

INSTRUMENTOS DE MEDIDA MECÁNICOS I y II

Santiago Ramírez de la Piscina Millán
Francisco Sierra Gómez
Francisco Javier Sánchez Torres

1. INTRODUCCIÓN.

En esta práctica se trata de familiarizar al alumno con diversos instrumentos de medida mecánicos, mediante su utilización en la realización práctica de mediciones, así como a expresar correctamente los resultados de las medidas y cálculos y la cota del error cometido.

2. FUNDAMENTO TEÓRICO.

Medir una magnitud es determinar cuántas veces contiene a otra de la misma especie que se toma como unidad. Esta operación que a primera vista puede resultar muy simple es, en la práctica, más delicada cuanto más precisa deba ser la medida que se quiere realizar.

Las magnitudes nunca se podrán medir exactamente y el número que se obtiene para representar su medida será siempre aproximado. La precisión de una medida dependerá del error que se comete al realizarla.

Para todo lo relativo al cálculo de errores se recomienda la consulta de los epígrafes 1.14 y siguientes del tomo I de los apuntes de teoría o cualquier libro de teoría de errores.

3. CLASIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS DE MEDIDA.

Los instrumentos que se utilizan para realizar las mediciones se pueden clasificar en tres grupos:

MEDIDORES: Son los aparatos encargados de comparar la dimensión que se desea medir con la unidad de medida. A este grupo pertenecen las reglas, los flexómetros, los calibres, etc.

COMPARADORES: Se utilizan fundamentalmente para comparar dimensiones.

VERIFICADORES: No se utilizan para la realización de medidas, sino para comprobar si una dimensión se encuentra o no dentro de ciertos límites.

4. DESCRIPCIÓN DE INSTRUMENTOS.

4.1. REGLAS GRADUADAS.

En general se trata de una pieza de acero plana con una escala graduada. Puede ser también de madera, plástico, etc. Pueden variar tanto su longitud (0'10m, 0'20m, 0'50m, etc.), como su graduación (1mm, 0'5mm, etc.), como su forma (una pieza rígida, una cinta flexible, varias piezas articuladas, etc.).

La medida se realizará haciendo coincidir el cero de la regla con uno de los extremos de la dimensión que se quiere medir y observando directamente la medida en la división de la regla que coincida con el otro extremo (también se puede hacer coincidir el primer extremo con una traza cualquiera de la regla y obtener la medida por diferencia entre la división que coincida con el segundo extremo y la correspondiente al primero).

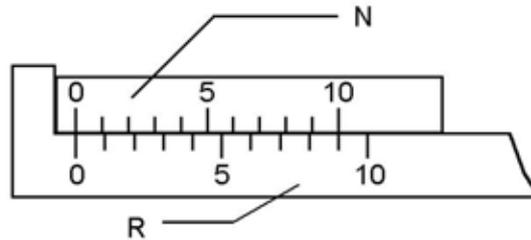
Si la medida no coincide exactamente con una traza de la regla, se leerá el número correspondiente a la que más próxima parezca por apreciación visual.

La **precisión** de la medida es la separación entre marcas consecutivas (graduación de la regla), y este valor es el **error absoluto** que se comete al realizar una medición.

En el laboratorio se utilizarán reglas metálicas o de plástico de una sola pieza. Dependiendo del tipo de regla la apreciación será de 1mm o de 0'5mm. Con ellas, el error absoluto de una medición será de $\pm 1\text{mm}$ o de $\pm 0'5\text{mm}$.

4.1.1. NONIUS.

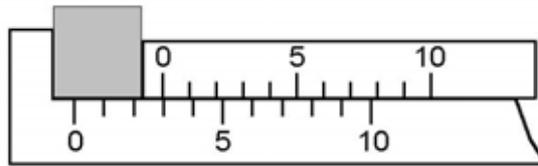
Para mejorar la apreciación de las reglas en la medida de longitudes, existe un dispositivo denominado NONIUS, que consiste en lo siguiente:



Sobre una regla R en forma de escuadra, graduada generalmente en milímetros, puede deslizarse una regleta N denominada nonius que tiene una escala, cuya longitud total es de 9 divisiones de la regla, dividida en 10 partes. Para fijar ideas, si la regla está graduada en milímetros, se toma sobre el nonius una longitud de 9mm y se divide en 10 partes iguales. Así cada división de nonius es de 0,9mm.

