

CALIBRACIÓN DE ESTROBOSCOPIOS UTILIZANDO UN SISTEMA DE MEDICIÓN DE FRECUENCIAS

Henry Diaz, Luis Palma
 Instituto Nacional de Calidad (INACAL)
 Calle Las Camelias 815, San Isidro, Lima - Perú
 (511) 6408820 anexo 1512, hdiaz@inacal.gob.pe

Resumen: Los estroboscopios permiten medir la velocidad de giro de una maquina sin contacto físico, debido a que en el país no se contaba con un sistema o equipamiento adecuado para poder realizar su calibración se desarrolló un sistema de medición de frecuencias para poder calibrar estroboscopios por medición directa con una incertidumbre de medición mejor o igual que 0,1 $\mu\text{Hz}/\text{Hz}$.

1. INTRODUCCIÓN

Los estroboscopios o lámparas estroboscópicas se utilizan principalmente para congelar el movimiento de las máquinas y conocer la velocidad del eje de rotación, leer información de piezas o detectar algún problema sin necesidad de detenerlas. En metrología los estroboscopios son utilizados ya sea como fuente o como patrón para la calibración de tacómetros ópticos. Debido a la importancia de estos instrumentos en el Laboratorio de Tiempo y Frecuencia del INACAL (antes SNM - INDECOPI) se desarrolló un sistema de medición de frecuencias utilizando como patrón un contador de frecuencias de tal forma que registre una lectura proporcional en Hertz (Hz) a la frecuencia de los impulsos de luz que genera el estroboscopio en revoluciones por minuto (rpm) para lo cual es necesario tener en cuenta la siguiente relación: 1 Hz = 60 rpm [1].

2. CIRCUITO RECEPTOR DE IMPULSOS DE LUZ

El circuito receptor de impulsos de luz está conformado por una etapa de recepción de impulsos de luz y una etapa de acondicionamiento de señal, los cuales se encuentran alimentados por una fuente de tensión continua de 5 V. La etapa de recepción de impulsos de luz consta de un fototransistor ST1KL3B para capturar los impulsos de luz emitidos por el estroboscopio de tal forma que el fototransistor convierte la señal de luz capturada en una señal de corriente cada vez que recibe estos impulsos de luz. Esta señal capturada tiene la misma frecuencia de los impulsos de luz emitidos por el estroboscopio. Se escogió el fototransistor ST1KL3B por tener alta sensibilidad, respuesta angular estrecha, permite detectar valores de frecuencias menores a 1 Hz y trabaja en el espectro visible.

La etapa de acondicionamiento de señal consta de una resistencia de 10 Ω y un comparador LM393N. Con la resistencia se acondiciona la señal capturada en una señal de tensión de 1,8 V y con el comparador se limita el pase de señales que cuenten con una amplitud menor a 1,5 V, de tal forma que el comparador actúa como un filtro para evitar el pase de señales no deseadas. Finalmente se obtiene una señal acondicionada con la misma frecuencia de los impulsos de luz emitidos por el estroboscopio que puede ser medida con un contador de frecuencias. En la Fig. 1 se muestra el diagrama de bloques del circuito receptor de impulsos de luz.

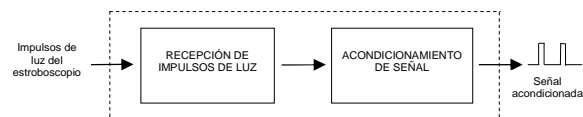


Fig. 1. Diagrama de bloques del circuito receptor de impulsos de luz.

3. SISTEMA DE MEDICIÓN DE FRECUENCIAS DEL INACAL

En el Laboratorio de Tiempo y Frecuencia del INACAL se distribuye una señal de 5 MHz proporcionada por nuestro oscilador de Cesio Symmetricom 5071A. Este patrón pertenece a la red virtual "SIM Time Network" [3], la cual es una red de comparaciones continuas de diversos osciladores patrones de los países del Sistema Interamericano de Metrología (SIM). Gracias a esta herramienta obtenemos trazabilidad válida al Tiempo Universal Coordinado (UTC) a través de los países que contribuyen al UTC. Esta frecuencia patrón es utilizada para mejorar la base de tiempo de nuestros equipos que cuenta con referencia externa, la cual es una técnica muy utilizada por

diversos países. El sistema de medición de frecuencias del INACAL está compuesto por un contador de frecuencias Fluke PM6690 y un circuito receptor de impulsos de luz. En la Fig. 2 se muestra una foto del sistema de medición de frecuencias.

