



Farmacia

Guía de Medición de Masa

radwag.com

Copyright by RADWAG Balanzas Electrónicas Radom
2025

Edición I

RADWAG Balanzas Electrónicas

26-600 Radom,

calle. Toruńska 5

Tel. 48 48 38 48 800, fax 48 48 385 00 10

correo electrónico: radom@radwag.pl

<http://www.radwag.com>

ÍNDICE

1. Introducción	4
2. Sistema de Gestión de Calidad	5
3. Precisión de la medición de masa según USP/Ph. Eur./JP	7
4. Pesada mínima USP/Ph. Eur./JP	11
5. Ajuste	14
6. Métodos de medición	15
7. Inspección metrológica de balanzas y sistemas de pesaje	16

1. Introducción

En numerosos laboratorios, la medición de masa es el primer paso para posteriores análisis cualitativos o cuantitativos. Por lo tanto, debe ser precisa, independientemente de su aplicación. Los errores de medición de masa pueden tener una influencia significativa en la seguridad y precisión de los procesos de producción, así como en la calidad del producto final. Sin duda, la seguridad en farmacia es uno de los aspectos más importantes, estrechamente relacionado con la medición de masa a escala micro y macro. Desde el punto de vista metrológico, la precisión de la medición es un concepto cualitativo definido por el valor de un error sistemático, es decir, la exactitud (trueness) y el valor del error aleatorio (precisión). El valor del error sistemático se ve afectado por la linealidad, la sensibilidad y la desviación céntrica. Esta prueba solo puede realizarse con estándares de masa certificados, como los que se realizan en el departamento de control de calidad de Radwag (fig. 1). La medida del error aleatorio es la desviación estándar de la serie de mediciones. El método para evaluar estos parámetros está estrictamente definido en documentos específicos de cada disciplina, como la sección 41 de la USP, Balanzas, la sección 1251, Pesaje en una balanza analítica, Ph. Eur. Sección 2.1.7 Balanzas para fines analíticos, JP XVIII sección 9.62 Instrumentos de Medición, Aparatos G1-6-182. Tenga en cuenta que la unificación de los requisitos de las farmacopeas estadounidense, europea y japonesa respecto al correcto funcionamiento de las balanzas garantiza no solo una producción segura, sino también la transferencia de métodos y sistemas de pesaje que se adapten a las características del lugar de trabajo.



Figura 1. Departamento de Control de Calidad – Balanza AS 220.R2, evaluación del valor correcto
AS 220.R2, carga máxima 220 g, unidad de lectura elemental $d = 0,1 \text{ mg}$,
ajuste automático, certificado OIML

¹ PN-ISO 5725-1. Exactitud (corrección y precisión) de los métodos y resultados de medición. Principios generales y definiciones.

2. Sistema de Gestión de Calidad

La supervisión de balanzas y sistemas de pesaje es un requisito fundamental de todo sistema de gestión de calidad, como ISO 9001, ISO 17025, QMS, ISO 22000, HACCO, GMP y GLP.

Sin embargo, el primer paso para la puesta en servicio de la balanza siempre debe ser la cualificación de la instalación y la cualificación operativa. Durante estos procesos, se verifican las capacidades metrológicas de la balanza con respecto a los parámetros deseados. En condiciones ambientales estables, los resultados de las mediciones se comparan con los límites esperados, teniendo en cuenta los métodos y directrices especificados, por ejemplo, en USP 41, Ph. Eur. 2.1.7. Uno de los aspectos más importantes de la supervisión de balanzas es la calibración, que permite mantener la trazabilidad metrológica a las unidades del SI. Por otro lado, la calibración proporciona información sobre las desviaciones reales en las indicaciones de la balanza relacionadas con errores sistemáticos y aleatorios. Este procedimiento lo realiza el Laboratorio de Medición Radwag (acreditación AP 069) para mediciones de masa y volumen con pipetas monocal y multicanal.



Figura 2. Calibración del comparador de masa mediante método manual

Carga máxima: 500 g, rango de compensación eléctrica: -10 g a +20 g.

