



## Certificado de calibración / medición

OT N° FM-102-14911 Único  
N° de páginas del certificado: 9

**Objeto** Receptor satelital GPS

**Fabricante / Marca** EDACI

**Modelo / Número de serie** Reloj Digital RD-01 (GPS-7) / 002

**Determinaciones requeridas**


- a) Calibración de base de tiempo (1 pps)
- b) Calibración del pulso de salida demorado
- c) Calibración de la señal de salida de tiempo con estroboscopio (1 pps)

**Fecha de calibración / medición** 17 de agosto de 2011

**Solicitante**

EDACI SRL  
Lynch 2684  
(1754) SAN JUSTO – Bs. As.

Buenos Aires, 24 de agosto de 2011

  
LIC. LUCAS D. DI LILLO  
COOR. ELECTRICIDAD  
FÍSICA Y METROLOGÍA  
INTI

  
DANIEL N. PEREZ  
U.T. ELECTRICIDAD  
FÍSICA Y METROLOGÍA  
INTI

  
ING. ELECTRONICO  
WALTER F. ADAD  
FÍSICA Y METROLOGÍA  
INTI

Este certificado documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, los cuales representan a las unidades de medida en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización del INTI. Los resultados se refieren exclusivamente a los elementos recibidos, el INTI declina toda responsabilidad por el uso indebido o incorrecto que se hiciera de este certificado.

Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren a las condiciones en que se realizaron las mediciones. El usuario es responsable de la calibración a intervalos apropiados.



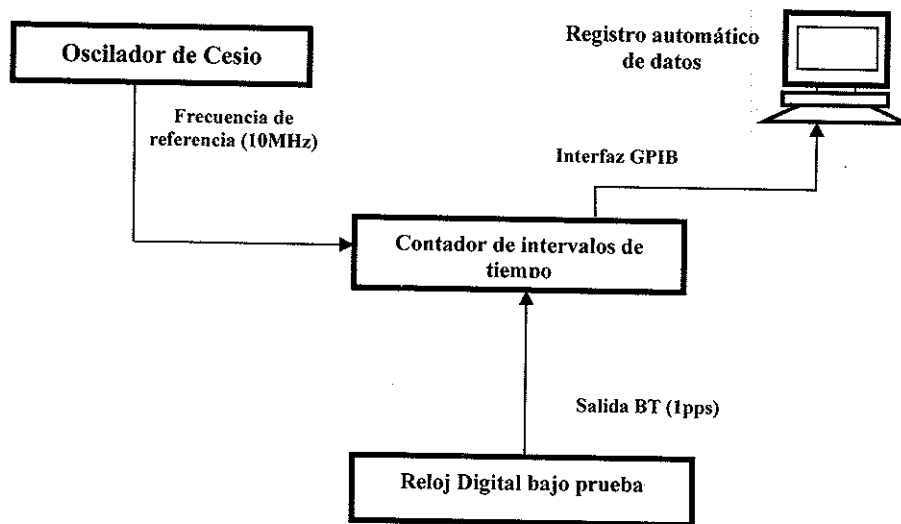
### Metodología empleada

#### a) Calibración de la base de tiempo (1 pps)

El instrumento fue calibrado en forma automática utilizando un Contador de Frecuencia marca Agilent modelo 53132A, conectando su base de tiempo a un Oscilador de Referencia Primaria de Cesio, marca Agilent modelo 5071.

Se determinó el tiempo promedio, la desviación fraccional y la estabilidad de la señal de salida de tiempo de 1 pps del receptor bajo calibración. Para esto, se midió la salida del mismo, conectándola a la entrada del contador de referencia. La adquisición de datos fue realizada a través de una computadora conectada al contador, utilizando un tiempo de promediación ( $\tau$ ) de 10 segundos.

A continuación se muestra el esquema de medición utilizado:

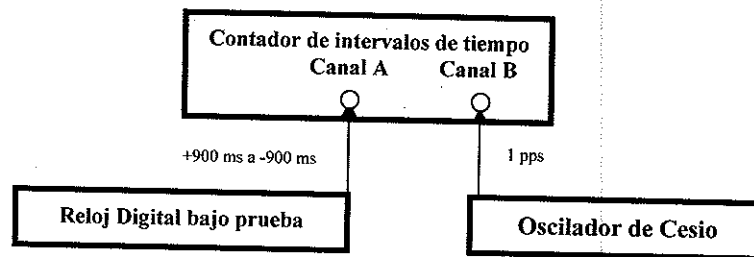


#### b) Calibración del pulso de salida demorado

Las señales de salida de pulsos demorados del receptor bajo prueba (+900 ms a -900 ms), fueron calibradas en pasos de 100 ms y 10 ms utilizando las funciones estadísticas del contador de referencia.

