

LABORATORIO VIRTUAL PARA EL AUTOAPRENDIZAJE DE LA ELECTRÓNICA APLICADA

Á. SALAVERRÍA^{1,2}, L. F. FERREIRA², J. MARTÍNEZ³,
J.G. DACOSTA² Y E. MANDADO^{2,3}

¹Universidad del País Vasco UPV/EHU. jtpsagaa@sp.ehu.es

²Instituto de Electrónica Aplicada. Universidad de Vigo. lferreira@uvigo.es

³Departamento de Tecnología Electrónica. Universidad de Vigo

La enseñanza/aprendizaje de calidad de las diferentes áreas de la Electrónica Aplicada resulta cada vez más difícil de conseguir debido a la gran cantidad de conceptos interrelacionados que forman parte de ella. Ello ha incentivado el trabajo en equipo de los autores de esta comunicación para desarrollar una herramienta que contiene un conjunto de experimentos virtuales que tiene como objetivo preparar al usuario para obtener el máximo rendimiento de un laboratorio real. Por ello, se decidió darle a este conjunto de experimentos el nombre de “Laboratorio Virtual”.

1. Introducción

En la actualidad el aprendizaje de las tecnologías complejas comprende dos etapas (Figura 1). Primero los estudiantes aprenden los conceptos teóricos mediante lecciones magistrales y el estudio de un libro y a continuación realizan un conjunto de actividades prácticas en un laboratorio.

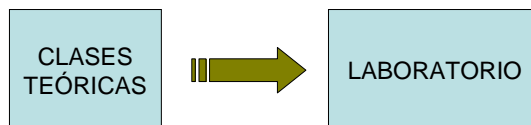


Figura 1. Esquema general del sistema de enseñanza clásico de tecnologías complejas

No obstante, este proceso tiene varios inconvenientes [1] cuando se utiliza en el aprendizaje de la mayoría de las tecnologías complejas y en particular en la Electrónica Aplicada porque:

- Las explicaciones contenidas en un libro no proporcionan información suficiente acerca del comportamiento dinámico de los diferentes elementos tecnológicos [2][3][4].
- Cuando los estudiantes van al laboratorio tienen un conocimiento insuficiente de los diferentes componentes, de las técnicas de montaje y de los instrumentos de medida.
- Frecuentemente se producen errores de diseño que provocan la destrucción de los componentes durante las clases prácticas de laboratorio.
- Los estudiantes no conocen si su dominio de los conceptos teóricos es el adecuado.
- No es adecuado para el aprendizaje asíncrono a distancia.

Las tecnologías de la información hacen posible la combinación de un texto con un simulador. Pero los simuladores disponibles actualmente en Electrónica Aplicada están especialmente orientados para facilitar el diseño de sistemas pero no su análisis. Debido a ello no son útiles en las etapas iniciales del proceso de aprendizaje de una Tecnología compleja porque no relacionan la teoría con el laboratorio, no tienen capacidad multimedia y ocupan una gran cantidad de memoria en disco.

2. Descripción de un sistema integrado para el autoaprendizaje de la Electrónica Aplicada

De lo expuesto en el apartado anterior se deduce la necesidad de disponer de sistemas integrados basados en un computador que contengan un libro electrónico, un sistema de autoevaluación y un laboratorio virtual, para facilitar el autoaprendizaje de la Electrónica Aplicada (Figura 2). Este esquema básico se puede completar con la conexión de un laboratorio real a través de un sistema electrónico que permita utilizar el computador como sistema de visualización y medida y de una plataforma de enseñanza a distancia a través de Internet para tutorizar el proceso de aprendizaje.

