textos, se han utilizado una serie de aplicaciones destinadas a este fin. Algunas de uso específico para el tratamiento de imágenes y otras de uso más general pero que disponen igualmente de herramientas que permiten una intensificación en este tipo de operaciones. Las herramientas que se han utilizado son: *Paint Shop Pro 3.0 y 5.01* y *Corel Draw 5 y 8*.

Además de las anteriores, se han utilizado en el proyecto una serie de herramientas que resultan también imprescindibles en el desarrollo de material de este tipo. Son herramientas que permiten la creación de esquemas gráficos (*VISIO*), el manejo de las copias de seguridad (*Winzip*) y la comunicación y el intercambio de los archivos que se van generando a medida que se avanza en el proyecto (*Pegasus* y *Netscape*).

### 4. ORIGINALIDAD DEL TRABAJO

Los textos que se desarrollan en este proyecto tienen una estructura general bastante similar, conteniendo aspectos teóricos, problemas resueltos de forma clásica y también simulada mediante el ordenador utilizando los programas de Diseño y Simulación anteriormente citados, prácticas para realizar en el laboratorio, y la descripción y metodología de trabajo de

las herramientas de simulación que se utilizan. También se encuentra en estos libros una serie de problemas propuestos con diferente grado de dificultad para que el lector intente resolverlos por su cuenta.

La forma de desarrollar el estudio que sobre cada circuitos se realiza en los diferentes capítulos es la siguiente: se comienza con el diseño y análisis teórico del mismo, donde de forma tradicional se analiza el circuito y se deducen las ecuaciones que lo definen así como el resultado de las mismas (mediante calculadora). Posteriormente, se realiza el diseño y la simulación con una de las herramientas utilizadas, obteniéndose los correspondientes resultados. A continuación se hace lo mismo con la otra herramienta de simulación (siempre que el circuito lo permita) y, finalmente, se realiza un análisis de los resultados obtenidos, comparando los resultados que se han obtenido en cada uno de los tres casos: el teórico y las dos simulaciones, justificando las posibles diferencias cuando las hubiera. (fig. 2).

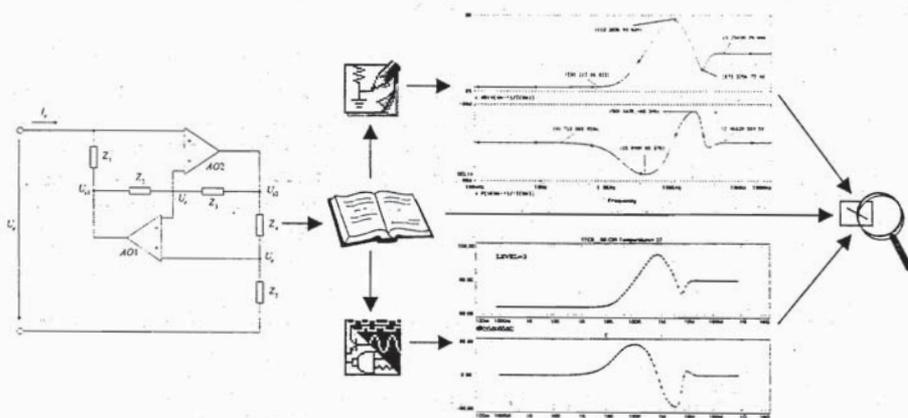


Figura 2. Procedimiento seguido en el estudio de un circuito.

En lo referente al formato y presentación del contenido de los textos que se desarrollan en este proyecto, se han utilizado una serie de técnicas que permitirán al alumno hacer un mejor uso de los mismos. En este sentido cabe destacar la inclusión de una serie de iconos que se asocian con las distintas partes que se tratan en el texto, lo que permite al lector identificar de forma visual, rápida y cómoda la parte que se trata en cada caso.

También se incluye una serie de ejemplos, que el alumno puede encontrar tanto en el libro como los disquetes o en el CD-ROM (depende del libro) que se adjuntan con los mismos, de tal manera que pueda ir realizando en su ordenador el citado ejercicio a la vez que lo estudia en el libro. En los disquetes y en el CD-ROM se han incluido todas las herramientas de simulación que se utilizan, con lo cual el alumno puede disponer de ellas de una forma inmediata y cómoda.

## 5. RESULTADOS OBTENIDOS

Hasta la fecha se han finalizado y publicado dos de los libros que forman parte del proyecto completo. Se está desarrollando la Guía de Simulación, el CD-ROM multimedia y el libro de teoría de Electrónica Digital anteriormente citados.

