

LABORATORIO VIRTUAL DE ELECTRÓNICA PARA EL DESARROLLO DE PRÁCTICAS NO PRESENCIALES

Miguel Garrido González¹, Jaime López Sánchez¹, Gemma Hornero Ocaña²

¹*Departamento de Electrónica. Universidad de Barcelona. jaume@el.ub.es*

²*Departamento de Electrónica. Escola Politècnica Superior de Castelldefels.
Univesidad Politècnica de Catalunya. hornero@eel.upc.es*

RESUMEN

En el siguiente escrito se presenta el diseño de un plan docente basado en el desarrollo de una serie de prácticas de laboratorio no presenciales con el objetivo de introducir el manejo del instrumental electrónico básico. Esta alternativa permite aumentar el número de horas de trabajo práctico fuera del entorno de laboratorio. Para ello es necesario implementar el instrumental de forma análoga en funcionalidad y apariencia a los equipos electrónicos reales. Se han diseñado un generador de funciones, un osciloscopio y un analizador de espectro mediante el software LabVIEW_7 [1], siendo objetivo futuro la introducción de un multímetro y una fuente de alimentación. El software LabVIEW_7 permite compilar el programa diseñado en un archivo ejecutable. De esta forma los alumnos únicamente necesitan disponer de un PC para poder realizar las prácticas.

1. INTRODUCCIÓN

El avance tecnológico en el cual estamos inmersos debe ser aprovechado para mejorar la docencia universitaria. El software LabVIEW es ampliamente utilizado en la implementación de instrumentación virtual diseñado para aplicaciones concretas [2,3]. La proliferación del PC como herramienta básica de los estudiantes universitarios puede ser utilizada para el desarrollo de prácticas virtuales de laboratorio donde se potencie el estudio del instrumental básico electrónico. Para que dichas prácticas tengan sentido deben cumplirse dos premisas: por un lado es necesario que el software que se suministre a los alumnos pueda ser utilizado sin requerir ningún programa adicional, es decir, simplemente utilizando el soporte en CD que se les suministre por parte de la universidad. Además, es necesario que los programas simulen de la forma más fidedigna los laboratorios virtuales, es decir, el alumno debe tener la sensación de que está utilizando un equipo electrónico real y que al ir al laboratorio se va a encontrar equipos muy similares y con idénticas prestaciones [4,5].

Una vez implementado el software es necesario elaborar guiones de prácticas para que los alumnos puedan obtener el máximo provecho de la herramienta de simulación que se les proporciona. Aún así, este software permite a los alumnos indagar por ellos mismos en el funcionamiento de los equipos electrónicos, cosa que sería prácticamente imposible en prácticas presenciales debido al limitado horario de prácticas. También es necesario ubicar las prácticas que puede realizar el estudiante en las diferentes asignaturas. Para ello debe tenerse en cuenta los planes de estudios de las ingenierías o licenciaturas cuyas áreas de conocimiento incluyan instrumental electrónico. Este entorno de simulación puede utilizarse para el desarrollo de una gran variedad de asignaturas y no debe restringirse a una única.

2. ENTORNO DEL LABORATORIO VIRTUAL

El entorno de simulación del laboratorio virtual de equipos electrónicos consta de un bloque de *visualización* y otro bloque de *selección* (Fig. 1). El bloque de visualización permite la representación gráfica de los dos equipos electrónicos de que dispone el entorno de simulación: osciloscopio y analizador de espectros. El bloque de selección permite la elección del instrumental, generador de funciones, osciloscopio y analizador de espectros, así como los bloques de sistemas electrónicos: etapa de filtrado, etapa de amplificación de señal mediante amplificadores operacionales, etc.

