

## LIBRERÍAS DOCENTES PARA EL DISEÑO Y SIMULACIÓN DE SISTEMAS ELECTRÓNICOS DE COMUNICACIONES CON MODULACIÓN EN FRECUENCIA (FM) USANDO *INTERNET*

S. DE CASTRO, I. LARRAÑAGA, J.J. ZAMORA

Departamento de Electrónica y Comunicaciones. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y Telecomunicaciones. Universidad del País Vasco. 48013-Bilbao. España.

*Los simuladores electrónicos como Spice, e Internet constituyen por separado dos herramientas muy útiles a la hora de divulgar el aprendizaje de la Electrónica. Pero en materias como la Electrónica de Comunicaciones, y sobre todo en el caso de la modulación en frecuencia, se hace necesario encontrar una herramienta que aproveche las ventajas de ambos, de forma que se facilite en gran medida la comprensión de esta clase de circuitos, y por tanto que ayude a los estudiantes a diseñarlos, es decir comprenderlos.*

*En este artículo se presenta una descripción de una herramienta de este tipo, aprovechándose por tanto de las ventajas de los simuladores y del auge que hoy en día tiene Internet, sobre todo de su influencia en las futuras formas de enseñanza.*

### 1. Introducción

Es evidente que las nuevas Tecnologías han ayudado enormemente en la enseñanza de asignaturas como Electrónica. Tanto es así, que hoy por hoy, se hace casi impensable la no utilización de simuladores electrónicos, como otro de los instrumentos a utilizar en los laboratorios. De esta forma materias difícilmente asimilables y hasta abstractas, como la Electrónica de Comunicaciones, han encontrado en este tipo de herramientas un firme aliado a la hora de abordar la enseñanza de las mismas.

Gracias a los simuladores electrónicos, como Spice, el estudiante tiene la posibilidad de acercarse al mundo de los montajes reales con muchísimo menor riesgo y coste. Un acercamiento, antes casi impensable y relegado únicamente a laboratorios especializados.

Aún así, Internet ha sido y es posiblemente uno de los factores más influyentes en la divulgación de la Electrónica. Sin embargo, materias como la Electrónica de Comunicaciones, y sobre todo, la modulación de frecuencia (FM), han tenido un enfoque algo alejado de los principios básicos de las mismas.

Por otra parte, como ya se apuntó en la ponencia "PSpice como complemento a una formación básica en electrónica" del congreso TAEE94[1], los simuladores electrónicos están orientados principalmente a un uso profesional, por lo que el diseño de circuitos, como los

pertenecientes a sistemas FM, hace necesario replantearse la utilización de los mismos como medio de enseñanza.

Lo que se trata por tanto, es de construir una herramienta (fig. 1), que aprovechando las innumerables ventajas de simuladores como Spice, se oriente principalmente a la enseñanza de la Electrónica de Comunicaciones, más concretamente, a la modulación en frecuencia, aprovechando además los innumerables recursos que ofrece Internet.

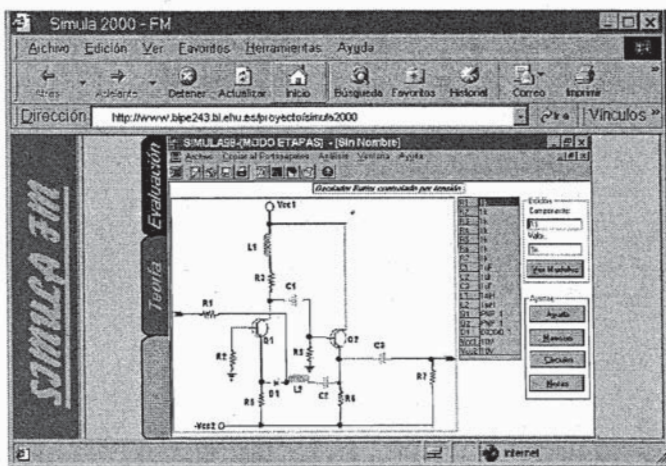


Figura 1: Modo simulación

De esta forma, se pretende completar y mejorar los trabajos ya presentados en los congresos TAEE96[2] y TAEE98[3], donde a diferencia de estos se busca una innovación mayor, introduciendo nuevas tecnologías que hacen necesaria la utilización de lenguajes de programación como Java, que junto con HTML, constituyen un completo binomio para la creación de aplicaciones Web.

## 2. Objetivo

La utilización de esta herramienta ayuda al estudiante a la comprensión de los conceptos básicos de una emisión/ recepción FM. Este tipo de aprendizaje, constituye un punto de apoyo durante el estudio, pues permite realizar análisis prácticos de los circuitos, aprovechando por tanto las ventajas que aporta la simulación electrónica. Por otra parte, se adecua a las nuevas formas de enseñanza, ya que el uso de Internet, facilita el seguimiento remoto de la evolución del alumno.

Para alcanzar todos estos objetivos, se dispone tanto de un tutorial orientado al alumno, así como de librerías adaptadas para su utilización como pilar de conocimientos. Por otra parte, para facilitar el seguimiento del estudiante, la aplicación se convierte en un nexo de unión entre alumno y profesor, por lo que se hace necesario controlar la relación programa-alumno.

