

TRABAJO PRÁCTICO DE LABORATORIO N° 1

Tema: Aplicación de la teoría de incertezas de la medición directa e indirecta

OBJETIVOS

- Familiarizarse con el uso de instrumentos de medición.
- Adquirir conceptos elementales sobre mediciones.
- Calcular los errores de diferentes magnitudes luego de un proceso de medición.
- Realizar un Histograma.
- Trazar curva de Gauss.

FUNDAMENTO TEÓRICO

Se aplican los conceptos aprendidos sobre la teoría de los errores de medición que permiten cumplir con los objetivos.

PARTE I: Mediciones directas e indirectas

Una medición consiste en obtener la cantidad de veces que una cierta magnitud unidad se encuentra contenida entre límites fijados por el objeto de la medición (diámetros internos, profundidades, espesores, etc).

Además, las medidas obtenidas nunca son exactas, es decir, no se obtienen los valores verdaderos, ya que la medida obtenida dependerá de la apreciación del instrumento o herramienta empleada, de su precisión, de las condiciones ambientales y de la habilidad del operador. Si magnitud buscada es indirecta, ésta dependerá también de la relación entre las magnitudes medidas directamente.

MATERIALES

- Papel milimetrado, calculadora, hojas en blanco.
- Objetos de diferentes tamaños y formas.
- Balanza.
- Calibre.
- Tornillo micrométrico.
- Cinta métrica.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Medir las dimensiones (altura, diámetro, etc.) de varios cuerpos con diferentes instrumentos, expresando correctamente los resultados.
2. Calcular el volumen y la superficie de los cuerpos medidos en el punto anterior y su error. Expresar correctamente los resultados.
3. Completar y entregar el informe técnico. (Se entrega un solo informe por comisión.)

RESULTADOS EXPERIMENTALES

Realizar tablas para una mejor comprensión de las magnitudes medidas en el laboratorio. Según corresponda, indicar y/o calcular el error de cada magnitud medida y para cada instrumento utilizado para la medición respectiva.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

- Comparar las mediciones realizadas para una misma magnitud con diferentes instrumentos.
- Comparar las formas de obtener una medición directa y una indirecta.
- Comparar los errores directos e indirectos de una medición.

CONCLUSIONES

PARTE II: Errores estadísticos. Histograma y curva de Gauss

Cuando se realizan N mediciones de una misma magnitud X en condiciones de repetibilidad (es decir, cuando se controlan las cantidades de influencia sobre la magnitud de la misma manera en cada medición independiente), la

práctica recomendada es efectuar un análisis estadístico de los datos y expresar el resultado de la medición en términos de los estimadores estadísticos *valor medio* \bar{x} y *la desviación estándar de la muestra* σ_x . Los datos obtenidos pueden representarse en un histograma, del cual puede apreciarse cómo es la distribución de valores. El mismo tipo de análisis puede emplearse en un proceso de control de calidad cuando se estudia un *lote* de un producto a controlar y se analiza el grado de dispersión de alguna de sus propiedades alrededor de un valor medio.

Con este fin, un mismo observador medirá 100 veces el largo de una mesada de laboratorio utilizando una regla.

MATERIALES

- Papel milimetrado, calculadora, regla metálica de 1 m de longitud.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

- a) Medir con la regla 100 veces el largo (longitud) de la mesada de laboratorio. (Esta medición estará a cargo de un único alumno por comisión). Registrar los valores.
- b) Determinar el rango y el \bar{x} correspondiente para la serie de medidas obtenida.
- c) Realizar una tabla de intervalos y frecuencias con tantas filas como intervalos se hayan determinado.
- d) Trazar el histograma correspondiente en hoja milimetrada.
- e) Determinar el valor medio de todos los valores obtenidos, la desviación estándar, el error absoluto o error medio cuadrático del promedio y los errores relativo y porcentual de la serie.
- f) Expresar correctamente el resultado de la serie.
- g) Trazar la curva de ajuste de Gauss sobre el histograma correspondiente. Para ello completar, con los parámetros previamente calculados de la tabla dada en la teoría.
- h) Completar y entregar el informe técnico. (Se entrega un solo informe por comisión.)

RESULTADOS EXPERIMENTALES

Realizar las tablas y gráficos requeridos en el procedimiento. Indicando claramente los parámetros correspondientes a la serie.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

- ¿Qué puede decir acerca del carácter de la distribución de los resultados obtenidos en sus mediciones? ¿Están los valores distribuidos en forma gaussiana?
- ¿Cuántos datos caen dentro del intervalo $\bar{x} \pm \sigma_x$?
- ¿Qué porcentaje de los datos caen fuera del intervalo $\bar{x} \pm 2\sigma_x$?
- Comparar el histograma con la curva de Gauss.