Pesas de lastre internas, control automático

Los sistemas de gestión de calidad también requieren la planificación e implementación de inspecciones periódicas de parámetros que son importantes para el proceso que se está implementando. Durante la preparación de las pruebas, es necesario recordar que las fluctuaciones en el entorno de trabajo, relacionadas con la temperatura y la humedad, pueden dificultar considerablemente las mediciones de masa. Otro efecto perjudicial puede ser la vibración causada por las máquinas y el exceso de movimiento del aire. Teniendo esto en cuenta, las balanzas Radwag están equipadas con sensores para la detección de estos fenómenos, lo cual constituye uno de los aspectos de la aplicación del Digital Weighing Auditor (DWA). La función del DWA se muestra en la figura 3.

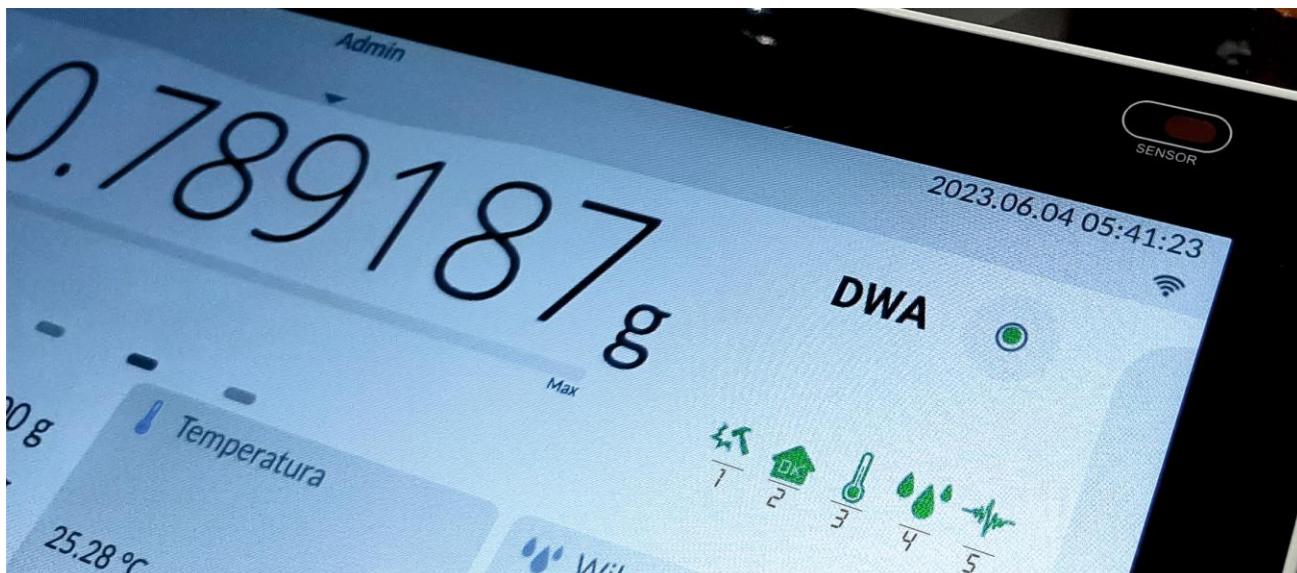


Figura 3. Aplicación Digital Weighing Auditor

Leyenda: 1 – monitor de calidad de pesaje (golpes),
2 – estado de Digital Weighing Auditor, 3 – control de temperatura,
4 – control de humedad, 5 – detección de vibración de piso

Un aspecto fundamental del Sistema de Gestión de Calidad en toda organización, incluida Radwag, es la acreditación y certificación de balanzas y sistemas de pesaje. Esto es fundamental en sectores como la farmacia, donde también se requiere la supervisión metrológica legal. Por ello, todas las balanzas Radwag cuentan con certificados de homologación emitidos por el Organismo Notificado Europeo (CMI, GUM), Americano (NTEP) u otro organismo competente del país de uso. El resultado de la certificación europea es el certificado OIML, que confirma la correcta calidad de la balanza.

