

WINSPECTRUM: SOFTWARE DE CONTROL PARA ANALIZADORES DE ESPECTRO CON APLICACIONES A LA DOCENCIA

J. M. Zamanillo, D. Barreda, C. Pérez-Vega, R. Toyos

Departamento de Ingeniería de Comunicaciones

Universidad de Cantabria

e-mail : jose.zamanillo@unican.es

Abstract- WINGENERATOR (WINDOWS SPECTRUM) is an easy-to-use application programmed in MATLAB language, running under Microsoft Windows™ on a PC developed for research and educational purposes. The main routine is a part of a general purpose tool called WINEASYLAB. The software has been made under friendly user philosophy and is self-explicative. The able to measure microwave signals, coupled with the graphical and mathematical capacities of MATLAB including phase noise and Pout vs. Pin curves makes this software an interesting tool easy to use by users at any level.

I. CONCLUSIONES

Continuando con idea, mantenida en el tiempo, de nuestro grupo de trabajo para acercar la instrumentación de altas prestaciones a la docencia [1-7], se ha optado por desarrollar un software de control totalmente modular escrito en lenguaje MATLAB 5.3, para el analizador de espectros Agilent E4408B y los generadores de señal de microondas de la serie Agilent 86XX. Combinado el control simultáneo de ambos equipos es posible extender las capacidades de medida del analizador, a medidas automatizadas de ruido de fase y curvas de potencia Pin/Pout.

El programa es de fácil utilización y modificación por parte del usuario. El software aquí presentado forma parte de un programa de propósito general mas ambicioso denominado WINEASYLAB (WINDOWS EASY LABORATORY) el cual intenta acercar la instrumentación de RF y microondas al alumnado, cuyas líneas maestras fueron reportadas en anteriores comunicaciones [4]. El software ha sido diseñado para cumplir la doble misión de realizar una labor de tipo tutorial sobre el instrumento de medida con lo cual se reduce el periodo de enseñanza-aprendizaje de cada equipo. Por otro lado es de rigor señalar que la programación de cada uno de los módulos del programa WINEASYLAB, así como WINSPECTRUM, han sido desarrollados por los propios alumnos en forma de proyectos de fin de carrera de Ingeniería Técnica de Telecomunicaciones.

II. DESCRIPCIÓN DEL INTERFACE MATLAB

El analizador de espectros Agilent E4408B permite la medida de señales de RF y microondas desde 9KHz a 26.5 GHz. Dicho instrumento de medida admite programación remota mediante el lenguaje SCPI (Standard Commands for Programmable Instrumentation). A continuación, se describirán los aspectos más fundamentales del software de control realizado.



(a)



(b)

Fig. 1. (a) Panel frontal del analizador de espectros Agilent E4408B. (b) Panel frontal del generador de RF Agilent 8648C.

La descripción funcional del programa se divide en dos grandes bloques: uno destinado a medir el espectro de una señal y el otro dedicado a medidas especiales como son: la medida de ruido de fase de un oscilador y de las curvas de

potencia de un amplificador. Para esta última medida es necesario disponer de un generador de RF capaz de suministrar el nivel de señal apropiado a la entrada del amplificador y sincronizar el barrido en potencia con la lectura de la potencia a la salida suministrada por el analizador de espectro, el programa WINSPECTRUM es el encargado en controlar y sincronizar este tipo de medidas.

En la figura 2 se muestra un diagrama de interconexión entre el PC controlador y los instrumentos de medida.



Fig. 2. Pantalla principal de configuración de WINSPECTRUM.

El programa diseñado para el control de este dispositivo está basado, en una función MATLAB que se encarga tanto de controlar al dispositivo como de manejar la apariencia de la interfase gráfica del mismo y si es necesario cargar las funciones auxiliares necesarias para cada tipo de medida. Para ejecutarlo, se introduce desde la línea de comandos de MATLAB la orden *analiza_espec*. Posteriormente, aparecerá en la pantalla del PC la ventana principal de configuración de la medida mostrada en la figura 3.

Una vez configurado el tipo de medida que se desea realizar (ancho de banda, resolución, número de muestras, y si se desean promediar las medidas, etc), el propio programa ejecuta la aplicación servidor HPIB-DDE encargada de abrir el canal de comunicación GP-IB necesario para la interconexión de los equipos con el PC de control.



