

METODOLOGÍA DE FORMACIÓN BASADA EN LA INCORPORACIÓN DE LA INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL APLICADA A LA ENSEÑANZA DE LA DISTORSIÓN ARMÓNICA

J. J. GONZÁLEZ¹, M. LIÑÁN¹ y S. MARTÍN²

¹Área de Electrónica. Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática, Tecnología Electrónica y Electrónica. Secc. Dptal. Escuela Politécnica Superior de Algeciras. Universidad de Cádiz. España.

²Alumno colaborador.

La metodología tradicional de formación en Electrónica, en esencia cuantitativa, no permite apreciar las diferencias entre los modelos teóricos de los sistemas electrónicos y los modelos reales. Éstos exhiben un comportamiento más complejo en los dominios frecuencial y temporal que el derivado de los primeros, consecuencia del modelado casi exclusivamente lineal. En el ámbito de la frecuencia, las no linealidades originan armónicos de las frecuencias fundamentales, detectables con un espectrógrafo virtual.

1. Introducción

Los objetivos marcados al realizar este trabajo experimental se orientan hacia la mejora de la comprensión del fenómeno de la distorsión armónica provocada por la no linealidad de los dispositivos electrónicos reales, cuyo desarrollo teórico necesita de un apoyo tecnológico. En base a esta línea metodológica se desarrollan los siguientes estudios:

- Diseño de un espectroscopio virtual: *Instrumento virtual con LABVIEW y tarjeta de adquisición de datos.*
- Comprobación experimental de la desviación respecto del comportamiento ideal de un circuito electrónico (*amplificador en configuración inversora*) mediante la aparición de armónicos adicionales en la salida.
- Espectro de un *oscilador de desplazamiento de fase.*
- Espectro de una *señal de FM.*

Los paquetes informáticos multimedia de simulación electrónica permiten integrar el conocimiento y favorecen la práctica del método científico [4,6,7,8,9]. Sin embargo, las no linealidades que emplean estos programas son específicas de los modelos empleados por los fabricantes de componentes. En la práctica, el espectro real de un módulo electrónico contiene más información que el simulado. Por ello, un método de formación que incorpore la *instrumentación virtual* permite la adquisición de conocimiento experto, próximo al profesional [3,4,9].

La metodología de consecución de objetivos es pluridisciplinar. En efecto, a la tradicional formación teórica se le suman, de forma sinérgica, el apoyo de la formación práctica y de la

herramienta multimedia de instrumentación virtual, posibilitando la aplicación casi inmediata del método científico en un sistema de instrumentación real.

2. Metodología de formación

El diagrama de la figura 1 muestra de forma compacta la metodología empleada.

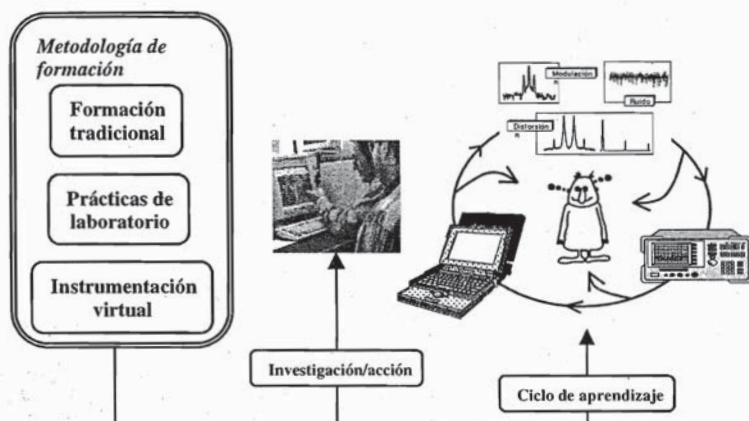


Figura 1. Diagrama conceptual de la metodología de formación.

A la formación tradicional se le añaden las prácticas de laboratorio y la instrumentación virtual. Las primeras refuerzan los conceptos teóricos. La segunda profundiza en éstos, mostrando al alumno la totalidad de las variables involucradas en la operación del circuito electrónico bajo test; y que resultaría complejo exponerlo a través de la formación tradicional cuantitativa. Es decir, el sistema de instrumentación soslaya el problema de la herramienta matemática [4,6,7].

En consecuencia, el ciclo de aprendizaje incorpora el microordenador con el programa de instrumentación virtual (*LABVIEW*), que permite aumentar en número y calidad las experiencias de laboratorio [2]. Además, esta versatilidad permite el aprendizaje autónomo, por descubrimiento. En efecto, por un lado el alumno monitoriza su aprendizaje, orientándolo en la línea que necesita reforzar. Por otro, el profesor asegura la formación completa, proporcionándole una formación integral que abarque todos los conceptos involucrados. El medidor virtual de espectros cumple con estos requisitos.

3. Medidor virtual de espectros. Aplicaciones

Hemos empleado el prototipo instrumento virtual/tarjeta para medir los espectros en tres sistemas. En el póster mostramos el panel o interfaz de usuario, que incorpora las acciones que requiere el alumno para el aprendizaje autónomo. A continuación mostramos cuatro espectros, resultantes de tres experiencias de laboratorio.

- La señal de salida de un **amplificador en configuración inversora** muestra un espectro no monocromático, por lo que se demuestra la no linealidad del amplificador operacional empleado. La figura 2 muestra el espectro de la salida en régimen lineal. El armónico principal es de mucha más relevancia que los secundarios [1,10,12].

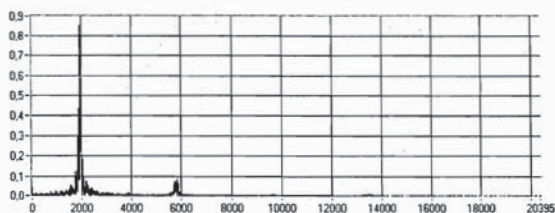


Figura 2. Espectro de la salida en régimen lineal.