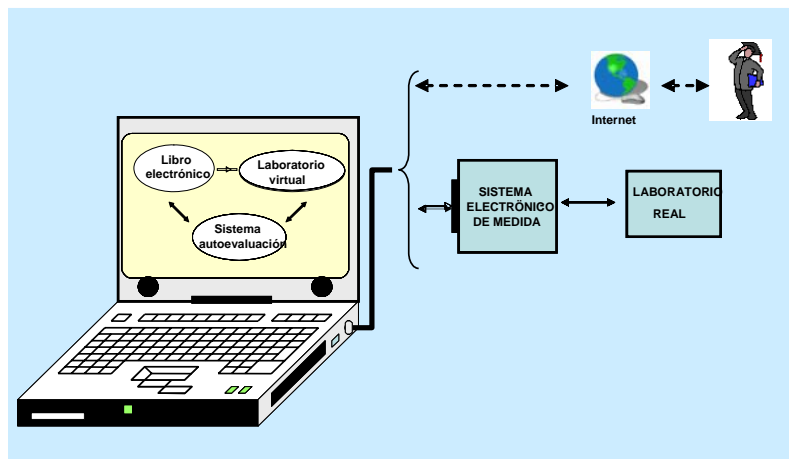


Figura 2. Esquema general de un sistema integrado para el autoaprendizaje de la Electrónica Aplicada

Libro Electrónico

El libro electrónico es el eje conductor del sistema integrado y al igual que un libro clásico está dividido en capítulos que describen las diferentes áreas de la Electrónica Aplicada [2][3][4]. Cada capítulo se divide en apartados y éstos a su vez en subapartados, cada uno de los cuales tiene asociados uno o más experimentos que pueden ser o no destructivos. A su vez, cada experimento puede contener una o más actividades, que el usuario debe llevar a cabo para comprobar el funcionamiento de un determinado dispositivo o circuito.

Laboratorio virtual

Está constituido por el conjunto de experimentos asociados a los diferentes subapartados del Libro Electrónico.

Sistema de autoevaluación

Consiste en un conjunto de cuestiones basadas en los experimentos del Laboratorio Virtual. Cada cuestión evalúa el conocimiento del usuario sobre el comportamiento del sistema

cuando se realizan determinadas acciones sobre uno o más elementos que forman parte del circuito que se experimenta.

Este trabajo se centra en la descripción del Laboratorio Virtual y sus principales características.

3. Laboratorio Virtual

El Laboratorio Virtual es una herramienta multimedia interactiva que mejora el proceso de aprendizaje de Tecnologías complejas. Llamamos Laboratorio Virtual a la herramienta que se presenta en este apartado porque tiene las siguientes características:

- Tiene una interfaz de usuario intuitivo y fácil de utilizar.
- Utiliza instrumentación simulada interactiva que posee una funcionalidad similar a la de los instrumentos reales.
- Está orientado al análisis de los circuitos en lugar de a su diseño.
- Relaciona los conceptos prácticos con los teóricos mediante un conjunto de experimentos adecuadamente diseñados.
- Cada experimento ocupa poca memoria y se puede integrar en cualquier tipo de aplicación informática.
- Incluye experimentos destructivos que contribuyen a evitar daños en los componentes y equipos del laboratorio real.
- Es fácilmente ampliable.

La interfaz de usuario del Laboratorio Virtual incluye los diferentes instrumentos utilizados en el laboratorio real, conectados a los puntos de prueba adecuados a cada experimento. La figura 3 muestra la interfaz de usuario general de un Laboratorio Virtual de la Electrónica Aplicada que incluye instrumentos generadores, instrumentos de medida, elementos de entrada y salida y el circuito electrónico cuyo funcionamiento se comprueba. Los instrumentos son interactivos y el usuario puede cambiar sus parámetros utilizando el ratón.

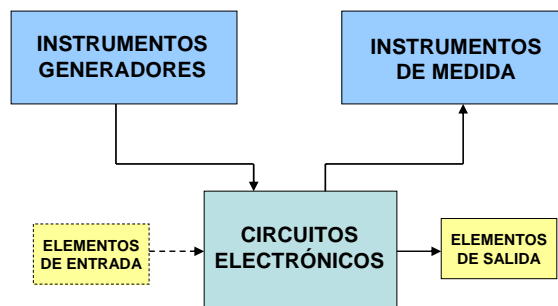


Figura 3. Interfaz general de usuario de un Laboratorio Virtual de la Electrónica Aplicada

El usuario del Laboratorio Virtual puede realizar los diferentes experimentos actuando libremente sobre los distintos elementos del experimento para comprobar su funcionamiento. Además, para que el Laboratorio Virtual constituya una herramienta de autoaprendizaje, cada experimento contiene una o más actividades que guían al usuario sobre las acciones que debe ejecutar para llegar a comprender perfectamente el funcionamiento del circuito estudiado.

