

PSPICE Y EWB EN LA ENSEÑANZA DE LA ELECTRÓNICA ANALÓGICA Y/O DIGITAL

L. Rosado y J.R. Herreros

Universidad Nacional de Educación a Distancia
Dpto. Informática y Automática. Facultad de Ciencias (Físicas)
C/ Senda del Rey, s/n. Ciudad Universitaria. 28040 MADRID
Tfno: (91) 398 71 58 - Fax: (91) 398 66 97

RESUMEN.- En este trabajo empleamos el microordenador como instrumento básico en la enseñanza de la Electrónica Analógica y/o Digital en el Taller de Electrónica del nuevo Sistema Educativo. En concreto, se proporciona, de forma sucinta, el diseño, desarrollo y evaluación de dos ejemplos de simulación utilizando los paquetes integrados PSpice y EWB, en los niveles de Enseñanza Secundaria Obligatoria (ESO) y nuevo Bachillerato Tecnológico.

1.- INTRODUCCIÓN

En el currículum de los alumnos, es necesario contemplar, como complemento a su formación, el uso del microordenador en la simulación de Circuitos Eléctricos y/o Electrónicos [1,2]. Los paquetes integrados PSpice (versión para PC del programa Spice: "Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis") y EWB (Electronics WorkBench) permiten llevar a cabo esta labor, de forma eficiente y sencilla. Hasta la fecha, las experiencias desarrolladas con estos simuladores se hallan centradas principalmente en un contexto universitario: por un lado, su empleo como herramientas estándar en investigación y desarrollo de sistemas electrónicos y, por otro, su aplicación didáctica en la enseñanza de la Electrónica Analógica y/o Digital, dirigida fundamentalmente a los alumnos de los primeros cursos de Ingenierías, Informática, Física, etc, como complemento a una formación básica en Electrónica, y su uso virtual en actividades prácticas de laboratorio [3,4,5].

Al hilo de lo anterior, apreciamos la inexistencia de experiencias didácticas de este tipo y desarrolladas con los mencionados simuladores, en Educación Secundaria Obligatoria (ESO) y nuevo Bachillerato Tecnológico, razón suficiente que justifica el presente trabajo [6,7,8]. La finalidad del mismo la concretamos en los dos objetivos que siguen. a) Dar al profesor una formación básica sobre el uso de los simuladores PSpice y EWB, analizando las principales características de ambos paquetes, y destacando sus ventajas e inconvenientes. b) Proporcionar al profesor el diseño, desarrollo y evaluación de ejemplos de simulación contrastados, utilizando PSpice y EWB, innovadores en la enseñanza de la Electrónica Analógica y/o Digital con sus alumnos, en los niveles de ESO y del Bachillerato Tecnológico. Particularmente, hacemos hincapié en la descripción del fichero fuente y las etapas básicas de simulación, utilizando PSpice, así como la instrumentación virtual disponible en EWB (polímetro, generador de funciones, osciloscopio, etc), para simular distintos sistemas electrónicos analógicos y/o digitales (diodos, transistores, puertas lógicas, etc).

2.- PSPICE Y EWB EN EL TALLER DE ELECTRÓNICA

2.1.- Metodología didáctica

Hemos desarrollado una experiencia de innovación docente, en el Taller de Electrónica del nuevo Sistema Educativo (ESO y Bachillerato Tecnológico), cuyo pilar básico consiste en utilizar soportes tecnológicos con funciones formativas. En concreto, hemos integrado los simuladores PSpice y EWB en dicho Taller, porque facilitan la flexibilización e individualización del aprendizaje de la Electrónica Analógica y/o Digital. La metodología empleada en el Taller ha consistido en el diseño y desarrollo de ejemplos de simulación, previa descripción de las etapas básicas de simulación, con ambos simuladores (textual en PSpice, y gráfica en EWB).