3. Precisión de la medición de masa según USP/Ph. Eur./JP

Como se mencionó anteriormente, la precisión es un concepto cualitativo. Por lo tanto, la medición solo debe considerarse precisa cuando el valor de los errores sistemáticos y aleatorios se encuentra dentro de límites aceptables. El error sistemático de la balanza depende de los cambios en la sensibilidad, la desviación de linealidad y la desviación de centricidad. Se supone que la suma de los errores de estos factores no debe superar el 0,10 %, pero es improbable que ocurran simultáneamente y tengan el mismo signo algebraico. Por esta razón, el criterio de aceptación para cada uno de ellos se establece en el 0,05 %. La figura 4 muestra una interpretación gráfica de este fenómeno.

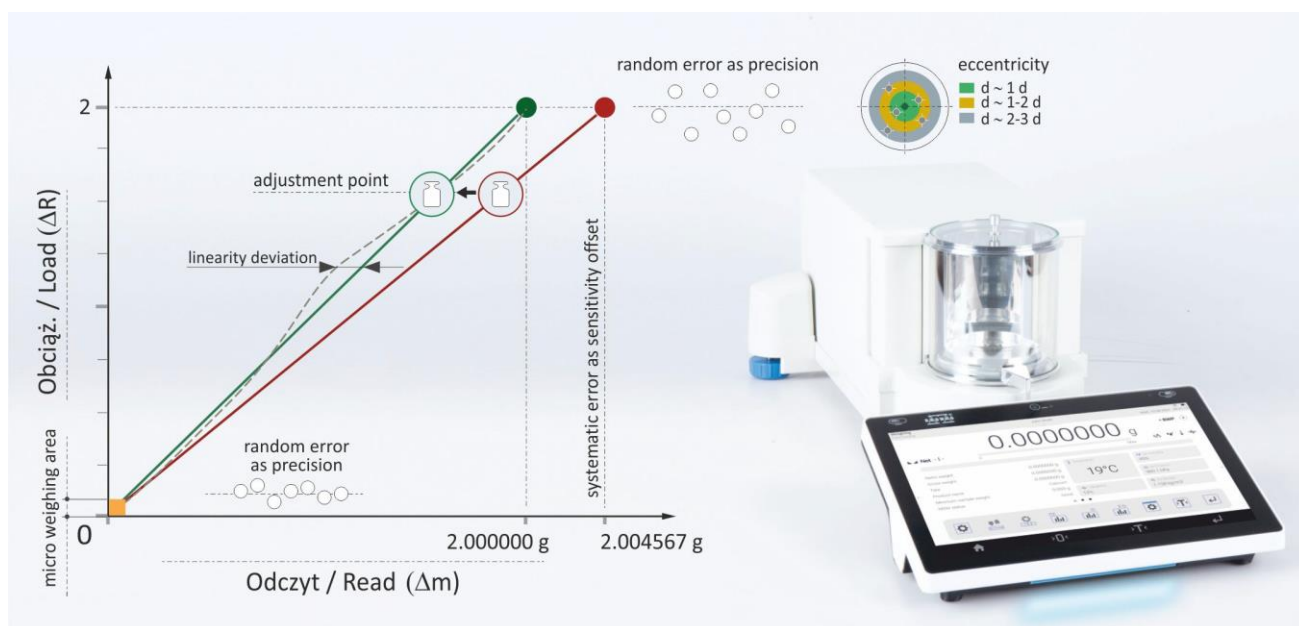


Figura 4. Errores sistemáticos y aleatorios

Como se muestra en la figura 4, la precisión de la balanza, especialmente en el rango superior de pesaje, depende estrictamente de los cambios en la sensibilidad. La desviación de la sensibilidad aumenta aproximadamente linealmente con la carga de la balanza, por lo que puede ser crítica para mediciones en las que la masa de la carga supera el 50 % de su capacidad de elevación. Cabe destacar que el ajuste de la balanza, realizado en ciclos automáticos y manuales (con intervención del operador), elimina estas desviaciones. Todas las balanzas de laboratorio Radwag (series X2, X7, 5Y) ofrecen estas posibilidades de ajuste.

La parte inferior del gráfico muestra que las posibles desviaciones de sensibilidad son insignificantes cuando la masa de carga es pequeña, suponiéndose inferior al 5 % de la capacidad máxima de la balanza microárea de pesaje. (micro weighing area). La precisión del pesaje de estas muestras pequeñas depende únicamente del valor del error aleatorio. Esta es la base para determinar el punto de partida del rango de pesaje, el denominado Pesada mínima de la muestra (Minimum Sample Weight).

