

La experimentación en ambientes virtuales: aplicación de estrategias de aprendizaje para una formación en competencias en Ingeniería en Electrónica, Automatización y Control.

Ing. Mónica González, Ing. Fabiana Ferreira, Ing. Guillermo Casas
Universidad Nacional de Quilmes, Universidad Nacional de La Plata
mgonzalez@unq.edu.ar, fferreira@unq.edu.ar, gcasas@unq.edu.ar

Resumen

La sociedad actual demanda de los profesionales capacidades complejas e integradas para responder a las necesidades que los nuevos escenarios laborales presentan. Una formación en esas competencias involucra la comprensión y la transferencia de los conocimientos adquiridos a situaciones particulares de resolución de problemas de la vida real. En carreras de Ingeniería en el área de Electrónica, Automatización y Control, la experimentación en laboratorio constituye una competencia fundamental en la formación de los futuros profesionales ingenieros. La realización de esta práctica educativa suele presentar varios problemas. La incorporación de tecnologías informáticas al aula abre nuevas posibilidades que flexibilizan el concepto del laboratorio presencial tradicional, por una estructura apoyada en el uso de software de simulación que permite realizar experiencias de laboratorio en forma no presencial, utilizando el concepto de laboratorio virtual. Existe una amplia variedad de aplicaciones de software disponibles que permiten la recreación de experiencias de laboratorios en ambientes virtuales con características muy similares a una experimentación real.

El objetivo de este trabajo es presentar, caracterizar y evaluar algunas herramientas de simulación de circuitos y dispositivos electrónicos adaptables al uso como laboratorios virtuales en asignaturas de Ingeniería en Electrónica, Automatización y Control.

Palabras claves: Laboratorio virtual, formación en competencias, instrumentos virtuales, SPICE, Simulador de circuitos

Introducción

En carreras de Ingeniería en el área de Electrónica, Automatización y Control, la experimentación en laboratorio constituye una parte fundamental en la formación de los futuros profesionales ingenieros. A través de la experimentación, los alumnos pueden consolidar los conocimientos interactuando con el mundo real por medio de la manipulación de componentes, circuitos eléctricos e instrumentos de medición. La realización de estas prácticas educativas presenta varios problemas. En cursos numerosos o por falta de una infraestructura de equipamiento adecuada se restringe el número de las prácticas de laboratorio posibles. Un problema asociado ocurre cuando las prácticas presentan un riesgo tanto personal para los participantes o en el instrumental a utilizar. Otro inconveniente es la limitación al número de experimentos, o a la naturaleza de las modificaciones que sobre ellos pueden realizarse, si los cambios y las correspondientes mediciones deben hacerse sobre un circuito real. En estos casos el uso de la simulación de las experiencias de laboratorio resulta una alternativa interesante para superar los inconvenientes anteriores. La incorporación de tecnologías informáticas al aula abre nuevas posibilidades que flexibilizan el concepto del laboratorio presencial tradicional, por una estructura apoyada en el uso de software de simulación que permite realizar experiencias de laboratorio en forma no presencial, utilizando el concepto de laboratorio virtual. Existe una amplia variedad de aplicaciones de software disponibles que

permiten la recreación de experiencias de laboratorios en ambientes virtuales que por sus características son muy similares a la experimentación real. Desde el punto de vista pedagógico facilitan un abordaje centrado en el aprendizaje del alumno como constructor de su propio conocimiento, en tanto el docente actúe como guía o tutor del aprendizaje.

El objetivo de este trabajo es presentar, caracterizar y evaluar algunas herramientas de simulación de circuitos y dispositivos electrónicos adaptables al uso como laboratorios virtuales en asignaturas de Ingeniería en Electrónica, Automatización y Control.