CONCLUSIONES

ANEXO:

Introducción a instrumentos de medición. Calibre y Tornillo micrométrico.

El objetivo de este anexo es familiarizar al alumno con el uso del Calibre y el Tornillo Micrométrico, y con la lectura del nonio o vernier. Estos instrumentos permiten medir longitudes con una apreciación mayor a la décima del milímetro.

CALIBRE

Es un aparato empleado para la medida de espesores y de diámetros interiores o exteriores de cilindros como así también para mediciones de profundidad o altura. Este instrumento además nos brinda la oportunidad de leer la medida en mm o en pulgadas.

El calibre consta de una regla provista de un nonio o vernier, cuyo funcionamiento se comprende claramente a la vista de la Figura 1. El nonio o vernier es un aparato destinado a la medida precisa de longitudes o de ángulos.

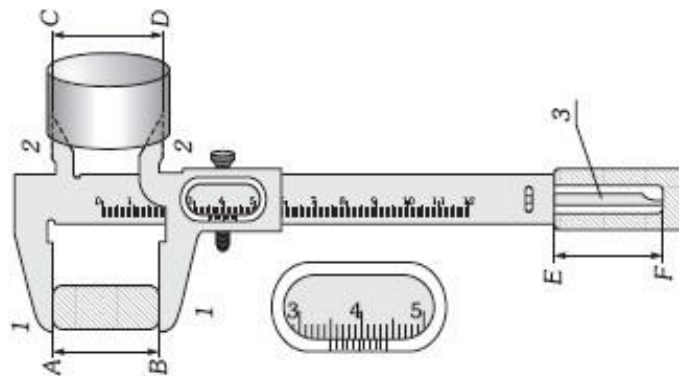


Figura 1: Calibre o pie de rey.

En la Figura 1, las piezas 1 y 1' sirven para la medida de espesores (AB). Las piezas 2 y 2', solidarias a las anteriores, se emplean para la medida de diámetros interiores (CD). La pieza 3 solidaria a las 1' y 2' y que sale del extremo E de la regla, sirve para la medida de profundidades (EF).

Las dos figuras siguientes, Figuras 2 y 3, nos permiten observar la clásica geometría de un calibre de vernier con sus partes indicadas, como así también las diferentes formas en que este puede ser utilizado.

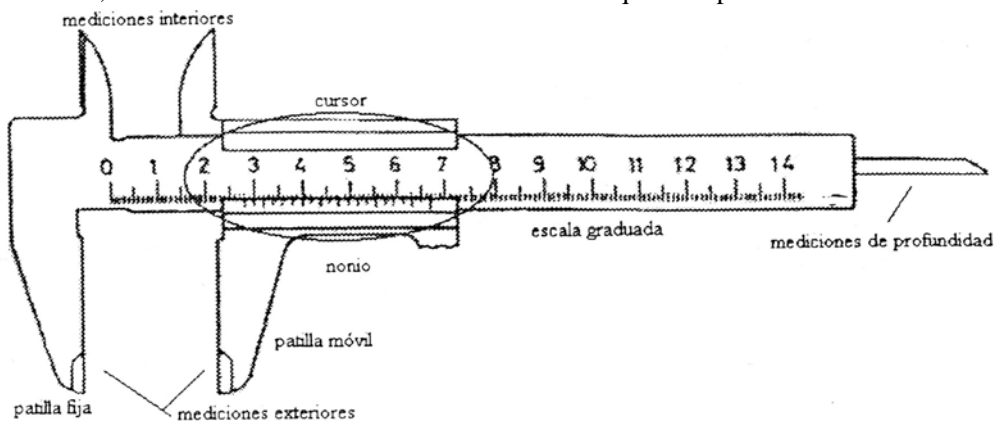


Figura 2: Partes del calibre.

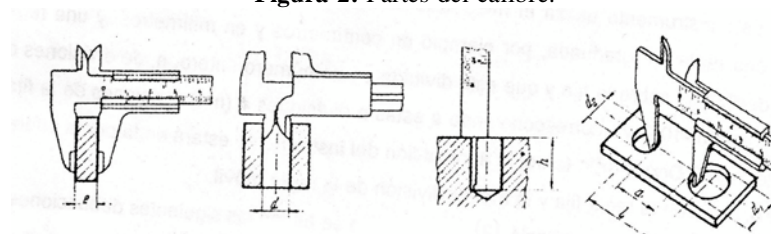


Figura 3: Diferentes formas de utilizar el calibre para medir.

El nonio empleado para la medida de longitudes consta de una regla dividida en partes iguales, sobre la que se desliza una reglilla graduada (nonio o nonius) de tal forma que $n-1$ divisiones de la regla se dividen en n partes iguales del nonio (Figura 4).



Figura 4: Nonio o vernier decimal.

