

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/269113313>

# MEJORAMIENTO EN LA INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL PARA LA GENERACIÓN DE PAR TORSIONAL DE HASTA 2 kNm

Conference Paper · October 2012

DOI: 10.13140/2.1.4301.9848

---

READS

35

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](#)

## MEJORAMIENTO EN LA INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL PARA LA GENERACIÓN DE PAR TORSIONAL DE 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](mailto:cmorales@cenam.mx) ; [jtorres@cenam.mx](mailto:jtorres@cenam.mx)

### RESUMEN

El Centro Nacional de Metrología, CENAM, fue creado con el fin de apoyar el sistema metrológico nacional como un organismo descentralizado, siendo el laboratorio nacional de referencia en materia de mediciones y responsable de establecer y mantener los patrones nacionales para ofrecer servicios metrológicos. De modo que su misión del CENAM es establecer patrones nacionales de medición, diseminar su exactitud y ser el origen de la trazabilidad de las mediciones del país por medio de servicios tecnológicos de la más alta calidad, para incrementar la competitividad del país, contribuir al desarrollo sustentable y mejorar la calidad de vida de la población [1].

El laboratorio de par torsional del CENAM comenzó sus operaciones en 1997 con el diseño, construcción y la puesta en marcha del Patrón Nacional de Transferencia de Par Torsional de hasta 2 kN·m (PT2kNm). En la División de Fuerza y Presión se tiene la misión del mantenimiento y mejora de este Patrón; el cual, tiene la tarea de cuantificar la magnitud de par torsional diseminándola con la adecuada tecnología de medición y tener compatibilidad en las mediciones con la de otros países, permitiendo ser un sistema confiable ante los requerimientos metrológicos nacional e internacional.

El presente trabajo describe las mejoras al PT2kNm en el sistema de generación de par torsional y su control para realizar las mediciones de calibración en esta magnitud por el método de transferencia o comparación directa.

**PALABRAS CLAVE:** control, patrón de par torsional, calibración, trazabilidad.

### 1 INTRODUCCIÓN

La magnitud de par torsional está descrita como la aplicación de una fuerza a una distancia perpendicular del eje de un cuerpo, tal que se genere en ese cuerpo una rotación alrededor de su mismo eje [2] (Figura 1). La metrología de par torsional es importante y de uso general para el desarrollo técnico, la investigación y en la industria metal mecánica, aérea, naval y automotriz, entre otras.

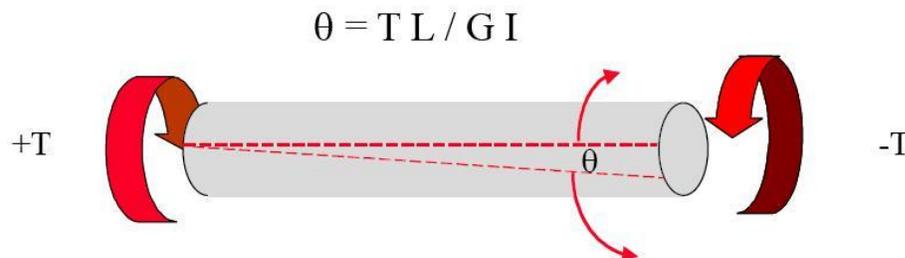
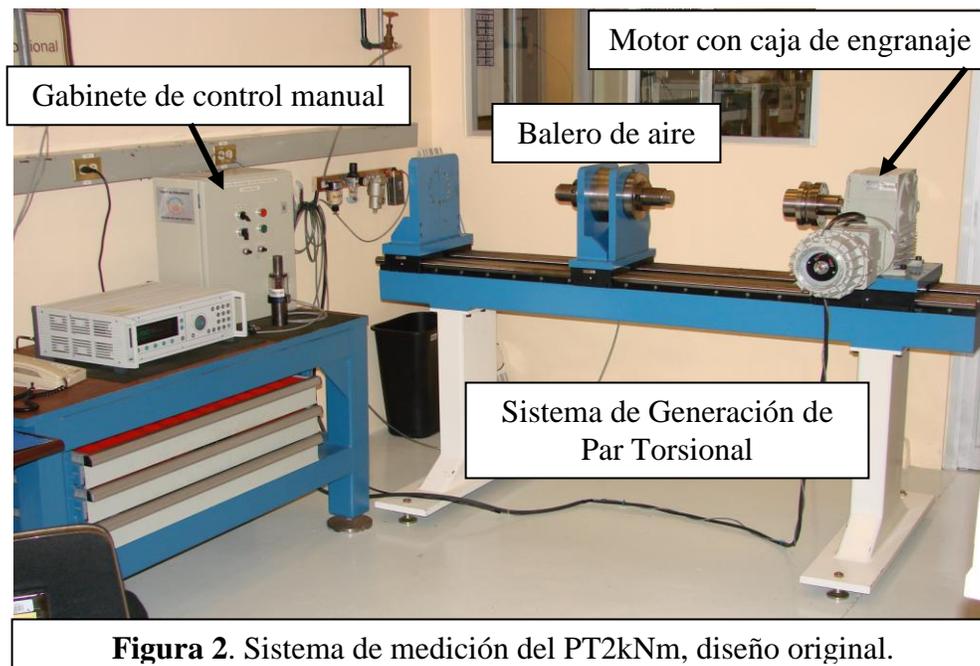