2.2.- Interfaz con el usuario

En la Figura 1 se muestran las principales etapas para simular cualquier sistema electrónico, utilizando PSpice. Hemos hecho hincapié en la elaboración del fichero fuente, para realizar la descripción textual (Netlist o lista de conexiones). En el fichero fuente es preciso incluir, además de las sentencias de descripción topológica, las de análisis y las de salida, incluyendo la del procesador gráfico .PROBE, que permite visualizar las distintas señales eléctricas.

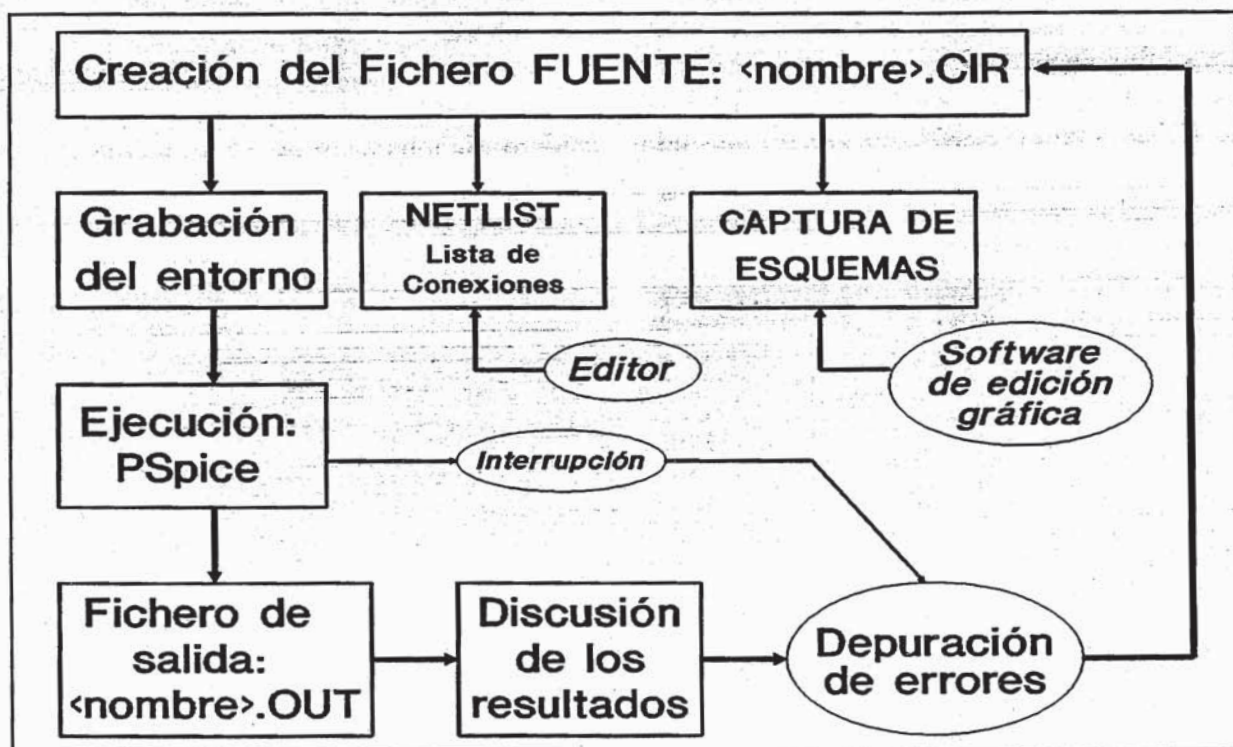


Figura 1.- Etapas básicas en la simulación de un circuito utilizando PSpice.

En la Figura 2 se muestra la estructura típica de este fichero. Consta de las líneas siguientes: la de TITULO, ignorada durante la ejecución del programa; la línea .END, que marca el final del fichero; las de DATOS, que describen topológicamente los dispositivos; las de CONTROL, que especifican los análisis posibles; las de SALIDA, que especifican el modo de presentación de los resultados; las de COMENTARIOS, que aclaran las líneas utilizadas;

y las de OPCIONES, que controlan el funcionamiento de PSpice.

