Instituto Nacional de Metrología de Colombia

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN / *CALIBRATION CERTIFICATE*

LABORATORIO DE TIEMPO Y FRECUENCIA
TIME AND FREQUENCY LABORATORY

Número de certificado / *Certificate number:* 4859

Objeto / *Object:* UNIVERSAL FREQUENCY COUNTER/TIMER

Tipo / *Type:* 53230A (OPC 010 UOCXO)

Fabricante *Manufacturer:* AGILENT

Número de Serie *Serial number:* MY50001451

Solicitante *Customer:* COLMETRIK S.A.S COLOMBIANA DE METROLOGIA
CALLE 74 NO 57B-38

Ciudad / *City:* BOGOTA D.C.
COLOMBIA

Fecha de calibración / Callibration Date: 2020-07-07

Número de radicación / *Radication number:* 20002618

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario está obligado a calibrar el instrumento a intervalos apropiados.

This calibration certificate documents the traceability to national standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is obliged to have the object calibrated at appropriate intervals.

Este certificado de calibración no puede ser reproducido parcialmente, excepto con autorización del laboratorio que lo emite. Los suplementos de certificados de calibración sin firma no son válidos. */This calibration certificate may not be reproduced other than in full except with the permission of the issuing laboratory. The supplements of the calibration certificates without signature are not valid.*

Los resultados de este certificado solo están relacionados con los objetos calibrados./ *The results of this certificate just are related with the calibrated objects.*

CIPM MRA

Este certificado es consistente con las capacidades de calibración y medición (CMC) que están incluidas en el Apéndice C del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo (CIPM MRA), elaborado por el Comité Internacional de Pesas y Medidas (CIPM). Bajo el CIPM MRA, todos los institutos participantes reconocen la validez de los certificados de calibración y medición de cada uno de los otros participantes para las magnitudes, los intervalos y las incertidumbres de medición especificadas en el Apéndice C (para más detalle ver http://www.bipm.org)/ *This certificate is consistent with the calibration and measurement capabilities (CMCs) that are included in Appendix C of the Mutual Recognition Arrangement (CIPM MRA) drawn up by the International Committee for Weights and Measures (CIPM). Under the CIPM MRA, all participating institutes recognize the validity of each other's calibration and measurement certificates for the quantities, ranges and measurement uncertainties specified in Appendix C (for details see http://www.bipm.org).*

Fecha de expedición *Issue date:*	Calibrado por *Calibrated by:*	Autorizado por *Authorized by:*
	Firmado digitalmente COD1013596422	Firmado digitalmente COD1030526263
2020-07-09	Ingeniera Claudia Fernanda Rodríguez Rodríguez Contratista	Ingeniera Liz Catherine Hernández Forero Profesional Especializado

Instituto Nacional de Metrología de Colombia - INM
Subdirección de Metrología Física
Avenida Carrera 50 No.26- 55 Int. 2 CAN Bogotá D.C.-Colombia
Conmutador: (57- 1) 2542222 - Website: www.inm.gov.co
E-mail: contacto@inm.gov.co - Twitter: @inmcolombia
Código Postal 111321

El progreso es de todos
Mincomercio

1. CONSECUTIVO INTERNO 20/L08-021
Internal number

2. DESCRIPCIÓN DEL INSTRUMENTO
Description of the instrument

Universal Frequency Counter/Timer

- Marca: AGILENT
- Modelo: 53230A
- Número de serie: MY50001451

Características de la base de tiempo:

- Base interna: Option 010 – UOCXO (Ultra High-Stability OCXO);
- Frecuencia(s): 10 MHz;
- Salida de la base de tiempo rotulada “Int Ref Out” en el panel posterior.

Nota: *Características adicionales están descritas en el manual del instrumento.*

3. MÉTODO DE CALIBRACIÓN
Calibration method

La calibración se realizó de acuerdo al procedimiento interno M-01-L08-P-01, usando el método de medición de la diferencia de fase entre las señales de frecuencia provenientes del instrumento patrón y del instrumento bajo calibración. El instrumento patrón es el Oscilador Atómico de Cesio – Patrón Nacional de Tiempo y Frecuencia.

El punto de calibración fue de 10 MHz, esta señal corresponde a la salida de la base de tiempo del instrumento rotulada “Int Ref Out” en su panel posterior.

Se adquirió un dato cada segundo, para un total de 65536 datos con un tiempo aproximado de medición de 18.2 horas.