Figura 1. Ejemplo gráfico del momento torsional generado en un cuerpo.

En los sistemas de medición por transferencia de la magnitud de Par Torsional se realiza la medición por el método de comparación directa; en el cual, el instrumento bajo calibración (IBC) es comparado directamente con el transductor patrón (TP). La manera para comparar sus mediciones de los dos transductores citados, es por medio de la generación de par torsional utilizando un motor acoplado a un reductor de tal manera que los transductores queden también conectados por medio de los accesorios de acoplamiento (eje cilíndrico en balero de aire).

Así, el TP e IBC son conectados a través de un conjunto de coples hidráulicos y flexibles soportados por un balero de aire, con el fin de compensar los errores del ángulo de desalineación y evitar desplazamientos y/o componentes parásitas.



El funcionamiento original del PT2kNm es por medio de un sistema de control operado manualmente por el metrólogo usuario del sistema y generar el par torsional requerido utilizando interruptores para el arranque y paro del motor, una resistencia eléctrica variable para la velocidad del motor y un interruptor como selector de la dirección de giro del motor.

## 2 GENERACIÓN DE PAR TORSIONAL EN EL PATRÓN NACIONAL

### 2.1 FUNCIONAMIENTO DEL DISEÑO ORIGINAL (Figura 2).

El control manual del motor eléctrico estaba integrado en un gabinete que contenía la tarjeta de control al mismo y una serie de interruptores y resistencias eléctricas variables, por lo que la influencia del personal técnico en calibraciones resultaba muy importante para la estabilidad del punto de medición, así como la posición de alcance de dicho control manual.

Para el control manual, un interruptor utilizado para el arranque y paro del movimiento angular del motor, una resistencia eléctrica variable para variar la velocidad angular, una resistencia eléctrica variable para aumentar o disminuir la fuerza electromotriz del motor y un interruptor para seleccionar el sentido de giro del motor, es decir, sentido horario o contra-horario

según el proceso de calibración a ejecutar, todos estos elementos se encontraban en la puerta del gabinete de control. Así mismo, el personal técnico tomaba las lecturas del IBC.

La alimentación eléctrica de los elementos del gabinete de control requería de 127 Vac, y entonces, esto permitía otorgar la potencia eléctrica a los elementos eléctricos electrónicos implementados en la máquina de medición y al motor.

En el sistema mecánico de generación de par torsional, su funcionamiento en el PT2kNm era por medio de un motor eléctrico acoplado a una caja de engranes (funcionando como reductor de velocidad) la cual, transmitía la fuerza rotacional mediante una flecha cilíndrica a los transductores de par torsional, tanto el de PT como el IBC acoplados con los correspondientes accesorios y coples rígidos y flexibles para transferir el par torsional hasta la placa de contra-reacción pasando por el cojinete de aire (balero neumático).

## 2.2 IMPLEMENTACIÓN DE LAS MEJORAS AL DISEÑO ORIGINAL.

### 2.2.1 Consideraciones para el mejoramiento del sistema de medición.

Conforme los mecanismos son utilizados, el desgaste de los mismos es inminente y, de acuerdo a lo descrito en 2.1 donde el motor está acoplado a una caja de engranaje como medio de reducción de velocidad y aporte del momento de torsión, el CENAM trabajó en el diseño e implementación de un nuevo sistema de generación de par torsional en el intervalo de hasta 2 kN·m para mejorar el PT2kNm y poder realizar mediciones confiables con una mejor estabilidad en el punto de medida; ya que, por el desgaste mecánico de los engranes y el uso del motor eléctrico se percibía un pequeño movimiento o variabilidad en la lectura del punto a medir en ese momento, es decir, poca estabilidad en cada punto de carga, adicional a las exigencias de los instrumentos de medición (transductores) en función de la lectura de medición.

