

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/269113311>

CONTROL AUTOMÁTICO PARA REALIZAR MEDICIÓN CONTÍNUA EN EL PATRÓN NACIONAL DE PAR TORSIONAL HASTA 2 kN·m

Conference Paper · October 2012

DOI: 10.13140/2.1.2204.8326

READS

72

2 authors:



Calixto Morales

Centro Nacional de Metrologia

13 PUBLICATIONS 3 CITATIONS

SEE PROFILE



Jorge C. Torres-Guzman

Centro Nacional de Metrologia

76 PUBLICATIONS 119 CITATIONS

SEE PROFILE

CONTROL AUTOMÁTICO PARA REALIZAR MEDICIÓN CONTÍNUA EN EL PATRÓN NACIONAL DE PAR TORSIONAL HASTA 2 kN·m

Calixto Morales Aguillón, Jorge C. Torres Guzmán

Centro Nacional de Metrología

km 4.5 carretera a Los Cués, El Marqués, Querétaro. México.

cmorales@cenam.mx ; jtorres@cenam.mx

RESUMEN

Dentro de la investigación en tecnología para obtener mediciones de par torsional con el desarrollo e innovación de transductores de medición de alta exactitud y precisión, adicional al establecimiento de la normatividad utilizada con el fin de mejorar los sistemas de medición en laboratorios nacionales, la metrología de par torsional entra en el contexto importante sobre establecer mejoras a los sistemas de calibración para realizar mediciones que con la aplicabilidad requerida para la industria, el desarrollo tecnológico y la investigación. En México, la realización, la cuantificación y la difusión de esta magnitud son tareas asignadas al Centro Nacional de Metrología (CENAM).

Para realizar el proceso de calibración de esta magnitud, el CENAM se basa en un sistema denominado Patrón Nacional de Par Torsional con intervalo de hasta 2 kN·m (PN2kNm), que, en su diseño original funciona de forma manual. Es decir, el sistema es operado manualmente por el usuario para obtener el punto de carga del par torsional requerido accionando el motor con los botones de arranque y paro como control del mismo, así también la velocidad del motor, la fuerza electromotriz aplicada en el motor y la dirección de giro, sentido horario o sentido contra-horario. En este modo manual, la adquisición de datos se hace también manualmente y por lo tanto, estas actividades requieren de varias horas-hombre para realizar el proceso de calibración.

En un modo automático, aquí se explica la aplicación de par torsional se realiza a través de un sistema de control operado por medio de software y hardware como interfaz entre la computadora y el gabinete y drive de control del motor, realizando el proceso de calibración normalizado como Calibración Continua.

Este trabajo presenta el control automático para mediciones continuas y los beneficios de la proceso de calibración en modo automático.

Palabras claves: calibración continua, sistema de medición, par torsional, norma.

1. INTRODUCCIÓN

El procedimiento de calibración de un instrumento de medición debe cumplir los requisitos para la aplicación futura del dispositivo con la mayor exactitud posible, y un resultado de calibración adecuada debe hacerse con estas bases. Por otra parte, las calibraciones deben llevarse a cabo de acuerdo con las normas existentes o directrices para la calibración. Una de las normas de calibración establecidos para calibración de par torsional estático a dispositivos de medición es la norma alemana DIN 51309:2005 [7]. Esta norma se aplica a la calibración de instrumentos de medición de par torsional, donde el par torsional es definido por la medición de la deformación elástica de un cuerpo o de un parámetro proporcional a la misma. El instrumento para la medición del par torsional es un instrumento completo, desde el elemento sensor a la torsión (y estructura mecánica) hasta el dispositivo indicador.

Además, esta norma describe el procedimiento para la clasificación de estos instrumentos y también ofrece la propuesta para la determinación de la incertidumbre de la medición por medio mediciones continuas.

2. PATRÓN NACIONAL DE PAR TORSIONAL HASTA 2 kN·m

En CENAM, la realización del par torsional se realiza por medio de un sistema de medición diseñado y construido en CENAM en cooperación con el “Phisikalisch Technische Bundesanstalt” (PTB) de Alemania. Su tipo se basa en un sistema de transferencia formado por un conjunto de transductores de alta exactitud, un sistema de alineación, un cojinete de aire teniendo como elemento de soporte el aire comprimido, una placa de contra-reacción, un motor, un reductor de velocidad y el gabinete de control [1].

