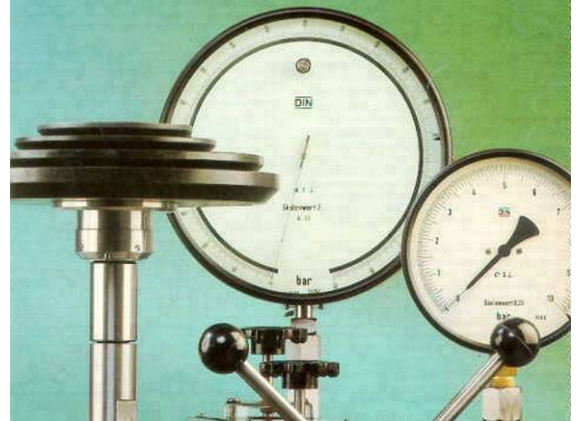


Balanzas de Presión (Pesos Muertos), Funciones de Medición

Las balanzas de presión de tipo pesos muertos son instrumentos muy confiables para la medición y generación de presión, tanto para la industria como para laboratorios de calibración, como patrones de referencia dadas sus propiedades metroológicas de estabilidad o constancia.

Para estos instrumentos existen varios métodos de calibración:



Presión nominal

Para balanzas de presión tipo industrial en las cuales se determina el error en la presión generada por la balanza y de forma complementaria el valor generado por cada una de las pesas.

Área efectiva

Se determina el valor del área del ensamble pistón+cilindro, la cual es utilizada en la ecuación de corrección para el cálculo de la presión medida.

Las diferentes magnitudes de entrada nos permiten corregir y saber con mayor exactitud la presión generada por la balanza. A continuación se presentan las diferentes ecuaciones para la corrección de las balanzas en función de la exactitud esperada, las más comunes son las siguientes:

Somos su Relevo a la Calidad

La Guía MetAs, es el boletín periódico de MetAs & Metrólogos Asociados.

En *La Guía MetAs* se presentan noticias de la metrología, artículos e información técnica seleccionada por los colaboradores de MetAs & Metrólogos Asociados, que deseamos compartir con nuestros colegas, usuarios, clientes, amigos y con todos aquellos relacionados con la metrología técnica e industrial.

Calle: Jalisco # 313. Colonia: Centro
49 000, Cd. Guzmán, Zapotlán El Grande, Jalisco, México
Teléfono & Fax: 01 (341) 4 13 61 23 & 4 14 69 12 con tres líneas
E-mail: laguiametas@metas.com.mx. Web: www.metas.com.mx

Servicios Metroológicos:

Laboratorio de Calibración:

Presión, Alto Vacío, Temperatura, Humedad, Eléctrica, Vibraciones, Masa, Densidad, Volumen y Óptica

Ingeniería:

Selección de Equipos, Desarrollo de Sistemas de Medición y Software, Reparación y Mantenimiento

Gestión Metroológica:

Subcontratación de Servicios, Outsourcing, Selección de Proveedores, Confirmación Metroológica

Consultoría:

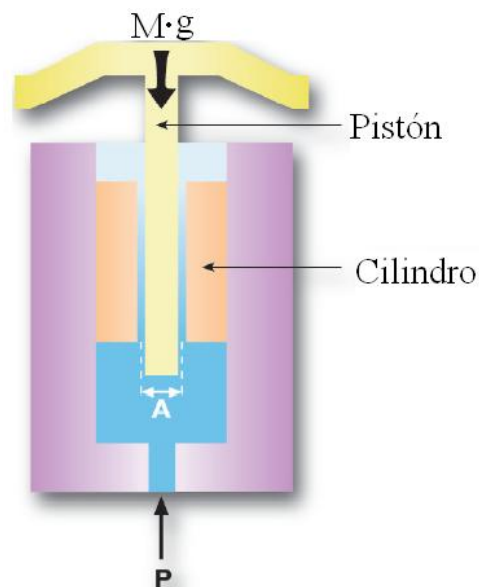
Capacitación, Entrenamiento, Asesoría, Auditorías, Ensayos de Aptitud, Sistemas de Calidad

La función de medición 1 es la menos utilizada y recomendada debido a que solamente se suman los valores nominales de indicación de las masas a condiciones normalizadas, sin realizar ningún tipo de corrección.

$$P = \sum P_i \quad (\text{Ec. 1})$$

Donde tenemos que:

- P = presión generada,
al nivel de referencia de la balanza o el nivel inferior del pistón en equilibrio;
- P_i = presión indicada (nominal) i -ésima.



Una variante de esta función de medición es la 2, la cual añade la corrección por aceleración de caída libre (gravedad) la cual reduce aproximadamente hasta un 0,25 % de error al considerar los efectos locales por aceleración de caída libre.

$$P = F / A$$

$$P = \sum P_i \cdot \frac{gl}{gn} \quad (\text{Ec. 2})$$

Donde agregamos:

- gl = aceleración de caída libre (gravedad) local;
- gn = aceleración de caída libre (gravedad) normalizada.

La función de medición 3 es la más utilizada para las balanzas industriales con clases de exactitud mayor igual a 0,1 %L (0,1 y 0,2), donde además se corrige el error instrumental encontrado en la calibración.

$$P = \sum Pn_i \cdot \frac{gl}{gn} = (P_i - E_i) \cdot \frac{gl}{gn} \quad (\text{Ec. 3})$$

Donde ahora tenemos que:

- Pn_i = presión a condiciones normalizadas i -ésima;
- E_i = error de ajuste (sesgo) i -ésimo.

