

# GUÍA INTERACTIVA PARA EL MANEJO DEL PROGRAMA DE SIMULACIÓN ELECTRÓNICA

M. FUENTES, J.D. AGUILAR, F. ALMONACID, C. RUS Y M.ALCAZAR  
*Departamento de Ingeniería Electrónica y Automática. Escuela Politécnica Superior.  
Universidad de Jaén. España.  
Grupo I+DEA.  
Campus de las Lagunillas. Edif. A3. Jaén. España. Tel:+34.953.212812.  
Correo-e: [crus@ujaen.es](mailto:crus@ujaen.es).*

*En este documento se presenta la experiencia que se está llevando a cabo en las prácticas de varias asignaturas, del área de Tecnología Electrónica: el desarrollo de una guía interactiva para el manejo del programa de simulación electrónica usado en la realización de las mismas. Dicha guía interactiva ha sido situada en la Plataforma Virtual usada en la Universidad de Jaén. Con todo ello, se consigue una herramienta que facilita el modelo educativo basado en el aprendizaje autónomo por parte del alumnado y por tanto integrado en el Espacio Europeo de Educación Superior.*

*Palabras clave: Interactivo, Autoaprendizaje.*

## 1. Introducción

Los circuitos electrónicos tienen cada día una vigencia comercial de menor tiempo. Esta vertiginosa evolución ha facilitado el uso de herramientas de simulación electrónica en las distintas fases de desarrollo de estos sistemas. El futuro ingeniero precisa manejar correctamente distintos software de simulación que le permita adaptarse a la evolución tecnológica.

A este aspecto se une que, hasta hace muy poco, la mayoría de los alumnos solían restringir sus estudios a los apuntes suministrados por el profesor de la asignatura y a realizar colecciones de problemas propuestos en exámenes de convocatorias anteriores o problemas tipo propuestos por el profesor, de forma que al proponer variaciones sobre los mismos el fracaso es elevado. En este sentido, usar en la metodología docente la simulación electrónica ayuda al estudio y comprensión del funcionamiento de los distintos circuitos electrónicos.

Por todo lo expuesto anteriormente se ha considerado interesante el desarrollo de una guía interactiva para el manejo de programas de simulación electrónica, concretamente el usado en prácticas de distintas asignaturas dentro del mismo departamento y que va a contribuir al proceso educativo actual, apoyándose en los elementos de innovación educativa que se precisa introducir en la construcción del Espacio Europeo de Educación Superior, además de la tradicional clase presencial. Esta guía se ha presentado a la convocatoria de los proyectos de innovación de docente de la Universidad de Jaén, habiendo sido aprobado y subvencionado por la misma.

## 2. Asignaturas y contenidos de la guía interactiva

Las asignaturas a las que va dirigida esta guía interactiva multimedia son troncales en las titulaciones de Ingeniero Técnico Industrial en Electrónica Industrial e Ingeniero Técnico en Telecomunicaciones especialidad de Telemática (Tabla 1).

El objetivo de dichas asignaturas, en ambas titulaciones, es proporcionar al alumnado los conocimientos necesarios sobre en campo de la electrónica y que completen la formación que en estas titulaciones debe tener. Para ello el alumno adquirirá las competencias necesarias, tanto a nivel cognitivo, procedimental-instrumental así como actitudinal, para que quede capacitado en el diseño, cálculo y análisis de circuitos electrónicos.

**Tabla 1.** Asignaturas implicadas en el programa multimedia

<b>Asignatura:</b>	<b><i>Electrónica Digital</i></b>	<b><i>Electrónica Analógica</i></b>	<b><i>Electrónica de potencia</i></b>	<b><i>Instrumentación Electrónica II</i></b>
<b>Carga lectiva:</b>	6 Créditos (3T + 3P)	6 Créditos (3T + 3P)	6 Créditos (4,5T + 1,5P)	4,5 Créditos (3T + 1,5P)
<b>Tipo de materia</b>	Troncal	Troncal	Troncal	Troncal
<b>Periodo de impartición</b>	1º Curso. 2º Cuatrimestre	2º Curso. 1º Cuatrimestre	2º Curso. 2º Cuatrimestre	3º Curso. 1º Cuatrimestre
<b>Titulación</b>	I.T.I. Esp. Telemática		I.T.I. Esp. Electrónica Industrial	
<b>Centro</b>	EPS Linares		EPS Jaén	
<b>Departamento que la imparte</b>	Ingeniería Electrónica y Automática			
<b>Área de conocimiento</b>	Tecnología Electrónica			