El funcionamiento se basa en el acoplamiento directo del instrumento a calibración con el transductor patrón. Para este propósito, se usan acoplamientos flexibles y rígidos y en conjunto el sistema de acople es soportado por un cojinete de aire. La operación manual se realiza mediante botones de arranque y paro al motor, teniendo interruptores eléctricos para seleccionar el sentido de giro y una resistencia eléctrica variable como control de la velocidad. Todo el proceso de medición requiere la adquisición de datos en forma manual.

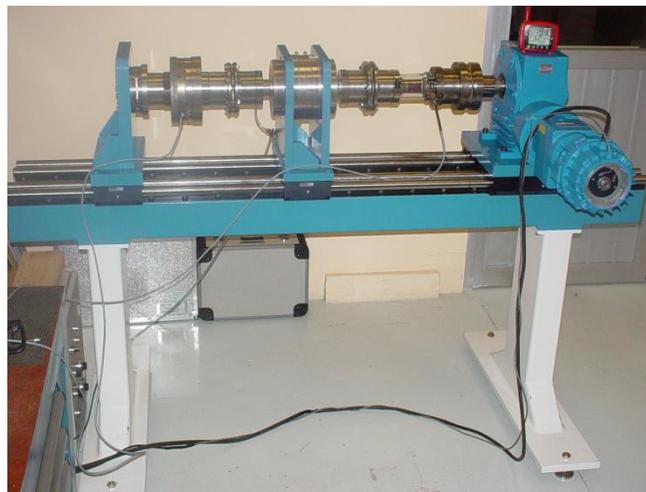


Figura 1. Patrón Nacional de Par Torsional de hasta 2 kN·m y sistema de control.

2.1. Descripción y definición del instrumento de par torsional

Los componentes funcionales de un instrumento de medición son:

- El transductor patrón de par torsional (TP),
- El instrumento bajo calibración (IBC) y,
- El indicador de las lecturas por la aplicación del par torsional (método por Transferencia) [2].

3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACION

En primer lugar, el TP y el IBC están acoplados y montados en el PN2kNm con todos los accesorios necesarios (ver ejemplo en Figura 1) y se procede a realizar los siguientes pasos:

Una vez determinado el tiempo de estabilización térmica y eléctrica de todo el sistema de calibración instalado, se aplica inicialmente precargas al 100% del intervalo de calibración de acuerdo al proceso de calibración normalizado.

Se deben seleccionar los ocho puntos de medición en el intervalo de calibración del IBC (del 10% al 100% del valor del intervalo máximo a calibrarse), todas las mediciones se anotan como registro.

El procedimiento en la aplicación de cada punto de carga se hace de forma creciente y luego decreciente en tres posiciones diferentes de montaje del IBC (ver Figura 2 y Figura 3) haciéndolas en sentido horario; así mismo, el mismo proceso se realiza en sentido contra-horario.

Un total de 116 mediciones se realizan en una calibración y dado que el proceso es manipulado manualmente, el tiempo que se ocupa en el proceso de calibración requiere entonces un número considerable de horas-hombre.

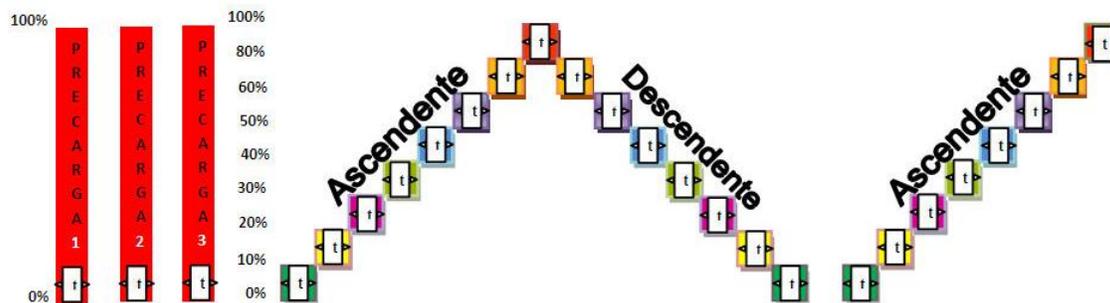


Figura 2. Secuencia en la posición de montaje 0° como referencia inicial del IBC.