Fig. 3. Pantalla principal de configuración de WINSPECTRUM.

Una vez seleccionadas las opciones de configuración, aparece la pantalla de medida, en la que es posible acceder en tiempo real a todas las funciones de control del analizador de espectros E4408B.

La pantalla se ha diseñado de manera que contenga las funciones más interesantes para el tipo de medida que se vaya a realizar. Para comenzar la captura de datos es necesario pulsar con el ratón la opción de *Auto-calibrar* con la cual se actualizan los datos en la memoria del analizador y se ejecuta la rutina de auto-calibrado con lo cual se asegura que el equipo se encuentra en condiciones óptimas para efectuar la medida en el ancho de banda especificado. Tras esta acción, si el usuario pulsa el botón de *capturar/detener* el software captura la traza del analizador, en la manera que se le haya fijado en la pantalla de configuración. Así pues, si se ha utilizado la opción de promediar medidas, el analizador efectuará tantos barridos simultáneos como hayan sido fijados por el usuario devolviendo la media aritmética de los mismos, de esta manera la medida presentada será más fiable. Si solo se ha indicado que se efectúe un solo barrido, el equipo presentará los valores medidos en un barrido simple.

Si se activa la opción de medida de ruido de fase, se elimina la gráfica del espectro obtenido y se muestra la gráfica del ruido de fase, tomando como referencia la marca seleccionada (por defecto el valor máximo). Esta gráfica mostrada es el resultado aproximado del cálculo del ruido de fase tomando como datos el espectro de frecuencias obtenido en el último barrido. Para obtener el ruido de fase real utilizando un ancho de banda de resolución óptimo a cada frecuencia, se deberá seleccionar la casilla de ruido de fase, pulsar el botón de *capturar/detener*, para obtener los datos reales del analizador. La opción *número de puntos seleccionables* indica el número de muestras que se tomarán para trazar la gráfica y por tanto, también la precisión y el tiempo de medida de las mismas. Este valor, junto al de número de barridos para hallar su media, van a determinar la exactitud de los valores obtenidos, cuanto mayor sean éstos, mayor será la exactitud, a costa de un mayor tiempo de medida.

Se ha dotado al programa de una barra de navegación que facilita la visualización inmediata de ciertos puntos notables sobre la traza presentada.

- < Desde el punto actual, el marcador se posiciona en el valor máximo o mínimo más cercano por la izquierda.
- Max El marcador se posiciona en el valor máximo de la curva.
- Min El marcador se posiciona en el valor mínimo de la curva.
- > Desde el punto actual, se posiciona en el valor máximo o mínimo más cercano por la derecha.
- Ref El punto marcado actualmente se tomó como referencia para calcular los valores mostrados en el

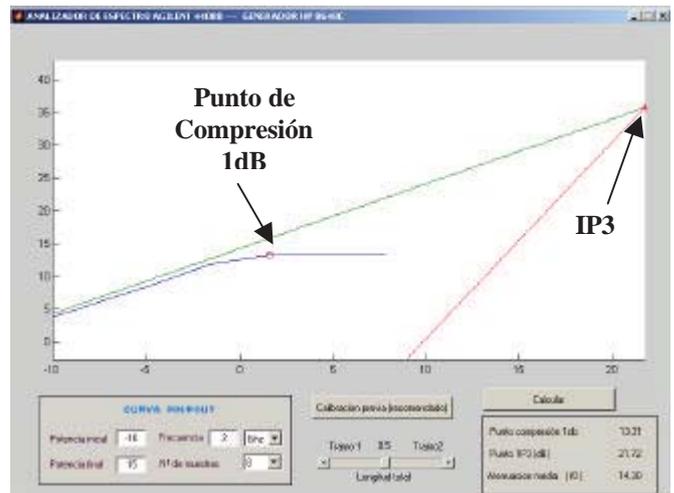
cuadro de dialogo *Valores relativos a la referencia actual.*

III. MEDIDAS EXPERIMENTALES

Se han realizado diferentes tipos de medidas para validar el funcionamiento del software, en esta comunicación se presentarán las medidas de frecuencia y ruido de fase efectuadas para un VCO comercial modelo MTI 205-0671 centrado en 50 MHz, así como, las medidas potencia de salida frente a potencia de entrada para un amplificador diseñado en nuestro grupo basado en el monolítico ERA-4 de la firma MINICIRCUITS.