En la actualidad la mayoría de los alumnos suelen restringir sus estudios a los apuntes suministrados por el profesor de la asignatura y realizar colecciones de problemas propuestos en exámenes de convocatorias anteriores o problemas tipo propuestos por el profesor, sin fomentar el razonamiento ante nuevas demandas y cuestiones, de forma que cuando hay una variación importante sobre los contenidos básicos el fracaso es elevado. Por este motivo el software de simulación electrónica es un pilar indispensable en la formación de los futuros titulados, ya que les abre una nueva dimensión sobre el funcionamiento de los circuitos electrónicos.

Para cursar las distintas asignaturas, el alumno se ve obligado, a manejar un amplio abanico de herramientas de software, que puede suponer un motivo de desánimo y desorientación. Debido al carácter multidisciplinar de partida, se ha realizado un estudio previo de las necesidades y principales dificultades que encuentra el estudiante, para dotar al alumnado de una herramienta compatible con las distintas trayectorias curriculares.

Además, se tiene en cuenta que el alumno se enfrenta a bloques temáticos especialmente duros [1, 2], que resultan de difícil comprensión como: el estudio de dispositivos semiconductores, análisis de topologías de convertidores conmutados de potencia, análisis del amplificador operacional, simulación de circuitos combinatoriales y secuenciales, entre otros.

La simulación de circuitos electrónicos es una herramienta muy potente que provoca un estímulo positivo en el proceso de aprendizaje, cuando se incorpora en los problemas planteados en clase y como preparación de las prácticas de laboratorio, pero puede ser un hándicap la falta de manejo de la herramienta informática, siendo necesario inicialmente una atención especial, por lo que es necesario una adecuada selección de la herramienta software y una preparación y adaptación del material suministrado al alumno.

Por todo esto, se ha desarrollado una guía interactiva que aporta una herramienta para el aprendizaje de los bloques temáticos de mayor dificultad, con los que el alumno puede estudiar distintas partes de las asignaturas y también simular circuitos electrónicos complejos, que servirán como complemento y apoyo docente. Esto va a permitir al alumno una mejor comprensión tanto de las clases teóricas como de las prácticas regladas en el laboratorio. El enfoque del manual no se quedará únicamente en un manuscrito sino que aprovechando las tecnologías existentes se elaborará para que interactúe con el usuario ayudando a su mejor comprensión y mejorando el rendimiento del uso de la herramienta.

Como se ha comentado anteriormente, las asignaturas de electrónica resultan, en general, difíciles para los alumnos. La aplicación de técnicas no tradicionales, redundará en la calidad del curso además de permitir que su aprendizaje sea más personalizado. Actualmente el acceso a las nuevas tecnologías interactivas de la información y la comunicación abre gran cantidad de posibilidades que se concretan en el desarrollo de nuevos modelos pedagógicos que difieren bastante de los que tradicionalmente se estaban usando, basados en la actividad del alumno sobre materiales impresos.

### **3. Objetivos**

Se pretenden obtener los siguientes propósitos:

- Adaptar las asignaturas al nuevo sistema de créditos ECTS.
- Proporcionar al alumno, en formato electrónico, el material de diferentes bloques temáticos. De esta forma el alumno contará con un guión de cada bloque que le ayudará a alcanzar los conocimientos adecuados mediante un trabajo autónomo.
- Facilitar una herramienta de participación activa del alumno dirigida por el profesor.
- Ofrecer al alumno una guía interactiva del programa de simulación usado en la realización de las prácticas que facilite el estudio y comprensión de la asignatura.

### **4. Diseño y metodología seguida.**

Una vez escogido el programa de simulación electrónica, que pudiera usarse en las asignaturas elegidas era necesario facilitar la interactividad con el alumno. La guía se ha diseñado considerando por separado los dos bloques que la forman. Por un lado la documentación electrónica, consistente en documentación estática con soporte electrónico, es decir, los manuales (que se facilitarán en formato pdf). Por otro lado, el diseño y realización de una guía interactiva para el aprendizaje del manejo del programa de simulación electrónica escogido, haciendo hincapié en que no dependa de tener el programa instalado y las licencias correspondientes.