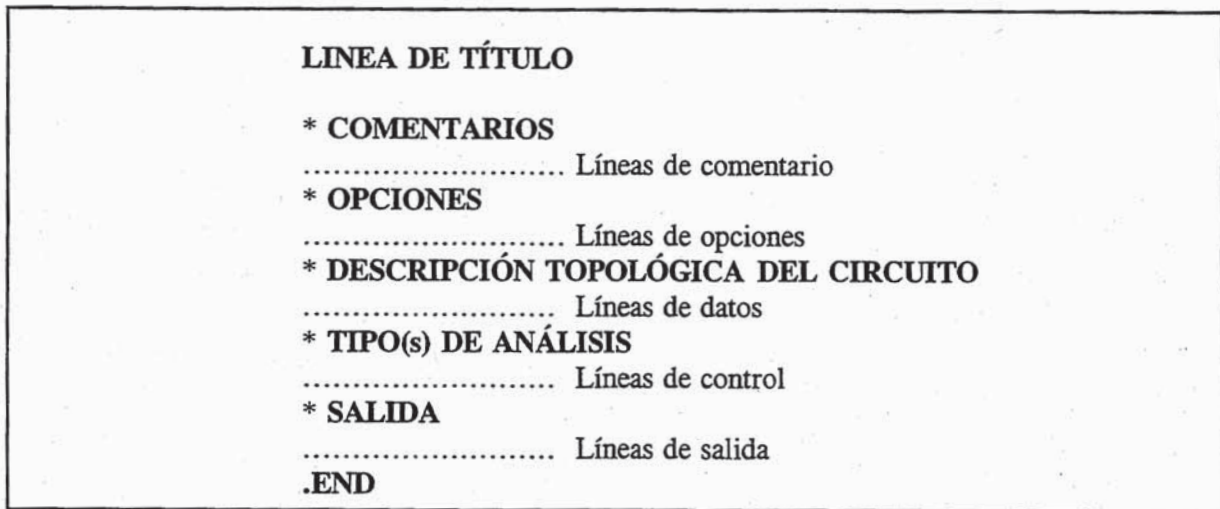


Figura 2.- Formato típico del fichero fuente: <nombre>.CIR.

La simulación con EWB es más sencilla que con PSpice, debido a que tanto el diseño, como la simulación, se realizan utilizando una interfaz gráfica. Esta es una de las cualidades mejor conseguida, además de su potencia y facilidad de uso. En la Figura 3 se muestra un ejemplo del módulo analógico, donde se observan las distintas áreas, y recursos disponibles, que el alumno selecciona utilizando el ratón. La versión 4.0 ha mejorado notablemente la interfaz, además de permitir la simulación mixta. EWB constituye un laboratorio virtual, que posee la misma instrumentación que un laboratorio de Electrónica.

