

Sistema de adquisición de datos automatizado para EPR VARIAN línea E: interfaz de control y *software* de aplicación

C. Jimenez y P. Silva

*Centro de Física, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC),
Carretera Panamericana Km. 11, Apartado 21827, Caracas 1020-A, Venezuela*

R. Bravo y M. Olivares

Universidad Simón Bolívar, Departamento de Tecnología Industrial

Recibido el 24 de noviembre de 2003; aceptado el 17 de agosto de 2004

Se presenta un sistema automatizado de adquisición de datos, en *hardware* de conexión y *software* de recolección de datos, para un equipo de resonancia paramagnética electrónica (RPE) VARIAN línea E. Se desarrolló un concentrador de conexiones que conecta a los instrumentos de medición a un PC de adquisición de datos. Se desarrolló un dispositivo de control automático que funciona como interfaz entre el PC y el componente del barrido de campo (FieldMark II), el *software* de control fue incluido en el de adquisición de datos. Esta versión del *software* permite también acciones de control sobre el sistema de adquisición sin intervención física del usuario sobre los equipos del EPR. Este sistema permite hacer manejo del equipo, recolección de información y procesamiento desde la estación de trabajo -PC-, en forma amigable y por un sólo usuario, haciendo más eficientes y prácticos los experimentos de EPR en dicha unidad de investigación.

Descriptores: Resonancia paramagnética electrónica; automatización; *software*; *hardware*.

An automatized data acquisition system, for a VARIAN, E-Line Electron Paramagnetic Resonance (EPR), is presented, in terms of connectivity hardware and data collection software. A connection hub was developed in order to connect all measurement instruments to a data acquisition PC. A device was developed to act as an interface between PC and the VARIAN's field sweeper original equipment (FieldMark II), the software for control was included in that of the data acquisition one. This software version also allow control actions over the acquisition system yielding a non user physical intervention in the EPR set devices. This system permits device control, information collection and signal processing from a single workstation -PC-, in a friendly and single-user scheme, therefore, making the EPR experiments of such research laboratory a more efficient and practical task.

Keywords: Electron paramagnetic resonance; automatization; software; hardware.

PACS: 07.05.Hd; 07.05.Dz

1. Introducción

La resonancia paramagnética electrónica (RPE) es una técnica espectroscópica que ayuda a entender la dinámica y estructura en átomos y moléculas en estado paramagnético. La RPE es una técnica relativamente vieja, data de la finalización de la Segunda Guerra Mundial y desde su descubrimiento hasta nuestros días son muchos los logros alcanzados en el desarrollo de equipos para su detección. A mediados de los años 70 del siglo pasado fueron adquiridos, en nuestro país, tres equipos para detección de RPE de la marca VARIAN línea E. Estos equipos, dados los avances de la electrónica y la obsolescencia de sus partes, ya no son competitivos. Actualmente existen en el mercado dispositivos de adquisición, muestreo, contadores y sistemas de alarmas, que se pueden conectar con una PC. La implementación de estas herramientas permitió desarrollar un sistema para automatizar la adquisición de datos en un equipo EPR (VARIAN línea E) [1], con la finalidad de mejorar la rapidez y calidad para la obtención y procesamiento de datos de los experimentos realizados en dicha unidad. Este sistema de EPR tiene unos 30 años de operación, lo que ha supuesto una serie de adaptaciones [2] para hacerlo cónsono con la tecnología en lo que a registro se refiere y con las estrategias de mantenimiento propias de la

obsolescencia. Como actividad de mejoramiento y de mantenimiento predictivo de dicho sistema, surge la necesidad de realizar una mejora y actualización, presentándose en este trabajo el más reciente aporte de *hardware* y *software* hecho para este sistema de EPR [1].