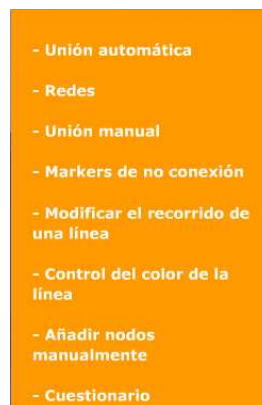
La metodología usada para la elaboración de los manuales, constituyen una herramienta fundamental para el manejo del programa, se basa en la solución de problemas básicos de cada una de las asignaturas a las que va dirigido, para lo cual se ha elaborado un itinerario basándose en la selección de bibliografía docente y técnica relacionada con el programa y las asignaturas que aborde cada sección con un progresivo aumento de dificultad y manejo del software, familiarizándose con el entorno del mismo paulatinamente.

### **5. Solución adoptada**

Como se ha comentado anteriormente, se han considerado por separado los dos bloques que forman esta guía. Para la realización de la **documentación electrónica**, cada uno de los módulos en los que se divide la guía didáctica permite descargarse un manual en formato pdf, que ayuda a profundizar y reforzar el aprendizaje del alumno en dicho módulo. La elección de este formato para el documento es debido a que es el más aceptado, puesto que el visualizador Acrobat Reader es de dominio público, independiente de la plataforma sobre la que se utilice, y del sistema operativo disponible. Este formato

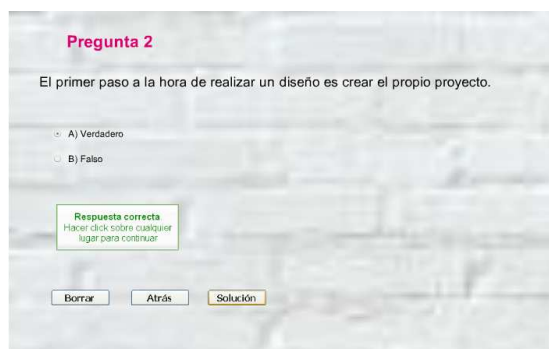
facilita la descarga de los archivos o simplemente permite visualizarlos on-line, dependiendo de las necesidades del alumno.

Para la realización de la **guía interactiva** se han realizado ejemplos y animaciones, para esto se ha usado el programa Adobe Captivate 3, en su versión de evaluación. Los cursos y demostraciones de cada módulo se confeccionarán usando ejemplos de prácticas de años anteriores y del curso actual como gran ayuda al alumno, para que capte rápidamente los conceptos esenciales para la elaboración de las prácticas de la asignatura; uno de los objetivos esenciales de este manual. Nos hemos decantado por el uso de Adobe Captivate 3, porque este programa realiza capturas de los movimientos del ratón, pudiéndole, además, añadir comentarios al lado de cada movimiento con una breve explicación de lo que se pretende con dicho acto (figura 1).



**Figura 1.** Detalle de la ventana que aparece al pasar el ratón sobre el botón Conexionado.

Aprovechando las ventajas que ofrece Adobe Captivate 3, se le ha dado mayor interactividad al manual añadiéndole cuestionarios que se situarán al final de cada módulo para evaluar los conocimientos derivados tras la visualización del curso y la lectura del documento en \*.pdf. Estos cuestionarios están formados por diez preguntas tipo test, con una puntuación de 1 punto cada una; haciendo un total de 10 puntos. El cuestionario se considera apto si se responde correctamente al menos 5 de esas 10 preguntas. Se ofrece también la corrección del cuestionario on-line para visualizar y conocer los aciertos y los fallos asimilándose al instante. Los resultados obtenidos al realizar el cuestionario no serán evaluados por el profesor, idea inicial, ya que no se consideró necesario para la evaluación final de la asignatura que el profesor conociese los resultados obtenidos por cada alumno al estudiar el manual para el aprendizaje del programa. (figura 2).



**Figura 2.** Apariencia de un cuestionario y sus correcciones.

Para finalizar, se debía elegir la forma de presentar la guía a los alumnos a los que va dirigida. Tras el estudio de diferentes soluciones, nos inclinamos por realizar el manual interactivo vía Web. Se configurará una página estática y se ubicará en el servidor, voltio, del área de Tecnología Electrónica de la Universidad de Jaén.

