

# SISTEMA AUTOMÁTICO DE CALIBRACIONES ELÉCTRICAS DE MULTÍMETROS DE 6 ½ DÍGITOS

S. Namor, J. Amado, R. Muñoz  
INTI Córdoba  
snamor@inti.gob.ar

## OBJETIVO

Este trabajo se desarrolla en el ámbito de la metrología eléctrica, en la calibración de multímetros digitales (DMM) de 6 ½ dígitos. Tiene el objetivo de desarrollar y mantener un sistema patrón eléctrico, el cual estará destinado a satisfacer las necesidades metrológicas de los diversos sectores de la sociedad a través de la diseminación de sus exactitudes. La calibración de estos multímetros en forma manual, a diferencia de los multímetros digitales de menor exactitud, resulta un trabajo repetitivo, exigente y susceptible a errores, ya que la cantidad de mediciones involucradas suelen ser numerosas (superiores a 400), y la intervención del operador resulta fundamental, motivo por el cual exige una gran concentración por parte del mismo. Resultan frecuentes los errores de lectura, ingreso de datos y mal conexionado. También se verifica la existencia tiempos muertos (conexionado, ingreso de datos, corrección de valores ingresados, etc.) que provocan que la calibración se extienda en el tiempo. Esta tarea en forma manual demanda un tiempo total de realización de dos a tres jornadas de trabajo de ocho horas.

Con la motivación de brindar una solución eficaz a los problemas expuestos es que se propone desarrollar un sistema automático, con el fin de disminuir los tiempos de realización y minimizar los errores para asegurar la validez, coherencia y equivalencia de las mediciones.

## DESCRIPCIÓN

El sistema está conformado por el conjunto PC, Calibrador y Matriz de Interconexión, al que se le acopla el DMM sometido a calibración (Figura 1). El Calibrador y DMM están vinculados a PC a través de la interfaz IEEE 488-2. Mientras que la Matriz de Interconexión está vinculada a PC a través de la interfaz USB. El control integral de este sistema se lleva a cabo por medio de una aplicación desarrollada en el entorno de programación gráfica LabVIEW. La cual recoge comandos estándar para instrumentos programables (SCPI) que corresponden a los puntos de verificación/calibración, sugeridos por los fabricantes en los manuales de cada equipo [1],

los cuales están previamente cargados en un archivo de texto. Los bornes de salida del calibrador se vinculan con los bornes de entrada del DMM a través de la Matriz de Interconexión (Figura 2). La misma es capaz de vincular de manera eficaz las diferentes configuraciones de interconexión para cada una de las funciones seleccionadas: tensión continua, tensión alterna, corriente continua, corriente alterna, resistencia (2 terminales, 2 terminales compensada, 4 terminales) y frecuencia, así como también el terminal de guarda cuando sea necesario. Esta Matriz de Interconexión se desarrolló íntegramente desde el diagrama eléctrico (esquemático) hasta la placa de circuito impreso (PCB), y está compuesta principalmente por componentes que sean capaces de mantener la exactitud requerida en un sistema de referencia patrón con trazabilidad (ej. componentes capaces de reducir la FEM térmica producida por el contacto de dos metales de distinto material).

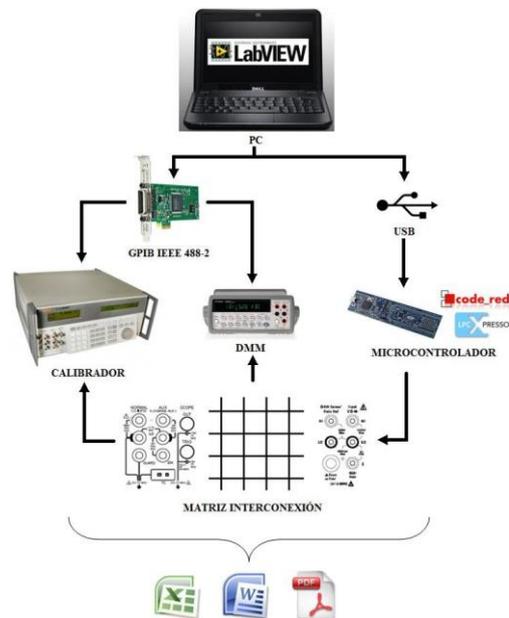


Figura 1: Diagrama en bloques del sistema.