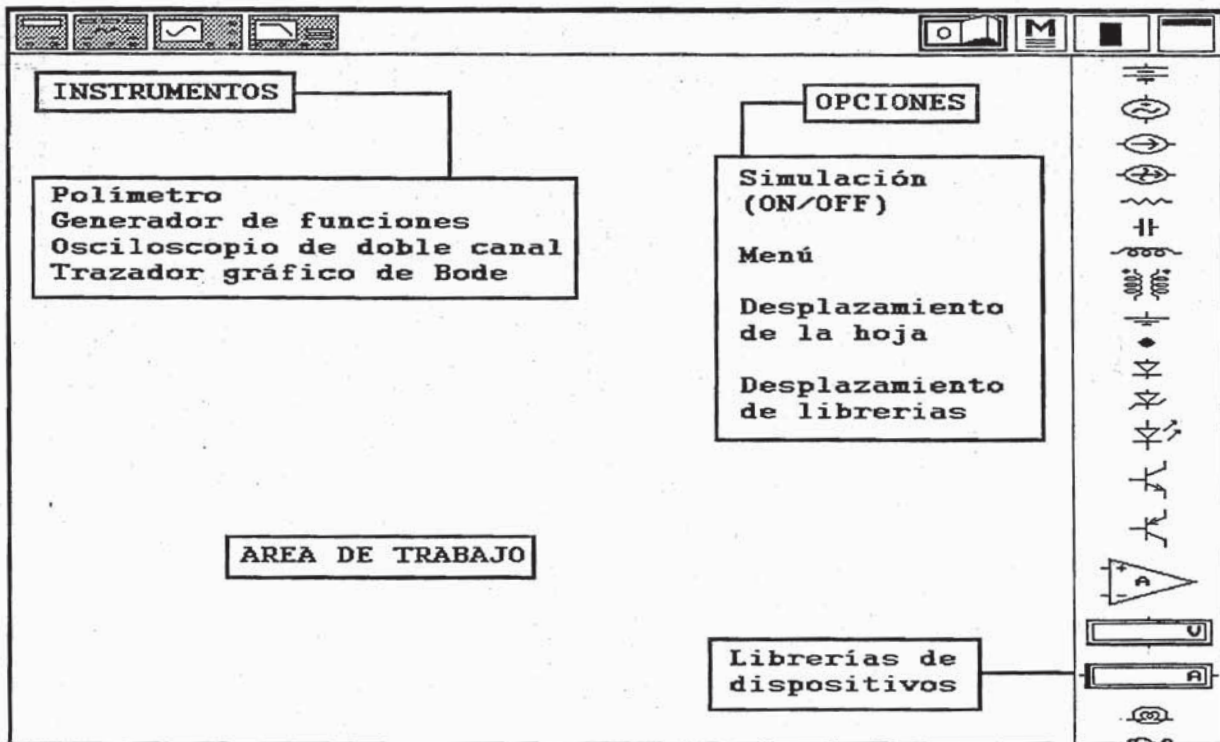


Figura 3.- Elementos de la pantalla principal de EWB (módulo analógico).

3.- EJEMPLOS DE SIMULACIÓN

3.1.- Rectificador de media onda

En la Figura 4 se muestra la simulación de un rectificador de media onda, formado por un diodo D1 en serie con las resistencias R1 (10 Ω) y RL (1K Ω). El circuito se excita mediante una señal senoidal de 3 v de amplitud y 1 KHz de frecuencia, a partir del generador de funciones. Este ejemplo permite al alumno experimentar los conceptos que le han sido explicados en las clases teóricas, así como la utilización virtual de distinta instrumentación: el generador de señales y el osciloscopio. La sencillez, plasmada en el ejemplo, motiva al alumno para emprender el diseño del circuito, una vez simulado.

