

AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE GENERACIÓN DE FUERZA DE LAS MÁQUINAS COMPARADORAS Y DEL REGISTRO DE DATOS DE MEDICIÓN

Malinovsky, N.(i); Savarin, A.(i); Fulco, E.(i); Liñeiro, M.(i); Meza, M.(i)
 (i)Centro de Investigación y Desarrollo en Física y Metrología
 nicomali@inti.gov.ar

Introducción

El Laboratorio de Fuerza de Física y Metrología cuenta con tres máquinas de comparación de fuerza de 10 kN, 200 kN y 1000 kN de capacidad máxima. Su incertidumbre expandida logra actualmente valores de $2 \cdot 10^{-4}$ en la máquina más pequeña y $5 \cdot 10^{-4}$ en las otras máquinas.

Estos patrones de referencia brindan trazabilidad a instrumentos utilizados en la industria, así como también son utilizados para ensayar celdas de carga para el Programa de Metrología Legal.

Su principio de funcionamiento se basa en la comparación de las indicaciones de dos transductores de fuerza, siendo uno de ellos el transductor de referencia, y el otro el instrumento de medición bajo ensayo y/o calibración. El transductor bajo ensayo es montado en serie con el transductor de referencia y con ello quedan ambos sometidos al mismo camino de cargas (montaje en serie).

A grandes rasgos, la fuerza es generada por un sistema neumático-hidráulico compuesto por un compresor de aire, un multiplicador de presión aire-aceite (booster) y un pistón hidráulico.

Históricamente, la medición la realizaban un operador del sistema de generación de fuerza y un encargado de registrar los datos de medición.

Objetivos

Desarrollar un sistema automático de generación de fuerza y registro de datos que independice el proceso de medición de los factores que influyen en su repetibilidad, reproducibilidad, linealidad, etc; mejorando así la capacidad de medición y calibración (CMC).

El objetivo final a mediano plazo es declarar ante el Bureau Internacional de Pesas y Medidas (BIPM), una incertidumbre expandida mejor a $2 \cdot 10^{-4}$ en todo el intervalo de 0,5 kN a 1000 kN. Con ello se tendrá una mejor diseminación de la magnitud hacia la industria y laboratorios distribuidos en el territorio nacional.

Descripción

Se han realizado varios intentos de automatizar el sistema operando la etapa hidráulica, encontrándose varias dificultades al momento de comandar las válvulas de alta presión (del orden de los 55 MPa) por requerir potencias mecánicas considerables, a la vez que las maniobras deben ser muy precisas.

Se ha observado que variando el caudal de aire de operación del booster (baja presión) era factible aproximar la fuerza generada a los distintos niveles de fuerza requeridos en una calibración o ensayo, como así también actuar sobre las velocidades de carga y descarga.

Se diseñó una interfaz electrónica conectada a una PC para comandar las válvulas electroneumáticas. Se propusieron tres configuraciones del sistema que fueron probadas para determinar cuál era la más adecuada. Para su selección se priorizó el criterio de versatilidad, en cuanto a poder operar tanto la máquina de 10 kN de capacidad, la cual requiere la inyección de pequeñísimos caudales de aceite, así como la de 1000 kN que requiere relativamente presiones y caudales mucho mayores, utilizando el mismo sistema.

Se desarrolló un software que opera las máquinas a través de la interfaz en forma automática mediante *macros* definidas por el operador. Se incluyó en el mismo el registro de datos de la referencia, de la temperatura y registros fotográficos de las indicaciones del instrumento bajo ensayo.

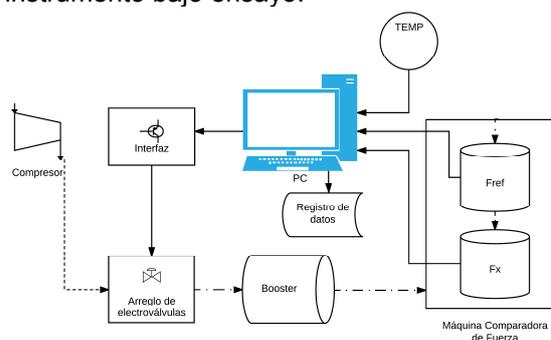


Fig. 1. Diagrama lógico del sistema.

Resultados

Se logró mejorar la calidad de las mediciones por tratarse de un sistema automático con una alta repetibilidad en las condiciones de medición, independizando la calibración de la habilidad del operador.

Debido a la gran cantidad de variables que inciden en las características metrológicas de un transductor de fuerza, el análisis de los resultados se vuelve relativo, pero a modo de ejemplo se presenta un resumen de las mejoras tomando un promedio de los resultados de varios equipos calibrados antes y después de la automatización del sistema.

Tabla. 1. Mejoras obtenidas con el nuevo sistema

Característica	Antes %	Ahora %	Mejora %
Repetibilidad	0,010	0,007	30
Reproducibilidad	0,025	0,015	40
Interpolación	0,007	0,005	29

Las estimaciones de repetibilidad y reproducibilidad fueron realizadas para valores de fuerza de entre el 50% y 100% de la capacidad máxima del transductor. En el caso de la interpolación los valores van del 20% al 100%.

Otras características metrológicas tales como histéresis, deriva a muy corto plazo bajo carga constante (creep), retorno a cero, no son informadas en el presente trabajo, debido a que forman parte de las características inherentes de cada transductor de fuerza, aunque se observó una mejora substancial en la repetibilidad de estos factores.

Por otro lado, otros factores tecnológicos, como ser la mejora en el tiempo requerido en realizar el proceso de calibración, la disminución del reproceso, o sea realizar nuevamente series de medición y/o calibraciones completas, mejoró notablemente.

Asimismo, a través del sistema de adquisición de datos, se logra una relación biunívoca y sincronizada dentro de niveles prácticos adecuados, entre cada fuerza de referencia generada y la indicación de la incógnita mediante una fotografía.

En el caso de utilizar equipamiento de laboratorio compatible con nuestros instrumentos, se pueden tomar todos los datos en forma digital, así como hacer un registro de datos con una frecuencia de hasta 10 muestras/s.

La versatilidad del sistema posibilitará la ampliación para el uso de estas máquinas de referencia para realizar calibraciones con variación de carga continua.

El sistema presentado aún sigue en fase de experimentación. Mediante la adquisición de válvulas proporcionales adecuadas se podrá lograr una mayor estabilidad y velocidad de medición, permitiendo obtener parámetros de medición (sobre todo los tiempos entre toma de datos y las rampas de carga), iguales o incluso mejores a los que presentan máquinas primarias de fuerza.

Asimismo, están en marcha las actualizaciones en instrumental y el diseño del software para desarrollar la capacidad de medición de fuerza a la forma continua, la cual es una metodología más rápida de calibración, y que en muchos casos representa mejor el comportamiento real de un instrumento cuando éste está operando en un proceso de medición industrial.

Conclusiones

Se logró una mejora tecnológica integral mediante la convergencia de conocimientos y la investigación multidisciplinaria que posibilitó que el INTI cuente con un desarrollo propio sin la necesidad de adquirir un costoso equipo que supla dichas necesidades.

Todo este trabajo es extrapolable a otros sistemas similares de medición, por lo cual el know-how adquirido a través del presente desarrollo permite la transferencia tecnológica a la industria y/o laboratorios acreditados.

Referencias bibliográficas

UNE-EN ISO 376, "Materiales Metálicos. Calibración de los instrumentos de medida de fuerza utilizados para la verificación de las máquinas de ensayo uniaxial", edición 2011.

OIML R 60, "Metrological regulation for load cells, International Organization of Legal Metrology", edición 2000(E).