La misma está comandada por medio de un microcontrolador utilizado para aplicaciones en sistemas embebidos (ARM Cortex-M3), el cual a su vez recibe las instrucciones de conexión a través del programa de control vía interfaz USB.

Los equipos se configuran y operan de manera automática hasta obtener la cantidad de mediciones necesarias para asegurar la correcta calibración del DMM en todas sus funciones y rangos. También se monitorean y registran en tiempo real cada valor generado y medido, así como también las condiciones ambientales durante el tiempo que dure la calibración. Las mediciones obtenidas son procesadas y se calculan, valores medios, desviaciones e incertidumbres. Los resultados son exportados a planilla de cálculo MS Excel y de ahí a un documento MS Word. Tanto los registros primarios, como el informe de calibración, se presentan en formato de documento portátil (PDF). Finalmente se ha elaborado un procedimiento que describe el método propuesto utilizando según los requisitos de la Norma IRAM 301 ISO/IEC 17025 [4], el Vocabulario Internacional de Metrología [5] y la Guía para Expresión de Incertidumbre en la Medición [6].

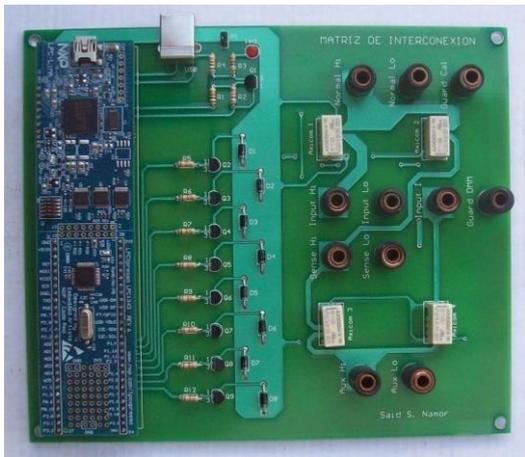


Figura 2: Hardware desarrollado para el sistema.

## RESULTADOS

Los resultados de la calibración del DMM mediante el sistema automático se presentan en la Tabla 1:

Tabla 1: Resultados de la calibración.

	Valor de Referencia	Valor Leído	U95% (k=2)
VCC	10,00000 V	10,00005 V	$\pm 0,00009$ V
ACC	1,00000 A	0,999964 A	$\pm 0,000160$ A
R4W	100,0000 k $\Omega$	100,0004 k $\Omega$	$\pm 0,0020$ k $\Omega$
VCA	1,00000 V @ 1000,0 Hz	0,999329 V	$\pm 0,000140$ V
ACA	1,00000 A @ 1000,0 Hz	0,998966 A	$\pm 0,000400$ A

(\*) VCC: tensión continua, ACC: corriente continua, R4W: resistencia a cuatro terminales, VCA: tensión alterna, ACA: corriente alterna.



Figura 3: Sistema operando con sus componentes integrados.

## CONCLUSIONES

Los resultados experimentales evidencian la eficacia y la robustez de la técnica propuesta, cumpliendo con los objetivos planteados al inicio del proyecto. El sistema efectúa calibraciones eléctricas de forma automática, los tiempos de ejecución se redujeron a una jornada de ocho horas, el hardware de acoplamiento desarrollado es capaz de mantener la exactitud a un año informada por el fabricante del instrumento patrón [3]. Se validó el método de calibración propuesto, se redactó un procedimiento de calibración y se lo documentó. Finalmente se emitió un certificado de calibración donde se pueden ver los resultados arrojados por el sistema desarrollado.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Agilent Technologies (2007), "Agilent 34401A 6 1/2 Digit Multimeter, Users Guide", 7th. Edition.
- [2] Fluke Corporation (1992), "Calibration: Philosophy in Practice", 2nd. Edition, Fluke..
- [3] Fluke Corporation (1998), "5520A Multi - Product Calibrator, Operators Manual".
- [4] IRAM (2005), "IRAM 301\* ISO/IEC 17025 - Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración".
- [5] JCGM (2012), "International Vocabulary of Metrology - Basic and General Concepts and Associated Terms (VIM)", 3rd. Edition.
- [6] JCGM (2008), "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", 1st. Edition.