En la figura 4 se representa el diagrama de bloques general de un experimento del Laboratorio Virtual. Dicho diagrama incluye a la derecha el nombre del experimento y las actividades a realizar en él. A la izquierda se representa el circuito cuyo funcionamiento se experimenta y los instrumentos virtuales necesarios para llevar a cabo las medidas que permiten comprobar que el funcionamiento es acorde con las características de los conceptos descritos en el libro electrónico.

El circuito cuyo funcionamiento se comprueba a través del experimento se representa en la pantalla mediante un esquema en el que el usuario puede cambiar los valores de los componentes adecuados y modificar la interconexión entre ellos.

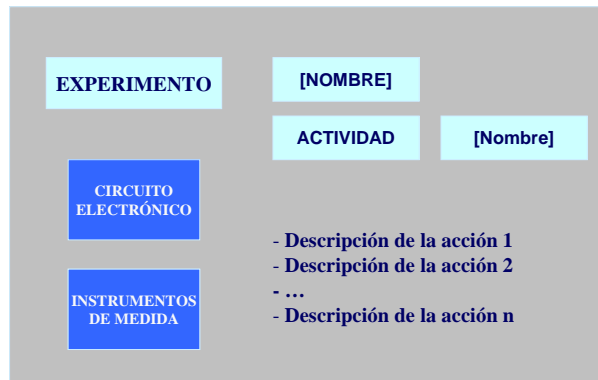


Figura 4. Diagrama de bloques general de un experimento con indicación de las actividades

Los instrumentos virtuales se comportan prácticamente igual que los instrumentos reales que se utilizan en el laboratorio, tanto si están como si no están basados en un computador y permiten la visualización y medida de las señales presentes en los puntos adecuados del circuito.

La actividad está formada por el conjunto de acciones que el usuario debe realizar sobre el circuito y los instrumentos para llevar a cabo el experimento.

4. Laboratorio Virtual de Electrónica Digital

El laboratorio Virtual de Electrónica Digital tiene una interfaz gráfica interactiva que incluye un circuito digital y un analizador lógico virtual denominado logiscopio que visualiza la evolución de las señales de entrada y salida adecuadas para cada experimento (Figura 5). El circuito, cuyo funcionamiento se comprueba a través del experimento, se representa en la pantalla mediante un esquema realizado con símbolos normalizados de los componentes electrónicos utilizados.

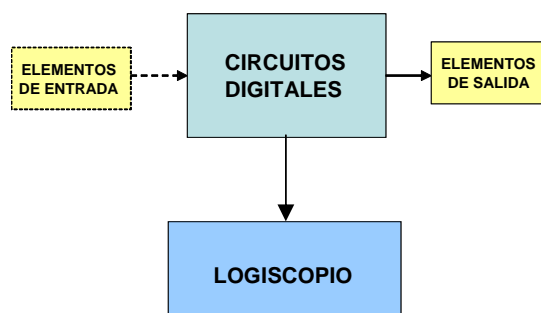


Figura 5. Diagrama de bloques general de un experimento del Laboratorio Virtual de Electrónica Digital

El logiscopio tiene 8 canales (Figura 6) y funciona como un equipo real en el que se puede modificar la velocidad de barrido de la pantalla. La visualización de las señales se puede parar en cualquier instante. Cuando las señales están paradas, se dispone de un cursor que facilita el análisis de la relación entre las diferentes señales en cualquier punto de la pantalla del logiscopio.

