

EXPERIENCIAS CON EL USO DE ARTEFACTOS DE ESFERAS PARA LA EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE MÁQUINAS DE MEDICIÓN POR COORDENADAS EN VOLKSWAGEN DE MÉXICO

Martín H. Rivas, Héctor Aguilar H.
Volkswagen de México
Km. 116 Autopista México-Puebla

Tel.: (222) 230 9427 / 2 30 9295, e-mail: martin.hernandez@vw.com.mx / hector.aguilar@vw.com.mx

Resumen: La barra de bolas en la Evaluación del Desempeño de una Máquina de Medición por Coordenadas (MMC) se emplea para probar si la capacidad de medición de la MMC está conforme a las especificaciones del fabricante, o bien, para probar si ésta es apta para efectuar las mediciones requeridas. Con los datos obtenidos es posible corregir además algunos errores sistemáticos, garantizando así la calidad de las mediciones y la calidad de los ensambles. Además se obliga a mejorar el nivel de los proveedores de servicios metrológicos, se bajan costos de calibraciones externas y se logra un mantenimiento preventivo a un costo mínimo. También se planean los mantenimientos mayores con suficiente anticipación.

INTRODUCCIÓN

Como lo marca la norma ISO 10360-2 se deberán medir siete posiciones del patrón calibrado (barra o escuadra de esferas) en el volumen de medición de la Máquina de Medición por Coordenadas (MMC). Tres posiciones paralelas a cada uno de los ejes X, Y, Z y cuatro diagonales espaciales.

La barra de esferas debe tener una longitud de al menos dos terceras partes de la longitud de la diagonal espacial más larga del volumen de medición de la MMC.

Las diferencias obtenidas de las distancias medidas entre esferas y las distancias obtenidas del certificado de calibración no deberán exceder el máximo error permisible (MPE) establecido por el fabricante.

Es igualmente importante el tener un sistema de medición de temperatura para realizar las correcciones térmicas de las escalas de la MMC y la barra de esferas.

USOS Y APLICACIONES

En Volkswagen de México (VWM) se usan artefactos de fibra de carbón con esferas cerámicas para la evaluación del desempeño de MMC's, basándose en la norma ISO 10360-2. VWM cuenta con una barra única de 5 metros especialmente diseñada por la empresa Unimetrik y una escuadra fabricada con los mismos materiales de la barra, con una longitud de 1.80 m X 1.70 m

Se prefiere la fibra de carbón ya que su coeficiente de expansión por temperatura ($0,8 \mu\text{m/m/}^{\circ}\text{C}$) es mucho menor que el del acero.

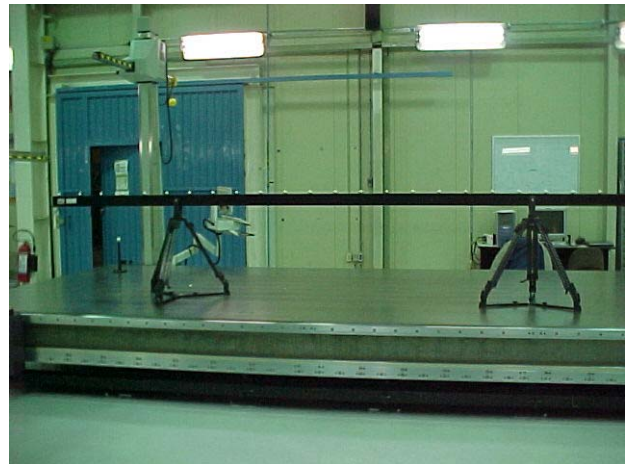


Fig. 1 Barra de 5 m. de fibra de carbón con esferas cerámicas orientada a lo largo del eje X.

Con esta barra de 5 metros se miden siete posiciones, tres líneas paralelas a los ejes principales de la máquina y cuatro diagonales espaciales, procurando abarcar el mayor espacio posible del volumen de medición de la Máquina de Medición por Coordenadas.

Se calculan las distancias obtenidas con las coordenadas medidas por la MMC que se esté analizando, realizando una compensación de temperatura de acuerdo al material de las escalas de medición de la MMC.