La figura 5 muestra la vista de las masas de ajuste integradas en el diseño de balanzas de diversas resoluciones. Tenga en cuenta que la masa de ajuste es, de hecho, un patrón de masa, pero a diferencia de otros patrones de masa, no tiene certificado de calibración.



Figura 5. Masa de ajuste de balanzas con diversas resoluciones

3.1. Inspección periódica de la sensibilidad de la balanza

La desviación de la sensibilidad debe determinarse utilizando un único patrón de masa cuyo valor nominal oscila entre el 5 y el 100 % de la capacidad máxima de elevación de la balanza. Por regla general, la prueba se realiza con un patrón cuya masa se aproxima al límite de carga máxima. Los patrones utilizados para probar la sensibilidad deben cumplir con los requisitos de las normas OIML R-111-1 o ASTM E-617, donde la incertidumbre en la determinación de la masa estándar no debe ser superior al límite de precisión, es decir, el 0,05 %.

La prueba debe realizarse una vez que la balanza se haya aclimatado, en condiciones ambientales estables. El período de aclimatación se define en la documentación técnica de cada balanza y es significativo para las mediciones realizadas con una resolución de 0,001 mg (microbalanzas) y 0,0001 mg (ultramicrobalanzas).

1. Cargue el platillo de pesaje dos veces usando un patrón de masa usado para realizar la prueba, retire el patrón de masa del platillo de pesaje.
2. Cierre la cámara de pesaje, si corresponde.
3. Ponga a cero (reinicie) la indicación de la balanza.
4. Coloque el patrón de masa en el platillo de pesaje y registre el valor cuando esté estable.
5. Calcule la desviación de sensibilidad según la siguiente ecuación (1).

$$\frac{|m-l|}{m} \times 100 \leq 0.05 \quad (1)$$

donde:

m – masa nominal del patrón o su masa convencional especificada en el certificado de calibración,
l – indicación, p. ej. en gramos.

Ejemplo

- balanza AS 220.X7, capacidad máxima: 220 g
- división de lectura: $d = 0,1 \text{ mg}$
- control con un patrón de 200 g, juego de patrones de masa n.º K-1485/18, certificado de calibración: 14366/4786/24
- masa convencional del patrón de masa: 199,99987 g, incertidumbre expandida de la determinación de la masa del patrón: $U = 0,06 \text{ mg}$
- resultado de pesaje: $I = 199,9999 \text{ g}$

$$\frac{|199.99987 - 199.9999|}{199.99987} \times 100 \leq 0.05$$

(2)

$$0.000015 \leq 0.05$$



Figura 6. Control de la desviación de la sensibilidad de la balanza mediante un patrón de masa

La desviación de sensibilidad de la balanza es inferior al límite definido en USP 41, Ph. Eur 2.1.7 y JP XVIII sección 9.62. La balanza es adecuada para mediciones de masa en todo el rango de medición.

Según Ph. Eur 2.1.7, suele ser suficiente usar una masa nominal de la pesa o pesa patrón de masa al evaluar la desviación de sensibilidad, siempre que el error máximo permisible de la pesa de prueba (es decir, el error máximo permisible para la pesa o pesa patrón de prueba dividido por la masa nominal) no sea superior a un tercio de la especificación de la prueba de sensibilidad, es decir, 0,05 %. Si no se puede lograr esta relación, se debe adoptar el valor de la masa de pesa patrón especificado en el certificado de calibración. En este caso, el operador debe asegurarse de que la incertidumbre de determinación de la masa de pesa patrón dividida por su masa nominal no sea superior a un tercio de 0,05 %.

$$\frac{U}{M} \leq \frac{1}{3} 0.05\% = \frac{U}{M} \leq 0.00016$$

(3)

donde:

U – incertidumbre de la determinación de la masa del patrón
 M – masa nominal estándar

Ejemplo: inspección de la idoneidad del patrón de masa para la prueba de sensibilidad de la balanza.

