

# El INTI en la primera comparación interamericana en aceleración en el marco del SIM

Taibo, L. N.; Barceló, L. E.

Centro de Investigación y Desarrollo en Física (CEFIS)

## RESUMEN

El Laboratorio de Vibraciones (UT Acústica, CEFIS), participó en la primera comparación interamericana en aceleración, en el marco del SIM (Sistema Interamericano de Metrología). Los otros Institutos Nacionales de Metrología participantes fueron: National Institute of Standards and Technology (NIST - EEUU), National Research Council (NRC - Canadá), Centro Nacional de Metrología (CENAM - México) e Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade (INMETRO - Brasil). Los equipos viajeros consistieron en tres acelerómetros piezoeléctricos y un amplificador acondicionador de señales. Los acelerómetros se calibraron en forma absoluta por interferometría láser, según el método normalizado por ISO [2]. Las mediciones se efectuaron de forma circular, comenzando y finalizando en el NIST. En el presente trabajo se describe brevemente el sistema desarrollado en INTI [3], el cual posee una disposición diferente a la de los otros laboratorios, permitiendo que el excitador electrodinámico funcione en su posición normal de trabajo, es decir, verticalmente. Se presentan los resultados obtenidos por INTI en la intercomparación, concluyéndose que la metodología implementada arrojó resultados muy satisfactorios frente a los valores obtenidos por el conjunto de los participantes.

## 1. DESCRIPCIÓN DE LA INTERCOMPARACIÓN

En 1996 se efectuó el I<sup>er</sup> Simposio Brasileiro de Metrología en Acústica y Vibraciones<sup>[1]</sup>, y se planteó la necesidad de llevar a cabo una primera comparación internacional en aceleración, que permitiera evaluar las capacidades metrológicas de los institutos nacionales, NMIs, de los países integrantes del SIM, con vistas a lograr el reconocimiento mutuo en el área de vibraciones. En esa oportunidad, se firmó un compromiso de participación por parte de los NMIs presentes y se elabó

boró un proyecto de trabajo tentativo que fue acordado posteriormente por los demás participantes, quedando la organización administrativa del proyecto a cargo del CENAM (México). Los patrones viajeros consistían en tres acelerómetros piezoeléctricos de distinta sensibilidad, uno del tipo "single-ended" y dos del tipo "double-ended". También se incluyó un amplificador de carga acondicionador de las señales de salida de los respectivos acelerómetros.

Tabla I.

Descripción de los equipos viajeros.

Equipo	Fabricante	Modelo	Tipo
Acelerómetro	Brüel & Kjaer	8305	Double-ended
Acelerómetro	Kistler	8002 K	Single-ended
Acelerómetro	Endevco	2270 M8	Single-ended
Amplificador carga	Brüel & Kjaer	2626	

Las calibraciones tuvieron lugar durante 1998 y 1999 en forma circular, comenzando en el NIST que actuaba como laboratorio piloto, luego a los otros participantes en forma secuencial, permaneciendo dos meses en cada lugar, para finalmente regresar al NIST. Allí se volvían a efectuar las calibraciones a fin de verificar algún corrimiento sistemático debido al posible deterioro de los equipos durante el traslado, a pesar de que los patrones eran llevados en mano de laboratorio a laboratorio para preservar su integridad.

El método empleado para la calibración absoluta en aceleración de los patrones fue el de interferometría láser [2], normalizado según ISO 5347 [2].

## 2. MÉTODO INTERFEROMÉTRICO EN INTI

La calibración absoluta de acelerómetros consiste en determinar su sensibilidad de carga ( $pC/ms^{-2}$ ), es decir, la relación entre la salida eléctrica y la amplitud vibratoria a la que está sometido el transductor. La técnica

interferométrica permite medir el desplazamiento del transductor, obteniéndose la amplitud de aceleración para las respectivas frecuencias de excitación.

El método implementado en INTI<sup>[3]</sup> posee una disposición vertical del interferómetro y del excitador de vibraciones, en su posición normal de trabajo. Esto configura un sistema de mayor simplicidad y dimensiones reducidas respecto de los tradicionales de disposición horizontal. El diseño consta básicamente de dos sistemas mecánicos independientes, uno para montaje del equipo de excitación y otro para la colocación del láser y los elementos ópticos (ver Fig. 1). La mesa óptica está montada sobre aisladores activos autonivelantes dentro de  $\pm 0,25$  mm, con una frecuencia de resonancia vertical  $< 1,35$  Hz y transmisibilidad vertical a 5 Hz  $< 0,1$ .

