UNIVERSIDAD CENTROAMERICANA, “JOSÉ SIMEÓN CAÑAS”

DEPTO. CIENCIAS ENERGÉTICAS Y FLUIDICAS

ELEMENTOS PARA EL ESTUDIO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA
MATERIAL DE CLASE

Propagación de incertezas, factor de cobertura y nivel de confianza.

Como se ha estudiado anteriormente, una medida indirecta se encuentra midiendo otras magnitudes que están relacionadas con la magnitud física que se desea conocer y a partir de estas, mediante el cálculo y el uso de relaciones matemática, se encuentra el valor de la magnitud física de interés. Por ejemplo, si se conoce la medida del radio (*r*) de un círculo, se puede obtener una medida indirecta del área del mismo, utilizando la ecuación matemática $A = \pi r^2$.

Cuando se mide una magnitud física de manera indirecta, es necesario también calcular su incerteza respectiva. Por lo anterior, debe calcularse como se propaga la incerteza en cada una de las operaciones matemáticas realizadas con el objetivo de expresar la medida indirecta con su respectiva incerteza. Entonces ¿Cómo se calcula la propagación de incertezas en las diferentes operaciones? A continuación se muestra las reglas para cada uno de los diferentes casos: suma, resta, multiplicación, división, potencia y radicación.

Para explicar cada uno de los casos suponga que se tienen dos medidas:

Una medida A expresada con su debida incerteza como:

$$A = \bar{a} \pm \Delta a$$

Y una medida B expresada con su debida incerteza como:

$$B = \bar{b} \pm \Delta b$$

Suma y resta

Al sumar o restar dos magnitudes, la incerteza absoluta se suma.

Si *D* es la sumatoria o resta de las medidas A y B

$$D = A \pm B$$

Entonces, la incerteza Δd se debe calcular como:

$$\Delta d = \Delta a + \Delta b$$

Multiplicación y división
La incerteza relativa de un producto o de un cociente es la suma de las incertezas relativas de las cantidades.

Si *D* es un producto o un cociente

$$D = AB \;\text{ ó }\; D = \frac{A}{B}$$

Entonces, la incerteza Δd se puede calcular con la expresión:

$$\frac{\Delta d}{\bar{d}} = \frac{\Delta a}{\bar{a}} + \frac{\Delta b}{\bar{b}}$$

Potencia y radicación
La incerteza de una potencia *n* es *n* veces la incerteza relativa de la magnitud.

Si D es una potencia de A

$$D = A^n$$

Entonces la incerteza Δd se puede calcular con la expresión:

$$\frac{\Delta d}{\bar{d}} = n\frac{\Delta a}{\bar{a}}$$

Incerteza de valores constantes

Es importante recordar en esta parte que <u>la incerteza de valores constantes es cero</u>. Lo anterior debido a que estos valores no se obtienen a partir de un proceso de medición y por lo tanto no tienen una incerteza como resultado de dicha medición. Por ejemplo, si se tuviera que calcular *Y*, siendo:

$$Y = A + \pi$$

Donde $A = 5 \pm 0.04$

Se tendría que el calculo de Δy debe hacerse como:

$$\Delta y = \Delta a + \Delta \pi$$

Sin embargo, se sabe que π es un valor constante (no lo obtenemos de un proceso de medición) y por lo tanto su incerteza es cero ($\Delta\pi = 0$). De esta manera se tiene que la incerteza Δy es:

$$\Delta y = \Delta a = 0.04$$

Factor de cobertura y nivel de confianza

La incerteza estándar que usualmente utilizamos representa un intervalo en el que se encuentra la medida con cierto grado de probabilidad o nivel de confianza. De acuerdo a una distribución de tipo normal (recuerde la campana de Gauss) se tiene que el valor verdadero tiene una probabilidad del 68% (aproximadamente) de encontrarse en el intervalo de la medida definido por la incerteza.

Sí se desea tener una probabilidad mayor debe multiplicarse la incertidumbre por un factor de cobertura k. Así para un factor de k = 2 se tiene que la probabilidad de encontrarse en ese intervalo es de 95.5 %.

Normalmente la incerteza de las medidas en el laboratorio a este nivel solo considerará factores de cobertura de k=1 o k=2. Si se necesita una estimación más rigurosa deben utilizarse otros métodos de análisis estadístico.

Por ejemplo, si se tiene una medida:

$$t = (15.8 \pm 0.4)\ s$$

Esta medida tiene una probabilidad del 68 % de que su valor verdadero esté en el rango de 15.4 s – 16.2 s (esto, con un factor de cobertura de *k*=1, es decir, multiplicando la incerteza absoluta por 1).

Sin embargo, si se quiere tener una probabilidad del 95% de que el valor verdadero se encuentre en el intervalo definido por el valor de incerteza, se debe multiplicar la incerteza por un factor de cobertura *k*=2. De esta manera se tendría que

$$t = (15.8 \pm 0.8)\ s$$