2. Materiales y métodos

Para la realización de éste proyecto se usó una PC compatible, una tarjeta de Adquisición de Señales DAS08 con 8 entradas simples, resolución de 12-bit (1...4096), 3 contadores, 24-bits E/S digitales, 20 kHz velocidad de muestreo y rango de entradas $\pm 10V$, $\pm 5V$ y $0 - 10V$. Se usaron, además, cables, conectores y tarjetas de conexión, reles de estado sólido, el lenguaje de programación Agilent VEE, un multímetro KEITHLEY 2000 de 6 1/2 dígitos. Se evaluó la tarjeta y se procedió a la instalación y configuración de la misma. Posteriormente se realizó un programa prototipo básico para realizar los primeros ensayos, hasta las señales deseadas. Superada esta etapa se procedió a diseñar la adquisición y se procesaron los datos. El programa se elaboró con bloques básicos tales como: lectura de la señal, ajustes, procesamiento, representación, gráfica y registro de los datos. El elemento de mayor trabajo fue la caracterización de la señal.

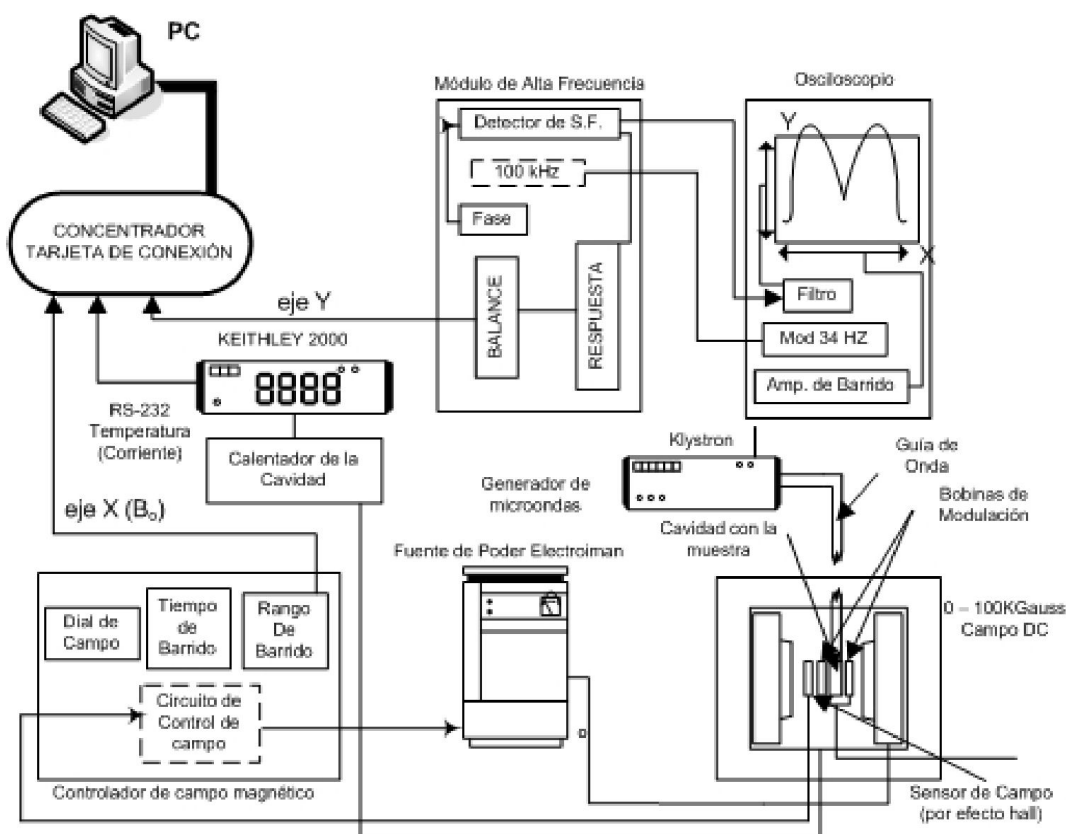


FIGURA 1. Diagrama en bloque del equipo de RPE mostrando las modificaciones hechas al mismo.

3. Resultados experimentales

Los resultados experimentales pueden ser agrupados en dos bloques, el primero tiene que ver con el diseño e implementación del *hardware* para control y el segundo tiene que ver con el diseño e implementación del *software* que sirve de interfase entre el usuario y el equipo.