El Laboratorio Virtual contiene un conjunto de experimentos dedicados a los principales de la Electrónica Digital [5][6] [7]:

- Puertas lógicas
- Conceptos tecnológicos (fan out, metaestabilidad, etc.)
- Bloques funcionales combinacionales
- Bloques funcionales aritméticos
- Biestables
- Circuitos temporales
- Bloques funcionales secuenciales

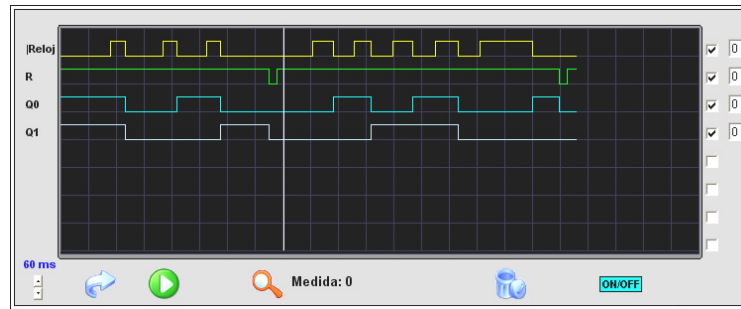


Figura 6. Representación del logoscopio del Laboratorio Virtual de Electrónica Digital

Para que el lector pueda captar la funcionalidad del Laboratorio Virtual, a continuación se describen algunos de los experimentos disponibles y sus actividades asociadas.

El análisis del funcionamiento de las puertas lógicas es el primer paso comprender el funcionamiento de cualquier circuito digital (Figura 7). El usuario puede modificar con el puntero del ratón la posición de los interruptores que establecen el valor lógico de las entradas de la puerta, que actúa sobre la variable de salida en función de la tabla de verdad representada.

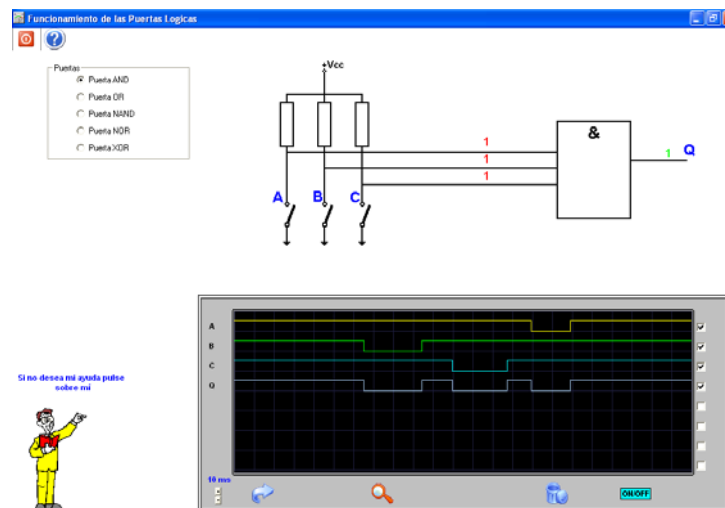


Figura 7. Experimento del funcionamiento de las puertas lógicas

El laboratorio virtual permite la realización de experimentos destructivos como el mostrado en la figura 8 (CMOS).

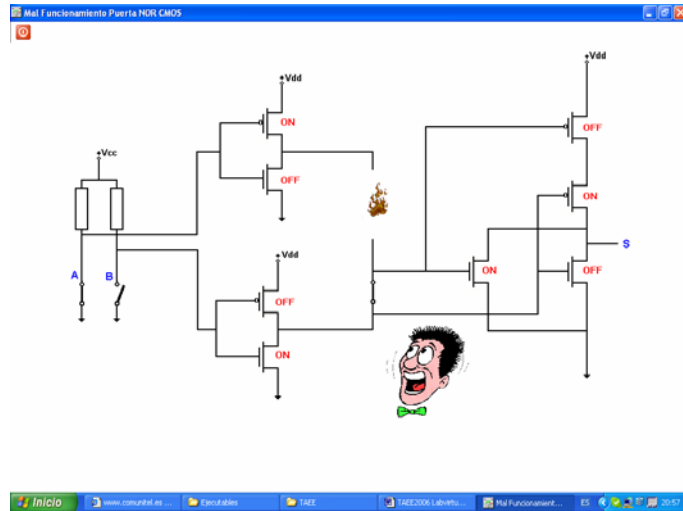


Figura 8. Experimento destructivo del transistor CMOS

El logiscopio es muy útil para comprender el funcionamiento de los diferentes bloques funcionales secuenciales, desde el biestable asíncrono más sencillo hasta el sistema secuencial síncrono programable más complejo. En la figura 9 se presenta el experimento “Biestable R-S asíncrono con grabado prioritario”.