El primero de ellos, está dedicado especialmente a la asignatura de Elementos de Física para Informática de la carrera de Informática de la UNED, se titula "Problemas resueltos y prácticas por ordenador de Elementos de Física para Informática", y en él se han utilizado dos de las herramientas de simulación anteriormente citadas, *MathCad Working Model* y *Micro-Cap Working Demo and Student Version*. Este libro se ha publicado en el servicio de Publicaciones de la UNED y lleva tres años siendo usado por alumnos de esta universidad y también por alumnos de otras universidades. En este libro se incluyen los manuales de uso y los tutoriales en castellano que se han desarrollado para las herramientas de simulación que se utilizan en el mismo. El resto de capítulos abarcan temas tales como: el campo eléctrico, dieléctricos y dipolos eléctricos, el campo magnético, circuitos eléctricos y análisis de redes, fenómenos transitorios (circuitos RL y RC serie y paralelo), régimen estacionario senoidal (circuitos RL, RC y RLC serie) etc., así como, algunos dispositivos electrónicos (rectificador de media onda, curva característica del BJT, inversor NMOS, etc.). Se incluyen también anexos sobre fenómenos transitorios, régimen estacionario senoidal, diodo de unión, transistores bipolares, en los que se describe y justifica ciertos aspectos que se utilizan en algunos de los capítulos, y que si bien el lector ya debería conocer, le podrá servir como apoyo durante el estudio del capítulo correspondiente. En los capítulos que es posible se utilizan ambas herramientas con el objeto de poder comparar los resultados obtenidos con cada una de ellas, habiendo algunos capítulos en los que resulta imposible (o impráctico) el uso de ambas, en los cuales tan sólo se utiliza una de ellas, la más apropiada.

El segundo libro está dedicado a la Electrónica Analógica, y en él se han utilizado también dos de las herramientas de simulación, *MicroSim Evaluation Software* y *Micro-Cap V Working Demo and Student Version*. Este libro se ha publicado recientemente en la Editorial RA-MA, con el objeto de darle la máxima difusión posible al mismo. En él se han desarrollado 24 capítulos, de los cuales, los cuatro primeros contienen los manuales que se han desarrollado para cada herramienta de simulación y los tutorial de cada programa, a través del cual se describe la forma de trabajar con los mismos. Los 20 capítulos restantes contienen diferentes circuitos electrónicos analógicos basados en el amplificador operacional, dedicando uno de ellos al estudio interno de este componente. En todos los capítulos, se realiza un análisis teórico del circuito o circuitos en él tratados, una simulación con cada una de las herramientas anteriormente descritas y, finalmente, se comparan los resultados obtenidos en cada caso, resultados teóricos y resultados de cada herramienta de simulación, justificando las posibles diferencias que se producen en algunos casos.

La Guía de Simulación, una pequeña guía impresa en papel acompañada de un CD-ROM, está a punto de ser publicada en el servicio de publicaciones de la UNED. La guía impresa contiene un capítulo de introducción general a la simulación, con el objeto de que el lector pueda tener visión amplia del tema, si bien en el mismo se da un mayor énfasis a la parte dirigida hacia la electrónica. En los siguientes capítulos se hace una breve descripción de las herramientas de simulación más difundidas, así como la forma de llevar a cabo la instalación

de las mismas. El CD-ROM contiene además de las versiones de evaluación de las herramientas de simulación a las que se ha hecho referencia, los manuales de uso que se han desarrollado para las mismas y los tutoriales, que mediante un ejemplo guían al alumno en el manejo de las mismas. Todo ello se encuentra en formato digital dejando la opción de imprimirlo si se desea. Además, se incluye una serie de ejemplos que se han elaborado con cada una de las herramientas de simulación para que el alumno pueda experimentar con ellos. El objetivo que se persigue con esta guía es que el alumno pueda disponer de una forma cómoda, rápida y económica de las herramientas de simulación más utilizadas.

## 5. CONCLUSIONES

- Se han conseguido los objetivos iniciales del mismo, esto es, la presentación de los proyectos fin de carrera y la creación hasta la fecha, de dos de los seis textos que se pretenden desarrollar, libros que servirán de gran ayuda al alumno en el aprendizaje de la electrónica dentro de las materias que se tratan y que cubren en cierta medida algunas carencias bibliográficas que se habían detectado en este campo.
- Se ha conseguido resolver toda una serie de problemas que han ido apareciendo en el día a día durante el desarrollo del proyecto, relacionados con el manejo de las herramientas informáticas utilizadas para la elaboración de los textos, lo que ha permitido adquirir una experiencia importante en este tema, que sin duda será de gran utilidad para aquellas personas que deseen abarcar proyectos de este tipo.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- [1] A. Hilario, M. Castro, y otros. "Problemas resueltos y prácticas por ordenador de Elementos de Física para Informática" - 2ª Edición ampliada. UNED. 1997.
- [2] MathSoft, Inc. "Mathcad Working Model". URL Internet: <http://www.mathsoft.com/>.
- [3] P. Martínez y otros. "Unidades Didácticas de Electrónica II". Ed. UNED. 1986.
- [4] MicroSim, Inc. "MicroSim Evaluation Software". URL Internet: <http://www.microsim.com/>.
- [5] J. Millman y A. Grabel. "Microelectrónica", Ed. Hispano Europea. Barcelona. 1991.
- [6] J. Pérez, M. Castro y otros. "Simulación de electrónica analógica. Prácticas y problemas" con CD-ROM. Ed. RA-MA. 1998.
- [7] Spectrum, Inc. "Micro-Cap V Working Demo and Student Version". URL Internet: <http://www.spectrum-soft.com/>.
- [8] D. Wobshell. "Circuit Design for Electronic Instrumentation". McGraw-Hill. 1987.
- [9] F. Yeves, S. Martínez, M. Castro, y J. Peire. "Elementos de Física para la Informática. Unidad Didáctica". Ed. UNED. 1993.