Fig. 2 Barra de 5 m. de fibra de carbón con esferas cerámicas orientada en diagonal espacial.

planeación de los mantenimientos mayores con suficiente anticipación.

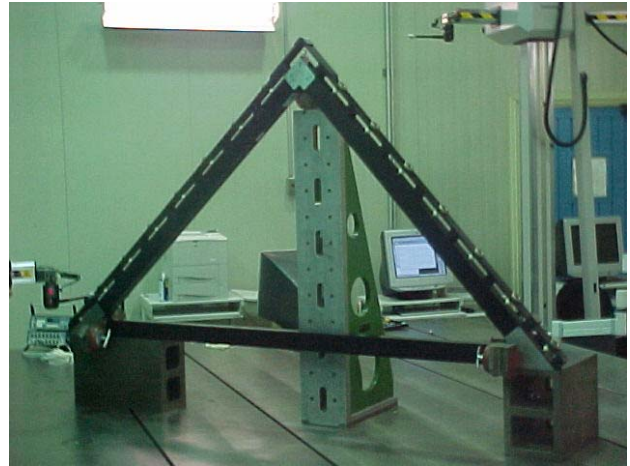


Fig.3 Escuadra de fibra de carbón con esferas cerámicas en bi-diagonal espacial.

VENTAJAS DE LOS ARTEFACTOS DE ESFERAS

Estos artefactos de fibra de carbón con esferas cerámicas resultan ser una valiosísima herramienta para la Evaluación del Desempeño de Máquinas de Medición por Coordenadas. La información que obtenemos con estos artefactos nos sirve para poder planear mejor los lapsos de calibración de nuestras MMCs y exigir a los proveedores de servicios metrológicos que ajusten nuestras máquinas para satisfacer las especificaciones del fabricante.

Con lo anterior podemos garantizar con suficiente confianza, la calidad de las mediciones de los ensambles componentes de los autos que VWM produce. Otro aspecto igualmente importante es que fomentamos la elevación del nivel técnico de nuestros proveedores de servicios metrológicos, ya que con la utilización de estas nuevas técnicas de medición, los estimulamos a actualizar y perfeccionar cada vez más sus procedimientos de servicio.

Además obtenemos un conocimiento estadístico lo suficiente completo sobre conceptos como repetibilidad, reproducibilidad, bias, linealidad, etc.

Igualmente importante es que podemos reducir sustancialmente los costos de los servicios metrológicos por calibraciones externas de proveedor, así como minimizar los costos por mantenimientos preventivos, y aunado a esto la

Con el uso de estos artefactos hemos sido capaces de reducir la brecha de disparidad de las comparaciones entre las salas de medición, pues nuestras MMC's ya se encuentran dentro de los límites de especificación de los diferentes fabricantes de Máquinas de Medición por Coordenadas.

Una ventaja adicional es que con la barra de 5 metros podemos evaluar de una sola vez la mayoría de las máquinas que hay en VWM, pues muchas MMCs tienen dimensiones de 5 m., en MMCs más grande, por ejemplo, de 10 m., es posible traslapar la barra en 2 posiciones con las últimas tres esferas para poder cubrir la longitud total de la MMC a evaluar.

Con estas técnicas de Evaluación del Desempeño, el metrólogo tiene mejor conocimiento de su MMC, así como del comportamiento de la misma con la temperatura y con otras variables de influencia, como el polvo en las escalas, humedad, etc.

Todo este conocimiento influye tremendamente en la cultura metrológica de los usuarios de las MMCs, pues han tomado una mayor conciencia de lo que implica el hacer un buen trabajo y del cuidado de su máquina para tenerla en condiciones favorables de operación y realizar mejores mediciones dentro de sus áreas de trabajo.

CORRECCIÓN DE ERRORES DE POSICIÓN EN UNA MMC ZEISS (X=5000 mm, Y=1200 mm, Z=1400 mm).