- Masa nominal del estándar = 200 g,
- Incertidumbre extendida de determinación de masa del patrón = 0,06 mg ® 0,00006 g
- $U/M = 0,0000003$
- Límite = 0,00016
- El patrón de masa se puede utilizar para la evaluación de la desviación de la sensibilidad

Desde el punto de vista metrológico, el valor de la incertidumbre extendida durante la calibración es una característica distintiva de cada laboratorio que demuestra que depende de la precisión de las balanzas utilizadas para la calibración y de la incertidumbre estándar de masa de orden superior.



Figura 7. Balanza analítica XA 82/220.5Y con termómetro de control y estándares de masa

XA 82/220.5Y Carga máxima 220 g, unidad de lectura elemental $d = 0,1/0,01$ mg

Ajuste interno, certificado OIML, interfaces: USB-A x2, USB-C, HDMI, Ethernet, Wi-Fi®, Hotspot

Es posible reducir la incertidumbre de la medición al calibrar los patrones de masa en caso de adopción de Automatización. Esto es lo que ocurre en el Laboratorio de Medición de Radwag.

4. Pesada mínima USP/Ph. Eur./JP

Al pesar muestras pequeñas, por ejemplo, al medir la cantidad de polvo, solo el error aleatorio es esencial para la precisión de la medición. Esta evaluación de la calidad de la medición de masa se presenta en los documentos USP 41, Ph. Eur. 2.1.7, JP XVIII sección 9.62.

Para determinar el valor del error aleatorio, es necesario realizar una serie de al menos 10 mediciones y, a partir de los resultados finales, calcular la desviación estándar. El propósito de esta prueba es verificar si el valor del error aleatorio (indicador de repetibilidad) es aceptable (dependencia 3). La desviación estándar mínima posible, según USP/Ph. Eur., puede ser de 0,41 d. Si la desviación estándar obtenida de la serie de mediciones es inferior a 0,41 d, debe sustituirse por 0,41 d.

$$R = \frac{2 \cdot S}{m} \leq 0.10\% \rightarrow \frac{2 \cdot S}{m} \leq 0.001 \quad (3)$$

donde: S – desviación estándar de los valores (por ejemplo, en gramos);
m – masa neta más baja de la muestra a pesar.

El ejemplo de cálculo de la desviación estándar para varios balances potenciales diferentes se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Error aleatorio de balanzas con distintos valores de la división elemental

No.	W-1	W-2	W-3	W-4
1	20.001	0.1001	0.50001	5.0001
2	20.000	0.0999	0.50002	5.0004
3	20.001	0.1000	0.50003	5.0005
4	20.001	0.1002	0.49998	4.9997
5	20.001	0.1001	0.49998	4.9992
6	20.001	0.1000	0.50002	5.0003
7	20.001	0.0999	0.50002	5.0010
8	20.001	0.1001	0.49998	4.9992
9	20.001	0.1001	0.49998	5.0001
10	20.001	0.1000	0.50001	5.0006
St. dev. (S)	0.00032	0.00010	0.00002	0.00059
S _{MIN} = 0.41d	0.00041	x	x	x

En otro paso, el valor de la desviación estándar se utiliza para calcular el punto de inicio del rango de pesaje → el llamado Pesada mínima (Minimum Sample Weight), dependencia (4)

$$MSW = 2000 \cdot S \quad (4)$$

Pesar por debajo del umbral de MSW generalmente no cumple la condición 3. Según los requisitos de la USP, Ph. Eur. y JP, no se pueden considerar precisos y prácticamente no deben realizarse. El punto de partida del rango de pesaje para las balanzas 1-4 se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Valores de MSW dependiendo del valor de error aleatorio

No.	W-1	W-2	W-3	W-4
d (g)	0.001	0.0001	0.00001	0.0001
St. dev. (S)	0.00032	0.00010	0.00002	0.00059
$S_{MIN} = 0.41d$	0.00041	x	x	x
MSW	0.82g	0.2g	0.04g	1.18g

Cabe señalar que el valor de MSW no se determina por la resolución de la balanza (número de decimales), sino por el valor de error aleatorio, que se puede observar al comparar el MSW de las balanzas n.º 2 y 4.