Se determinó la desviación fraccional de frecuencia $\frac{\Delta f}{f}$, su estabilidad $\sigma_y(\tau)$ y la incertidumbre expandida *U.*

4. CONDICIONES AMBIENTALES
Environmental conditions

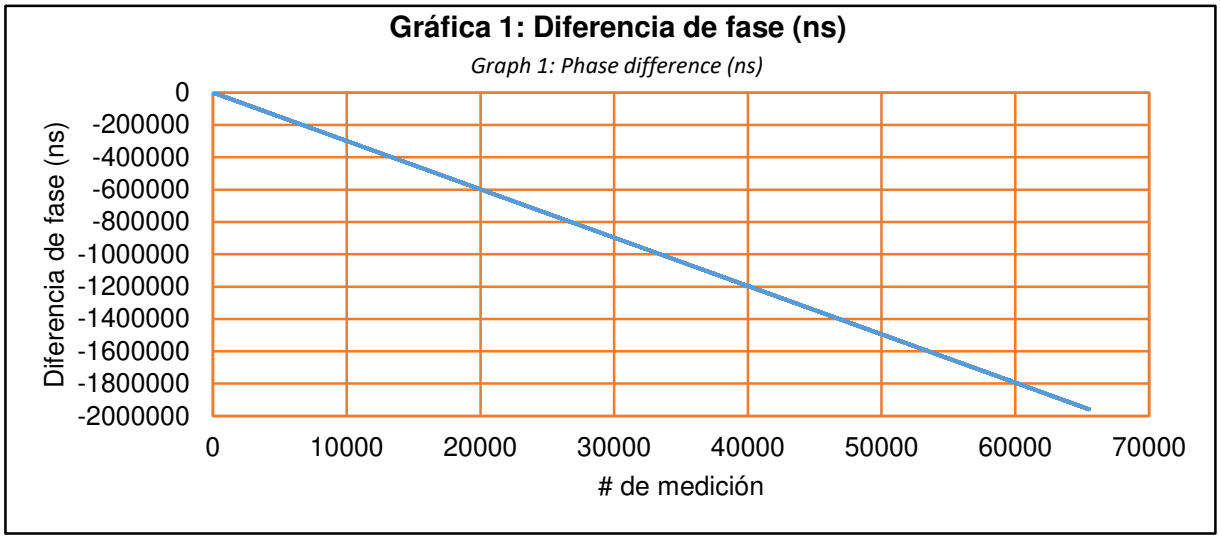
La temperatura en la sala de medición se mantuvo controlada dentro del intervalo de 20 °C a 26 °C.
La humedad relativa en la sala de medición se mantuvo controlada dentro del intervalo de 30 % a 60 %.

5. RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN
Results of calibration

La gráfica 1 muestra el comportamiento de las medidas de diferencia de fase del instrumento patrón y el instrumento bajo calibración.

Gráfica 1: Diferencia de fase (ns)

Graph 1: Phase difference (ns)



Realizando los cálculos respectivos se encuentra que la desviación fraccional de frecuencia $\left(\frac{\Delta f}{f}\right)$ del instrumento bajo calibración es:

$$\frac{\Delta f}{f} = 2.990045 \times 10^{-08}\ \mathrm{Hz/Hz}$$

La estabilidad y la incertidumbre de medición dependen del tiempo de promediación, estos resultados se presentan en la tabla 1 y en la gráfica 2.

Tabla 1. Resultados de la calibración

Tiempo de promediación τ (s)	***Estabilidad*** $\sigma_y(\tau)$ (Hz/Hz)	***Incertidumbre*** U (Hz/Hz)
1	6.80E-10	1.4E-09
2	2.11E-10	4.3E-10
4	1.76E-10	3.6E-10
8	6.46E-11	1.3E-10
16	5.11E-11	1.1E-10
32	2.06E-11	4.2E-11
64	1.32E-11	2.7E-11
128	8.46E-12	1.7E-11
256	4.13E-12	8.3E-12
512	3.04E-12	6.1E-12
1024	2.66E-12	5.4E-12
2048	2.37E-12	4.8E-12
4096	2.02E-12	4.1E-12
8192	2.00E-12	4.0E-12
16384	1.75E-12	3.5E-12
32768	3.60E-13	7.2E-13

El modelo matemático que relaciona los resultados de la calibración es el siguiente:

$$f_{Patrón} = f_{IBC} \times \left(1 + \frac{\Delta f}{f} \pm U\right)$$

Donde: $f_{Patrón}$ = Frecuencia del instrumento patrón.

f_{IBC} = Frecuencia del instrumento bajo calibración.

