

METODOLOGÍA APLICADA EN EL CÁLCULO DE LA INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

Methodology applied in the calculation of the uncertainty of measurement

RESUMEN

En el presente artículo se explican cada una de las etapas que se deben seguir cuando se desea realizar el cálculo de una incertidumbre de medida tal como lo indica la Guía Técnica Colombiana GTC 51 [1]. Además se muestra un ejemplo de aplicación que permite observar de manera práctica la forma de obtener la incertidumbre de una medición.

PALABRAS CLAVES: Error, Exactitud, Resolución, División de escala, Desviación estándar, Incertidumbre, Incertidumbre Tipo A, Incertidumbre Tipo B, Incertidumbre combinada, Grados efectivos de libertad, Incertidumbre expandida.

ABSTRACT

In this article we explain each step to be followed when you want to calculate a measure of uncertainty as indicated by the Colombian Technical Standard NTC 2194 [1]. In addition, a sample application that shows a practical way to get the uncertainty of a measurement.

KEYWORDS: Error, Accuracy, Resolution, Division of scale, standard deviation, uncertainty, uncertainty Type A, Type B Uncertainty, Uncertainty combined effective degree of freedom, expanded uncertainty, Accreditation.

LUIS GREGORIO MEZA C.

Ingeniero Electricista
Magister en Instrumentación Física
Profesor Auxiliar
Universidad Tecnológica de Pereira.
lgmezac@hotmail.com

WILLIAM ARDILA U

Máster en Física
Profesor Asociado
Universidad Tecnológica de Pereira
williamar@utp.edu.co

MARCELA BOTERO A

Ingeniero Electricista
Profesor Asistente
Universidad Tecnológica de Pereira
maboar@utp.edu.co

1. INTRODUCCIÓN

Cuando se miden magnitudes físicas, es muy importante reportar el resultado de dicha magnitud indicando su nivel de confianza para que esta magnitud pueda ser comparada con magnitudes de la misma clase y con magnitudes estándar dadas en normas o especificaciones.

El nivel de confianza de una medida se encuentra determinado por su incertidumbre, la cual es calculada y expresada siguiendo procedimientos que se encuentran normalizados en guías técnicas. Estos procedimientos deben cumplir los siguientes requisitos:

- Ser universales, es decir, que se puedan utilizar para todo tipo de datos obtenidos mediante cualquier método de medición.
- Ser internamente consistentes, o sea, que se puedan obtener a partir de todas las componentes que contribuyen con la incertidumbre sin importar la forma en que estas componentes se encuentren agrupadas, ni del método en que éstas se subdividen en otras componentes.
- Ser transferibles, esto significa que la incertidumbre calculada para cierto tipo de magnitud pueda ser utilizada para estimar el valor de la incertidumbre de otra magnitud que dependa de ésta.

Con el objeto de garantizar un procedimiento que cumpla con todos los requisitos expuestos anteriormente, la “Guía para la expresión de la incertidumbre en las mediciones” [1,3], describe una metodología que permite estimar y expresar una incertidumbre de medida.

2. DEFINICIONES METROLÓGICAS:

A continuación se definen algunos de los conceptos más utilizados al calcular una incertidumbre de medida de acuerdo con la norma técnica colombiana NTC 2194 [2].

2.1 Medición: Conjunto de operaciones cuyo objeto es determinar un valor de una magnitud.

Nota. Las operaciones se tienen que efectuar en forma automática [2].

2.2 Error de medición: Resultado de una medición menos un valor verdadero de la magnitud por medir [2].

Notas:

1. Puesto que no se puede determinar un valor verdadero, en la práctica se utiliza un valor convencionalmente verdadero (véanse los numerales 2.1.19 y 2.1.20).

2. Cuando se necesita distinguir entre “error” y “error relativo”, el primero a veces se denomina **error absoluto de medición**. Este no se debe confundir con el **valor absoluto de error**, que es el módulo del error.

2.3 Exactitud de la medición: Cercanía del acuerdo entre el resultado de una medición y un valor verdadero de la magnitud por medir [2].

Notas:

1. El concepto de “exactitud” es cualitativo.
2. No se debe usar el término **precisión** en vez de “exactitud”.

2.4 Incertidumbre de la medición: Parámetro, asociado con el resultado de una medición, que caracteriza a la dispersión de los valores que en forma razonable se le podrían atribuir a la magnitud por medir [2].

Notas:

1. El parámetro puede ser, por ejemplo, una desviación estándar (o un múltiplo dado de ella), o la semilongitud de un intervalo que tenga un nivel de confianza determinado.

2. En general, la incertidumbre de la medición comprende muchos componentes. La distribución estadística de los resultados de series de mediciones se puede usar para evaluar algunos de estos componentes, que se pueden caracterizar mediante desviaciones estándar experimentales. Los otros componentes, que también se pueden caracterizar mediante desviaciones estándar, se evalúan a partir de distribuciones de probabilidad supuestas, basadas en la experiencia o en otra información.

3. Se entiende que el resultado de la medición es la mejor estimación del valor de la magnitud por medir, y que todos los componentes de la incertidumbre, incluyendo los ocasionados por efectos sistemáticos, tales como los componentes asociados con correcciones y con patrones de referencia, contribuyen a la dispersión.

2.5 Resolución de un dispositivo indicador: Menor diferencia entre las indicaciones de un dispositivo indicador, que se puede distinguir en forma significativa [2].

Notas:

1. Para un dispositivo indicador numérico, es el cambio en la indicación cuando la menor cifra significativa cambia en una unidad.
2. Este concepto se aplica también a un dispositivo de registro.

3. CÁLCULO DE LA INCERTIDUMBRE

Aunque se quiera y se tomen todas las precauciones para adquirir una medición perfecta, esto es imposible ya que en el momento de medir siempre estarán presentes factores que son imposibles de controlar.

Todos estos factores, son los que hacen que cualquier resultado de medida se encuentre acompañado de una incertidumbre que no es más que un número que representa todos estos factores que a su vez muestran que tan confiable es el resultado de la medición obtenida.

Los factores que intervienen en el cálculo de la incertidumbre son:

- El método de medición.
- El instrumento.
- El observador.
- Las condiciones ambientales.

Una vez identificadas las posibles fuentes de incertidumbre para una medición, se procede a estimar su incertidumbre siguiendo los siguientes pasos [1,3]:

3.1 Modelación del procedimiento de medición: En este paso se obtiene la ecuación que representa el procedimiento de medida, es decir, se especifica el mensurando como se muestra en la ecuación 1 [1,3].

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_n) \quad (1)$$

3.1.1 Estimación del mensurando Y: Dentro de la modelación del procedimiento de medición es necesario calcular el valor de **y** de la magnitud de salida **Y** a partir de los estimados x_1, x_2, \dots, x_n de las magnitudes de entrada X_1, X_2, \dots, X_n empleando la misma relación funcional **f** como lo muestra la ecuación 2 [1,3].

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (2)$$

3.2 Evaluación de las incertidumbres estándar Tipo A y Tipo B.

3.2.1 Evaluación Tipo A de la incertidumbre estándar: Para una magnitud de entrada **X** que varía aleatoriamente y que su valor se obtiene a partir de **n** observaciones repetidas, el mejor estimado \bar{x} es la media de las observaciones x_k que se obtiene de la ecuación 3 [1,3].

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n x_k \quad (3)$$