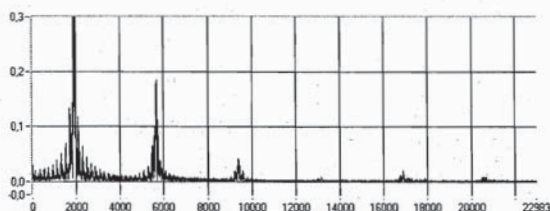


Figura 3. Espectro de la salida en régimen de saturación.

"triangulares", que no permiten al alumno abstraer en la práctica.

- En el oscilador de desplazamiento de fase observamos en la figura 4 la frecuencia principal y los subarmónicos.

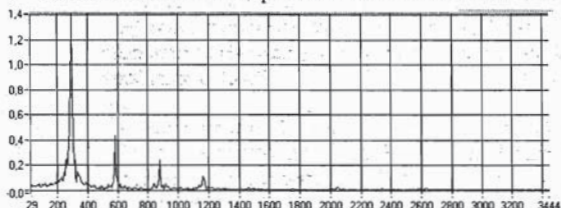
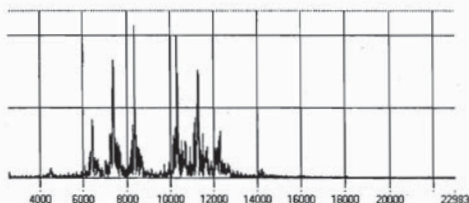


Figura 4. Armónicos del oscilador de desplazamiento de fase.

Bessel y del índice de modulación [12].



Espectro de una señal de FM.

ier Transform (transformada rápida de Fourier)

principal es de mucha más relevancia que los secundarios [1,10,12]. La figura 3 ilustra cómo en régimen de saturación el número de armónicos y su relevancia aumenta. También se observa un nivel de ruido en el espectro de ambas señales, provocado por la propia red de alimentación de energía. Esto contrasta con el resultado de una simulación electrónica tradicional, que sólo permite mostrar la frecuencia principal; las interpolaciones realizadas al calcular la FFT⁽¹⁾ restan valor al espectro obtenido, ya que muestran figuras

- En una experiencia de modulación FM con moduladora cuadrada se muestra un espectro característico, ver figura 5, cuyas amplitudes dependen de la función de

4. Conclusiones

La incorporación de un sistema de instrumentación virtual a la metodología de formación tradicional permite al profesor investigar las deficiencias del proceso de aprendizaje *in situ*. Consecuentemente, el docente actúa y dirige el proceso de aprendizaje con el apoyo de la **interacción hombre/máquina**, resultando más eficaz el proceso enseñanza/aprendizaje. Esta eficacia se entiende bajo una doble perspectiva. Por un lado, los modelos de aprendizaje del alumno se asemejan más a la realidad (se realizan medidas reales). Por otro, la aplicación del método científico sobre un sistema real permite la reestructuración inmediata de las **estructuras cognitivas** del sujeto en la línea de consecución de comportamientos expertos.

Referencias

- [1] R. Coughlin y F. Driscoll. *Amplificadores Operacionales y Circuitos Integrados Lineales*. 4ª Edición. Prentice-Hall hispanoamericana. México (1993).
- [2] N. Dorst. LabVIEW 5.1. *Sensors (Revista Electrónica)*. July (1999).
- [3] A. M. Escuela *et al.* Sistema multimedia de asistencia hardware en los laboratorios de Electrónica. *Actas II Congreso de Tecnologías Aplicadas a la Enseñanza de la Electrónica: TAAE-96*. Sevilla. 82-87 (1996).
- [4] J.J. González. *Tesis Doctoral: Modelos Cognitivos para la Ingeniería del Conocimiento. Aplicaciones en la Docencia de la Ingeniería Electrónica*. Universidad de Cádiz. (1999).
- [5] A. Malvino. *Principios de Electrónica*. 4ª Edición. McGraw-Hill (1995).
- [6] L. Rosado y Colaboradores. *Didáctica de la Física y sus Nuevas Tendencias*. UNED. Madrid (1997, 1998, 1999).
- [7] L. Rosado y J.J. González. El sistema de instrumentación virtual y multimedia "Electronics Workbench" en la integración del conocimiento en Electrónica Analógica. *Didáctica de la Física y sus Nuevas Tendencias (Manual de 1997)*. UNED. Madrid. 505-516 (1997).
- [8] L. Rosado y J.J. González. Desarrollo de modelos mentales en alumnos de Electrónica. Investigación en Didáctica de la Electrónica con el apoyo de Inteligencia Artificial, Multimedia e Internet. En L. Rosado y Colaboradores. *Didáctica de la Física y sus Nuevas Tendencias (Manual de 1999)*. UNED. Madrid. 446-630 (1999).
- [9] L. Rosado y F. Herrero. Los programas de microordenador en la Didáctica de la Física y otras Ciencias. Análisis, crítica y su utilización en el aula. *Actas del X Congreso sobre Didáctica de la Física, Microelectrónica, Microordenadores y Astronomía para profesores*. UNED. Madrid. 992-1043 (1996).
- [10] N. R. Malik. *Electronic Circuits: Analysis, Simulation and Design*. Prentice Hall International Editions (1995).
- [11] J. Mira y A. E. Delgado. *Introducción a la Electrónica Analógica No Lineal*. UNED. Madrid (1993).
- [12] J. Mira y A. E. Delgado. *Electrónica Analógica Lineal*. Tomos I y II. UNED. Madrid (1995).