En la práctica, la precisión de medición para las llamadas "masas pequeñas" tiene un valor fijo, suponiendo que las condiciones de prueba sean estables. Desafortunadamente, la habilidad del operador también juega un papel crucial en la comprobación de la precisión de la medición. Se refiere al pesaje sin golpes ni otros factores que dificulten la medición, como vibraciones o movimiento excesivo de aire. Durante las pruebas, es esencial utilizar estándares ligeramente más pesados que el umbral de MSW previsto, principalmente por razones prácticas. Es mucho más fácil agarrar los estándares con pinzas y colocarlos en el plato de pesaje si su superficie es mayor.



Figura 8. Prueba de cambios de masa del filtro después de la filtración, medición de la cantidad de sustancia

Microbalanza MYA 5.5Y.FA: medición de masa del filtro, carga máxima 5 g, unidad de lectura elemental d = 0,001 mg

Balanza analítica XA 82/220.5Y, carga máxima 220 g, unidad de lectura elemental d = 0,01 mg

Los valores más bajos de MSW para balanzas de varias resoluciones se muestran en la tabla 3, aunque en realidad, estos valores solo se pueden obtener con respecto a balanzas con una resolución de 1 mg y 0,1 mg.

Tabla 3. Valores mínimos de MSW, dependiendo del valor de división elemental de la balanza

División elemental (d)	Formula	MSW	Tipo de balanza
1 mg	$0.41 \cdot 1\text{mg} \cdot 2000$	820 mg	PS 1000.X2
0.1 mg	$0.41 \cdot 0.1\text{mg} \cdot 2000$	82 mg	AS 220.5Y
0.01 mg	$0.41 \cdot 0.01\text{mg} \cdot 2000$	8.2 mg	XA 82/220.5Y
0.001 mg	$0.41 \cdot 0.001\text{mg} \cdot 2000$	0.82 mg	MYA 5.5Y
0.0001 mg	$0.41 \cdot 0.0001\text{mg} \cdot 2000$	0.082 mg	UYA 2.5Y

Tenga en cuenta que el valor de error aleatorio determinado es solo una estimación experimental del valor, que puede variar en función de la variabilidad del entorno de trabajo. Por ello, se recomienda realizar pesajes por encima del umbral de MSW.

La determinación del valor de MSW es solo una parte del proceso, ya que ahora es necesario considerar estos requisitos en el trabajo diario. La función de programa MSW disponible en las balanzas Radwag AS, XA, MYA y UYA.5Y proporciona un apoyo sustancial en este sentido. El valor del umbral de MSW y su período de validez son definidos por el administrador de la balanza. El estado del procedimiento de pesaje, en relación con el MSW, se muestra claramente en la pantalla de la balanza. Figura 9. Microbalanza MYA 5.5Y con función MSW activa. MYA 5.5Y, carga máxima 5 g, unidad de lectura elemental d = 0,001 mg. Ajuste interno, certificado OIML.



Figura 9. Microbalanza MYA 5.5Y con función MSW activa
MYA 5.5Y, carga máxima 5 g, división de lectura elemental d = 0,001 mg,
Ajuste interno, certificado OIML

5. Ajuste

La tarea del ajuste es corregir las indicaciones (lectura) de la balanza. Para ello, se compara el resultado del pesaje patrón de masa (la llamada masa de ajuste) con su valor conocido. Estas comparaciones son automáticas → cambio de temperatura, expiración del tiempo, o semiautomáticas antes de que se inicie la prueba → intervención del operador de la balanza. A diferencia de los estándares externos, la masa de ajuste no está calibrada. La calibración como procedimiento que prueba la "exactitud" de las indicaciones se realiza para la balanza en su conjunto, por lo que, de hecho, también con referencia al valor interno de la masa de ajuste. El principio de ajuste se ha mostrado en la figura 9; es idéntico para cada balanza, y el correcto funcionamiento de esta unidad es verificado por el Departamento de Control de Calidad en Radwag.