Con esta solución se minimizan los recursos a utilizar; ya que no será necesario crear un servidor particular. Con esta opción, el acceso al manual está disponible para los alumnos de las asignaturas a las que va dirigido mediante la plataforma de docencia virtual que ofrece la Universidad de Jaén. En la figura 3 se recoge una captura de pantalla donde se muestra el resultado final de la guía didáctica alojada dentro de la plataforma de docencia virtual de la Universidad de Jaén



**Figura 3.** Apariencia del programa situado en el Campus de docencia virtual para su uso y depuración.

Con respecto al lenguaje de programación usado para la elaboración de la página Web principal donde se coloca el manual y accede a los distintos módulos -tanto el manuscrito como los cursos con ejemplos y movimientos del ratón-, se ha optado por una página estática, ya que no es necesario el uso de bases de datos ni creación de nuevo código. El programa que se ha utilizado para la implementación del menú es Macromedia Flash 8, que permite implantar la película con extensión \*.swf obtenida al usar el programa Adobe Captivate 3, y añadirle efectos a los botones para hacer el menú más agradable a la vista.

## 6. Resultados obtenidos

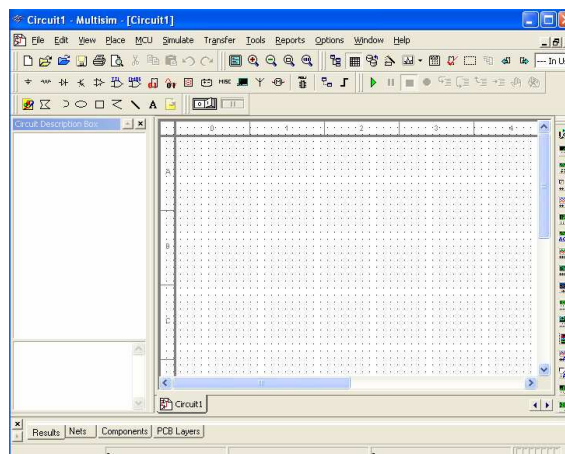
El manual se ha dividido en módulos bien diferenciados y ordenados según las necesidades que vaya encontrando el alumno al realizar las prácticas. Así se facilita la tarea de búsqueda de cualquier apartado dentro del manual. En la figura 4 se muestran los distintos módulos en los que se ha dividido la guía. A partir de esta pantalla podemos acceder a cada uno de los módulos en los que se encuentra dividida la misma.



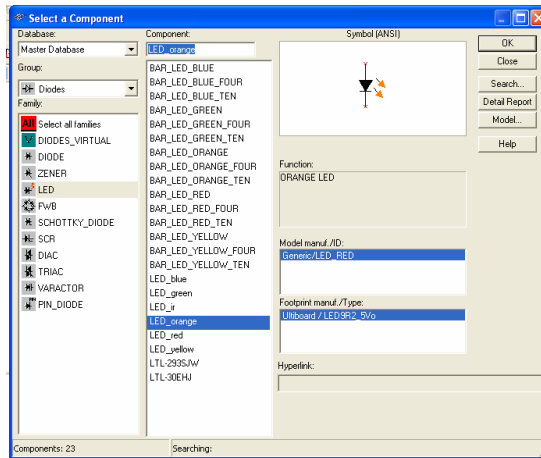
**Figura 4.** Apariencia del programa situado en el Campus de docencia virtual para su uso y depuración

Los módulos no son demasiado largos, para amenizar su lectura y están implementados ofreciendo el orden que se recomienda seguir, para facilitar el aprendizaje. Están separados y ordenados en función de las necesidades que se establecen al crear y diseñar el circuito. Independientemente del orden ofrecido se puede acceder a cada uno de los módulos cuando se necesite recordar algún concepto. Esto ha sido posible gracias al periodo de tiempo que la versión de evaluación que ha estado funcionando para que los alumnos aportaran sus comentarios y sugerencias.

El módulo 1, Posicionado de componentes, nos muestra la ventana (figura 5) que tenemos al abrir por primera vez el programa de simulación y que debemos realizar para, a partir de aquí, posicionar los componentes de nuestro circuito (figura 6).