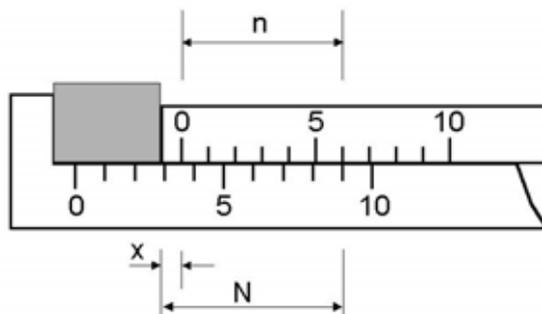
Si la pieza cuya longitud queremos medir la introducimos entre la regla y el nonius, pueden ocurrir dos casos:

- a.- El cero del nonius coincide con una marca de la regla.



En este caso, la marca de la regla que coincide con el cero del nonius nos indica la longitud de la pieza. La lectura de la medida será de 3'0mm.

- b.- El cero del nonius no coincide con ninguna marca de la regla.



Fijémonos en la figura. Si el cero del nonius coincidiese con la marca 3 de la regla, la medida sería $L=3\text{mm}$. Como no coincide, si el cero del nonius estuviese desplazado 0,1mm a la derecha del 3 de la regla, entonces coincidirían la primera marca del nonius con el 4 de la regla. Si estuviese desplazado 0,2mm, coincidirían la segunda marca del nonius con el cinco de la regla, etc. Esto se debe a que las divisiones del nonius son $9/10$ de las de la regla.

En general, si la marca n del nonius coincide con una de la regla, entonces, de la figura obtenemos que la longitud x que debemos añadir a los 3mm cumple

$$(1\text{mm}) \cdot N = x + (0'9\text{mm}) \cdot n$$

y como

$$N = n$$

se obtiene

$$x = N (1 - 0'9) = 0'1 \cdot N \text{ mm}$$

que, en el caso de la figura, nos indica que la longitud que se mide es

$$L = 3'6\text{mm}$$

En definitiva, para medir una longitud con este dispositivo:

- Se mira la posición del nonius. La división de la regla a la izquierda del cero nos indica el número de milímetros.
- Se busca la división del nonius que coincida con una traza de la regla y a la lectura anterior se le añade tantas décimas de milímetro como indique la división coincidente del nonius.

Hemos descrito un nonius que aprecia décimas de milímetro. Esta apreciación se puede mejorar. Si se toman $n-1$ divisiones de la regla y se divide en n partes, la apreciación es $1/n$.

Así, si se toman 19mm y se divide en 20 partes, la apreciación sería de 0'05mm.

De este modo, teóricamente podríamos llegar a obtener una resolución ilimitada, tomando n suficientemente grande.

En la práctica, la resolución está limitada por la construcción mecánica del dispositivo. Los mejores nonius aprecian 0'02mm, lo que se consigue tomando una longitud de 49mm y dividiéndola en 50 partes.

Indiquemos finalmente que existen nonius circulares, para medida de ángulos, que tienen el mismo fundamento.

4.2. CALIBRE O PIE DE REY.

Es un instrumento de medida de longitudes equipado con un nonius como el descrito anteriormente.

Existen calibres de diferentes tipos. El que utilizaremos, conocido como "*mauser*", está construido de forma que con él se pueden medir longitudes de interiores, exteriores y profundidades.

Suelen tener dos escalas, una en milímetros y otra en pulgadas.

La precisión de este instrumento es de $1/20\text{mm} = 0,05\text{mm}$.

Las formas de colocar las piezas para realizar las diferentes medidas se indican en la figura 1.