Para ello, se conectó el Canal A del contador de referencia al terminal de salida del reloj bajo prueba y simultáneamente el Canal B a una señal de 1 pps proveniente del oscilador de cesio. Luego se realizaron series de 200 mediciones de la diferencia entre ambos canales.

El esquema de medición utilizado es el siguiente:



*c) Calibración de la señal de salida de tiempo con estroboscopio (1 pps)*

Se utilizó el mismo procedimiento y esquema de medición del punto a) intercalando una pistola estroboscópica identificada GPS-7-P entre el terminal de salida del reloj digital y el contador de referencia a través de un sistema fotoreceptor – contador diseñado especialmente. En este caso se registraron valores con tiempos de promediación ( $\tau$ ) de 2 segundos.

**Condiciones de medición**

La calibración del equipo se inició pasadas 48 horas de encendido en el laboratorio donde se realizaron las mediciones, al sólo efecto de obtener una adecuada estabilización térmica del mismo,

**Condiciones ambientales**

Temperatura ambiente de medición:  $(23 \pm 1) ^\circ\text{C}$   
Humedad relativa ambiente:  $(45 \pm 10) \%$



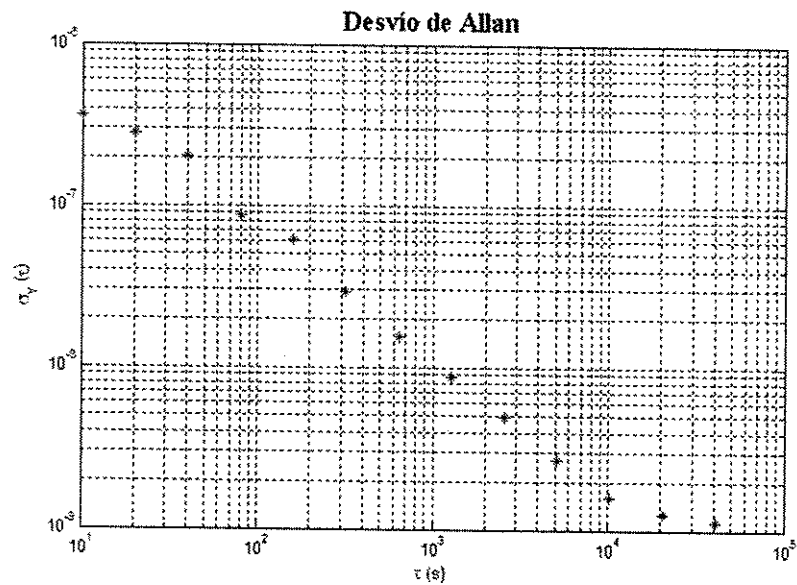
**Resultados:**

**a) Calibración de la señal de salida de tiempo (1 pps)**

**1 – Estabilidad de la base de tiempo:**

$\tau$ [ s ]	$\sigma_y(\tau)$
10	3.63E-07
20	2.83E-07
40	2.00E-07
80	8.78E-08
160	6.19E-08
320	2.92E-08
640	1.54E-08
1280	8.69E-09
2560	4.95E-09
5120	2.72E-09
10240	1.59E-09
20480	1.25E-09
40960	1.12E-09

**Tabla 1 – Raíz de la Varianza de Allan en función del tiempo de promediación**



**Figura 1 – Estabilidad de la base de tiempo del reloj digital bajo prueba**



2 - Tiempo promedio =  $0.9999992852 \text{ s} \pm 2 \sigma_y (\tau)$

3 - Desviación fraccional de tiempo  $\left( \frac{\Delta T}{T} \right)$

$$\left( \frac{\Delta T}{T_0} \right) = -7,15\text{E-}07 \pm 2 \sigma_y (\tau)$$

donde :  $\frac{\Delta T}{T_0} = \frac{T - T_0}{T_0}$

$T$  = Señal de salida (1 pps) medido

$T_0$  = Valor nominal

El factor 2 en la desviación de Allan es el factor de cobertura descrito en la Guía BIPM/ISO para la expresión de incertidumbre de las mediciones.

b) *Calibración del pulso de salida demorado*

Valor Nominal [ms]	Desvío [ms]	U [ms]
-900	0,12590	6,59E-05
-800	0,22228	9,52E-05
-700	0,31878	9,52E-05
-600	0,4151	1,10E-04
-500	0,5115	3,36E-04
-400	0,6080	1,19E-04
-300	0,70448	8,27E-05
-200	0,80091	5,25E-05
-100	0,89723	2,07E-05
100	0,12591	8,50E-05
200	0,22230	1,11E-04
300	0,31876	4,62E-05
400	0,41520	1,05E-04
500	0,51164	6,83E-05
600	0,6080	1,45E-04
700	0,70450	1,19E-04
800	0,80096	8,56E-05
900	0,8973	2,66E-04

