

MEJORAS A LOS PATRONES DE TRANSFERENCIA DE FUERZA DEL CENAM.

Alejandro Cárdenas, Daniel Ramírez, Jorge Torres.

Centro Nacional de Metrología, CENAM

km 4,5 Carretera a Los Cués, El Marqués, Querétaro, México

Teléfono (52) 442 211 0500, fax (52) 442 211 0578 Dirección de correo electrónico: acardena@cenam.mx

Resumen: La combinación original de las máquinas de transferencia de fuerza que el Centro Nacional de Metrología (CENAM), antes del proyecto motivo de este documento, estaba formada por máquinas hidráulicas y anillos de fuerza patrón; los anillos de fuerza patrón, por su inherente método de medición, tiene una resolución baja la cual impacta directamente en la incertidumbre del sistema de medición. Con el fin de subsanar esta necesidad, se seleccionaron unos instrumentos de medición de fuerza que mejoran notablemente la resolución y que mínimo conservan las demás características metroológicas de influencia en la incertidumbre del sistema de las máquinas de transferencia.

Sin embargo, debido a que la geometría y dimensiones de los anillos de carga son diferentes a los transductores de fuerza seleccionados (en este caso celdas de carga), se necesitaron accesorios de instalación que permitieran diseminar la magnitud de manera confiable, repetible y reproducible; incluyendo la posibilidad de que estos accesorios se pudieran utilizar en el proceso de calibración de otros transductores o para otros propósitos (tales como, en comparaciones, en ensayos de aptitud, como patrón de transferencia, etcétera). Se diseñaron accesorios multifuncionales que permiten una aplicación axial de la fuerza, en cualquier condición de servicio que se presente.

Este documento informa el desarrollo del proyecto, correlacionando las causas con las necesidades de mejorar la exactitud en los servicios de calibración, se presentan los resultados de efectos y su solución.

1. INTRODUCCIÓN

Con el propósito de mejorar la capacidad de medición en las Máquinas de Transferencia de Fuerza, se optimizaron los accesorios utilizados, de tal forma que la aplicación de la fuerza sea axial tanto en el patrón de referencia como en el equipo a ser calibrado. Las máquinas se utilizaban originalmente con anillos de carga patrón y estos se substituyeron por celdas de carga, lo que requirió el diseño y fabricación de accesorios especiales que permitan el uso de las celdas en las máquinas (y fuerza de ellas) de la forma más adecuada y sin influencia en las mediciones.

2. DESCRIPCIÓN DE LAS MÁQUINAS DE TRANSFERENCIA DE FUERZA

En este tipo de máquinas la carga se aplica por medio de una prensa hidráulica con carga sostenida estable y se utiliza un transductor de fuerza como patrón de referencia. La carga se determina en función del cambio de señal de salida de la celda patrón en unidades de mV/V relacionada por medio de una ecuación a unidades de fuerza. Las máquinas de transferencia de fuerza, constan de las siguientes partes, (Figura 1).

1. Motor de desplazamiento del marco de carga
2. Marco de carga
3. Pistón hidráulico
4. Soporte con sistema hidráulico
5. Control hidráulico
6. Patrón de referencia (anillo o celda)

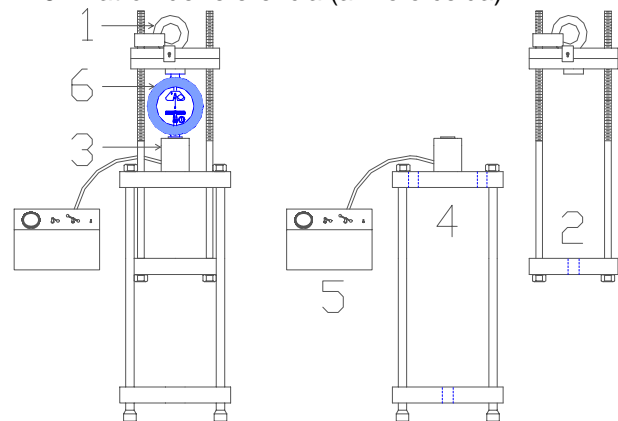


Figura 1. Máquina de Transferencia de fuerza.