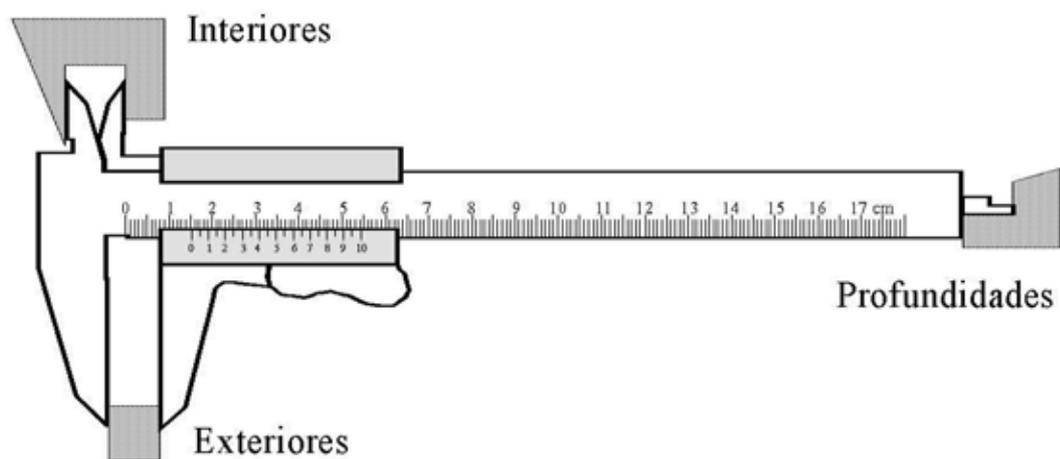


Figura 1

La lectura de la medida se realiza directamente sobre la regla principal y el nonius de la forma descrita en el aparato anterior.

Como ejemplo se recomienda realizar en la figura 2 la lectura correspondiente a un caso cualquiera.

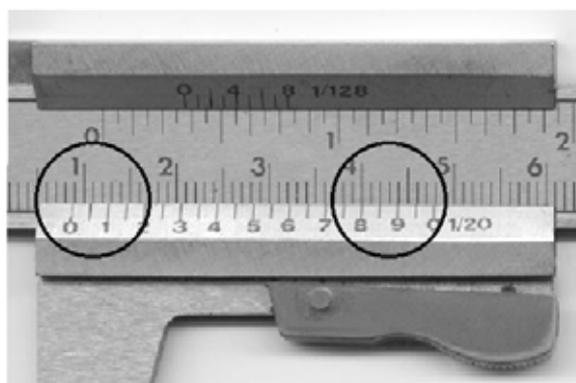


Figura 2

4.3. PALMER O MICRÓMETRO DE EXTERIORES.

Es un instrumento que utilizaremos para medir longitudes, con precisión de centésimas de milímetro.

El fundamento de un micrómetro se basa en un tornillo montado en una tuerca fija. Cuando hacemos girar el tornillo, su desplazamiento longitudinal es proporcional al giro de su cabeza.



Figura 3

Según se observa en la figura 3, un micrómetro está formado por un cuerpo en forma de arco, en uno de cuyos extremos hay un tope fijo. En el otro extremo del arco hay una escala fija y una tuerca fija donde penetra el tornillo cuya prolongación en forma de varilla cilíndrica constituye el tope móvil. La cabeza del tornillo está unida a un tambor graduado. Al hacer girar el tambor, el tornillo avanza o retrocede junto con el tope móvil y el propio tambor.

Cuando los dos topes están en contacto, el tambor cubre completamente la escala fija y la división cero del tambor coincide con la línea longitudinal de la escala: al girar el tambor va apareciendo la escala fija, los topes se van separando y la distancia entre ellos es igual a la medida descubierta sobre la escala (milímetros y medios milímetros) más el número de centésimas indicado por la división de la escala del tambor que se encuentra en coincidencia con la línea longitudinal de la escala fija.

Es evidente que la separación máxima entre los topes impone una cota superior a la medida máxima que se puede realizar con el aparato. Así, los micrómetros de exteriores llevan indicado, además de su precisión, su rango de utilización (0-25mm, 0-100mm, etc...).

Dada la gran precisión de los micrómetros, una presión excesiva de los topes sobre la pieza que se mide puede falsear la medida, además de ocasionar daños en el micrómetro y pérdida en su precisión. Para evitar esto el giro del tornillo se debe hacer siempre por medio del pequeño tambor moleteado (Fig. 3) que posee un dispositivo de escape limitador de la presión que impide apretar los topes por encima de cierto límite.

Para realizar la medición ponemos el tope fijo en contacto con la pieza a medir y se ajusta el tope móvil girando el tambor moleteado. En ningún caso es recomendable bloquear el micrómetro a una medida fija. La lectura de la medida se realiza directamente: El número entero de vueltas (múltiplo de 0,5mm) sobre la escala fija del brazo y la fracción de vuelta (centésimas de milímetro) sobre la graduación circular giratoria.