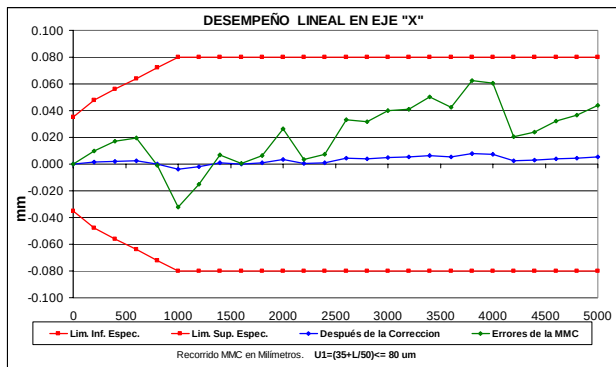


Fig. 1 Corrección de errores de posición en el eje "X" con la prueba de Evaluación del Desempeño en una MMC.

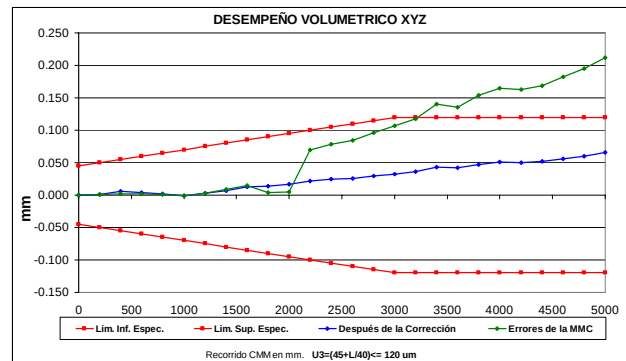


Fig. 4 Medición de la primera diagonal volumétrica con la prueba de Evaluación del Desempeño en una MMC.

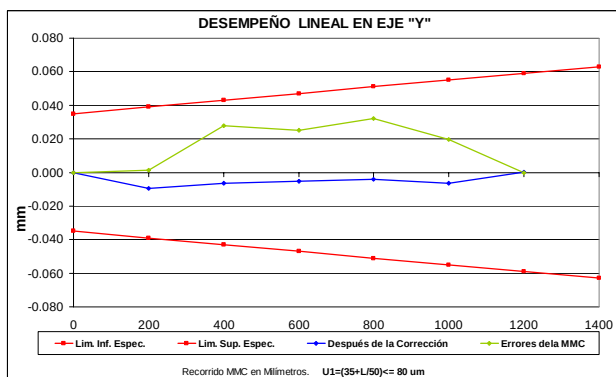


Fig. 2 Corrección de errores de posición en el eje "Y" con la prueba de Evaluación del Desempeño en una MMC.

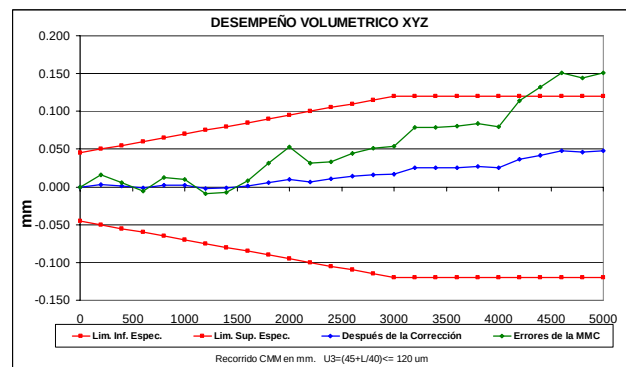


Fig. 5 Medición de la segunda diagonal volumétrica con la prueba de Evaluación del Desempeño en una MMC.

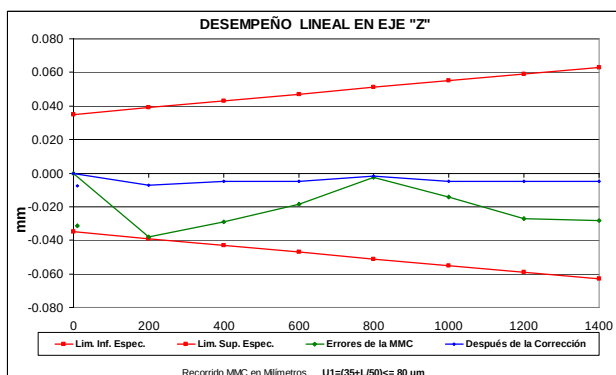


Fig. 3 Corrección de errores de posición en el eje "Z" con la prueba de Evaluación del Desempeño en una MMC.