La apreciación del instrumento estará dada por la diferencia entre la menor división de la regla fija y la menor división de la regla móvil. Esto es, se llama precisión a la diferencia entre las longitudes de una división de la regla y otra del nonio. Para obtener el valor de la misma se hacen las siguientes deducciones:

- Si llamamos “ n ” al número de divisiones en la regla fija y si D es la longitud de una de las divisiones de la regla, la longitud de una división de nonio es

$$d = D(n-1)/n.$$

- Planteando la diferencia entre las longitudes de una división de la regla y la otra del nonio obtendremos el valor de la apreciación A del instrumento

$$A = D - d = D - \frac{D(n-1)}{n} = \frac{Dn - D(n-1)}{n} = \frac{D}{n}$$

Así, si cada división de la regla tiene por longitud un milímetro, y se han dividido nueve divisiones de ella en diez del nonio, la precisión es de $1/10$ de mm (nonio decimal) (ver Figura 4). O sea que la precisión del instrumento que utiliza un vernier o nonio se obtiene dividiendo la menor división de la regla fija por el número de divisiones del vernier. También de calibres con un nonio de 49 mm divididos en 50 puntos, los que brindan una precisión de 0.02 mm.

Para efectuar una medida se hace coincidir el extremo A del cuerpo a medir con el extremo de la regla, como muestra la Figura 5. El otro extremo quedará, en general, comprendido entre dos divisiones, en la mencionada figura será entre las divisiones 3 y 4. Si la regla está dividida en mm, la longitud AB es 3 mm y algo más. Para determinar esta fracción se observa que división del nonio coincide con una división de la regla; en nuestro ejemplo es la división 4. La medida realizada es $3D + 4A$. En el caso de un nonio decimal, con la regla dividida en milímetros, la medida sería: 3.4 mm.

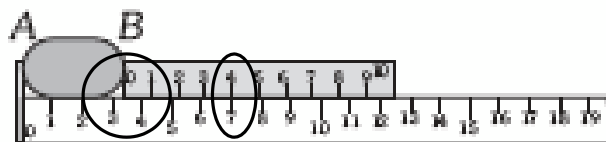


Figura 5: Medida de la distancia AB con un vernier decimal.

En efecto, desde la división 4 del nonio a B hay una distancia igual a $4d$. Desde la división 3 de la regla a la 4 del nonio hay una distancia de $4D$. Su diferencia es la fracción que se trata de determinar (de la división 3 de la regla al cero del nonio) y su valor es:

$$4D - 4d = 4(D - d) = 4A$$

Actualmente existen calibres donde la lectura se lee directamente en una pantalla que trae incorporado el aparato y que muestra la medida que realiza.

En la Figura 6, a modo de ejemplo, se muestra como se puede medir con un calibre de un nonio de 9 mm hasta una precisión de 0.1 mm.

El nonio tiene una escala de longitud 9 mm dividida en 10 divisiones iguales, es decir que cada división equivale a 0.9 mm. Cuando se cierra el nonio los dos zeros coinciden, lo cual indica que la distancia entre el límite izquierdo del objeto y el cero en la escala de la parte fija es igual a la distancia entre el límite derecho del objeto y el cero de la escala del nonio.

Supongamos ahora que para un objeto de longitud x , colocado como se muestra en la Figura 6, el cero del nonio se encuentra después de la i -ésima división de la escala fija (en la figura $i = 2$) y que la j -ésima división del nonio coincide con una división de la escala móvil (en la figura $j = 6$), entonces se tienen que:

$$x + a + (9/10)j = a + i + j$$

todos expresados en mm. De lo cual se sigue

$$x = i + j - \frac{9}{10}j = i + 0.1j$$

Es decir, se obtiene la distancia x con una precisión de 0.1 mm.

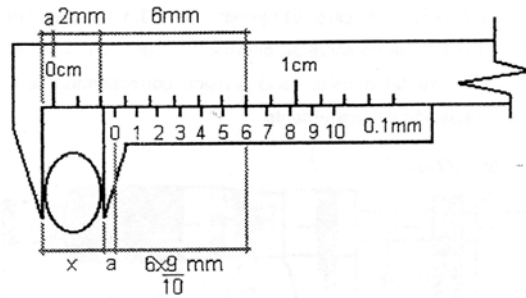


Figura 6: Esquema de la medición.

TORNILLO MICROMÉTRICO

El Tornillo Micrométrico o Palmer (Figura 7) es un aparato destinado a la medida de espesores. Este instrumento es un tornillo que se desplaza axialmente mediante longitudes pequeñas al girar el mismo dentro de una tuerca. Dichos desplazamientos, para un giro completo del tambor, pueden ser de 1 mm o 0.5 mm en los milimétricos y de 0.025” en los de pulgadas.