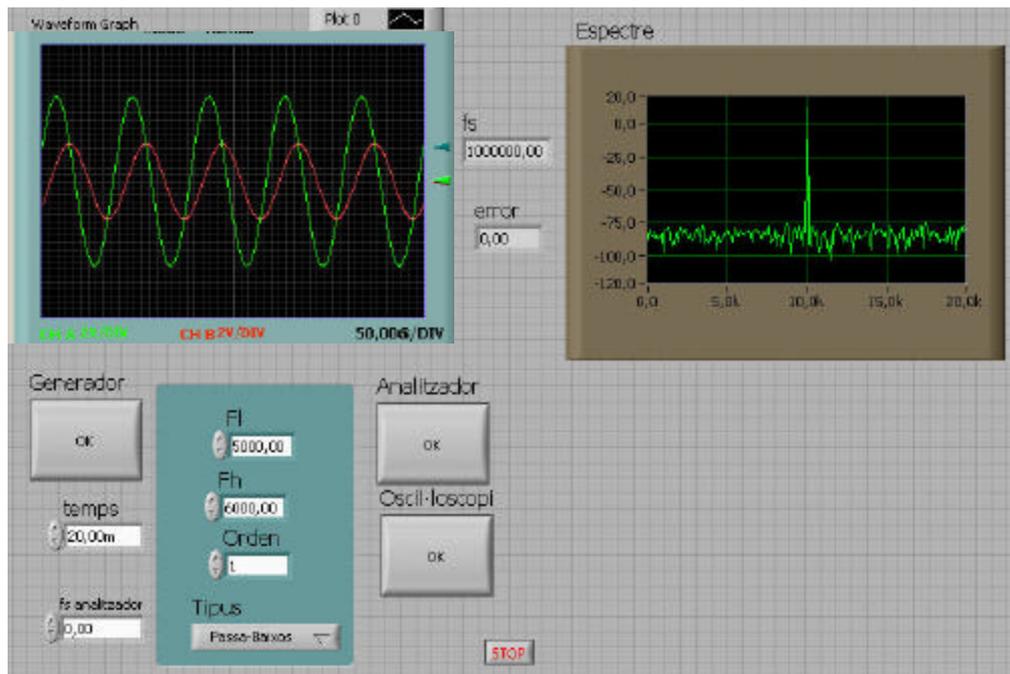


Figura 1: Imagen del entorno del laboratorio virtual de equipos electrónicos.

2.1. Generador de funciones

El generador de funciones implementado tiene un aspecto similar al HP33120A de Agilent Technologies (Fig. 2). Aunque no dispone de todas las funciones de su homólogo si que se han implementado las funciones más básicas e interesantes. Mediante el generador virtual es posible seleccionar el tipo de onda de salida, su amplitud y frecuencia. Además permite introducir señales continuas (offset) y señales de ruido superpuestas con la señal principal. Este instrumento también permite trabajar con señales de amplitud modulada AM y de frecuencia modulada FM y seleccionar de nuevo el tipo de onda, la amplitud y la frecuencia tanto de la señal moduladora como de la portadora. Además dispone de señales de modulación en anchura de pulso PWM donde pueden seleccionarse sus parámetros característicos. Actualmente se esta trabajando en la introducir señales de FSK, ASK y PSK.

La selección de amplitud y frecuencia de las señales puede realizarse introduciendo el valor mediante la opción *enter number* o bien variando progresivamente su valor, tal y como se realiza en multitud de generadores de funciones reales.

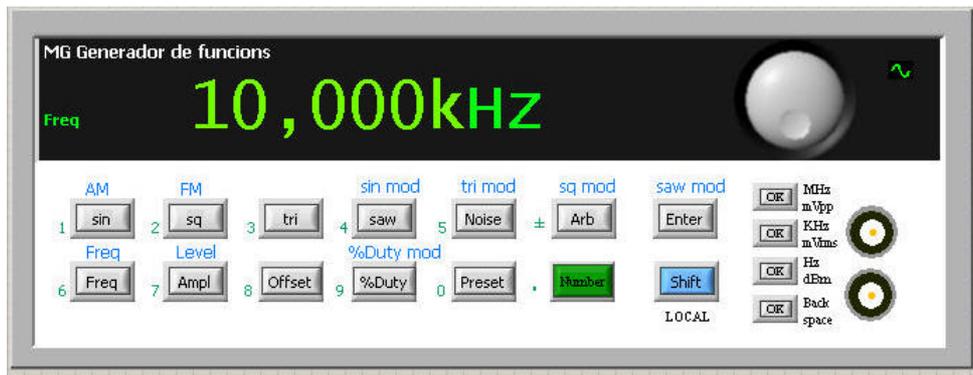


Figura 2: Imagen del generador de funciones implementado en el laboratorio virtual.

2.2. Osciloscopio

El osciloscopio dispone de las funciones básicas correspondiente a dicho instrumento: pantalla gráfica, botones de ajuste de tensión y de base de tiempo, panel de medidas, panel de *trigger*, y cursores de acciones especiales (Fig. 3). Debido a la gran diversidad de modelos comerciales, desde el punto de vista pedagógico, se ha considerado como la mejor opción no imitar ninguno en concreto, aunque su diseño se ajusta a la estructura típica.

