

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

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

## 1. Objetivo del proyecto

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, involucrando instrumental de referencia patrón operado en forma remota y el diseño integral de un hardware de acoplamiento, el cual estará destinado a satisfacer las necesidades metroológicas de los diversos sectores de la sociedad a través de la diseminación de sus exactitudes.



Figura 1. Sistema operando con sus componentes integrados.

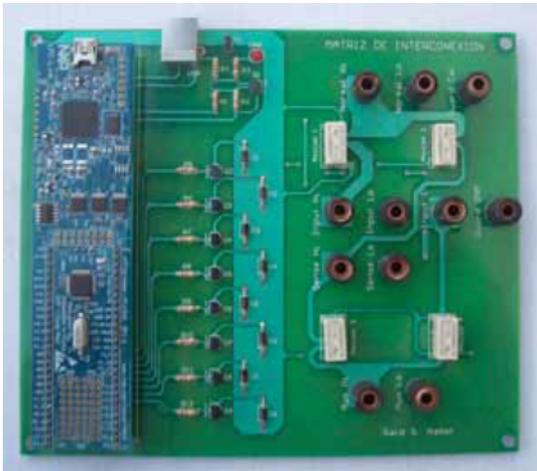


Figura 2. Matriz de interconexión (hardware desarrollado para el sistema).

## 2. Descripción del proyecto

El sistema (figura 1) está conformado por el conjunto PC, calibrador y matriz de interconexión (figura 2), al que se le acopla el DMM sometido a calibración. 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 NI LabVIEW, la cual recoge comandos estándares para instrumentos programables (SCPI) que corresponden a los puntos de verificación/calibración, sugeridos por los fabricantes en los manuales de cada equipo, que 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. 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 (dos terminales, dos terminales compensada, cuatro terminales) y frecuencia. 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). 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).

### Resultados experimentales

|     | Valor de referencia   | Valor leído | U95% (k=2)   |
|-----|-----------------------|-------------|--------------|
| VCC | 10,00000 V            | 10,00005 V  | ± 0,00009 V  |
| ACC | 1,00000 A             | 0,999964 A  | ± 0,000160 A |
| R4W | 100,0000 kΩ           | 100,0004 kΩ | ± 0,0020 kΩ  |
| VCA | 1,00000 V @ 1000,0 Hz | 0,999329 V  | ± 0,000140 V |
| ACA | 1,00000 A @ 1000,0 Hz | 0,998966 A  | ± 0,000400 A |

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

## 3. Logros y resultados del proyecto

Los resultados experimentales evidencian la eficacia y la robustez de la técnica propuesta, cumpliendo con los objetivos planteados al inicio del proyecto. Este sistema es capaz de realizar calibraciones de DMM de forma automática, puede adaptarse con facilidad y rapidez a la calibración de la gran variedad de DMM que existen en el mercado, optimiza los tiempos de ejecución disminuyendo la intervención del operador y los errores que este introduce.

El hardware de acoplamiento desarrollado tiene incorporado un microcontrolador de última generación, es comandado por una aplicación en NI LabVIEW y es capaz de mantener la exactitud a

un año informada por el fabricante del instrumento patrón (calibrador).

Se validó el método de calibración propuesto, se redactó un procedimiento de calibración y se lo documentó de manera de cumplir con los requisitos de la norma IRAM 301 ISO/IEC 17025. Finalmente se emitió un certificado de calibración donde se pueden ver los resultados arrojados por el sistema desarrollado. De esta forma se consigue asegurar la validez, coherencia y equivalencia de las mediciones.