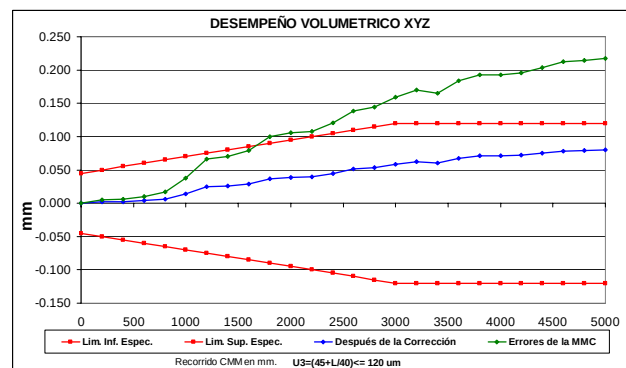


Fig. 6 Medición de la tercera diagonal volumétrica con la prueba de Evaluación del Desempeño en una MMC.

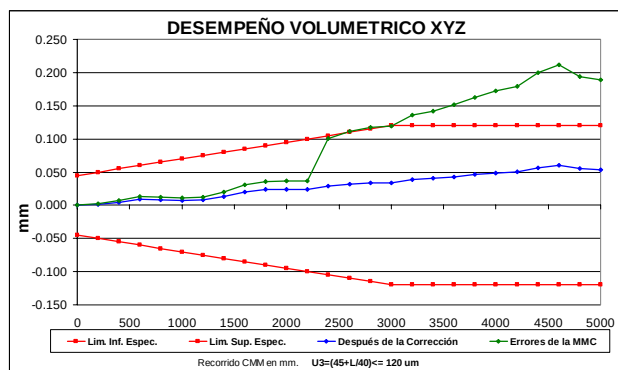


Fig. 7 Medición de la cuarta diagonal volumétrica con la prueba de Evaluación del Desempeño en una MMC.

La incertidumbre calculada por calibración con estos instrumentos en esta máquina en particular es de:

$$u_E = \pm (4,5 + 4,7L) \mu\text{m con } K=2$$

COMPARACIÓN DE LA BARRA DE ESFERAS CON INTERFERÓMETRO LÁSER.

Como lo muestra la siguiente gráfica las mediciones hechas con barra de esferas y con interferómetro láser en una MMC Zeiss presentan la misma tendencia y valores similares.

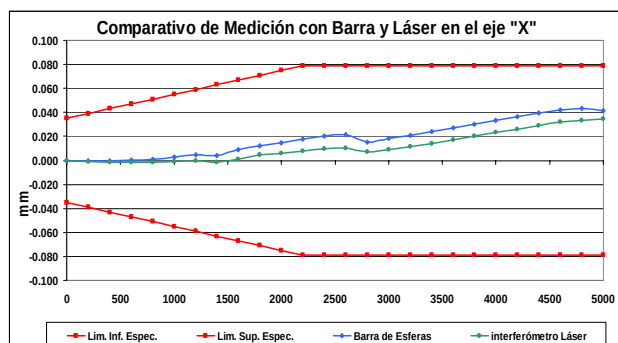


Fig. 7 Comparación de distancias medidas de una MMC Zeiss con Barra de esferas e Interferómetro láser.

DESVENTAJAS DE LA PLACA DE ESFERAS.

Estos artefactos resultan muy caros y se requiere de capacitación especializada de los metrólogos encargados de realizar las Evaluaciones del

Desempeño de la MMCs, lo cual representa también un costo elevado.

Otro inconveniente adicional es que no contamos con los suficientes artefactos para los diferentes volúmenes de medición de las máquinas que existen en toda la planta de VWM.

Un hallazgo importante es que al usar la escuadra de esferas para medición de una diagonal espacial nos daba en la gran mayoría de los casos resultados no muy aceptables, pues algunas distancias evaluadas estaban muy cerca de los límites de especificación del fabricante y otras distancias estaban fuera de dichos límites. Analizando detenidamente esta situación llegamos a la conclusión de que al colocar verticalmente la escuadra (apoyada en su hipotenusa), el eje Y experimentaba una deformación debida a su propio peso, "falseando" los resultados obtenidos.