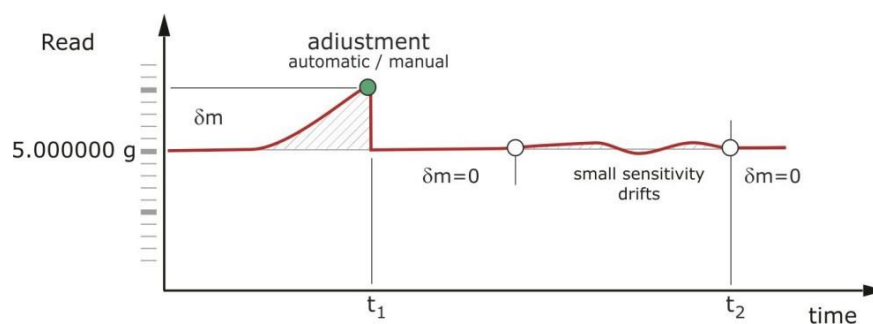


Figura 10. Principio general del ajuste electrónico de la balanza

El ajuste de la balanza se refiere a un pesaje típico de la carga. Desde el punto de vista metrológico, la calidad de este procedimiento puede definirse a través de la precisión de la medición. Es un conocimiento común que la precisión de la medición depende en gran medida de las condiciones de medición, así como de las habilidades del operador. Cabe destacar que la automatización del ajuste y la integración de la masa de ajuste en la balanza aumentan considerablemente la precisión de la medición en comparación con la medición manual. Esto es fundamental y deseable, ya que la sensibilidad de la balanza se corrige en función del resultado del pesaje de la masa de ajuste.

Como se mencionó anteriormente, el parámetro cualitativo del ajuste es la precisión de la medición, que se puede determinar mediante la función de diagnóstico del Autotest GLP, disponible en el menú de la mayoría de las balanzas de laboratorio de Radwag. El principio de funcionamiento del Autotest GLP se basa en la determinación de la desviación típica → medida de la precisión de la medición, basada en una serie de 10 ciclos de pesaje de la masa de ajuste interna. El valor final de la desviación típica suele ser inferior al valor de la unidad elemental de la balanza en cuestión.

6. Métodos de medición

Como norma general, el método de pesaje se define mediante normas PN-EN, ASTM, guías ISO u otros documentos reconocidos y adoptados para su uso, ya sean internos o externos, específicos de la disciplina. Los requisitos pueden referirse a la masa de la muestra, el método de recolección, el almacenamiento y la tolerancia de pesaje. Recuerde que las muestras no son neutras y pueden resultar inestables debido a la sorción de humedad, el desequilibrio de las cargas electrostáticas y la inestabilidad térmica. El entorno de trabajo también puede influir en el pesaje cuando su variabilidad con respecto a la temperatura, la humedad, el movimiento del aire y las vibraciones es demasiado alta.



Figura 11. Balanza XA 82/220.5Y, medición de masa de filtros, Microbalanza MYA 2.5Y, medición de masa de cápsulas - uniformidad de masa de preparación médica (USP).

Balanza analítica XA 82/220.5Y, carga máxima 220 g, unidad de lectura elemental $d = 0,01$ mg, certificado OIML.

Microbalanza MYA 2.5Y, carga máxima 2 g, unidad de lectura $d = 0,001$ mg, certificado OIML.

El entorno de trabajo variable se monitoriza mediante sensores internos instalados en las balanzas de la serie 5Y → iconos verdes en la pantalla (figura 10). Es una solución profesional para cualquier laboratorio en cuanto a la supervisión de las condiciones de trabajo variables. También es posible conectar sensores adicionales de temperatura y humedad al puerto USB de la balanza para monitorizar el entorno de trabajo.

La precisión de la medición a microescala puede verse afectada por numerosos factores que interactúan entre sí. A pesar de ello, es posible especificar la precisión potencial de la medición de masa comprobando la precisión de la medición en el lugar de uso del dispositivo. Esta prueba se realiza generalmente utilizando un estándar cuya masa es similar a la masa de las muestras pesadas. La desviación estándar (S) de una serie de mediciones es una medida de imprecisión; cuanto menor sea el valor (S), mayor será la consistencia del resultado de la serie → mayor precisión de la medición. Como sabemos, la precisión de la medición es un error aleatorio, y la exactitud de la medición también se ve afectada por el error sistemático. Puede ser significativo solo cuando la masa de las muestras pesadas supera el 50 % de la capacidad máxima de elevación de la balanza.