El laboratorio virtual es un sistema basado en el uso de la computadora con un software específico que aproxima el ambiente de trabajo al de un laboratorio real tradicional. Utilizando aplicaciones informáticas que incluyen el armado esquemático de un circuito eléctrico, colocación de sus componentes, manipulación de instrumentos, visualización de animaciones, obtención numérica y gráfica de resultados, y almacenado digital para procesamiento posterior con programas de graficación más complejos y bases de datos, se realizan experiencias similares a las del laboratorio tradicional. En el campo de los programas de simulación de circuitos y dispositivos electrónicos existe una amplia variedad de aplicaciones, algunas de uso libre y otros restringidos a formatos de prueba o “demos”, que recrean un ambiente de simulación semejante al de un laboratorio real. Basado en estos conceptos, es posible reorientar las metodologías de enseñanza y aprendizaje incorporando la realización de prácticas en estos entornos virtuales. Estas experiencias centran al alumno como sujeto de su propio aprendizaje enfrentándolos con la resolución de problemas de ingeniería, fortaleciendo la formación en competencias: aprendizaje basado en proyectos, solución de problemas, trabajo colaborativo, etc. Para ello se plantean estrategias de aprendizaje basadas en:

- construir el aprendizaje a partir de los conocimientos previos y la interrelación con el objeto de estudio.

- analizar fenómenos y probar modelos en distintas condiciones de operación.
- ejecutar métodos de prueba y error donde se pueda interaccionar fácilmente con el sistema.
- ensayar en ambientes similares al mundo real (laboratorios virtuales) experiencias peligrosas o costosas.

La mayoría del software disponible para las simulaciones utiliza aplicaciones con entornos gráficos orientados a modelos. Por lo tanto, no es necesario tener a priori amplios conocimientos de la resolución numérica del problema, permitiendo que el programador preste atención sólo exclusivamente a la topología y comportamiento del circuito que está estudiando.

Análisis y evaluación de herramientas de simulación

Como se expresó en párrafos anteriores, la aplicación de una formación basada en competencias requiere el rediseño de las prácticas docentes, orientándolas hacia la utilización de software como recurso didáctico para la simulación de prácticas de laboratorio. Una vez decididas las experiencias a realizar se debe elegir el programa que mejor permita reproducir el ambiente de laboratorio. Para ello, deberá realizarse un análisis crítico y evaluación de resultados de las herramientas de simulación disponibles.

Existe en el mercado una amplia variedad de programas de simulación cuyas características son compatibles para ser usados en entornos eléctricos y electrónicos. Un primer criterio para su selección fue la necesidad de contar con modelos de calidad y fiables para representar los componentes circuitales. Se seleccionaron distintos programas de simulación desarrollados bajo el estándar conocido como SPICE (Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis), desarrollado inicialmente en la Universidad de Berkeley en la década de 1970, como un programa de código abierto. Actualmente,

varias empresas presentan distintos software desarrollados a partir del SPICE original.

El segundo de los criterios adoptados para la selección fue la disponibilidad de versiones libres. La mayoría de los programas se presentan en versiones comerciales con licencia, ya que están desarrollados para un fin profesional más que educativo. Sin embargo, se pueden obtener versiones evaluativas (demos) reducidas, o versiones completas con límite de tiempo de 30 días, suficientes para el entrenamiento de alumnos en experiencias de laboratorio básicas. Existen versiones de costo más reducido para un uso académico o estudiantil.

La mayoría de los programas están desarrollados para sistema operativo Windows aunque existen algunas versiones para sistema operativo LINUX.

Los modelos desarrollados para los componentes electrónicos son resultado del estudio de la física de estos dispositivos, con adecuaciones matemáticas para facilitar el cálculo numérico necesario para resolver las ecuaciones de los circuitos. El usuario puede intervenir cambiando los valores de los parámetros de los modelos o creando sus propios modelos. Existe una biblioteca de modelos SPICE de componentes reales creados por el fabricante y obtenibles desde el sitio Web del mismo.

Una característica interesante que poseen estos programas es la variación de los parámetros asociados con el circuito bajo prueba o componentes particulares, así como la topología del circuito. Se puede analizar cada proyecto bajo diferentes tipos de estímulos: corriente continua y alterna, variación de la frecuencia, análisis de ruido y distorsión, caso peor, y en algunos casos, análisis de fallos.

Desde el punto de vista de la comunicación con el usuario se deben tener en cuenta dos características: la interfaz gráfica y la interactividad.