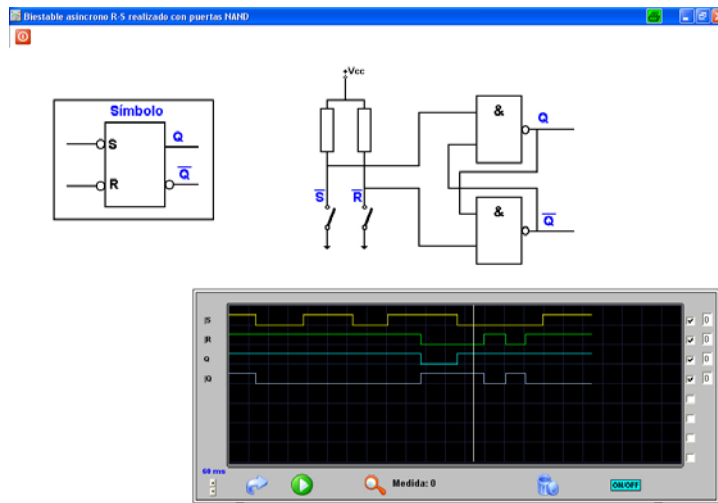


Figura 9. Experimento del funcionamiento del biestable R-S asíncrono con grabado prioritario

En la figura 10 se presenta el experimento “Contador síncrono con entradas en paralelo síncronas”.

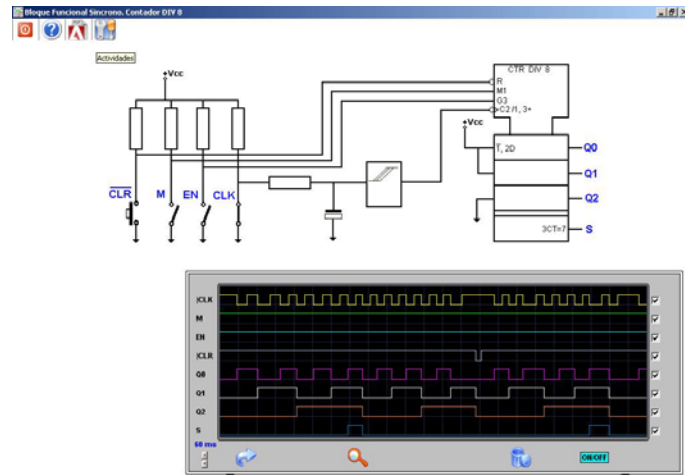


Figura 10. Experimento del funcionamiento de un contador síncrono con entradas en paralelo síncronas.

4. Conclusiones

En esta comunicación se presenta el concepto de laboratorio virtual que constituye una herramienta de gran valor pedagógico. Su utilidad práctica se demuestra mediante un laboratorio virtual de la Electrónica Digital que ha sido utilizada por los autores con gran aceptación entre sus alumnos.

Referencias

- [1] Brockman J.M., "Complex Systems and Emergent Technologies", *Report of the Center for Integrated Design Seminar*, June 29, 1998.
- [2] Floyd, T. "Electronic Fundamentals" (4th Edition). Prentice Hall, 2001.
- [3] Sedra, A., Smith, K. "Microelectronic Circuits" (4th Edition). Oxford University Press. 1998.
- [4] Neamen, D. "Electronic Circuits Analysis and Design" (2nd Edition)". McGraw Hill. 2000.
- [5] Mandado, Enrique. "Sistemas electrónicos digitales" (9ª edición). Marcombo 1998
- [6] Floyd, T.L. "Fundamentos de sistemas digitales" (6ª edición). Prentice Hall 1997
- [7] Wakerly, J.F. "Digital design. Principles & practices" (3rd Edition). Prentice Hall 2001.