7. Inspección metrológica de balanzas y sistemas de pesaje

No cabe duda de que, desde una perspectiva metrológica y normativa, todo dispositivo de medición, incluidas las balanzas, debe revisarse periódicamente según un programa establecido. En el caso de las balanzas, este procedimiento se lleva a cabo utilizando uno o varios patrones de masa y consiste en comparar la indicación de la balanza con el valor del patrón certificado conocido. Normalmente, se establece una tolerancia admisible de $\pm$ dentro de la cual debe encontrarse el resultado del pesaje del patrón, o un límite, el llamado umbral de pesaje, como el MSW.

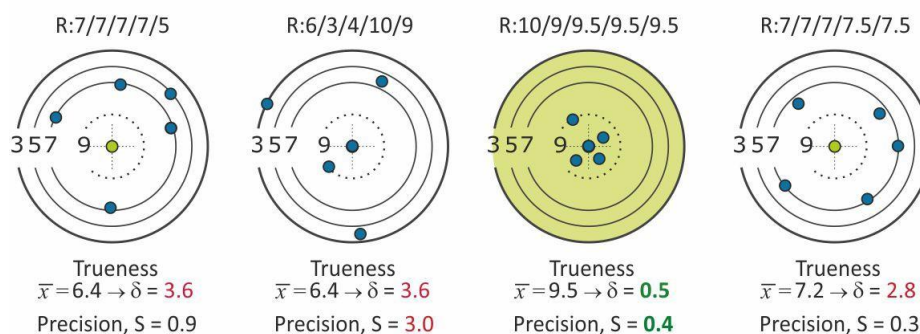


Figura 12. Veracidad (trueness) y precisión en las mediciones de masa

Como parte de la inspección metrológica, se utilizan patrones de masa para evaluar la precisión de la medición $\rightarrow$ (error sistemático). Este es el enfoque normativo recomendado por la OIML para todas las balanzas no automáticas. Cabe destacar que, en realidad, la medición de masa se realiza para artículos completamente diferentes a los patrones de acero. Por lo tanto, se puede asumir que la precisión de la medición será diferente, especialmente cuando el artículo pesado tiene una superficie $\rightarrow$ (filtro) mucho mayor.



Figura 13. Control metrológico de la balanza, medición de la masa del filtro

² ISO/IEC 17025:2017 General requirements for the competence of testing and calibration laboratories, EN ISO 9001:2015 Quality management systems – Requirements)

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Departamento de Control de Calidad – Balanza AS 220.R2, evaluación del valor correcto	4
Figura 2. Calibración del comparador de masa mediante método manual.	5
Figura 3. Aplicación Digital Weighing Auditor	6
Figura 4. Errores sistemáticos y aleatorios	7
Figura 5. Masa de ajuste de balanzas con diversas resoluciones	8
Figura 6. Control de la desviación de la sensibilidad de la balanza mediante un patrón de masa.....	9
Figura 7. Balanza analítica XA 82/220.5Y con termómetro de control y estándares de masa	10
Figura 8. Prueba de cambios de masa del filtro después de la filtración, medición de la cantidad de sustancia	12
Figura 9. Microbalanza MYA 5.5Y con función MSW activa	13
Figura 10. Principio general del ajuste electrónico de la balanza	14
Figura 11. Balanza XA 82/220.5Y, medición de masa de filtros, Microbalanza MYA 2.5Y, medición de masa de cápsulas - uniformidad de masa de preparación médica (USP).	15
Figura 12. Veracidad (trueness) y precisión en las mediciones de masa	16
Figura 13. Control metrológico de la balanza, medición de la masa del filtro	16

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Error aleatorio de balanzas con distintos valores de la división elemental	11
Tabla 2. Valores de MSW dependiendo del valor de error aleatorio	12
Tabla 3. Valores mínimos de MSW, dependiendo del valor de división elemental de la balanza	13



Radwag

Ul. Toruńska 5, 26-600 Radom

Tel. 48 386 60 00

e-mail: radom@radwag.pl

radwag.com