

## Nuevo sistema de alta exactitud para la medición de muy bajas tensiones alternas

Di Lillo, L.; Laiz, H.

Centro de Investigación y Desarrollo en Física (CEFIS)

### RESUMEN

Se desarrolló un sistema de patrones con la incertidumbre necesaria para calibrar los nuevos equipos comerciales de alta exactitud para la transferencia AC-DC y medición de bajas tensiones alternas.

### INTRODUCCIÓN

El sistema desarrollado está basado en tres micropotenciometros ( $\mu$ pot), uno de ellos de corriente nominal de 15 mA y los otros dos de 10 mA, con resistores radiales, diseñados para una mejor respuesta en frecuencia, de 6,84  $\Omega$ , 4,71  $\Omega$ , y 2,22  $\Omega$  respectivamente. Los  $\mu$ pot fueron calibrados mediante un procedimiento de step-down que se describe en el presente trabajo. Asimismo se determinaron las impedancias de entrada de los instrumentos HP3458 y Fluke 792A mediante el

método descrito en [1,2], donde se modela a la impedancia de entrada como un capacitor  $C_{imp}$  en paralelo con una resistencia  $R_{imp}$ . Dicho método consiste en realizar tres mediciones de las diferencias AC-DC del  $\mu$ pot, una de ellas con el resistor radial  $R_m$  del  $\mu$ pot y dos con resistores  $R_1$  y  $R_2$  conectados en serie con el instrumento al cual se le quiere determinar la impedancia de entrada. La misma se calcula como,

$$C_{imp}^2 = \frac{(\delta_2 - \delta_{RM}) - (\delta_1 - \delta_{RM}) \frac{R_2}{R_1}}{0.5(2\pi f)^2 R_2 (R_2 - R_1)} \quad (1)$$

$$\frac{1}{R_{imp}} = \frac{(\delta_1 - \delta_{RM})}{R_1} - 0.5(2\pi f C_{imp})^2 (2R_{RM} + R_1) + \frac{1}{R_0} \quad (2)$$

El esquema utilizado para la calibración de un transfer de baja tensión (p. ej. FLUKE 792A) se muestra en la Fig. (1).

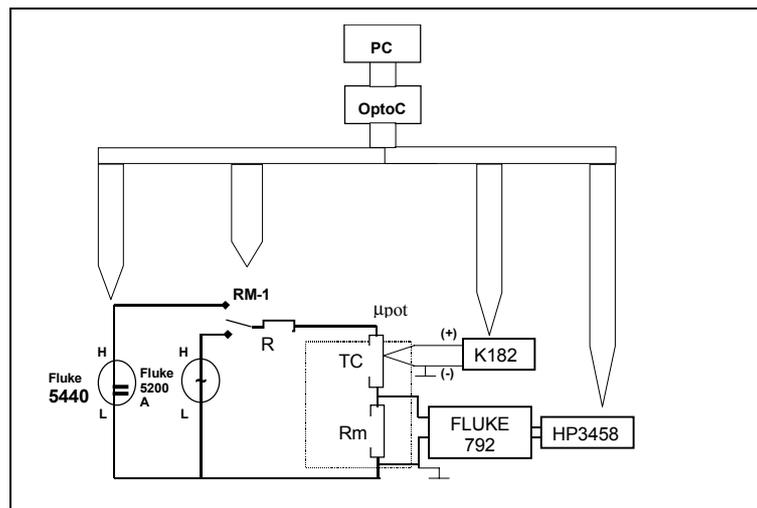


Fig. 1: Esquema de medición utilizado para la calibración del Fluke 792A, donde Fluke 5440 es un calibrador de CC, Fluke 5200 es un calibrador de CA, RM-1 son relés de mercurio controlados por computadora, R es una resistencia limitadora de 150 $\Omega$ . El conjunto TC (convertidor térmico) y Rm (resistor radial) forman el micropotenciometro, K182 es un nanovoltímetro Keithley 182, OptoC es un opto acoplador IOTECH, HP3458 es un multímetro Hewlett Packard 3458, Fluke 792 es un AC-DC Transfer Standard.

El proceso de step-down utilizado para la calibración del Fluke 792A es el que se muestra en la Fig.2. Como control se también se realizan mediciones utilizando un divisor resistivo 10:1 diseñado para esta aplicación.