El origen de esta deformación se debe a que se fijó la escuadra en una posición diferente a la de calibración, por lo que resulta impráctico el cambiar los puntos de apoyo de la escuadra como se hizo en la medición de la diagonal espacial.

Se debe tener mucho cuidado al tratar de cambiar los puntos de apoyo de los artefactos, pues se podrían obtener resultados falsos y por lo tanto no confiables que contribuirán en detrimento de la calidad de las mediciones hechas con las Máquinas de Medición por Coordenadas.

IMPACTO EN LA RELACIÓN CLIENTE-PROVEEDOR

El control de las MMC con los artefactos de esferas ha provocado también un cambio importante en las relaciones con los proveedores.

Al momento de elevar el nivel metrológico de nuestras salas de medición, nos colocamos por encima del nivel metrológico del proveedor, tanto en temas de metrología como en patrones para la verificación del desempeño, como en la calificación del metrólogo. Esto hace que tengamos una diferente relación con el proveedor ya que ahora:

1. No aceptamos a ciegas los resultados de la calibración de los instrumentos de medición.
2. Le indicamos al proveedor exactamente en que líneas de medición debe ajustar
3. Se penaliza al proveedor al no entregar en tiempo la MMC
4. Separamos los conceptos de mantenimiento con los de calibración

5. El proveedor debe mejorar su nivel metrológico tanto en su personal como en los patrones
6. El proveedor tiene que aplicar las normas internacionales o bien acreditar su procedimientos bajo la ISO 17025 con lo cual nos da la seguridad que su procedimiento ha sido validado.
7. Elaboramos planes detallados de confirmación metrológica tanto interna como externa.
8. Con el proveedor hacemos un plan de mantenimiento analizando el historial de la MMC, determinando si tenemos que comprar alguna refacción extra y revisando las graficas de la MMC.
9. Realizamos conjuntamente con el proveedor el ajuste del mapa de compensaciones ya que nosotros tenemos los patrones adecuados para tal motivo.
10. En la compra de nuevos equipos o de actualizaciones a las MMC acordamos las pruebas de desempeño que deben pasar sus equipos para la aceptación de los mismos.

Con esta forma hemos reducido costos, caracterizamos nuestras MMC y el proveedor mismo tiene que elevar su nivel comprando los patrones adecuados

CONCLUSIONES

Los beneficios que se obtienen con el uso de los artefactos de esferas son mucho mayores a las desventajas con los mismos, pues se tiene un mejor conocimiento y control de las MMCs en la planta VWM. Con dichos artefactos se puede garantizar la calidad en las mediciones de los ensambles laminados que componen el auto terminado y con esto una mejor satisfacción del cliente final al no presentarse fallas funcionales en la geometrías, ruidos o vibraciones, entradas de agua, malos enrrases y holguras, rupturas de cristales con cuadraturas inapropiadas de las cavidades de parabrisas y medallones, etc.

Se ha conseguido un incremento satisfactorio en la cultura metrológica de los usuarios de las Máquinas de Medición por Coordenadas.

Se hace hincapié en la correcta fijación de los artefactos de acuerdo a la forma en la que fueron calibrados, ya que si se llegan a fijar en forma diferente, se podrían obtener resultados

impredecibles que conllevarían a tomar una mala decisión por resultados erróneos.

REFERENCIAS

[1] Norma ISO 10360-2. Geometrical Product Specifications (GPS). Acceptance and reverification tests for coordinate measuring machines (CMM.) 2000.

[2] Aseguramiento Metrológico de Máquinas de Medición por Coordenadas. Edgar Arizmendi Reyes, Octavio Icasio Hernández. Centro Nacional de Metrología. 2003.

[3] Evaluación del Desempeño de Máquinas de Medición por Coordenadas. Edgar Arizmendi Reyes, Octavio Icasio Hernández. Centro Nacional de Metrología. 2004.