El concepto de interfaz de usuario refiere al espacio que media la relación-interacción de un sujeto y la computadora. En general, la interfaz gráfica de usuario corresponde a un tipo que usa metáforas visuales y signos

gráficos como paradigma interactivo entre el usuario y la computadora. Los programas seleccionados presentan una interfaz gráfica de usuario accesible a nivel del alumno menos experimentado. La mayoría de las acciones se presentan a través de una barra de herramientas simple, con botones que permiten acceder rápidamente a las opciones más usadas del programa. Los iconos se corresponden con los típicos de cualquier entorno de Windows. Por otra parte, estos programas son altamente interactivos obteniendo resultados en forma instantánea. Permiten la reconfiguración de los atributos de presentación de los datos: color, tipo y tamaño de fuente, zoom, cambio de ejes, aplicación de funciones matemáticas, etc.

Algunos de los programas seleccionados permiten la incorporación de instrumentos de medición virtuales al circuito bajo prueba. Esta característica los hace muy apropiados para su utilización en ambientes virtuales de experimentación. La Tabla I muestra las características básicas de los programas seleccionados.

Tabla I

Software	Licencia	Sistema Operativo
LTSpiceIV	Versión libre	Windows/XP/Vista
TopSpice	Sí/ Demo reducida	Windows/XP/Vista/7
Cadence 16.3	Sí/Demo reducida	Windows/XP/Vista/7
Multisim 11	Sí/ prueba 30 días	Windows /XP/Vista/7
Microcap 10	Sí/Demo reducida	Windows /XP/Vista/7
TINA 9	Sí/ prueba 30 días	Windows /XP/Vista/7

A continuación se realiza un comentario breve sobre la posibilidad de uso en ambientes virtuales de experimentación.

Cadence 16.3 (versión de evaluación o demo): Es un paquete de programas donde el usuario trabaja creando proyectos. El circuito a probar se genera a partir de un editor de esquemas muy intuitivo mediante una interfaz gráfica basada en los símbolos de los componentes, seleccionados de bibliotecas de modelos básicos y de fabricantes de componentes. Una

vez finalizado el esquema del circuito se puede realizar un chequeo de las conexiones y colocar “puntas de prueba” para visualizar formas de onda de corrientes y tensiones en puntos elegidos del circuito. Los resultados de la simulación se visualizan con una excelente resolución gráfica y los resultados se pueden exportar a una base de datos de tipo Excel. La versión profesional (bajo licencia) permite simular circuitos con muchos más componentes, y bibliotecas comerciales. El paquete se completa con ambientes que permiten la elaboración del diseño de la plaqueta sobre la cual se montará el circuito una vez finalizado el diseño. No tiene la posibilidad de simular instrumentos virtuales pero la calidad de los gráficos y la facilidad y flexibilidad de uso lo hacen muy adecuado para laboratorios virtuales.

NI Multisim 11: se diferencia de Cadence 16.3 en la posibilidad de integrar al editor de esquemas varios instrumentos virtuales, dando a la simulación una mayor aproximación a la realidad de un laboratorio. Los resultados de la simulación pueden visualizarse por medio de distintos instrumentos virtuales: osciloscopio, trazador de curvas, multímetros, etc. Permite la interacción con otros paquetes de software más complejos y la realización de la plaqueta de montaje del circuito. Es un complemento de enorme valor para la comprensión profunda del funcionamiento de los circuitos y muy adecuado para la recreación de ambientes de laboratorio, especialmente en propuestas centradas en autoaprendizaje.

TopSpice es un paquete de simulación de circuitos basado en el estándar SPICE. Posee una interfaz fácil de usar. Los comandos de simulación se especifican por medio de un menú de opciones muy amigable. Tiene una extensa librería de componentes y una resolución gráfica aceptable. Es apropiado para su uso en laboratorios virtuales aunque no posee instrumentación virtual.

TINA 9 es un paquete de programas para analizar, diseñar y probar circuitos. El editor

de esquemas admite diseños jerárquicos complejos. Es sencillo de usar, posee una interfaz gráfica amigable y buena presentación de resultados de la simulación, incluyendo la posibilidad de utilizar instrumentos virtuales. Mediante un hardware opcional TINALab II, con conexión USB permite convertir a la computadora en un instrumento multifunción de prueba y medición.

A continuación se muestran algunos ejemplos donde se visualizan las potencialidades de los programas seleccionados.