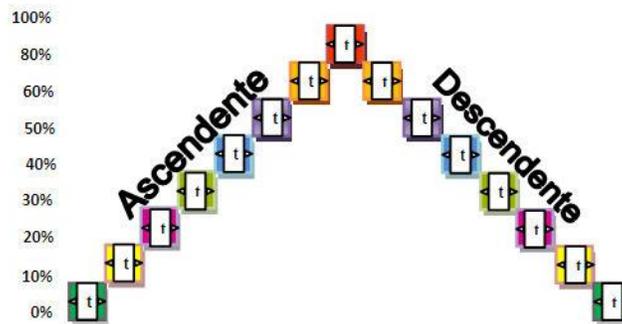


Figura 3. Secuencia en posición de montaje en 120° y 240° respecto a la referencia inicial.

4. PROCEDIMIENTO APLICADO

El procedimiento se basa en la sección 5.4.1 de la norma alemana DIN 51309:2005-12 [7], donde se describe que la calibración de los instrumentos de medición se realiza como:

- un proceso puramente estático, midiendo valores discretos de par torsional (típico de las instalaciones de calibración con sistema de brazo-palanca y masas), ó como
- un proceso continuo (casi estático), de paso continuo, sin tiempos de paro en valores discretos de par torsional (típico de las instalaciones de calibración con indicador de par torsional de referencia para la calibración de instrumentos de medición de par torsional con el método por transferencia o comparación directa).

La utilización del sistema de medición de par torsional para realizar la calibración, determina la selección del procedimiento de calibración a usarse. Se pueden presentar diferencias entre los resultados de calibración con los dos procedimientos, a causa de la fluencia lenta del indicador [7].

Esto determina que el sistema de medición debe ser acondicionado y consistente para la exactitud requerida, y la deformación elástica del elemento sensor del transductor puede ser adquirida y medida por medios eléctricos, mecánicos, ópticos o de otro tipo. El dispositivo indicador debe cumplir el protocolo de comunicación para adquirir los datos leídos tanto en el patrón como en el IBC durante el proceso de calibración. Este proceso se realiza de forma independiente para el par torsional en sentido horario o sentido contra-horario.

Se podrían encontrar diferencias entre los resultados de la calibración con estos dos procedimientos, debido al retardo en las indicaciones. En el caso de las mediciones continuas, se debe asegurar que el procedimiento de captura de los valores de medición de par torsional por medio de la señal eléctrica del transductor no se tiene una desviación sistemática de la medición que puede influir en el resultado de la calibración. Las influencias, entre otras causas, puede ser el resultado de los ajustes del filtro del indicador, una posible diferencia entre los tiempos de adquisición de la lectura de la medición es el IBC o TP, así como la velocidad en la adquisición después de que el motor se detiene. Este trabajo se basa en la cantidad de series de mediciones para instrumentos bajo calibración de clase de exactitud desde 0.05 a 0.5 de acuerdo con la Tabla 1 de [7] (véase también series en Figuras 2 y 3).

5. CONTROL AUTOMÁTICO PARA MEDICIONES CONTINUAS

5.1. Software de programación

El software de programación utilizado es LabVIEW de National Instruments, siendo versátil y fácil de usar; es un software virtual con lenguaje gráfico tipo "G" [9].

5.2. Sistema de control

El software de medición ha sido desarrollado en el CENAM utilizando LabVIEW que permite llevar a cabo los procedimientos de calibración en forma automática en ambos sentidos (horario y contra-horario). El hardware es una tarjeta de procesamiento de señales como interface hacia el gabinete de control que tiene posibilidad de manipulación de forma manual. Por lo tanto, el proceso de calibración se realiza con la generación de par torsional a través del motor-reductor y los transductores de par torsional acoplados con los accesorios de montaje en el PN2kNm de manera que, el momento de torsión se realiza en sentido horario o contra-horario según sea el caso y de forma automática, monitoreada y comandada por el software de control desarrollado en LabVIEW, ya que es un requisito en la funcionalidad de este proceso de calibración continua.

5.3. Consideraciones del sistema de medición en el modo continuo.

El motor está configurado con la velocidad angular mínima con que puede ejercer. El reductor es el accesorio acoplado para poder generar el par torsional a calibrarse en el PN2kNm. Los indicadores digitales de ambos transductores (amplificador de señal del TP y amplificador de señal del IBC) deben estar sincronizados, es decir, con las características de procesamiento de señal y protocolo de comunicación para el muestreo de los datos en tiempo real.