En figura 4 (a) se muestra el espectro del oscilador medido tal como aparece en la pantalla del programa desarrollado. En la figura 4 (b) se muestra un gráfico comparativo entre el ruido de fase teórico proporcionado por el fabricante del oscilador en trazo discontinuo y el ruido de fase medido en el laboratorio con trazo continuo.

La figura 4 (c) muestra las curvas de potencia de salida frente a potencia de entrada para el amplificador medido. En la misma gráfica puede observarse la predicción del punto de intercepción de tercer orden realizado por el programa, así como del punto de compresión 1dB.



(c)

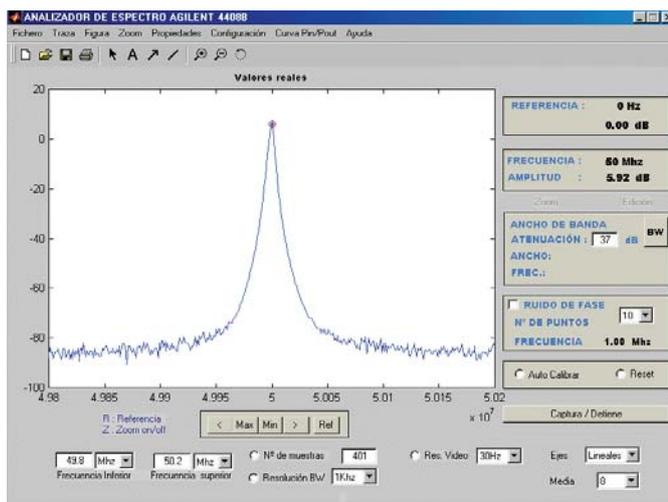
Fig. 4. (a) Medida de un VCO comercial modelo MTI 205-0671 @50MHz.

(b) Comparativa entre el ruido de fase medido (línea continua) y el teórico dado por el fabricante (línea discontinua).

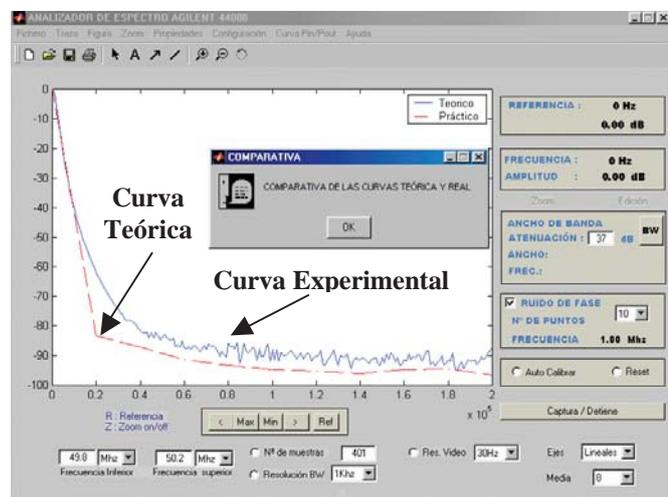
(c) Curvas Pout vs. Pin y predicción del punto de intercepción de tercer orden del amplificador medido

Es necesario resaltar que para una correcta caracterización de las curvas de potencia, el programa permite efectuar un calibrado previo para tener en cuenta las pérdidas debidas a los cables y transiciones utilizadas para conectar el amplificador al generador de señal por un lado y al analizador de espectros por el otro.

Esta opción de calibración se activa cuando el usuario selecciona la medida de potencia apareciendo el cuadro de dialogo mostrado en la figura 4, en dicha figura aparece una barra deslizante la cual representa la longitud del cable y permitirá definir la proporción de longitud de cada tramo a los accesos de entrada y salida respectivamente. El tramo 1 representa la longitud proporcional del tramo que une el generador con el punto de unión con el tramo 2, mientras que el tramo 2 representa la longitud proporcional del tramo que une el lugar de unión con el tramo 1 con el analizador de espectro. Estas longitudes permiten calcular con precisión, las pérdidas que se produce en cada tramo, y por tanto, determinar las potencias de entrada y salida reales disponibles en el elemento a medir.