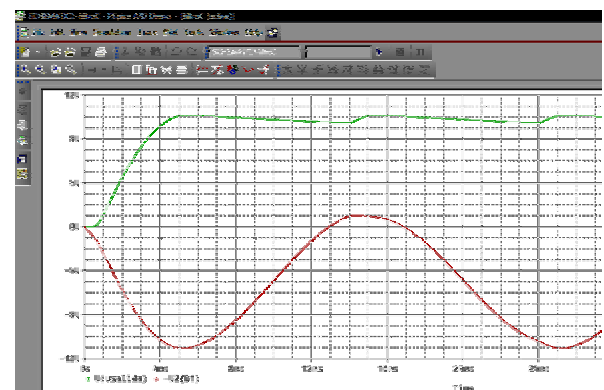


Figura 1: Ejemplo de simulación con Cadence

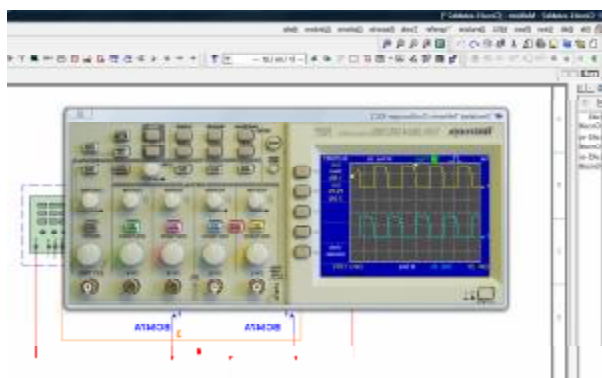
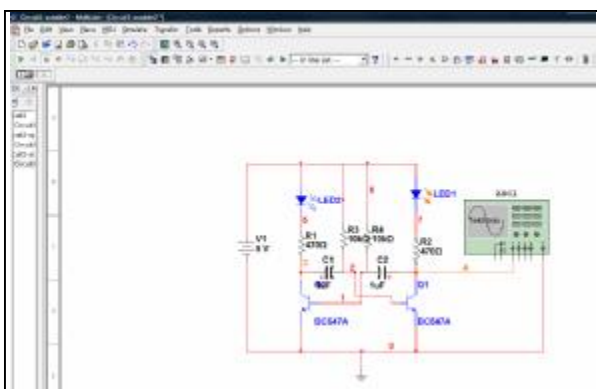


Figura 2: Ejemplo de simulación con Multisim



Figura 3: Ejemplo de simulación con TINA 9

Conclusiones

La incorporación de software de simulación en la realización de laboratorios virtuales constituye una poderosa herramienta para la formación de los alumnos de ingeniería. La incorporación de este tipo de recursos a la práctica docente abre nuevas perspectivas para la experimentación, proporcionando una

optimización de recursos y costos. Aunque no reemplaza el montaje real del circuito y su experimentación en un laboratorio real, ya que en este caso suelen aparecer fenómenos que no se tienen en cuenta en los modelos utilizados en los simuladores, es una excelente herramienta para los alumnos que se inician en el análisis y diseño de circuitos. Además, los docentes pueden generar ambientes de aprendizaje basados en experimentos de laboratorio y problemas de ingeniería reales, fortaleciendo el desarrollo de competencias y desempeños necesarios para la práctica profesional del futuro ingeniero.

Bibliografía

Proyecto estratégico de reforma curricular de las ingenierías (2005 – 2007), Consejo Federal de Decanos de Ingeniería, XXXVII Reunión Plenaria

Pérez Sanz J., (2005), “Las enseñanzas en laboratorios“, en “*Formación de Ingenieros: objetivos, métodos y estrategias*“, Editorial ICE Universidad Politécnica de Madrid, Madrid

Winsberg E., (2003), “Simulated Experiments: Virtual World Methodology“, *Philosophy of Science*, 70, Jan 2003. p. 105 a 125, extraído de: <http://www.cas.usf.edu/~ewinsb/papers.html>

Barberá, E. y Badia, A. (2005), El uso educativo de las aulas virtuales emergentes en la educación superior“, en: *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento* Vol. 2 - Nº 2, Noviembre de 2005.

www.penzar.com

www.linear.com

www.tina.com

www.cadence.com

www.ni.com/multisim