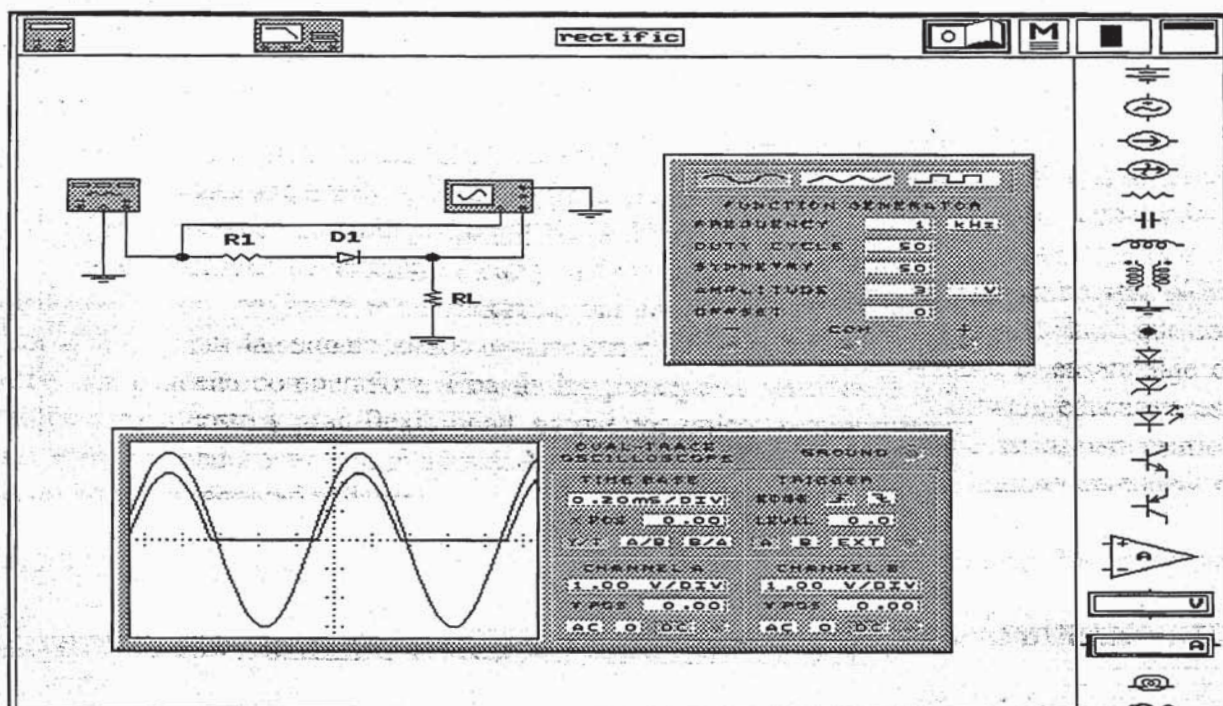


Figura 4.- Simulación virtual de un rectificador de media onda con EWB.

El circuito anterior se ha simulado también con PSpice. A continuación se muestra el contenido del fichero fuente, donde aparecen: la descripción topológica, el análisis transitorio realizado mediante .TRAN, y la sentencia .PROBE, necesaria para visualizar las señales eléctricas del problema, que aparecen en la Figura 5 (tensiones en la entrada (Vin), en la resistencia de carga (Vout) y en los extremos del diodo (V_d).

```
VIN 1 0 SIN (0 3 1Khz) ; Señal senoidal de 3 v y frecuencia 1 KHz
R1 1 2 10 ; Resistencia R1
D1 2 3 DX ; Diodo D1
RL 3 0 1K ; Resistencia de carga RL
MODEL DX D ; Modelo de diodo por defecto
.TRAN 20us 3ms ; Análisis transitorio
.PROBE ; Llamada al procesador gráfico
.END
```