Es un instrumento que consta, según se muestra en la Figura 7b, de un montante o cuerpo en forma de U o herradura, presentando en uno de sus extremos una pieza cilíndrica roscada interiormente, llamada tambor. El tambor es el nonio o vernier del instrumento. El paso de avance de la rosca del tambor es de 1 mm o de 0.5 mm. Esta pieza presenta además en su superficie externa una graduación longitudinal sobre una de sus generatrices, marcada en divisiones de 0.5 mm.

Solidario al tornillo, por el otro extremo, se encuentra un tambor que por cada giro cubre a la pieza cilíndrica graduada en una longitud igual al paso. El extremo del tambor indica en su avance la longitud que se introduce el tornillo dentro de la herradura. Esta última tiene en su extremo opuesto un tope fijo, regulable, que cuando hace contacto con la punta del tornillo indica longitud cero.

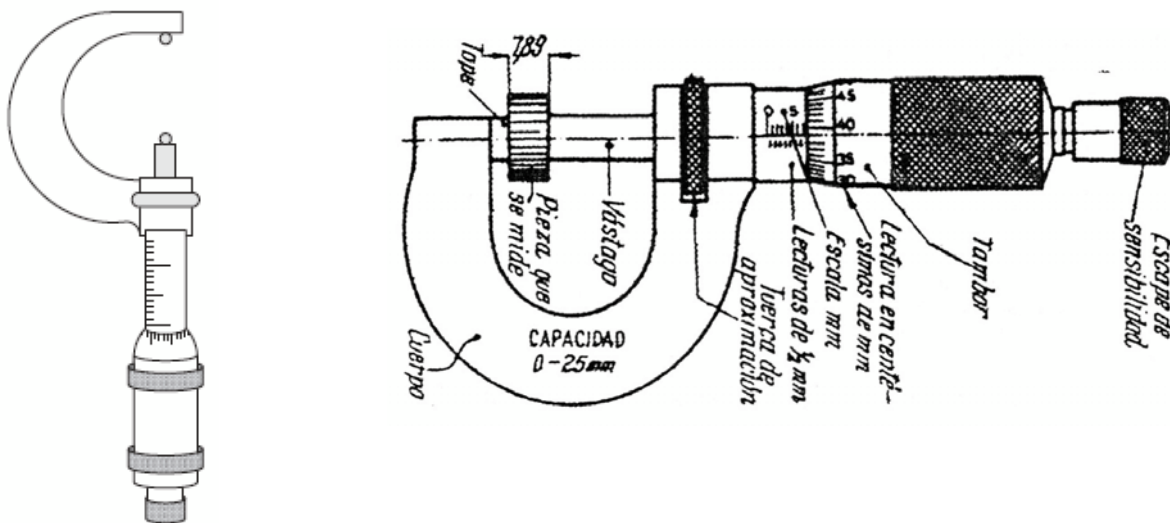


Figura 7: (a) Esquema de un Tornillo micrométrico o Palmer. (b) Partes de un tornillo micrométrico.

El tambor tiene 50 o 100 divisiones según su paso sea de 1 mm o 0.5 mm respectivamente sobre su perímetro circunferencial en el extremo que avanza sobre el cilindro graduado. Por tal motivo, cada división corresponderá a 0.01 mm de avance o retroceso, lo que da la apreciación del instrumento.

Por ejemplo, para un paso de 1 mm y 50 divisiones en el tambor:

1 vuelta completa del tambor equivale a un avance $d = 0.5$ mm del vástago.

Si el tambor tiene una escala con 50 divisiones, la mínima división del instrumento, es decir la apreciación, es

$$\frac{1}{50} \text{ vuelta} \quad x = \frac{0.5}{50} \text{ mm} = 0.01 \text{ mm} .$$

Para apreciaciones de 0.001 mm, cuenta con otro vernier sobre el cilindro, que consiste en 10 divisiones según generatrices de éste, y que abarca una longitud de 0.09 mm, es decir que la apreciación será de $0.01 \text{ mm}/10 = 0.001$ mm. Para los micrómetros del sistema inglés, el cilindro se halla graduado en pulgadas. Generalmente, el mismo se divide en 40 partes correspondientes cada una a 0.025”.

Para efectuar una medición se coloca la pieza a medir dentro del espacio de la herradura, apoyada sobre el tope fijo y se arrima la punta del tornillo mediante el manguito hasta hacer tope con la pieza; se ajusta con el embrague a fin de obtener la presión correcta y se lee de la siguiente manera:

Dado que por cada revolución del tornillo éste avanza una división de la escala fija (0.5 mm por ejemplo), el avance total del mismo indica la primera lectura i en mm, la segunda, la obtendremos de la lectura del número j de divisiones de la escala móvil, multiplicado por la precisión del instrumento (0.01 mm por ejemplo) así definimos:

$$x = i + 0.01j$$

De esta manera se puede medir la distancia x con una apreciación de 0.01 mm.