La medición de la amplitud vibratoria se efectúa mediante la división del haz del láser en dos rayos, uno que incide sobre un espejo de referencia y otro que, en dirección vertical y pasando por un orificio de la mesa, incide sobre el elemento vibrante. Recombinados, ambos rayos producen una sucesión de máximos y mínimos de intensidad luminosa a medida que el movimiento vibratorio altera la longitud de uno de los caminos ópticos.

### 3. RESULTADOS

Las diferencias normalizadas respecto de la media estuvieron dentro de  $\pm 0,5$  % hasta 1 kHz y  $\pm 1,0$  % entre 3,5 y 5 kHz. A la frecuencia de referencia (159,2 Hz), todas las diferencias normalizadas estuvieron dentro de  $\pm 0,3$  %. Estos valores están comprendidos dentro de los límites de error establecidos por la norma ISO 5347-1<sup>[2]</sup>, de  $\pm 0,5$  % a la frecuencia de referencia,  $\pm 1$  % hasta 1000 Hz inclusive y  $\pm 2$  % para frecuencias superiores a 1000 Hz.

### 4. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos fueron altamente satisfactorios de acuerdo con el análisis y conclusiones de la reunión final del SIM [4]. Posteriormente fueron presentados al CCAUV del BIPM en su reunión de octubre del 2001. Se convino en continuar con el intercambio técnico con vistas a un futuro reconocimiento mutuo de los INMs en sus procedimientos de calibración absoluta de acelerómetros patrón.

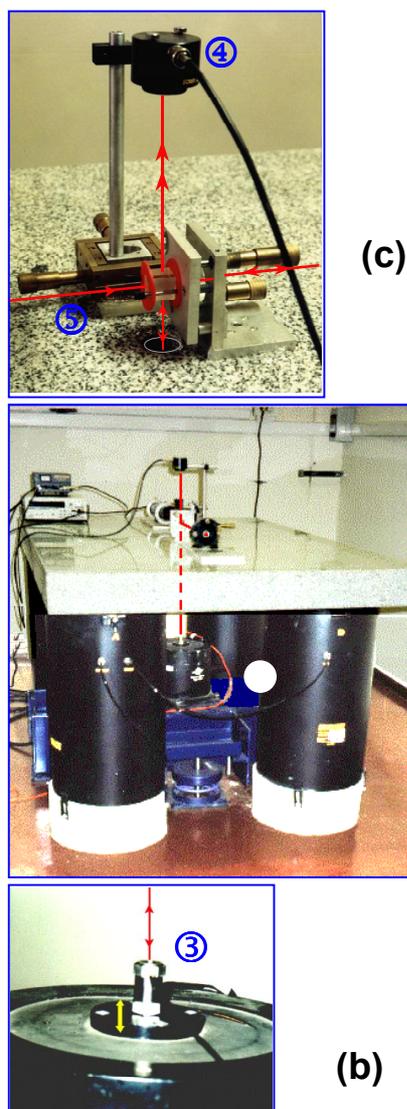


Fig. 1: (a) Vista general del montaje interferométrico para calibración de acelerómetros. Los trazos rojos indican los caminos del haz del láser, ① interferómetro, ② excitador de vibraciones, (b) Vista cercana del acelerómetro en calibración, ③, (c) Vista cercana del interferómetro ④ fotodetector y ⑤ cubo divisor.

### Referencias

- [1] Taibo, L. "Metrología en Acústica y Vibraciones en el INTI", disertación invitada mesa redonda "Metrología em Acústica e Vibrações no Âmbito das Américas", I Simpósio Brasileiro de Metrologia em Acústica e Vibrações, Petrópolis, 1996.
- [2] ISO 5347(1993): "Methods for the calibration of shock & vibration pickups - Part 1: Primary Vibration calibration by laser interferometry".
- [3] Taibo, L., Barceló, L., Dittmar, W. y Riganti, J.: "Implementación de Técnica Interferométrica para Calibración de Acelerómetros", 2as. Jornadas de Desarrollo Tecnológico '98, INTI, octubre 1998.
- [4] Reunión SIM del Grupo de Acústica y Vibraciones, Buenos Aires, 26 - 27 de Julio, 2001.

Para mayor información contactarse con:

Lucía N. Taibo - [luciat@inti.gov.ar](mailto:luciat@inti.gov.ar)  
Lucía E. Barceló - [lubar@inti.gov.ar](mailto:lubar@inti.gov.ar)

[Volver a página principal](#) ◀