### 2.2.2 Actividades desarrolladas.

Estos aspectos mecánicos de estabilidad del punto de medición nos condujeron a trabajar en el diseño, selección e implementación de un sistema de generación capaz de mejorar el proceso de calibración hasta entonces laborado en el PT2kNm del Laboratorio de Par Torsional del CENAM, por lo que se describen las actividades que se realizaron en este proceso de mejora al PT2kNm:

- Se realizó la selección de un motor con freno para obtener cero retorno (backslash) en el punto de medición de forma estática y que tuviera la fuerza para mantener y aplicar par torsional de hasta 2 kN·m o más, esto se obtuvo con la adquisición de un motor acoplado a un reductor de velocidad (50:1) (Figura 3):

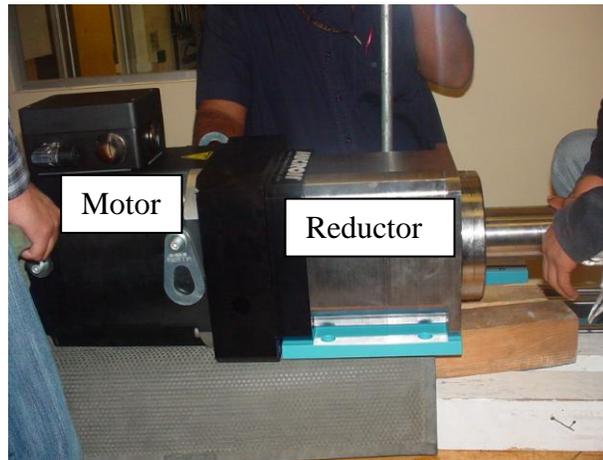
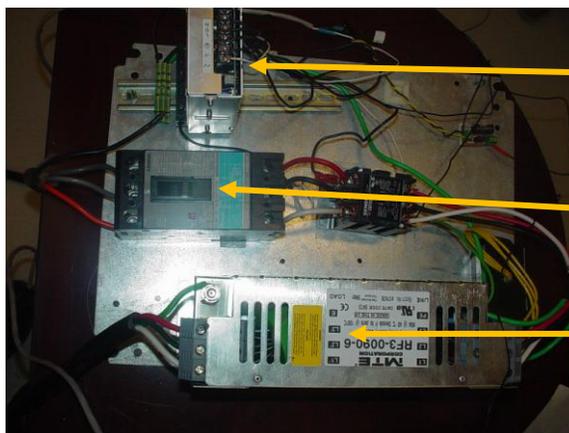


Figura 3. Imagen del motor y reductor acoplados.

- Se diseñó la implementación eléctrica-electrónica para el sistema electromecánico de generación de par torsional con la referencia del *drive* de control del mismo motor seleccionado para este sistema nuevo (Figura 4).



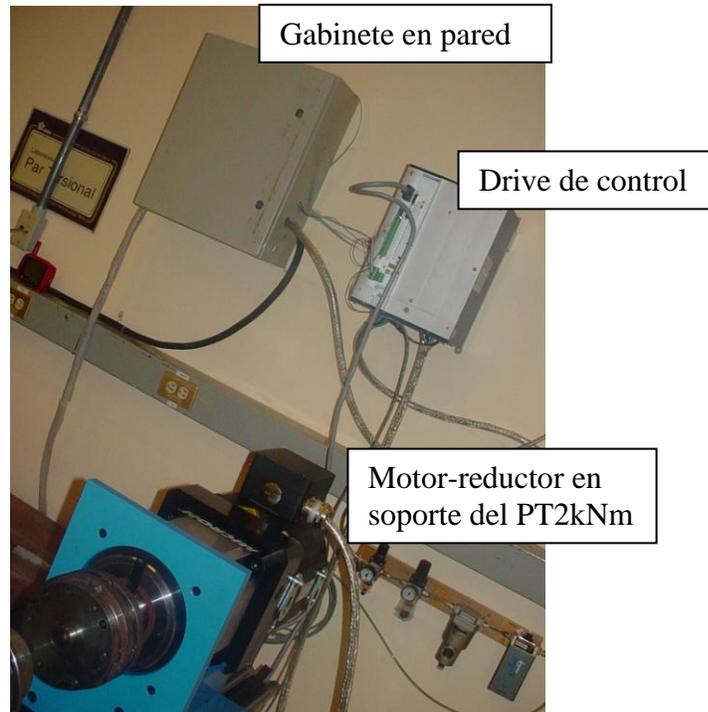
Fuente de Tensión  
Eléctrica en CD

Interruptor general a  
220 Vac

Filtrado de señal alterna

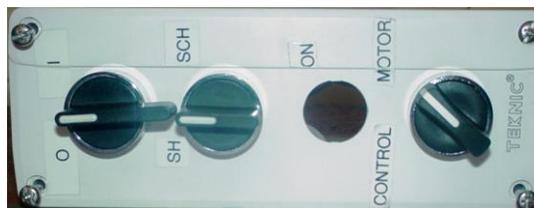
Figura 4. Elementos eléctrico-electrónicos del gabinete.