### 3. Descripción

La tarea principal de esta aplicación es, por tanto, la creación de librerías de circuitos para el diseño y simulación de sistemas electrónicos de comunicaciones con modulación continua en frecuencia. Se trata de unas librerías a utilizar mediante una aplicación gráfica destinada a PC vía Internet, la cual interactúa con una herramienta de simulación electrónica, Spice, situada en un servidor al igual que las librerías.

Junto a las librerías se disponen unas fichas de ayuda, equivalente cada una de ellas a una clase teórica del profesor. Estas fichas se facilitan igualmente a través de la red, y contienen explicaciones detalladas del funcionamiento de cada uno de los circuitos o sistemas residentes en las distintas librerías.

Para completar la finalidad docente de estas librerías, se añade un sistema de *autoevaluación*, adaptado personalmente a la evolución del estudiante de manera que tanto el profesor como el alumno puedan examinar los progresos. Esta enseñanza reforzada se consigue mediante la realización de cuestionarios con búsqueda de fallos repetitivos, y ejercicios prácticos determinantes para comprobar la asimilación de conceptos. El objetivo de estos ejercicios es hacer que el alumno llegue a diseñar los circuitos a partir de unas especificaciones, asemejándolo a los casos reales de diseño electrónico (fig. 2).

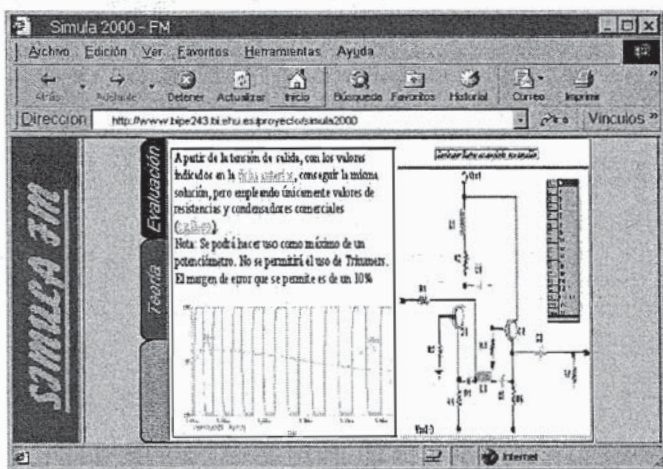


Figura 2: Modo Evaluación

La aplicación se convierte, por tanto, en un detector de los puntos débiles del alumno. Para ello se contabilizan errores, se miden tiempos de ejecución de los ejercicios y se comparan con una serie de estadísticas, unas generales y otras personalizadas para cada alumno. En sesiones posteriores, el programa, de forma personalizada, orienta al alumno hacia la asimilación de los conceptos más necesarios para subsanar posibles errores futuros.

El programa, al utilizar librerías de sistemas de FM, evita al alumno la necesidad de introducir la topología del circuito, de manera que éste se pueda centrar en el cálculo de valores válidos para los distintos componentes de los circuitos. Las librerías tienen una finalidad educativa, por lo que se busca la ejemplaridad y simplicidad de las mismas.

Cada una de estas librerías está formada por un conjunto de circuitos electrónicos previamente diseñados. Así, se definen librerías para los moduladores, osciladores, amplificadores y demás circuitos FM. Por otra parte, también se facilitan ejemplos prácticos de transmisores y receptores completos.

En el servidor, también se guardan todos los datos necesarios de cada uno de los alumnos: los ejercicios resueltos, las respuestas de los tests y la valoración de progreso que la aplicación hace del alumno. De esta forma, el profesor dispone de datos suficientes como para hacer una evaluación continua del alumno.

#### 4. Conclusiones

Frente a trabajos ya presentados en TAEE[2,3], esta aplicación está especialmente concebida para su funcionamiento en entornos distribuidos. En concreto, ha sido desarrollada para que pueda utilizarse en Internet, de esta forma las modificaciones que se realicen en el programa serán inmediatamente accesibles para el usuario.

Desde el punto de vista docente se introduce además de la autoevaluación que el programa proporciona para el alumno, información para que el profesor realice el seguimiento (remoto) del mismo.

#### Referencias

- [1] A. Carpeño, S. López y J. Arriaga. *PSpice como complemento a una formación básica en electrónica*. Congreso sobre Tecnologías en la Enseñanza de la Electrónica (TAEE 1994).
- [2] S. Aguinaco, M. Flores, M. Esquisabel y J.J. Zamora. *Librerías de circuitos para aprender electrónica mediante el simulador PSpice*. II Congreso sobre Tecnologías en la Enseñanza de la Electrónica (TAEE96) pp. 99-104 (Sevilla, 1996).
- [3] J.J. Zamora, I.A. del Amo, O. Losada y F. Romero. *Aplicación docente para el diseño y simulación de sistemas electrónicos de radiocomunicaciones*. III Congreso sobre Tecnologías en la Enseñanza de la Electrónica (TAEE98) pp.363-368 (Madrid, 1998).