3. ACCESORIOS DISEÑADOS

Los accesorios se diseñaron para utilizar las celdas de carga como instrumentos de medición independientes y con las máquinas de transferencia.

3.1 Accesorios para los transductores patrón de 2 MN y 5 MN

Los accesorios para las celdas de 2 MN y 5 MN, fueron elaborados para utilizarse como instrumento de medición independiente y para ser instaladas en la máquina de transferencia de 2 MN, apoyándose en la placa del pistón hidráulico (Figuras 2 y 3). Las placas de apoyo fueron maquinadas de tal forma que la excentricidad entre placa inferior y placa superior del sistema es menor a 0,5 mm.

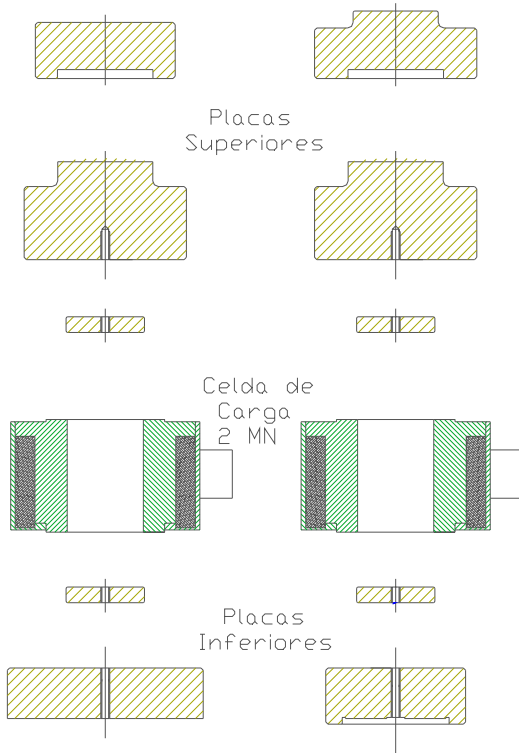


Figura 2. Esquemas de instalación para la celda de carga de 2 MN (cortes transversales).

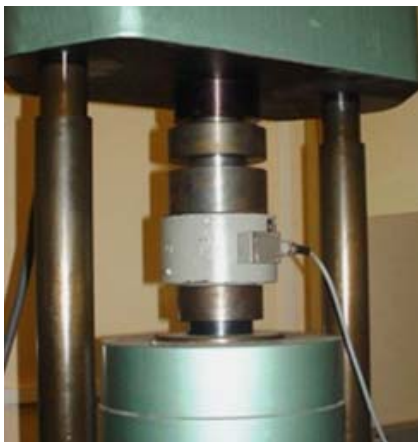


Figura 3. Celda de carga de 2 MN instalada.

3.2 Accesorios para otros transductores patrón

En el laboratorio de Máquinas de Transferencia de Fuerza se tienen también celdas de carga de alcance máximo de medición de 500 kN, 200 kN, 100 kN y 50 kN, las cuales tienen dimensiones diferentes, tanto en diámetro como en altura. Por lo que se diseñó un accesorio de tipo universal que se ajustara a cualquiera de las celdas de carga anteriores y que además sirva para utilizar las celdas de carga en diferentes formas (como patrón de trabajo en la parte superior del pistón hidráulico, como patrón de referencia en la parte inferior del marco de carga, o como un sistema de medición para utilizarse sin la máquina de transferencia).

La relación eje / marco tiene tolerancia H7 / g6, de acuerdo a la norma ISO 376, además, sirve para centrar las celdas tanto en la parte inferior del marco de carga, como en la parte superior de la máquina de transferencia de 500 kN (pistón hidráulico), debido a la combinación de sistemas de sujeción (caja y tomillo), Figura 4.