Tabla 2a – Comportamiento de la salida de pulsos demorados cada 100 ms



Valor Nominal [ms]	Desvío [ms]	U [ms]
-90	0,90687	9,15E-05
-80	0,9163	3,68E-04
-70	0,9260	4,99E-04
-60	0,9356	3,04E-04
-50	0,944	1,79E-03
-40	0,954	1,56E-03
-30	0,9645	1,46E-04
-20	0,97418	4,16E-05
-10	0,98378	4,06E-05
10	0,03903	5,30E-05
20	0,0483	7,54E-04
30	0,0581	3,65E-04
40	0,673	7,23E-03
50	0,07761	1,25E-05
60	0,0871	3,10E-04
70	0,0964	8,53E-04
80	0,1063	6,31E-04
90	0,11640	9,36E-06

Tabla 2b – Comportamiento de la salida de pulsos demorados cada 10 ms

c) Calibración de la señal de salida de tiempo con estroboscopio (1 pps)

1 – Estabilidad de la base de tiempo:

$\tau$ [s]	$\sigma_y(\tau)$
2	2,47E-06
4	1,32E-06
8	9,02E-07
16	6,61E-07
32	5,30E-07
64	5,20E-07
128	5,99E-07
256	7,47E-07
512	6,61E-07

Tabla 3 – Raíz de la Varianza de Allan en función del tiempo de promediación con pistola estroboscópica

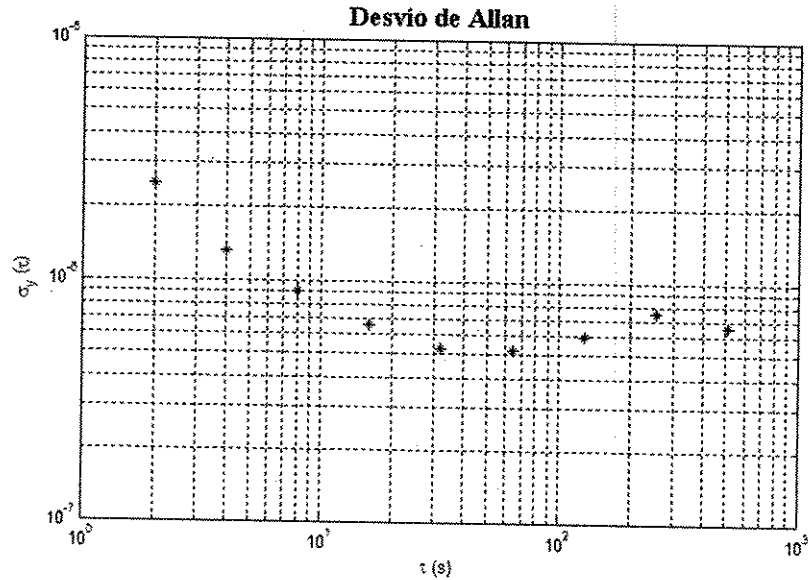


Figura 2 – Estabilidad de la base de tiempo del reloj digital bajo prueba con pistola estroboscópica

2 - Tiempo promedio =  $0.9999997784 \text{ s} \pm 2 \sigma_y(\tau)$

3 - Desviación fraccional de tiempo  $\left(\frac{\Delta T}{T}\right)$

$$\left(\frac{\Delta T}{T_0}\right) = -2,27 \text{ E-}07 \pm 2 \sigma_y(\tau)$$

donde :  $\frac{\Delta T}{T_0} = \frac{T - T_0}{T_0}$

$T$  = Señal de salida (1 pps) medido  
 $T_0$  = Valor nominal

El factor 2 en la desviación de Allan es el factor de cobertura descrito en la Guía BIPM/ISO para la expresión de incertidumbre de las mediciones.



### Observaciones

Las columnas "Desvío" en las Tablas 2a y 2b muestran la diferencia entre el valor promedio medido de los pulsos demorados y los de referencia.

Las columnas "U" en las mismas tablas, indican la incertidumbre expandida asociada con cada valor medido. Fue calculada multiplicando la incertidumbre estándar combinada por un factor de cubrimiento  $k=2$ . Esto corresponde a un nivel aproximado de confianza del 95 %, bajo suposición de distribución normal.

No contiene términos que contemplen el comportamiento a largo plazo del instrumento sometido a calibración.