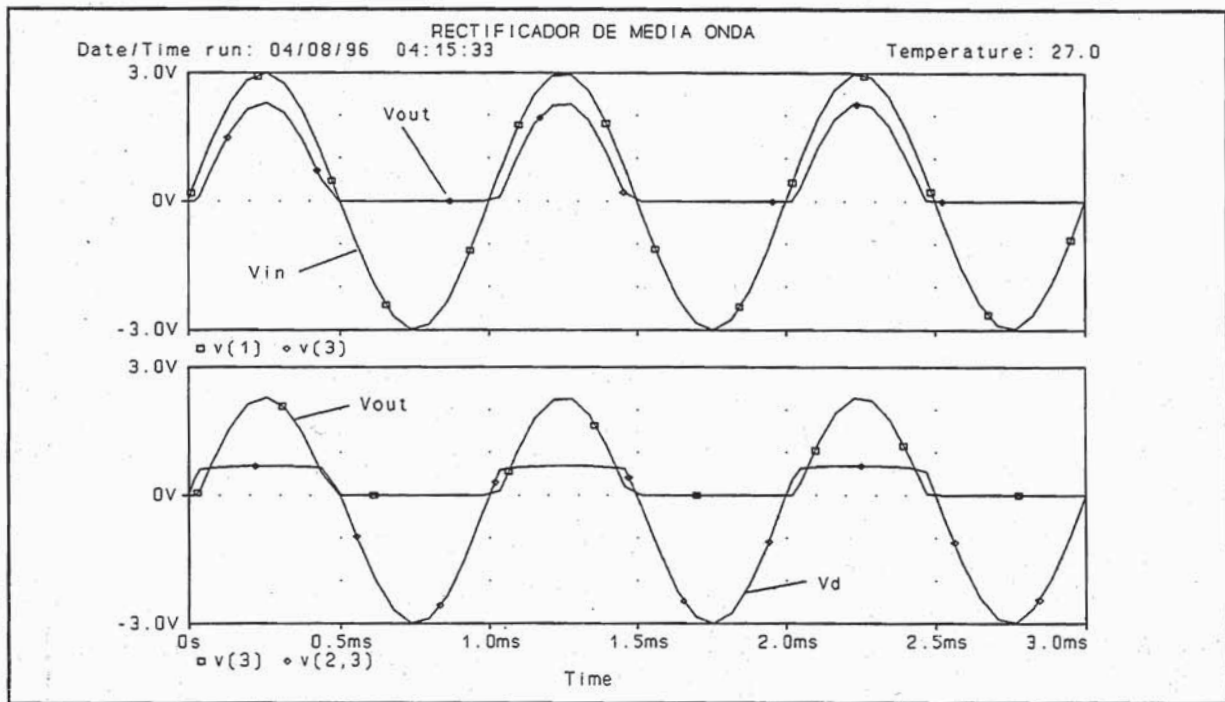



Figura 5.- Visualización de tensiones en el rectificador, utilizando .PROBE.

3.2.- Empleo del analizador lógico

Simulamos con EWB la respuesta de un generador de paridad, empleando 4 puertas OR-EXCLUSIVA, y un inversor. Mediante el analizador lógico y el generador de palabras; visualizamos la respuesta correspondiente al circuito que se muestra en la Figura 6.

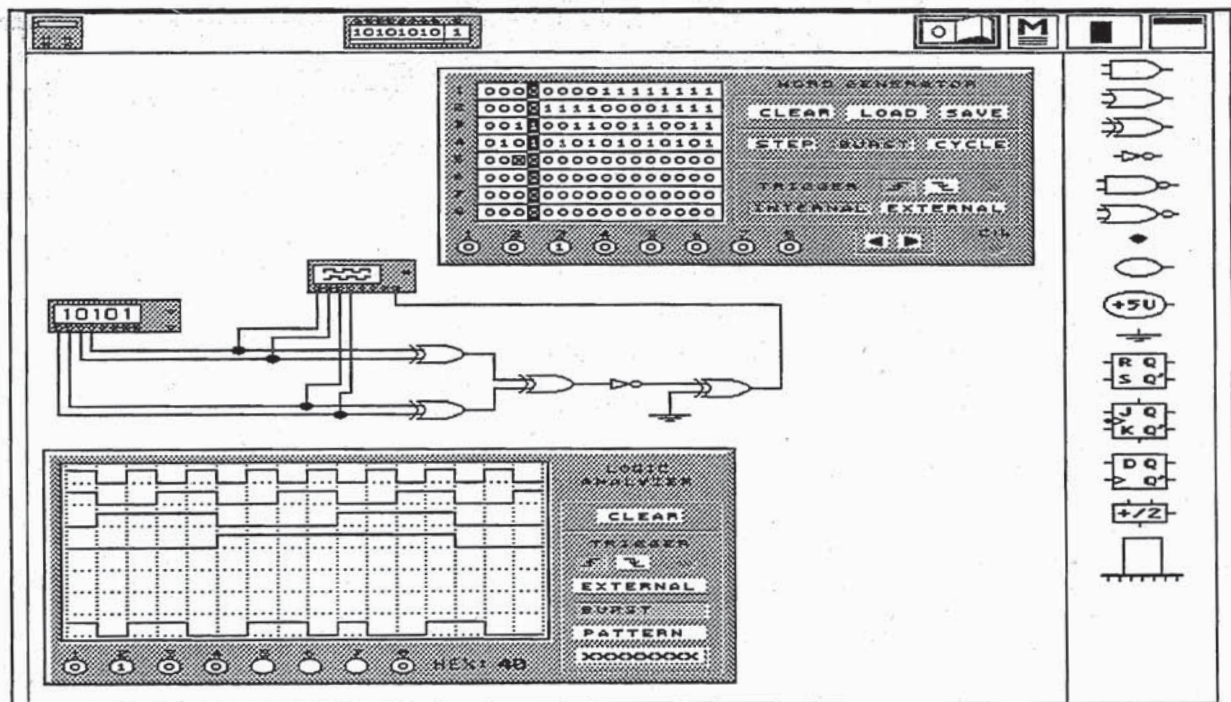


Figura 6.- Respuesta de un circuito digital empleando el analizador lógico de EWB.