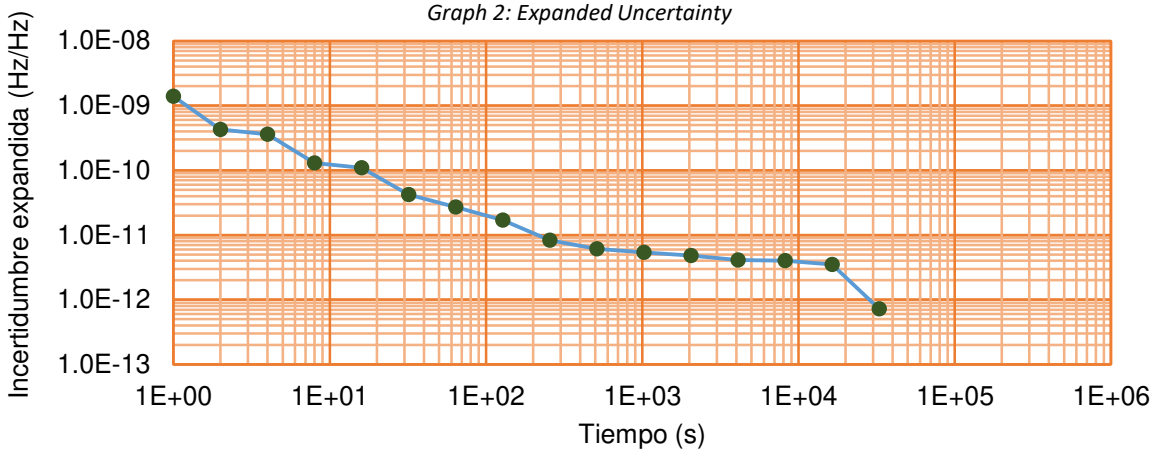
.

$\frac{\Delta f}{f}$ = Desviación fraccional de frecuencia.

U = Incertidumbre expandida.

Gráfica 2: Incertidumbre expandida

Graph 2: Expanded Uncertainty



6. INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

Measurement uncertainty

La incertidumbre *U* reportada (ver sección 5), de la desviación fraccional de frecuencia, se determinó multiplicando la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura $k = 2.00$, con el cual se logra una probabilidad de cobertura del 95.45 % aproximadamente para una distribución normal.

La incertidumbre de medición fue estimada de acuerdo con el documento: **JGCM 100:2008.** GUM 1995 con correcciones menores. **Evaluación de los datos de medición – Guía para la Expresión de la Incertidumbre de Medida.** JGCM organizaciones miembro (BIPM, IEC, IFCC, ILAC, ISO, IUPAC, IUPAP y OIML). Primera Edición Septiembre 2008.

7. TRAZABILIDAD DE LA MEDICIÓN

Traceability

Se utilizaron los siguientes patrones:

Sistema de medición	Fabricante	Modelo	Serie	Cadena de trazabilidad metrológica
Oscilador atómico de Cesio Patrón Nacional de Tiempo y Frecuencia	Microsemi	5071A	US49353454	SIMTN (SIM Time Network) Common-View Measurement System
Generador de frecuencia	Symmetricom	AOG–110	0100000076	

8. OBSERVACIONES
Additional information

Para el tiempo de calentamiento, se tuvo en cuenta la recomendación de fabricante (Agilent ahora Keysight) en cuanto a la exactitud y estabilidad del oscilador interno (base de tiempo) del contador cuando el instrumento se mantiene apagado por un periodo largo de tiempo; el contador se dejó estabilizar por un periodo de tiempo de 72 h.

Los documentos de referencia son:

· Agilent Technologies, "*Agilent 53220A/53230A, 350 MHz Universal Frequency Counter / Timer, User's Guide*", Manual Part Number 53220-90001, p. 70, Agilent Technologies Inc., Second Edition, September 2011.

· Keysight Technologies, *"Keysight 53210A/53220A/53230A, 350 MHz Universal Frequency Counter / Timer, Assembly Level Service Guide"*, Manual Part Number 53220-900010, p. 37, Keysight Technologies, Edition 8, March 2018.

Este certificado emplea punto (.) en línea como separador decimal, de acuerdo con la 10ª Resolución de la 22ª CGPM de 2003 y la Resolución DG-210-2015 del 12 de agosto de 2015 del INM.

Se adhiere al instrumento la estampilla de calibración **No. 4859.**

Fin del Certificado de Calibración
End of Calibration Certificate

Instituto Nacional de Metrología de Colombia - INM
Subdirección de Metrología Física
Avenida Carrera 50 No.26- 55 Int. 2 CAN Bogotá D.C.-Colombia
Conmutador: (57- 1) 2542222 - **Website**: www.inm.gov.co
E-mail: contacto@inm.gov.co - Twitter: @inmcolombia
Código Postal 111321

El progreso es de todos
Mincomercio