En las consideraciones, se establece una comunicación con protocolo RS323 entre los indicadores y la computadora para la adquisición de datos, así también tiene iteración entre el movimiento angular del motor con lo correspondiente al proceso de calibración en los diferentes puntos de medición.

El proceso de calibración se describe en la sección 3 de este documento y para efecto de este documento se realiza el proceso como se describe en la sección 4 inciso b siendo el aporte principal de este trabajo, mediciones continuas, es decir, el software de control es implementado para realizar el procedimiento de medición con los tiempos de punto de carga de acuerdo a lo descrito en 5.4.1 de [7]. En esta forma (cuasi-estática), el indicador del transductor patrón está en retroalimentación con el software de control al movimiento del motor.

El panel virtual permite proporcionar la asignación de algunos parámetros de control que permiten la combinación de los puntos de carga bajo el proceso de calibración aplicándolos entonces en forma remota a través de la computadora personal donde comanda el software desarrollado y con la tarjeta de adquisición de datos y una adecuada configuración electrónica hacia el gabinete de control manual, se puede manipular y generar los movimientos de motor en ambas direcciones de rotación, con una velocidad y fuerza electromotriz constantes.

En el software de control, el usuario puede designar el tiempo de estabilización del punto de medición, con una variación desde cero segundos hasta minutos que delimitan el tiempo durante el cual el motor permanece estable en la posición del punto de medición designado por el proceso de calibración descrito. En la Figura 4, se muestra una de las pantallas de panel de control donde se establecen algunos parámetros de control para realizar en forma automática el procedimiento de la medición de par torsional y muestra también la tabla de los puntos de medición conforme al intervalo de calibración dado.



Figure 4. Pantalla del panel de control con el software desarrollado en CENAM.

Con el software de control y el hardware eléctrico-electrónico implementados, nos permite adquirir la lectura en tiempo real y constante durante el proceso de calibración continua, con lo que se sugiere en [7] un tiempo de estabilización del punto de medición de 5 s en retardo antes de la toma de lectura.

6. CONCLUSIONES

El sistema de control automático nos proporciona una serie de beneficios para la operación y uso del PN2kNm y aquí citamos algunos de estos beneficios:

- Reducción considerable del tiempo de calibración de los instrumentos,
- Mínima intervención del metrólogo durante el proceso de calibración,
- Mejor control sobre las variables de influencia en el proceso,
- Mejor control sobre la adquisición de datos, lo que garantiza una mejor calidad de la medición.
- Una muy importante, nos garantiza que el Patrón Nacional de Par Torsional hasta 2 kN·m pueda ser considerado para realizar comparaciones internacionales en esta magnitud y acorde a lo establecido en la el documento [7].
- Por lo que, la caracterización del sistema de medición valorará una reducción en el estudio de la estimación de la incertidumbre de medida en el sistema en modo automático.

7. AGRADECIMIENTOS

Se brinda un agradecimiento al Consejo de Ciencia y Tecnología de Querétaro (CONCYTEQ) por el apoyo brindado para la realización de la ponencia.

REFERENCIAS

Memorias en Conferencias:

[1] Ramírez Ahedo D., Torres Guzmán J. C., PESCHEL D., “Diseño y Construcción de un Sistema de Medición de Par Torsional en CENAM (México)”. Memorias del Congreso Metrología '96. La Habana, Cuba. Octubre de 1996

Notas Técnicas:

[2] Ramírez D., Torres Guzmán J., Galván J., Metrología de Par Torsional, CENAM, 1999.

[3] Galván J., Ramírez D., Calibración de dispositivos de medición de Par Torsional, Procedimiento de Calibración número 722-ACP.131, CENAM, 2001.

[4] Galván J., Torres Guzmán J., Metrología de Par Torsional, Notas, CENAM, 2002.

[5] National Instruments, LabVIEW. Manual del Curso, NI, USA, 1998.

[6] F. Pezet, J. Mendoza: Vocabulario Internacional de Términos Fundamentales y Generales de Metrología. Traducción, Publicación Técnica CENAM, CNM-MMM-PT-001, 2000.

Norma Internacional:

[7] Translated title: DIN 51309, Issue: 2005-12, Material testing machines – Calibration of torque measuring devices for static torques.

Sitio Web:

[8] www.cenam.mx/fyp

[9] www.ni.com