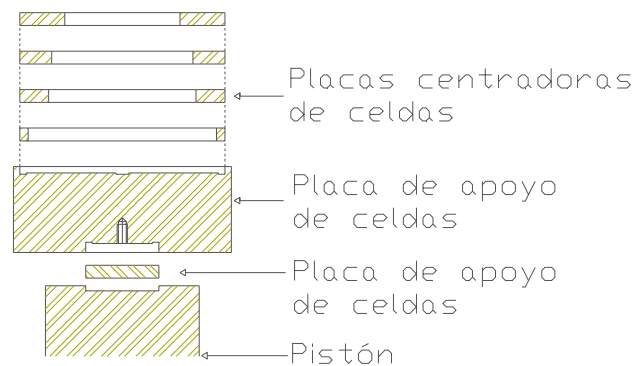


Figura 4. Base universal para celdas de carga.

Este accesorio, consta de placas de centrado intercambiables (discos), los cuales se ajustan al diámetro de la base de las celdas, con lo que se mejora el centrado al utilizarlas en las máquinas. Figura 5.



Figura 5. Base universal para celdas de carga utilizadas en las máquinas de transferencia.

Los botones de carga (Figura 6), sirven para centrar y a la vez sujetar las celdas de carga desde el botón de aplicación de fuerza en la parte superior de la máquina de transferencia de 500 kN y son intercambiables con el accesorio que centra los apoyos esféricos de los anillos de carga. (Figura 7).

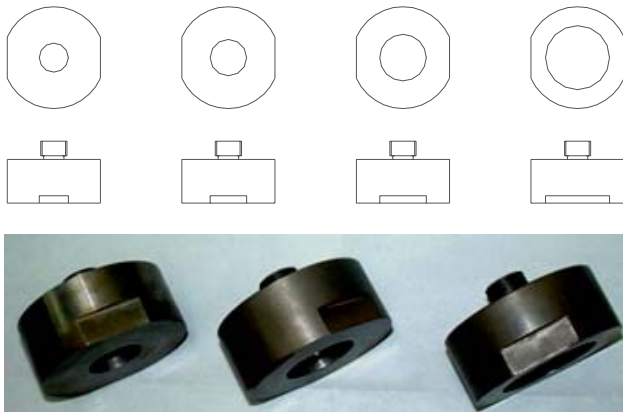


Figura 6. Botones superiores para celdas de carga.

Utilizando las bases universales, los botones de carga y los accesorios de centrado, se pueden utilizar tanto los anillos de carga como las celdas de carga como patrones de trabajo en los servicios de calibración, en las máquinas de transferencia, asegurando la aplicación axial de la carga en los transductores así como cuando son calibrados en otros sistemas de medición, como pueden ser las Máquinas de Masas Suspendidas.

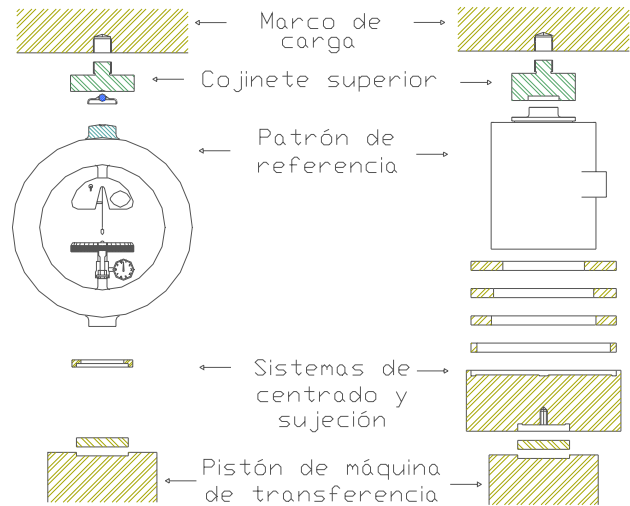


Figura 7. Instalación de anillos y celdas de carga en el pistón de la máquina de transferencia.



Figura 8. Celda de carga instalada en la máquina de transferencia de 500 kN y anillos de centrado.

Debido a las características mecánicas del marco de carga, el paralelismo de la cara inferior de este marco con el marco de reacción (en su parte inferior) se ve afectado debido a que el marco se puede mover como un péndulo por el apoyo que tiene en la parte superior con un soporte esférico. Esto puede generar inclinaciones en el plano sobre los ejes "X" y "Y" como se indica en la Figura 9.

