

Measurement uncertainty training Workshop

17/18 May 2022



MATHMET

Mar Pérez, Ángel Lumbreras,
Dolores del Campo



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE INDUSTRIA, COMERCIO
Y TURISMO

Current Courses:

Best practices

Basic module: Uncertainty evaluation.

- Measurement and influence quantities.
- Reference conditions and corrections.
- Evaluating uncertainty components (GUM).
- Combined standard uncertainty and expanded uncertainty.
- Correlated input quantities.

Intermediate module: Uncertainty evaluation.

- Interpretation and use of data from a calibration certificate.
- Calibration by comparison of an instrument using another as a calibration standard.
- Result of the measurements of an instrument.
- Examples of uncertainties evaluation: length, force, electrical resistance, temperature.

Advanced module: Uncertainty in measurement. GUM Supplement 1

- Propagation of distributions using the Monte Carlo method.

Calibration by comparison of a thermometer

- Calibration method.
- Uncertainty evaluation.



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE INDUSTRIA, COMERCIO
Y TURISMO

Strengths:

Best practices

Simple exercises after each topic to consolidate concepts.

Solved examples in different quantities.

Self-assessments.

Free, certificate of completion on demand costs a low fee.

Our courses are open all year.

We use open source programming language.

Big number of students, mainly from South America.

We use Moodle.

- It is possible to access from PC, mobile or Tablet (Android, IOS)

3. Magnitudes de influencia

Magnitud de influencia: Magnitud que no es el objeto de la medición pero que tiene un efecto sobre el resultado de la misma (VIM ^[1]). Así, las variaciones de temperatura afectan a las dimensiones geométricas de los cuerpos por lo que la temperatura es una magnitud de influencia en la medida de longitudes.

3.1. Ejercicio:

Calcule el incremento de longitud, en μm , de una varilla de acero de $l_1 = 540\text{ mm}$ a $\theta_1 = 20.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ cuando su temperatura aumenta hasta $\theta_2 = 29.6\text{ }^{\circ}\text{C}$. El coeficiente de dilatación del acero es $\alpha = 10,6\text{ MK}^{-1}$. El resultado se redondeará a un número entero de micrometros.

$\Delta l_1 =$ μm

Otros ejemplos:

- Las densidades de las masas que se comparan en una balanza son magnitudes de influencia debido al empuje que aquellas experimentan en el aire según el principio de Arquímedes.
- La temperatura de un conductor influye sobre su resistencia eléctrica de forma que la medida de dicha resistencia depende de la temperatura del conductor.
- La determinación de la longitud de onda de un láser está afectada por la presión atmosférica, la temperatura, la humedad relativa y la composición del aire.
- La longitud de una varilla está afectada por la desalineación del eje de la misma respecto a la recta que definen los puntos de contacto de los palpadores con la varilla.
- La frecuencia de una corriente alterna al medir la amplitud de la tensión de la misma.

Las magnitudes de influencia a considerar son las que resultan significativas en el orden de magnitud con el que se expresa el mensurando.

3.2. Ejercicio:

Se trata de cuantificar el empuje que experimenta en el aire una masa patrón de $m = 0.56\text{ kg}$ de acero, en condiciones normales de temperatura y presión, conociendo las densidades del aire y del acero en dichas condiciones cuyos valores son:

$$\rho_{\text{acero}} = 7,85 \cdot 10^3\text{ kg} \cdot \text{m}^{-3} \quad \rho_{\text{aire}} = 1,29\text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$$

Sabiendo que la masa aparente del patrón, m_{ap} , es la masa que en el vacío proporcionaría un peso igual al peso aparente en el aire (peso - empuje), calcule la diferencia entre la masa del patrón y su masa aparente, redondeando su valor a un número entero de miligramos.