El diseño de *hardware* consistió en el desarrollo de dispositivos y cables. El primero de los dispositivos es un concentrador de conexiones que permite en forma práctica conectar los distintos instrumentos de medición a un panel de entrada de señales, también desarrollado en el laboratorio, y de allí al PC de adquisición de datos y aislarlos de manera cómoda y sencilla para efectos de servicio y puesta a punto de los instrumentos. La recolección de los datos se realiza a través de la tarjeta de adquisición PCI-DAS 08. Junto con el concentrador se realizaron los distintos cables que unen a los instrumentos con el concentrador y al concentrador al panel de entrada, siguiendo normas de robustez y calidad que aseguran una conexión confiable. En vista de que la nueva versión del sistema de adquisición incluye acciones de control sobre el barrido del campo magnético (que no estaban presentes en adaptaciones anteriores, pues sólo se hacía registro), se desarrolló un dispositivo de control automático que funciona como interfaz entre PC y el componente de la familia VARIAN encargado del barrido de campo, el FIELDMARK II.

En la Fig. 1 se muestra un diagrama en bloques del equipo de RPE, se observan allí las conexiones agregadas al equipo para control del campo magnético y la adquisición de datos. Originalmente el espectro se obtenía en un registrador y su procesamiento se hacía manualmente, lo que podía ser varios órdenes de magnitud más lento que el procedimiento actual. Otra modificación importante es que la temperatura se tomaba haciendo una medida de cuatro puntos en una resistencia; esto significaba leer el voltaje y la corriente en las resistencias para luego ir a una tabla de calibración; ahora se lee directamente el multímetro y se compara con las tablas que están guardadas en disco, esto se hace diez veces a lo largo de todo el espectro, de manera de sensar pequeños cambios en la temperatura a medida que corre el experimento.

El *software* de adquisición de datos fue desarrollado en la plataforma de instrumentación virtual HP VEE 5.0. [3], dado que con el HP VEE está diseñado para aplicaciones en instrumentación electrónica y que el tiempo de desarrollo y la simplicidad para futuras mejoras lo hacen adecuado en el presente [3]. Con esta aplicación se permite la adquisición de los espectros de RPE, su almacenamiento, recuperación y visualización, así como también la personalización de los experimentos pues es posible crear sesiones de usuario no sólo para los datos a almacenar, sino también para los conjuntos de variables y condiciones de registro que pueden almacenarse como plantillas de protocolos. Se ilustran estas características