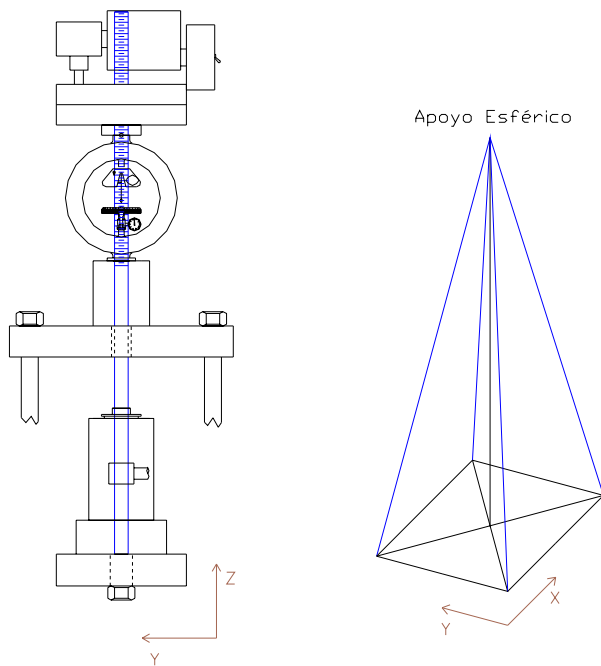


Figura 9. Representación esquemática del comportamiento del marco de carga.

Para reducir esta fuente de error (que se presenta como una dispersión en las lecturas), es necesario que el punto de apoyo superior del equipo que se esté calibrando sea el mismo lo cual se puede lograr con un accesorio de tipo rótula fijo a la placa superior del marco de carga, lo que permite que el punto de apoyo coincida con el eje de aplicación axial de carga en el sistema de transferencia.

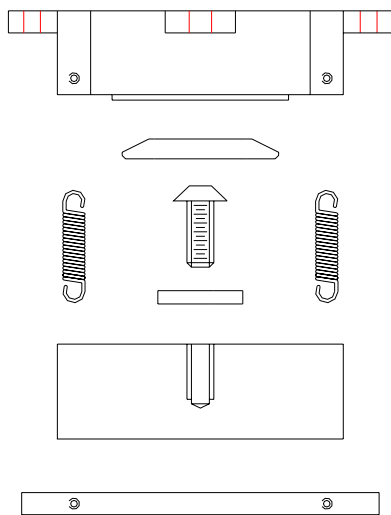


Figura 10. Despiece de accesorio para centrar equipos en calibración.

En la Figura 10 se observan las piezas que forman la placa de apoyo con rótula, donde la pieza superior se sujeta a la parte inferior de la placa del soporte hidráulico, utilizando los cuatro barrenos para sujetar el pistón, Figura 11.

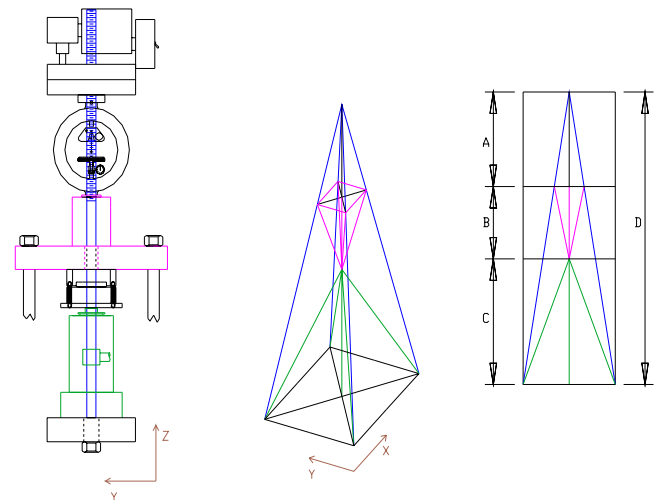


Figura 11. Esquema de alineación del marco de carga.

Con los discos de centrado universales, solo es necesario utilizar con los transductores de fuerza a ser calibrados botones de carga normalizados (dureza, geometría, tolerancias, etc.). Esto contribuye a que la diseminación de la magnitud sea con mejor exactitud posible.