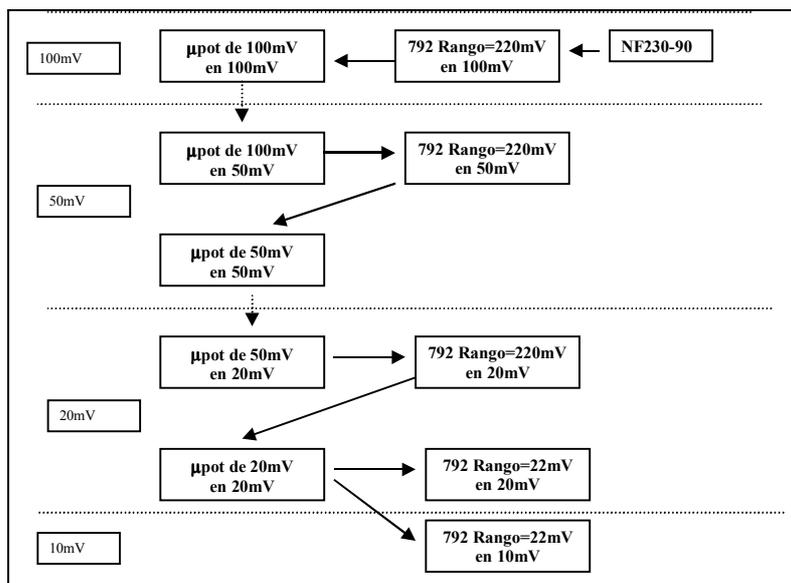


Fig. 2: Diagrama del proceso de step-down utilizado para la calibración del Fluke 792A.

## RESULTADOS

Se muestran los resultados obtenidos para la calibración del Fluke792A con las correspondientes incertidumbres y un ejemplo del budget de incertidumbres.

Tensión	(Diferencia AC-DC ± Incertidumbre) en $\mu\text{V/V}$ a la frecuencia				
	1kHz	20kHz	100kHz	500kHz	1MHz
100mV	(4±6)	(-7±3)	(11±4)	(-37±8)	(-58±15)
10mV	(3±11)	(25±57)	(11±12)	(-93±25)	(-187±62)

Tabla1: Budget de incertidumbre para la calibración del FLUKE 792A en 10mV a 1kHz.

Fuente de incertidumbre	$c_i$	Valor ( $\pm$ )	Distribución	Factor	$v_i$	$u_i$	$u_i$
Desviación standard de las mediciones ( $\delta A$ )	1.0000000	5.00E-06	n	2.0	15	2.50E-06	6.25E-12
Incertidumbre NF230-90	1.0000000	1.00E-05	n	2.0	50	5.00E-06	2.50E-11
Coficiente n del 792	0.0994369	0.00E+00	r	1.7	50	0.00E+00	0.00E+00
Coficiente n del mpot	-0.0000002	5.00E-06	r	1.7	50	-6.27E-13	3.94E-25
Estabilidad de 3458	1.208761548	3.91E-07	r	1.7	50	2.78E-07	7.73E-14
Estabilidad del 182	0.000361985	5.00E-05	r	1.7	50	1.06E-08	1.13E-16
Diferencia AC-DC debido a la imp. de entrada ( $dZ_i$ )	1.0000000	0.00E+00	r	1.7	50	0.00E+00	0.00E+00
Diferencia AC-DC debida al conexionado ( $\delta_{connect}$ )	1.0000000	1.00E-06	r	1.7	50	5.88E-07	3.46E-13
Diferencia AC-DC debida al coef. de temp del 792 ( $\delta_{TK}$ )	1.0000000	5.00E-07	r	1.7	50	2.94E-07	8.65E-14
<b>Incertidumbre Combinada</b>			<b>N (1s)</b>		<b>67</b>	<b>5.64E-06</b>	
<b>Incertidumbre Expandida (k=2)</b>			<b>N (95%)</b>	<b>2.0</b>		<b>1.13E-05</b>	

## CONCLUSIONES

Con el sistema desarrollado se obtuvieron las incertidumbres necesarias para la calibración de los instrumentos más exactos disponibles en el mercado. Estas incertidumbres son las requeridas para participar de las comparaciones internacionales entre INM (Institutos Nacionales de Metrología) al más alto nivel de exactitud.

## Referencias

- [1] I. Budovsky, "A Micropotentiometer-Based System for Low-Voltage Calibration of Alternating Voltage Measurement Standards" IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, Vol 46, N°2, April 1997
- [2] N.M. Oldham, S. Avramov-Zamurovic, "Low-Voltage Standards in the 10Hz to 1MHz Range" IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, Vol 46, N°2, April 1997.

Para mayor información contactarse con:

Lucas Di Lillo – [ldili@inti.gov.ar](mailto:ldili@inti.gov.ar)

[Volver a página principal](#) ◀