- Se colocaron y conectaron los elementos del sistema de generación (motor-reductor, drive y gabinete) como lo muestra la siguiente figura y su descripción:



**Figura 5.** Sistema de generación de par torsional en laboratorio del CENAM.

- El control en la posición del punto de medida se hace manualmente mediante una botonera, en la cual pueden ser manipulados: el interruptor de energía del Drive (potencia), el interruptor selector de la dirección de rotación del motor y el interruptor que genera la habilitación del freno del motor (Ver Figura 6), con lo que permite al usuario poderse mover físicamente en el área de trabajo con facilidades de manejo del sistema y sobre los requerimientos del proceso de calibración.



**Figura 6.** Botonera para el control manual del sistema de generación de par torsional.

El PT2kNm implementado ahora en el Laboratorio de Par Torsional del Centro Nacional de Metrología (Figura 7) es utilizado con los transductores de par torsional de la más alta exactitud y con las mejoras descritas en este artículo para obtener la estabilidad en el punto de carga esperado, otorgando la trazabilidad de medición a las herramientas de apriete y transductores de par torsional en mejora de sistema metrológico nacional e internacional.

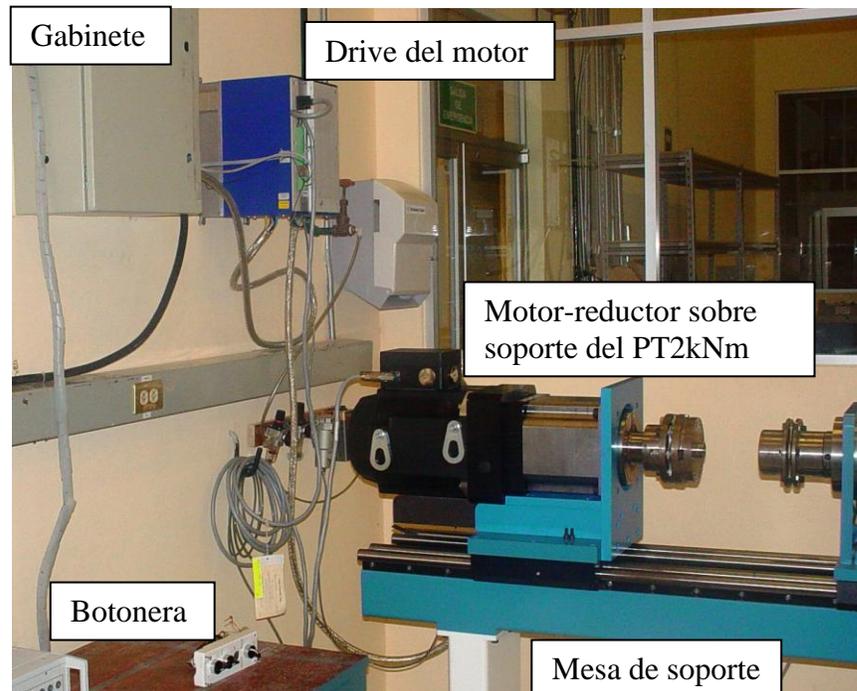


Figura 7. Nuevo sistema de generación de par torsional en laboratorio del CENAM.

### 3 CONCLUSIONES

- + Los resultados con la manipulación del sistema de generación de par torsional resultaron satisfactorios de acuerdo a las exigencias requeridas mejorando la estabilidad del punto de medición en el proceso de calibración.
- + Comparativo al sistema original, ahora el sistema de generación de par torsional no requiere del elemento eléctrico o electrónico para aumentar la fuerza electromotriz dependiendo del intervalo de medición requerido a ser medido estáticamente.
- + Se trabaja sobre la caracterización del PT2kNm para obtener la mejor estimación de la incertidumbre del mismo.

### 4 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

Sitio Web:

[1] [www.cenam.mx](http://www.cenam.mx)

Memorias en Conferencias:



[2] [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.](#)

[3] [Calixto Morales, Jorge C. Torres, Jesús Galván, "Automatización del proceso de calibración del patrón de transferencia de par torsional hasta 20 kN·m", SOMI XXIV Congreso de Instrumentación. Mérida, Yucatán. 14-16 octubre de 2009.](#)

**Notas Técnicas:**

[4] Galván J., Morales C., "Calibración de dispositivos de medición de Par Torsional", Procedimiento de Calibración número 722-ACP.131, CENAM, 2011.

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