4.- RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Los ejemplos experimentados, que aparecen en este trabajo, se enmarcan en nuestro curso "Microelectrónica y Microordenadores para profesores de Ciencias y Tecnología" [9,10], que impartimos "a Distancia" desde hace más de un lustro en el Programa de Formación del Profesorado, y en el Departamento de Informática y Automática, de la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED). En el marco de nuestro curso, se han realizado experiencias puntuales en Institutos de Enseñanza Secundaria, por los profesores, usando los paquetes PSpice y EWB, con apoyo del Departamento de Física Aplicada III (Electricidad y Electrónica) de la Facultad de Físicas de la Universidad Complutense de Madrid, donde se hallan dichos paquetes. La originalidad del trabajo estriba en la introducción de experiencias innovadoras de simulación de circuitos electrónicos analógicos y/o digitales en el Taller de Electrónica de Enseñanza Secundaria del nuevo Sistema Educativo (ESO y Bachillerato Tecnológico).

Los profesores hemos valorado tres aspectos diferentes de ambos paquetes [11]: gran facilidad de uso, pues requieren pocas horas de adaptación; su potencia, viendo la posibilidad de completar experiencias realizadas de forma real; y su utilidad didáctica, debido a la capacidad de motivación en los alumnos. Los alumnos implicados opinan que estos programas les han permitido eliminar dudas y completar mejor su formación, destacando el ahorro de tiempo a la hora de realizar las prácticas, antes y después de la simulación.

5.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ROSADO, L. *et al.* "Microordenadores para Profesores de Ciencias Experimentales, Matemáticas y Tecnología". UNED. Madrid, 1993.
- [2] ROSADO, L. "Microelectrónica para Profesores de Ciencias y Tecnología". UNED. Madrid, 1995.
- [3] CARPEÑO, A., LÓPEZ, S. y ARRIAGA, J. "Pspice como complemento a una formación básica en Electrónica". *Actas I Congreso sobre Tecnologías en la Enseñanza de la Electrónica (TAE'94)*. GATE., pp. 77-88. Madrid, 1994.
- [4] CELMA, S., MARTÍNEZ, P.A. y GUTIÉRREZ, I. "Spice: una visión crítica". *Actas I Congreso sobre Tecnologías en la Enseñanza de la Electrónica (TAE'94)*. GATE., pp. 89-98. Madrid, 1994.
- [5] NORTHAM, D.Y. "Introducing Computer Tools into a First Course in Electrical Engineering". *IEEE Transactions on Education*, 38(1), pp. 13-16, 1995.
- [6] HERREROS, J.R. "Aplicaciones didácticas del microordenador en la enseñanza de la Física: Control, medida y simulación". Madrid, 1995.
- [7] HERREROS, J.R. y ROSADO, L. "Aproximación didáctica a la Simulación Analógica de Circuitos con Pspice". *En L. Rosado y Colaboradores, Didáctica de la Física y sus nuevas tendencias.*, pp. 439-465. UNED. Madrid, 1995.
- [8] HERREROS, J.R. y ROSADO, L. "Aproximación didáctica a la Simulación Analógica de Circuitos con Pspice". *Actas IX Congreso sobre Didáctica de la Física, Microelectrónica, Microordenadores y Astronomía para Profesores*, pp. 519-520. UNED. Madrid, 1995.
- [9] ROSADO, L. "Electrónica Física y Microelectrónica". Paraninfo. Madrid, 1987.
- [10] ROSADO, L. "Guía y Anexos del Curso: "Microelectrónica y Microordenadores para Profesores de Ciencias y Tecnología". UNED. Madrid, 1993-4ª edición.
- [11] DOBSON, E.L. "An Evaluations of the student response to Electronics teaching using a CAL package". *Computers & Education*, 25(1/2), pp. 13-20. Pergamon, 1995.