En la pantalla gráfica se visualiza la señal de entrada y la señal de salida que pasa por el bloque de *Sistemas Electrónicos*. Para ajustar la señal a la pantalla gráfica es posible realizarlo manualmente mediante la botonera de tensión y de base de tiempos o a partir del botón *Autoscale*. Las medidas de los parámetros de la señal pueden realizarse a partir de los botones *CURSORS A* y *B* o de forma automática mediante el *panel de medidas*. Dicho panel permite realizar medidas típicas de tensión, frecuencia, periodo y tiempos de subida o bajada. El panel del *trigger* permite a los alumnos comprobar la importancia de este bloque, al cual en algunas ocasiones no suelen prestarle demasiada atención. Por último el osciloscopio también permite realizar funciones especiales: grabar, cargar una señal, imprimir, parar la señal.

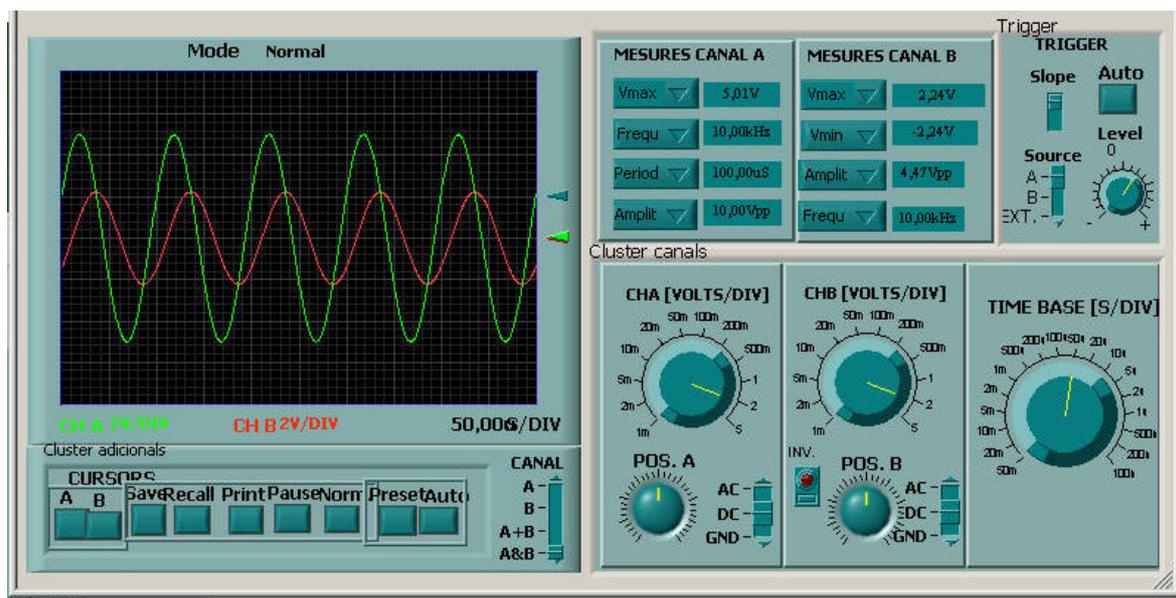


Figura 3: Imagen del osciloscopio implementado en el laboratorio virtual.

2.3. Analizador de espectros

El analizador de espectros (Fig. 4) dispone de las funciones básicas correspondiente a dicho instrumento: pantalla gráfica, selección de ventana, botones de ajuste de amplitud, frecuencia central, y de *span*. A partir de la botonera es posible seleccionar la componente espectral de mayor amplitud y las contiguas. Se ha introducido un botón de *aliasing* para que los alumnos sean conscientes de la importancia de la frecuencia de muestreo para no violar el principio de Nyquist. Al igual que el osciloscopio este instrumento permite realizar funciones especiales como grabar, cargar una señal, imprimir o parar.

Para ajustar los valores de amplitud, frecuencia central y de *span* puede realizarse introduciendo el valor o bien variando progresivamente su valor tal mediante un cursor.