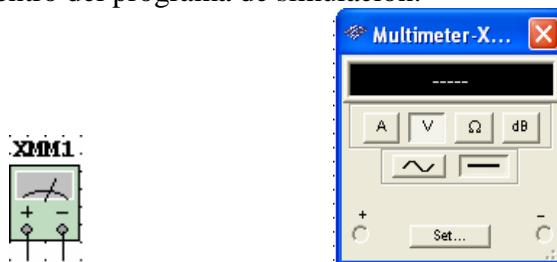


**Figura 5.** MULTISIM. Fondo blanco llamado Circuit 1 al abrir por primera vez MultiSim.

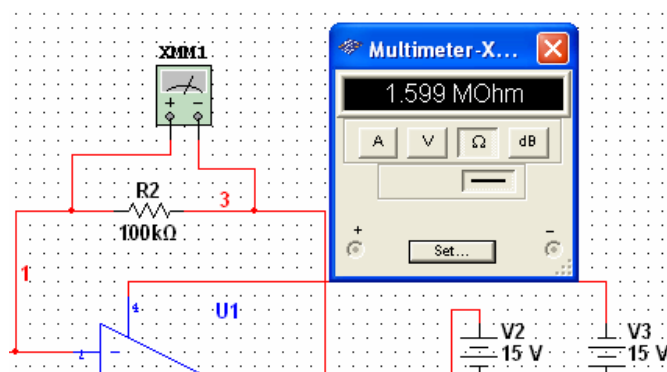


**Figura 6.** Ventana Select a Component. Se muestra la elección de un diodo LED naranja.

Además, MultiSim ofrece un gran número de instrumentos virtuales para examinar el comportamiento del circuito y mostrar los resultados de la simulación. Se asemejan en gran medida a los instrumentos disponibles en el laboratorio. MultiSim ofrece estos instrumentos como una gran ventaja con respecto a otros programas de simulación. Si accedemos al módulo, tendremos una lista con los instrumentos disponibles en el programa de simulación, sus características y manejo. Las figuras 7 y 8 muestran el aspecto que tendría un multímetro y la forma de usarlo dentro del programa de simulación.



**Figura 7.** MULTISIM. Icono e interfaz del multímetro.

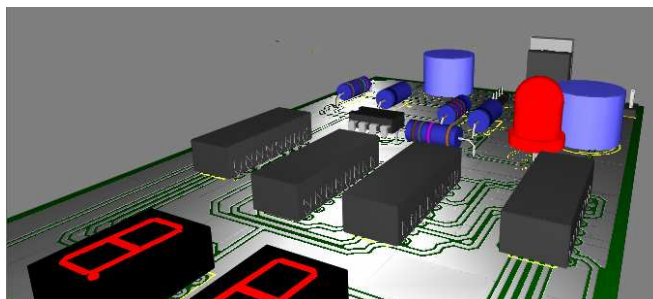


**Figura 8.** Visualización del valor de una resistencia medida por el Multímetro una vez simulado el circuito.



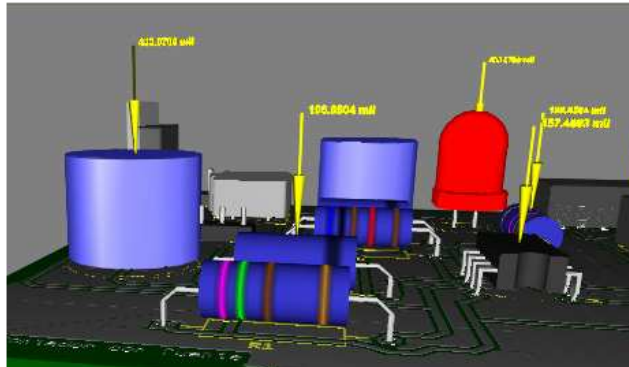
El último módulo, ULTIBOARD, aplicación que también pertenece a la empresa Electronics Workbench, con ella se confeccionan las de placas de circuito impreso (PCB). Con la guía se facilitan todos los pasos del diseño, desde el principio, o a partir del esquemático del circuito en MultiSim 10. Permite visualizar el aspecto final del diseño realizado al implementarlo con componentes reales (figuras 9, 10 y 11). Este módulo se encuentra dividido en los siguientes apartados:

- Uso del interfaz y configuración de parámetros de diseño, con todos los procedimientos y opciones de modificación del diseño y del PCB como localización, color, dimensiones, opciones de 3D, reglas de diseño, rejillas o capas, entre otras.
- Comienzo del diseño, para poder crear un proyecto o diseño en blanco para la configuración del circuito directamente desde UltiBoard. Asimismo se ven las opciones a seguir para guardar y cerrar ficheros.
- Uso de las capas en el diseño.
- Forma de colocar componentes en la hoja de trabajo, o de ubicarlos directamente desde la ventana SpreadSheet View. También se explica el uso de herramientas propias de UltiBoard para facilitar la correcta y mejor colocación de los componentes, como los ratnests o los vectores de fuerza.
- Trazado y modificación de pistas, así como el trazado de buses o la forma de espaciar líneas.
- Modificación de componentes. Se explica la forma de mover, empujar, orientar, alinear y espaciar componentes en el circuito.
- Cómo preparar la placa para el ensamblado y la fabricación.
- Visualización del diseño en 3D, se podrá modificar el eje de visualización de la placa, manipular componentes y mostrar la altura real de los componentes.

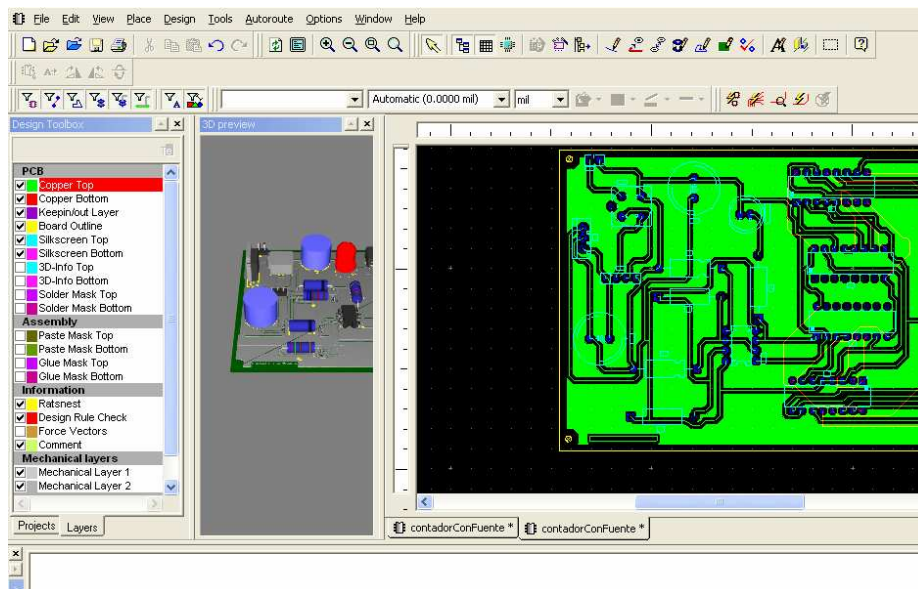


**Figura 9.** ULTIBOARD. Ejemplo de visualización de un diseño en tres dimensiones.





**Figura 10.** ULTIBOARD. Muestra de la altura de los componentes en la visualización 3D del diseño.



**Figura 11-** ULTIBOARD. Vista de la pantalla una vez seleccionada la opción View/3D Preview.

Se ha realizado un manual práctico para el alumno, pero con muchas innovaciones con respecto a lo que nos encontramos habitualmente:

- Agradable a la vista del alumno.
- Aparte del propio manual se ofrece una guía didáctica que explica la forma de usar el mismo.
- Los ejemplos son prácticas de años anteriores y del curso actual para facilitar la labor a la hora de enfrentarse por primera vez a la realización de una práctica, intentando cubrir las necesidades de las asignaturas electrónicas de la titulación.
- Es interactivo con el usuario en el sentido de que el alumno tiene que estar conectado a Internet para el uso del manual. Además se podrá descargar la documentación que necesite y

resolver cuestionarios para afianzar conocimientos y conocer qué materias no consigue entender al utilizar el manual.