La ecuación 4 además de la corrección por aceleración de caída libre, también está el área del pistón y la fuerza normalizada que ejercen las masas.

$$P = \frac{Fn_i}{A} \cdot \frac{gl}{gn} = \frac{M_i \cdot gn}{A} \cdot \frac{gl}{gn} \quad (\text{Ec. 4})$$

Donde:

Fn_i = fuerza normalizada i-ésima;

A = área del pistón (determinada dimensionalmente);

M_i = valor de masa i-ésima.

Condiciones ambientales y condiciones de referencia

Hasta aquí no se ha considerado el efecto de las condiciones ambientales en la función de medición de la presión medida por la balanza de presión, para los modelos de medición siguientes 5 y 6 para clases de exactitud iguales o mejores al 0,02 % (0,02; 0,01; 0,005 y mejores no clasificadas), el monitoreo, registro y control de las condiciones ambientales tienen repercusión en los resultados finales ya que son necesarios para el cálculo de la densidad del aire y corrección por empuje del aire, por lo cual se recomienda que se trabaje dentro del intervalo de +15...+30 °C y con una humedad relativa máxima del aire ambiental del 80 %HR. Lo anterior con el propósito de corregir y de normalizar los resultados a temperatura de referencia (tr) y densidad del aire normalizada (ρ_{an}) y aceleración de caída libre normalizada (gn), esta última utilizada desde la ecuación 2.

En la ecuación 5 están involucrados diferentes valores de densidad los cuales son obtenidos mediante normas, calibración y otros calculados, así como también la temperatura de referencia y coeficientes dados por el fabricante y diseñador de la balanza para realizar las correcciones a condiciones normalizadas.

$$P = \sum Pn_i \cdot \frac{gl}{gn} \cdot \frac{\left(1 - \frac{\rho_a}{\rho_m}\right)}{\left(1 - \frac{\rho_{an}}{\rho_m}\right)} \cdot \frac{1}{[1 + \alpha_{pc}(tpc - tr)]} \quad (\text{Ec. 5})$$

Donde:

ρ_a = densidad del aire (requiere calcularla en base a las condiciones ambientales);

ρ_m = densidad de las masas;

ρ_{an} = densidad del aire normalizada;

α_{pc} = coeficiente de expansión térmica del pistón+cilindro;

tpc = temperatura del pistón+cilindro (necesita medirla);

tr = temperatura de referencia.

$gn =$
9,806 65
 m/s^2

La ecuación 6 es la más utilizada para la corrección de balanzas de alta exactitud, donde incluye la mayoría de las magnitudes de entrada.

$$P = \frac{\sum Mr_i \cdot \left(1 - \frac{\rho a}{\rho m}\right) \cdot gl + \gamma \cdot C}{A_0 \cdot (1 + b \cdot P_N) \cdot [1 + \alpha pc \cdot (tpc - tr)]} \quad (\text{Ec. 6})$$

Donde:

Mr_i = valor de masa “real” i -ésima;

γ = tensión superficial del fluido (gas, $\gamma = 0$);

C = circunferencia (perímetro) del pistón;

A_0 = área del ensamble pistón+cilindro a condiciones de referencia (obtenida experimentalmente mediante calibración en presión);

b = coeficiente de deformación elástica del ensamble pistón+cilindro;

P_N = presión nominal.

$$\rho_{an} = 1,2 \text{ kg/m}^3$$

$$tr = 20 \text{ ó } 23 \text{ }^\circ\text{C}$$

Magnitudes de influencia

En los diferentes modelos de medición encontramos magnitudes de entrada que mediante la relación establecida por el modelo matemático nos permiten corregir su efecto sobre la presión, sin embargo hay otras llamadas magnitudes de influencia que sabemos que tienen un efecto sobre la indicación o medición de presión pero que al no conocer su relación matemática con la presión de forma práctica debemos mantenerlas bajo control, como son:

- La frecuencia de rotación del pistón, típica 30 min^{-1} , por su efecto al vencer la fricción estática y dejar la componente dinámica;
- Sentido de rotación, CW (horario) o CCW (antihorario) (siglas por el nombre en inglés) por su efecto sobre la fricción dependiente del maquinado del pistón+cilindro;
- Nivel de flotación, por su sensibilidad al punto de equilibrio y nivel de referencia y su efecto sobre el área efectiva de huelgo mínimo;
- Fluido manométrico, por su viscosidad y propiedades de lubricación, que afectan la presión mínima por fricción y máxima por hermeticidad.

REFERENCIAS

- EA-10/03 (antes EA-4/17, EAL-G26). (1997). Calibration of Pressure Balance. European cooperation for Accreditation of Laboratories.
- ASME PTC 19.2. (1964). Pressure measurement, instruments and apparatus. ASME, American Society of Mechanical Engineers.
- ISA RP52.1. (1975). Recommended environments for standards laboratories. ISA, Instrumentation Society of America.
- OIML R 110. (1994). Pressure balances. OIML, Organisation Internationale de Métrologie Légale. Paris, France.