4. OPERACIÓN EN MODO DE TRACCIÓN

Para la operación en modo de tracción las dimensiones, geometría y accesorios de los transductores que se calibran es muy variada, por lo que se consideró necesario el diseño de accesorios de sujeción universales los cuales cumplieran con las recomendaciones especificadas en las normas de referencia para la correcta aplicación de la fuerza. Estos accesorios son del tipo esférico (rótula) que elimina las excentricidades en la instalación de los equipos en las máquinas de transferencia de fuerza (Figura 12).

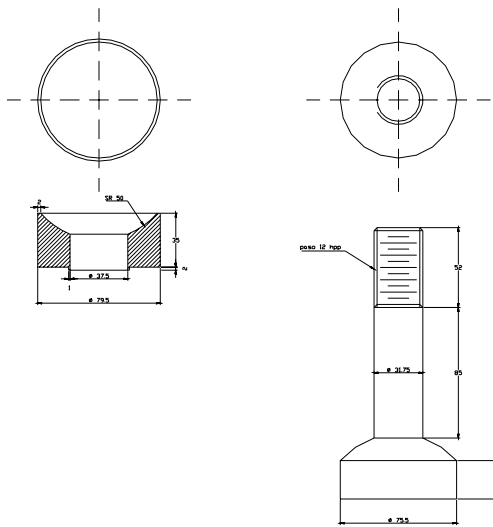


Figura 12. Accesorios con rótula para servicios en tensión.

Para asegurar la correcta sujeción de los transductores de fuerza a ser calibrados, dada toda la variedad de dimensiones que pueden tener, se utilizan acoplamientos intermedios que conectan por un lado el transductor a ser calibrado y por el otro los accesorios diseñados por el laboratorio, ver Figuras 12 y 13.



Figura 13. Instalación de equipos para servicios en tracción.

5. RESULTADOS

Al utilizar estos accesorios podemos ofrecer los servicios de calibración con menor incertidumbre y con características mecánicas mejores. Un ejemplo de los resultados obtenidos con estos accesorios es la disminución de la dispersión de las lecturas en forma ascendente y descendente, esto se muestra en las gráficas de linealidad relativa de una calibración característica. Figuras 14 y 15.

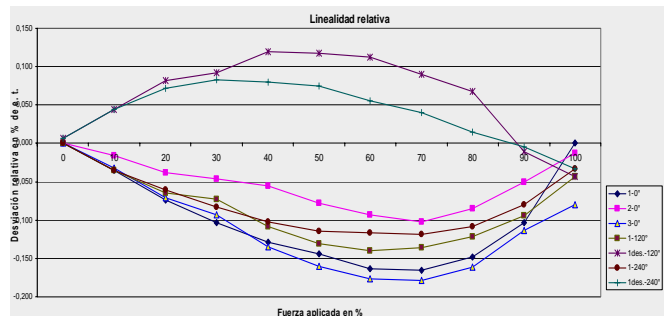


Figura 14. Mediciones realizadas sin utilizar los accesorios de montaje e instalación.

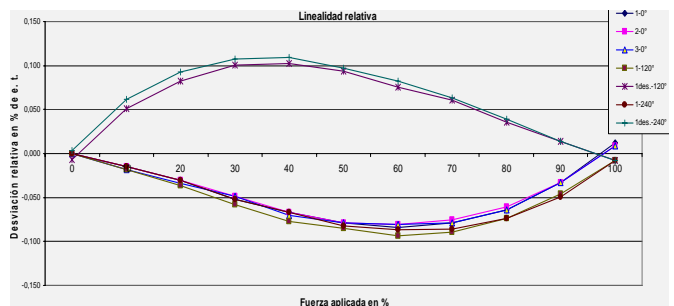


Figura 15. Mediciones realizadas utilizando los accesorios.

6. CONCLUSIONES

Con el uso de los accesorios diseños se pueden caracterizar de mejor manera los sistemas de transferencia de fuerza, así como los transductores al ser utilizados como instrumentos de medición de manera independiente. Las contribuciones a la incertidumbre de medición debidas a los efectos de repetibilidad, de reproducibilidad (por cambio de posición), así como de histéresis disminuyeron considerablemente. La incertidumbre ofrecida para servicios de calibración en el Laboratorio de Máquinas de Transferencia de Fuerza se disminuyó.