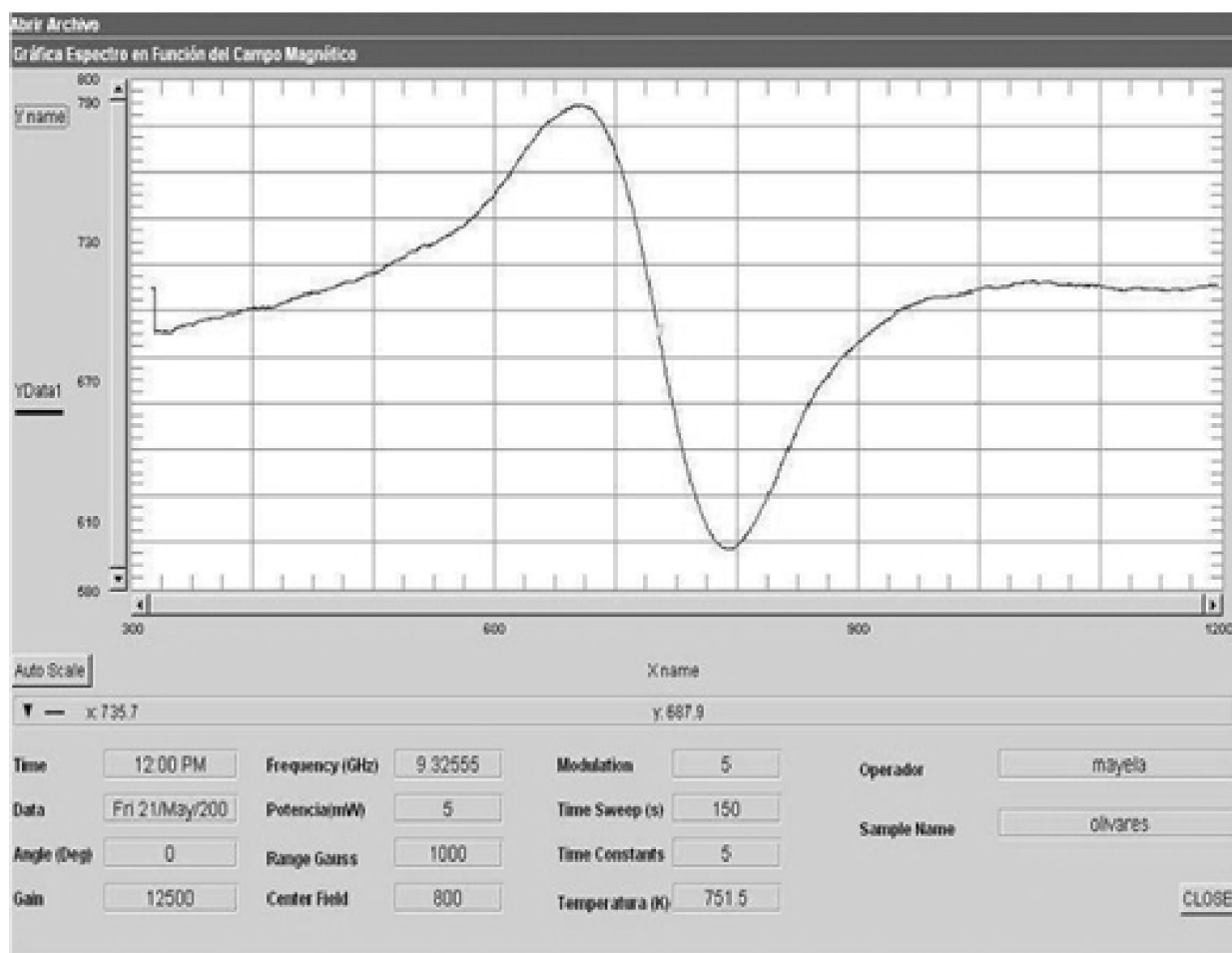


FIGURA 2. Espectro de RPE para una película delgada de Cr-Fe, se muestra la interfaz del usuario.

en la Fig. 2. Esta versión permite a su vez ciertas acciones de control, tales como secuencias de temporización del registro, encendido y apagado del sistema de adquisición, que lo hacen, al menos en estilo, comparable con sistemas modernos de RPE (*i.e.* Bruker, etc). El corazón de estas acciones de control se centra en la manipulación directa del temporizador del Fieldmark II por parte de una librería diseñada para tal fin en HP-VEE a través del interfaz de control automático. En líneas generales, el interfaz de instrumentación virtual cuenta con: botones de selección de funciones generales, botones de selección de funciones para el control automático del campo, visualizador de las variables de operatividad general del equipo (temperatura, frecuencia, visualizador de parámetros de tiempo de barrido, visualizador de la condición del campo magnético y selectores de eje de campo del espectro en Gauss o Factor G).

4. Resumen final

Se presenta al usuario el *software* ML-EPR V 1.0. que cuenta con un interfaz para usuario bajo PC empleando la tarjeta de adquisición DAS-08, y un interfaz de *hardware* externo comprendido por un concentrador y un control automático, así como una serie de cables especiales, los cuales permiten adquirir y enviar datos al equipo RPE en cuestión. Se cuenta ahora con un sistema mucho más amigable al usuario y con prestaciones nuevas para el manejo de los datos, con una arquitectura en *hardware* modular y robusta para efectos de mantenimiento y posteriores mejoras al sistema de adquisición.

1. M. Olivares, "Automatización de adquisición de datos para un sistema de EPR Varian del laboratorio de materia condensada del IVIC: Interfaz de control, cableado y software de Aplicación". Informe de pasantía. Universidad Simón Bolívar-Núcleo del Litoral, agosto 2003.
2. S. Rueda, "Automatización en la adquisición de datos en un

equipo de resonancia paramagnética electrónica Varian Line E". Informe de pasantía. Universidad Simón Bolívar-Núcleo del Litoral, febrero 2003.

3. R. Hansel, *Visual Programming with HP VEE* Mc Graw-Hill. Tercera Edición. 1998. New Jersey (USA).