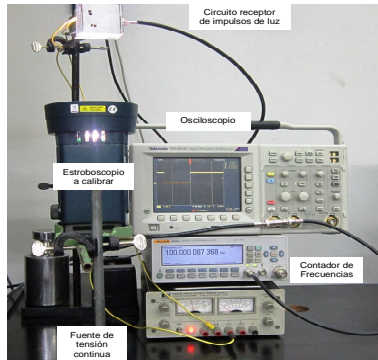


Fig. 2. Foto del sistema de medición de frecuencias.

4. CARACTERIZACIÓN DEL RUIDO DEL SISTEMA DE MEDICIÓN DE FRECUENCIAS DEL INACAL

El sistema de medición de frecuencias del INACAL debe ser caracterizado para poder evaluar el ruido del sistema de medición y su desempeño continuo, por tal motivo es necesario contar con un circuito de verificación simulando ser el estroboscopio, de tal manera que genere la señal periódica que será medida por el sistema de medición de frecuencias. El circuito de verificación está conformado por un sistema generador de pulsos de luz, compuesto por un generador de frecuencias Tektronix AFG3102 y un circuito emisor de pulsos de luz. Este sistema generador de pulsos de luz se describe en la referencia [1] y con este sistema es posible simular la señal que genera el estroboscopio, verificando el funcionamiento del sistema de medición y su inmunidad contra influencias externas.

Se cuenta con un historial de más de 2 años de datos realizando continuamente la caracterización del ruido del sistema de medición de frecuencias, por lo cual hemos podido comprobar que su aporte de incertidumbre es mejor o igual que $0,1 \mu\text{Hz}/\text{Hz}$, el cual es un valor que no afecta en la medición ya que es 1000 veces menor que el error máximo permisible de un estroboscopio considerado actualmente en el orden de $100 \mu\text{Hz}/\text{Hz}$ ($0,01\%$). En efecto, en la Fig. 3 se muestra la estabilidad obtenida en la caracterización del ruido del sistema

de medición de frecuencias en términos de la raíz de la varianza de Allan ($\sigma(\tau)$) [2] usando el software AMTyF [4], obteniendo un valor de alrededor de $0,01 \mu\text{Hz}/\text{Hz}$ ($1,3 \times 10^{-8} \text{ Hz}/\text{Hz}$) para un tiempo de 1024 s. También se puede notar en la Fig. 3 que conforme aumenta el tiempo la estadística se deteriora por la cantidad del número de datos.

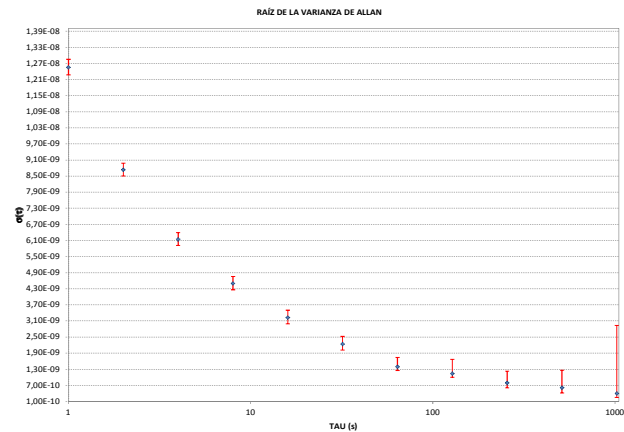


Fig. 3. Caracterización del ruido del sistema de medición de frecuencias en términos de la raíz de la varianza de Allan.

5. CONCLUSIONES

Este trabajo muestra que es posible calibrar estroboscopios utilizando un sistema de medición de frecuencias con una incertidumbre de medición mejor o igual que $0,1 \mu\text{Hz}/\text{Hz}$.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al "SIM Time and Frequency Metrology Working Group" por sus diversos aportes y constante apoyo en la realización de este trabajo.

REFERENCIAS

- [1] Henry Diaz - Luis Palma (SNM - INDECOPI). Calibration of optical Tachometers using a generator system of light pulses. CPEM 2014.
- [2] CENAM - ema. Guía técnica sobre trazabilidad e incertidumbre en la metrología de tiempo y frecuencia. México. Abril 2008. Revisión 01.
- [3] The SIM Time Network. Journal of Research of the National Institute of Standards and Technology (NIST). Volume 116, Number 2, March-April 2011.
- [4] Francisco Jiménez. CENAM. AMTyF Análisis de Mediciones de Tiempo y Frecuencia. Encuentro Nacional de Metrología Eléctrica 2005.