$m - m_{\text{ap}} =$ mg

4. Precisión y exactitud

Los términos *precisión* y *exactitud* están muy relacionados con lo que se está analizando y con frecuencia se utilizan con diversos significados en textos y vocabularios. Una explicación muy clara se encuentra en el nº 1 de la Revista Española de Metrología, e-medida ^[3]. De acuerdo con el VIM ^[4], la exactitud caracteriza la proximidad de un valor medido con el valor “verdadero” del mensurando. No se considera una magnitud y, por tanto, no se cuantifica numéricamente. Se considera que una medición es tanto más exacta cuanto más próximo se encuentra el valor atribuido a la misma del valor “verdadero”. Sin embargo, la magnitud que suele utilizarse para valorar la exactitud es el *sesgo de medida* diferencia entre el valor resultante de la medida y el valor “verdadero”. Como habitualmente no se conoce el valor verdadero, se adopta como valor “verdadero” un valor de referencia.

Cuando la medida comporta la reiteración de mediciones sobre el mensurando, el valor resultante es el promedio de los valores obtenidos. La precisión caracteriza la dispersión de los valores reiterados en condiciones similares. La medida es más precisa cuanto más próximos se encuentran entre sí aquellos valores. La precisión se expresa mediante un parámetro de dispersión, habitualmente la desviación típica o la varianza.

Debe advertirse que la serie de normas UNE 89000 ^[5] y el VIM ^[4] utilizan el término *veracidad* en el sentido de lo que aquí se ha presentado como exactitud, considerando que la exactitud recoge la veracidad y la precisión. La utilización de la palabra veracidad es todavía muy poco frecuente en español por lo que creemos conveniente utilizar exactitud hasta que el uso de aquél término se consolide en nuestra lengua.

4.1. Ejercicio:

Se dispone de un baño térmico bien estabilizado en $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, en el que se realizan mediciones de temperatura, en condiciones similares, con un termómetro de mercurio, obteniéndose los siguientes valores, en $^{\circ}\text{C}$:

| | |
|------|------|
| 20.1 | 20.4 |
| 20.1 | 20.5 |
| 20.1 | 20.4 |
| 20.4 | 20.1 |
| 20.1 | 20.4 |

Determine:

a) El sesgo de la medición, en $^{\circ}\text{C}$, con tres cifras significativas:

sesgo = $^{\circ}\text{C}$

b) La precisión de la medición mediante la desviación típica muestral, en $^{\circ}\text{C}$ y con tres cifras significativas:

precisión = $^{\circ}\text{C}$

Pregunta 4

Sin finalizar

Puntúa como 1,00

 Marcar pregunta

Señale alguna de las siguientes causas que afecte a la dispersión apreciada en los valores obtenidos al reiterar medidas sobre un mensurando:

Seleccione una:


- ☐ a. Sesgo de la medición.
- ☐ b. Utilización de constantes universales.
- ☐ c. Variabilidad de las magnitudes de influencia.
- ☐ d. Utilización de tolerancias en las especificaciones de los productos.

Comprobar

Pregunta 5

Sin finalizar

Puntúa como 1,00

 Marcar pregunta

La población que recoge las mediciones de un diámetro concreto en las piezas de una fabricación en serie posee una desviación típica estimada en $10\text{ }\mu\text{m}$. Si el número de mediciones del diámetro de cada pieza de la serie es 1, determine la desviación típica de la contribución por repetibilidad del promedio de dichas mediciones, en micrómetros, con una cifra decimal.

Respuesta:

Comprobar



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE INDUSTRIA, COMERCIO
Y TURISMO

Future implementation:

Best practices

Solved examples in some quantities, length, force..

- To extend the solved examples to other quantities in fields like chemistry, ionizing radiation, time...
- Specific courses for different quantities

Examples using Octave

- Use of different open source programming languages, Python, R...

Some topics are not deeply covered

- To prepare a specific course to teach:
 - Not always the smallest uncertainty is the best.
 - How to use the uncertainty for conformity assessment.

To increase the audience

- The best way to reach people is to tailor courses in specific fields like weighing, legal metrology and others applied fields.
- English version of the courses.

**Thank you
for your attention!**

Mar Pérez, Ángel Lumbreras,
Dolores del Campo



MATHMET