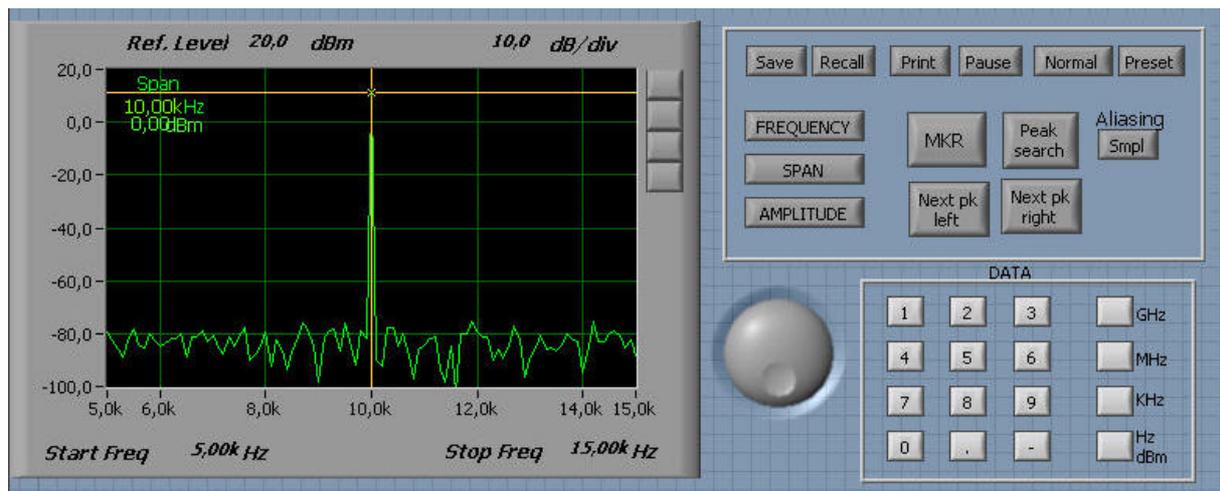


Figura 4: Imagen del analizador de espectros implementado en el laboratorio virtual.

2.4. Módulos de sistemas electrónicos

Con la intención de aumentar las prestaciones del laboratorio virtual de electrónica se ha creído oportuno introducir un módulo entre la salida del generador de funciones y la entrada de los equipos de medida. Este módulo simula el comportamiento de diferentes sistemas electrónicos, de esta forma se amplían los estudios y las prácticas que pueden realizarse con este entorno. Actualmente se ha implementado un módulo de filtros, aunque también pueden incorporarse otros módulos: etapa de amplificación, modelo de un motor DC, etc.

3. PRÁCTICAS MEDIANTE EL LABORATORIO VIRTUAL

El laboratorio virtual de electrónica permite diseñar prácticas donde únicamente se utilicen diferentes equipos electrónicos, aunque también permite el desarrollo de prácticas más complejas introduciendo sistemas electrónicos como puede ser etapas de filtrado.

3.1. Utilizando equipos electrónicos

Mediante los equipos electrónicos es posible realizar diversas prácticas, tal y como se recoge en la tabla 1, donde se indica el instrumental necesario en cada caso. El laboratorio virtual puede ser utilizado únicamente como herramienta de aprendizaje de equipos electrónicos o para consolidar los conocimientos teóricos.

En la tabla 1 se proponen tres prácticas enfocadas al estudio de los equipos electrónicos implementados: generador de funciones, osciloscopio y analizador de espectros. Las tres últimas están relacionadas con asignaturas del área de conocimiento de Teoría de la Señal y Comunicaciones. En este caso queda de manifiesto el doble objetivo comentado anteriormente.

Practica implementada	Comentarios
Estudio del funcionamiento del generador de funciones.	Se utiliza el generador de funciones y el osciloscopio para visualizar la señal. En este caso únicamente se utiliza la opción <i>autoscale</i> del osciloscopio.
Estudio del funcionamiento del osciloscopio	Se utiliza el generador de funciones y el osciloscopio.
Estudio del analizador de espectros: efecto <i>aliasing</i> .	Se utiliza el generador de funciones y el analizador de espectros. En este caso se estudia el analizador de espectros y se hace especial énfasis en el efecto que tiene la frecuencia de muestreo referente a los problemas de <i>aliasing</i>
Estudio espectral de señales periódicas	Se utiliza el generador de funciones y el analizador de espectros. En esta práctica se realiza la descomposición espectral de las señales sinusoidales, cuadradas y/o triangulares.
Estudio de señales de AM y FM	Se utiliza el generador de funciones y los dos equipos de medida (osciloscopio y analizador de espectros)
Estudio de la señal FSK, PSK, ASK	Se utiliza el generador de funciones y los dos equipos de medida (osciloscopio y analizador de espectros)

Tabla 1: Prácticas implementadas utilizando únicamente equipos electrónicos.