Las mediciones involucradas en este certificado están vinculadas al patrón de Tiempo y Frecuencia mantenido en el INTI según la legislación vigente, el cual representan a la unidad física de medida en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren a las condiciones en que se realizaron las mediciones y/o ensayos.

El usuario es responsable de la calibración del objeto a intervalos apropiados.





El INTI es el máximo órgano técnico de la República Argentina en el campo de la Metrología. Es función legal del INTI la realización y mantenimiento de los patrones de las unidades de medida, conforme al Sistema Internacional de Unidades (SI), así como su diseminación en los ámbitos de la metrología científica, industrial y legal, constituyendo la cúspide de la pirámide de trazabilidad metrológica en la República Argentina. Los Certificados de Calibración/Medición emitidos por el INTI y por los Institutos Designados por el INTI en las magnitudes no cubiertas por éste, garantizan que el elemento calibrado posee trazabilidad a los patrones nacionales realizados y mantenidos por el propio INTI y los Institutos Designados por el INTI.

Con el fin de asegurar la validez, coherencia y equivalencia internacional de sus mediciones, el INTI, como miembro del Sistema Interamericano de Metrología (SIM), participa junto con otros Institutos Nacionales de Metrología en comparaciones interlaboratorios organizadas por las diferentes Organizaciones Metrológicas Regionales (OMR) o por el propio Comité Internacional de Pesas y Medidas (CIPM), a través de sus Comités Consultivos.

El INTI es asimismo firmante del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo de Patrones Nacionales de Medida y Certificados de Calibración y de Medición emitidos por los Institutos Nacionales de Metrología (CIPM-MRA), redactado por el Comité Internacional de Pesas y Medidas, por el que todos los Institutos participantes reconocen entre sí la validez de sus Certificados de Calibración y de Medición para las magnitudes, campos e incertidumbres especificados en el Apéndice C del Acuerdo, el cual refleja las Capacidades de Medición y Calibración (CMC) aceptadas a nivel internacional, soportadas por comparaciones internacionales y realizadas bajo un sistema de gestión de la calidad basado en la norma ISO/IEC 17025. Este Acuerdo constituye la respuesta a la creciente necesidad de un esquema abierto, amplio y transparente para brindar a los usuarios información cuantitativa confiable sobre la comparabilidad de los servicios nacionales de metrología, proporcionando la base técnica para acuerdos más amplios en el comercio internacional y en los ámbitos reglamentados.

Las CMCs declaradas por cada participante del CIPM-MRA son aceptadas por los demás mediante un complejo procedimiento de evaluaciones, que en cada caso puede demandar varios años de actividad, hasta llegar a ser incorporadas en el Apéndice C de la base de datos que mantiene la Oficina Internacional de Pesas y Medidas (Bureau International des Poids et Mesures - BIPM) en el sitio web <http://www.bipm.org>. Desde la firma del Acuerdo en 1999 hasta la fecha, el INTI ya ha presentado sus CMCs más relevantes en todas las magnitudes y continúa ampliando sus declaraciones.

Fin del Certificado

---

#### INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA INDUSTRIAL

- ▶ En Buenos Aires  
fisicaymetrologia@inti.gov.ar · electronicaeinformatica@inti.gov.ar · mecanica@inti.gov.ar  
Colectora de Av. Gral. Paz 5445, e/ Albarelos y Av. de los Constituyentes - CC 157 (B1650WAB) - San Martín, Prov. de Buenos Aires, Argentina.  
Tel. 54 011 4724-6200 / 6300 / 6400.
- ▶ En Córdoba  
cba@inti.gov.ar  
Av. Vélez Sársfield 1561 - CC 884 (X5000JKC) Córdoba, Prov. de Córdoba, Argentina. Tel.: 54 0351 469-8304 / 684835 Fax: 54 0351 4699459.
- ▶ En Rafaela  
raf@inti.gov.ar  
Ruta Nacional 34 km 227,6 · (S2300WAC) Rafaela, Prov. de Santa Fe, Argentina. Telefax: 54 03492 440471.
- ▶ En Rosario  
ros@inti.gov.ar  
Edificio INTI Esmeralda y Ocampo (S2000FHQ) Rosario - Prov. de Santa Fe, Argentina. Telefax: 54 0341 481-5976 / 482-3283 / 482-1030.
- ▶ En Mar del Plata  
mdq@inti.gov.ar  
Marcelo T. de Alvear 1168 - C.C. B7603AAX · Mar del Plata - Buenos Aires · Argentina. Teléfono (54 223) 480 2801.
- ▶ En cualquier otro lugar del país: consultar sin cargo al 0800-444-4004, a consultas@inti.gov.ar o en [www.inti.gov.ar](http://www.inti.gov.ar).