- Está dividido en módulos, cada uno con unos cursos interactivos que realizan la ejemplificación como si el propio usuario lo estuviera realizando desde su ordenador. Se indican los pasos a seguir, viendo los movimientos del ratón, el acceso a los menús y las explicaciones de los movimientos efectuados en bocadillos que apuntan exactamente el lugar donde hay que pulsar con el ratón. Todo ello con la gran ventaja, de que el alumno no necesitará tener instalado el programa Multisim (o cualquier otro que se considere) en su ordenador.
- Para que su uso sea exclusivo para los alumnos de la titulación, el acceso al manual sólo se realiza a través de la página Web de la universidad de Jaén. Se asegura que el alumno está matriculado en la asignatura y posee nombre de usuario y contraseña. Está colocado en el apartado de manuales dentro de la carpeta de prácticas de las asignaturas. El hecho de estar ubicado en Docencia virtual de la página Web de la Universidad de Jaén, y haberlo colgado en la carpeta manuales como un módulo de aprendizaje, permite al profesor que tenga control sobre los alumnos que han visitado el manual, objetivo no inicial, pero se implementado como una nueva ventaja más del manual interactivo de MultiSim.

Hasta el momento, la proyección de los manuales parece acertada. Los alumnos de las asignaturas que han completado parte del programa de simulación muestran su interés por el uso de la plataforma. Las dudas iniciales que surgían con el uso de programas de simulación electrónica son mucho menores y las preguntas se centran en cuestiones de aspecto teórico y práctico, fundamentalmente, con lo que el programa de simulación cumple la función de ser un instrumento que facilita la comprensión de los conceptos y no es una traba en la adquisición del conocimiento.

Las asignaturas indicadas corresponden a distintos cuatrimestres, los documentos electrónicos generados pueden ser utilizados por los alumnos conforme se han ido implementando. Esto permite una retroalimentación que será muy interesante a la hora de confeccionar los mismos. Para una mayor efectividad, a medida que se ha estado elaborando el material didáctico, se ha utilizado en las respectivas clases de las materias, produciéndose un proceso de realimentación automática con los alumnos, modificando en tiempo real aquellos errores que han aparecido a lo largo de los cuatrimestres.

Se está observando la evolución del aprendizaje de los alumnos, comparándola con resultados obtenidos en años anteriores. Así mismo, se pretende desarrollar un cuestionario que se aplicará al final de curso para sondear la opinión del alumno sobre esta nueva herramienta así como de los conocimientos adquiridos y de las mejoras a incorporar.

Las metodologías para realizar la evaluación de las herramientas seleccionadas y materiales docentes confeccionados se han realizado mediante encuesta al alumnado sobre la colección de presentaciones elaboradas, acerca de la herramienta software desarrollada, incidiendo en cada uno de con los módulos en los que se ha trabajado, y por último, los aspectos y mejoras a incorporar.

## **7. Conclusiones**

Como se indicaba en los objetivos descritos, este trabajo trataba de confeccionar un manual que fuera interactivo, intuitivo, fácil de aprender y con una gran ejemplificación basándose en las prácticas de

las asignaturas que van a usar los programas de simulación MultiSim 10 de Electronics Workbench™. Además se ha añadido el manual de UltiBoard 10, para la confección de circuitos impresos.

La aceptación por parte de los estudiantes, así como los resultados que obtienen con el uso de la guía interactiva son satisfactorios. Además las dudas iniciales que surgían con el uso de programas de simulación electrónica son mucho menores y las preguntas se centran en cuestiones de aspecto teórico y práctico, fundamentalmente, con lo que el programa de simulación cumple la función de ser un instrumento que facilita la comprensión de los conceptos y no es una traba en la adquisición del conocimiento como sucedía anteriormente.

Con el correcto manejo del programa de simulación se proporciona al estudiante una forma de autocomprobar los resultados ligados a la adquisición de las distintas competencias ligadas a cada una de las asignaturas, además de poder corregir los errores de concepto de forma autónoma. Es una guía abierta y que irá incorporando mejoras cuatrimestre a cuatrimestre, cumpliendo su función de interactividad continua con el alumnado.

## **8. Referencias**

- [1] Juan A. Martínez, José M. Benavent. Amplificadores operacionales: Problemas resueltos. Universidad Politécnica de Valencia (2001).
- [2] Julio Pérez y otros. Simulación y Electrónica Analógica. Prácticas y problemas. RA-MA, (1998).
- [3] User guide MultiSim 9. Simulation & Capture. Electronics Workbench™. Noviembre (2005).
- [4] [www.ni.com/academic/multisim.htm](http://www.ni.com/academic/multisim.htm)
- [5] [www.electronicsworlbench.com/worldwide/uk9\\_PRO.pdf](http://www.electronicsworlbench.com/worldwide/uk9_PRO.pdf)