3.2. Utilizando módulos de sistemas electrónicos

Las prácticas que pueden ser diseñadas mediante esta opción dependen directamente de los diferentes módulos de sistemas electrónicos que se implementen. Actualmente se ha diseñado un módulo de filtros, aunque también pueden diseñarse otros: etapa amplificadora, motor DC, etc.

El módulo de filtros, además de utilizarse en el estudio del comportamiento eléctrico de estas etapas, permite realizar medidas de tensión y tiempos de dos señales mediante el osciloscopio. De esta forma se habitúa a los alumnos en la utilización del osciloscopio con un caso práctico que puede ser comparado con la teoría de filtros.

En el módulo de amplificación pueden estudiarse los efectos derivados de una incorrecta alimentación de los dispositivos correspondientes a dicha etapa, para ello debe utilizarse una fuente de alimentación como instrumento virtual, el generador de funciones y el osciloscopio.

También es posible diseñar módulos que simulen el comportamiento eléctrico de sistemas concretos, por ejemplo un motor DC puede modelizarse como un filtro pasa bajos de primer orden. De esta forma los alumnos pueden estudiar el control modulación de anchura de pulsos PWM utilizado típicamente en el control de dichos motores.

3.3. Adecuación de las prácticas a los planes de estudio

El área de conocimiento donde puede aplicarse el laboratorio virtual corresponde a las áreas de Tecnología Electrónica, Electrónica y Teoría de la Señal y Comunicaciones.

La introducción de este entorno de simulación está pensada en asignaturas básicas o introductorias donde el conocimiento de los equipos electrónicos tenga especial relevancia. Es idóneo en asignaturas de primer ciclo o de complementos para el acceso a estudios de segundo ciclo. Aún así no debe descartarse la posibilidad de utilizarlo en estudios más avanzados. Por ejemplo, en la asignatura de Electrónica de Potencia puede realizarse el estudio del control de la velocidad de un motor mediante PWM.

5. CONCLUSIONES

Se ha descrito un sistema electrónico virtual con aplicaciones en el desarrollo de sesiones prácticas no presenciales. Dicho sistema ha sido diseñado para su implementación en el aprendizaje de instrumental para estudios de ingeniería relacionados con las áreas de Tecnología Electrónica y de Teoría de la Señal y Comunicaciones. Este entorno permite aumentar los conocimientos que deben adquirir los alumnos en la utilización de equipos electrónicos.

Se han detallado las prestaciones de los diferentes equipos electrónicos implementados y la posibilidad de introducir módulos de sistemas electrónicos. Estos módulos permiten trabajar de forma simultánea los conocimientos de los equipos electrónicos y de un tema relacionado con las áreas comentadas anteriormente.

Se han propuesto diferentes prácticas que pueden ser implementadas en asignaturas relacionadas con las áreas de conocimiento de Electrónica, Tecnología Electrónica y de Teoría de la Señal y Comunicaciones, corroborando así su utilidad y versatilidad.

6. BIBLIOGRAFÍA

[1] LabVIEW 7 <<http://www.ni.com/labview/>> [Consulta : 14 de enero de 2004]

[2] I. J. Oleagordia, A. Echeverría, M. Sánchez. “Instrumentos virtuales. Generador de funciones y osciloscopio – analizador de espectros”. *Tecnologías Aplicadas a la Enseñanza Electrónica*. TAAE'02, pp 197-200. Barcelona, España, 2002.

[3] S. Casans, D. Ramírez, E. Navarro, J. Pelegrí, R. García. “Laboratorio de sistemas de instrumentación: Lectura del pH implementado por software la corrección de su dependencia térmica”. *Tecnologías Aplicadas a la Enseñanza Electrónica*. TAAE'02, pp 235-238. Barcelona, España, 2002.

[4] J. A.García-Alzórriz, S. Fillet, R. Torres, O. Alcaraz, J. López. “El Centre d'experimentació remota en enginyeria un proyecto para la formación no presencial en ingeniería a través de internet”. *Tecnologías Aplicadas a la Enseñanza Electrónica*. TAAE'02, pp 21-24. Barcelona, España, 2002.

[5] K.K.Tan, T.H.Lee, F.M.Leu "Development of a distant laboratory using LabView". *International Journal of Engineering Education*. Vol. 16, nº 3, pp. 273-282, 2000