(a)



(b)

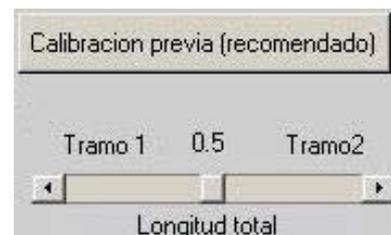


Fig. 5. Aspecto del menú de calibración de las pérdidas presentadas por los cables y transiciones cuando se efectúan medidas de potencia de salida frente a potencia de entrada.

IV. PRESENTACION DE RESULTADOS

El programa WINSPECTRUM permite exportar los resultados de las medidas a diversos formatos gráficos como: (BMP, JPG, GIF, WMF y PCX) aceptados todos ellos por el sistema operativo Windows.

Además, el software permite almacenar los valores numéricos de la medida efectuada en formato ASCII de texto plano o a formato CITIFILE, que es el formato de entrada de datos utilizado por el simulador ADS de Agilent, con lo cual se asegura la portabilidad de las medidas efectuadas a otras plataformas para su posterior procesado.

Se ha dotado el programa con una ayuda en línea en formato HTML, donde se recogen todas las funcionalidades del mismo, así como ciertos aspectos teóricos sobre la medida utilizando analizadores de espectros y generadores de microondas de manera que el alumno pueda tener in situ la solución a la mayoría de los problemas que se le puedan presentar.

V. CONCLUSIONES

Se ha creado una herramienta fiable, potente, versátil y de fácil utilización con la cual el alumno pueden efectuar medidas automatizadas en el dominio de la frecuencia hasta 26.5 GHz, incluyendo medidas automatizadas de ruido de fase de osciladores. Además, combinando el control del analizador con un generador de microondas, se ha extendido la capacidad del analizador de espectros para poder efectuar medidas de curvas potencia de salida frente a potencia de entrada, teniendo en cuenta las pérdidas que tienen lugar en los cables y transiciones utilizados para conectar el dispositivo a medir al banco de medida.

Con la incorporación de rutinas de exportación tanto en formato gráfico y numérico se asegura la portabilidad de las medidas los simuladores comerciales. La herramienta disminuye el periodo de aprendizaje del funcionamiento de los aparatos de medida por parte de los alumnos debido a su facilidad de manejo y a su ayuda on-line.

REFERENCIAS

- [1] J.M. Zamanillo, C. Pérez-Vega, R. Toyos, A. Artabe, E.Guijarro, J. García, J. Quintial, R. Blanco. "WINEASYLAB: Software de Control para Instrumentación de Microondas con Aplicaciones a la Docencia", URSI, XV Simposium Nacional, Actas, pp 161-162, Zaragoza, Septiembre de 2000.
- [2] J.M Zamanillo., A. Mediavilla, A. Tazón, J.L. García. "Control Automático de la Instrumentación para la medida simultánea de Parámetros de Scattering y de las características I/V de transistores MESFET de Alta Frecuencia". URSI, Valencia, Septiembre de 1993
- [3] J.M Zamanillo., T.Fernández, Y. Newport, I. Cavia, A. Mediavilla, A.Tazón. "Software de Control bajo Windows para Analizadores de espectro con Aplicaciones a la Docencia". URSI, Valladolid, Septiembre de 1995
- [4] J.M. Zamanillo, R. Toyos, A. Mediavilla, "WINACTRL: Software de Control para Analizadores de Redes con Aplicaciones a la Docencia", URSI, XIV Simposium Nacional, URSI, Santiago de Compostela, Sept. 1999.
- [5] J.M. Zamanillo, et al. "WINOISEMETER: Software de Control para Medidores de Figura de Ruido de Microondas con Aplicaciones a la Docencia". Unión Científica Internacional de Radio URSI, XVI Simposium Nacional, Actas, pp 561-562, Villaviciosa de Odón (Madrid), Septiembre de 2001.

- [6] J. M. Zamanillo, J. A. García, C. Pérez-Vega, R. Toyos, J. Quintial, R. Blanco. "WINGENERATOR: Software de Control para Generadores de Función Digitales con Aplicaciones a la Docencia". Unión Científica Internacional de Radio URSI, XVI Simposium Nacional, Actas, pp 413-414.
- [7] J. M. Zamanillo, J. A. García, C. Pérez-Vega, and R. Toyos. "WINGENERATOR: Control Software for Digital Signal Generators with Education and Research Purposes". International Conference on Network Universities and E-learning. Aceptado para Publicación. Valencia, España. Mayo de 2003.