

TRADUCCIONS DELS EXEMPLES DE L'EA-04/02

Antoni Alcaide

En el BUTLLETÍ anirem traduït, en diverses entregues, els diferents exemples de l'EA-4/02 M: 2022 de l'avaluació de la incertesa de mesura en el calibratge. La versió oficial d'aquest document, però, és l'anglesa, que es pot consultar en aquest [enllaç](#) de l'European co-operation for Accreditation (EA).

El primer exemple és el calibratge d'un pes de 10 kg, que correspon a l'apartat S2.

S2 CALIBRATGE D'UN PES AMB UN VALOR NOMINAL DE 10 kg

S2.1 El calibratge d'un pes de valor nominal 10 kg de classe OIML M1 es realitza per comparació amb un patró de referència (classe OIML F2) del mateix valor nominal mitjançant un comparador de masses, en què les característiques nominals del qual s'han determinat prèviament.

S2.2 La massa convencional desconeguda m_x s'obté a partir de:

$$m_x = m_s + \delta m_D + \delta m + \delta m_C + \delta B \quad (\text{S2.1})$$

en què:

- m_s - massa convencional del patró,
- δm_D - deriva del valor del patró des del seu últim calibratge,
- δm - diferència observada de massa entre la massa desconeguda i el patró,
- δm_C - correcció d'excentricitat i efectes magnètics,
- δB - correcció de l'empenta de l'aire.

S2.3 Patró de referència (m_C): el certificat de calibratge del patró de referència dona un valor de 10 000,005 g amb una incertesa eixamplada associada de 45 mg (factor de cobriment $k = 2$).

S2.4 Deriva del valor del patró (δm_D): la deriva del valor del patró de referència s'estima a partir de calibratges anteriors com a zero i dins d'un interval de ± 15 mg.

S2.5 Comparador (δm , δm_C): una avaluació prèvia de la repetibilitat de la diferència de massa entre dos pesos del mateix valor nominal dona una estimació conjunta de la desviació estàndard de 25 mg. No s'aplica cap correcció per al comparador, mentre que s'estima que les variacions de

gudes a l'excentricitat i als efectes magnètics tenen límits rectangulars de ± 10 mg.

S2.6 Empenta de l'aire (δB): no es duu a terme cap correcció per als efectes de l'empenta de l'aire i s'estima que els límits de desviació són $\pm 1 \times 10^{-6}$ del valor nominal assumint que els pesos són de materials similars.

S2.7 Correlació: cap de les quantitats d'entrada es considera correlacionada de manera significativa.

S2.8 Mesures: s'obtenen tres conjunts d'observacions de la diferència de massa entre la massa desconeguda i el patró mitjançant el mètode de substitució i l'esquema de substitució ABBA ABBA ABBA:

Nota: l'esquema de substitució ABBA significa que, per a cada conjunt d'observacions, es mesura primer la massa patró, després es mesura dues vegades la massa desconeguda i, finalment, es mesura la massa patró.

Núm.	Massa convencional	Lectura (g)	Diferència observada (g)
1	patró	+0,010	
	desconeguda	+0,020	
	desconeguda	+0,025	
2	patró	+0,015	+0,010
	patró	+0,025	
	desconeguda	+0,050	
3	desconeguda	+0,055	
	patró	+0,020	+0,030
	patró	+0,025	
3	desconeguda	+0,045	
	desconeguda	+0,040	
	patró	+0,020	+0,020

Mitjana aritmètica: $\overline{\delta m} = 20 \text{ mg}$

Estimació conjunta de la desviació estàndard: $s_p(\delta m) = 25 \text{ mg}$
(obtinguda de l'avaluació prèvia)

Incertesa estàndard: $u(\delta m) = s(\overline{\delta m}) = \frac{25 \text{ mg}}{\sqrt{3}} = 14,4 \text{ mg}$

S2.9 Taula del càlcul d'incertesa (m_x):

Quantitat	Estimació	Incertesa estàndard	Distribució de probabilitat	Coefficient de sensibilitat	Contribució a la incertesa
X_i	x_i	$u(x_i)$		c_i	$u_i(y)$
m_s	10 000,005 g	22,5 mg	normal	1,0	22,5 mg
δm_D	0,000 g	8,66 mg	rectangular	1,0	8,66 mg
δm	0,020 g	14,4 mg	normal	1,0	14,4 mg
Δm_c	0,000 g	5,77 mg	rectangular	1,0	5,77 mg
δB	0,000 g	5,77 mg	rectangular	1,0	5,77 mg
m_x	10 000,025 g				29,2 mg

S2.10 Incertesa eixamplada

$$U = k \times u(m_x) = 2 \times 29,2 \text{ mg} \cong 58 \text{ mg}$$

Tot i que la determinació de δm es basa només en tres lectures repetides, la incertesa avaluada es basa en una estimació conjunta prèviament determinada de la desviació estàndard. Així, els graus de llibertat efectius són grans i, juntament amb el fet que la contribució dominant de la incertesa té una distribució normal, es pot utilitzar el factor de cobriment estàndard, $k = 2$.

S2.11 Resultat

La massa mesurada del pes nominal de 10 kg és de $10,000\,025 \text{ kg} \pm 58 \text{ mg}$.

La incertesa de mesura eixamplada s'indica com la incertesa combinada de mesura multiplicada pel factor de cobriment k , de manera que la probabilitat de cobriment correspon a aproximadament el 95 %.