Como ya se ha mencionado el desplazamiento longitudinal del tornillo es proporcional al giro de su cabeza. Tanto sobre la regla del brazo fijo como sobre la del tambor giratorio ya se ha traducido a longitudes el significado de cada vuelta o fracción. La lectura se efectúa directamente, tanto sobre la escala fija como sobre el tambor giratorio.

Algunos micrómetros tienen un error de cero. Esto se comprueba poniendo en contacto los dos topes (el fijo y el móvil) y observando si la medida que indica es o no distinta de cero. Si fuera distinta, su valor se denomina error de cero y habrá que tenerlo en cuenta para sumarlo o restarlo, según corresponda, a cada medida que se realice con tal micrómetro.

La apreciación de este aparato se determina dividiendo la mínima longitud medible por la regla fija A (en este caso 0'5mm) entre el número de divisiones de la escala giratoria (50):

$$\text{APRECIACIÓN} = \frac{0'5 \text{ mm}}{50} = 0'01 \text{ mm}$$

Para terminar mencionemos la existencia de micrómetros especiales (para medidas de longitudes interiores, alturas o profundidades) cuyo fundamento y utilización son similares al que se ha descrito.

4.3.1. EJEMPLOS DE UTILIZACIÓN.

En las siguientes figuras se muestran algunos ejemplos de medidas realizadas con este aparato.

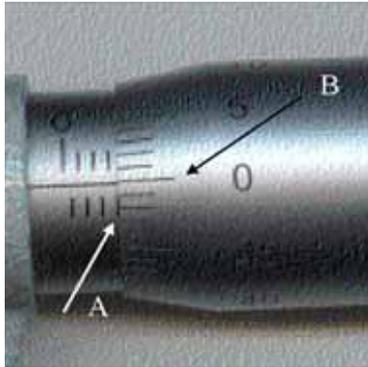


Figura 4

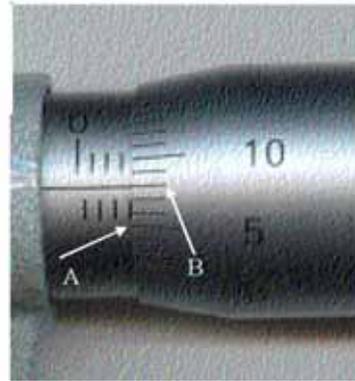


Figura 5

En la figura 4 se puede observar que sobre la regla del brazo fijo (A) hay descubierto hasta la marca de 3mm (en la escala superior) y la división correspondiente a los medios milímetros (en la inferior). La existencia de esta marca de medios milímetros indica que el tambor debe dar dos vueltas para desplazar el tope móvil 1mm. La marca correspondiente de la escala giratoria (B) es el cero. Así, la medida será 3'50mm.

En la figura 5, a los 3'50mm de la escala A hay que añadir los 0'08mm que indica la marca número 8 de la escala B. Así, la medida será 3'58mm.

En definitiva, para medir la longitud con este dispositivo:

- Se mira, sobre la regla fija A, el número de milímetros y medios milímetros.
- Se mira, sobre la escala giratoria B, el número de centésimas de milímetro.
- Se suman las dos cantidades y así se obtiene la medida.

5. DESARROLLO DE LA PRACTICA.

5.1. INSTRUMENTOS DE MEDIDA MECÁNICOS I

El alumno dispone en el puesto de laboratorio del siguiente material:

- Regla
- Flexómetro
- Calibre (Pie de Rey)
- Un perfil en L o en T, cuatro placas y cuatro tubos (de diferentes dimensiones), una pieza torneada y un taco con varios taladros ciegos.

Se rellena el cuadro 1 con la apreciación de los aparatos que se van a utilizar. Se rellenan las tablas 1, 2, 3, 4 y 5 (los cuadros sombreados no se rellenan), realizando una sola medida de las dimensiones que se indican y expresando el resultado correctamente con las cifras necesarias y la cota de error que corresponda.

5.2. INSTRUMENTOS DE MEDIDA MECÁNICOS II

En esta segunda parte de la práctica se deberá afianzar la soltura en el manejo de los instrumentos, así como realizar medidas indirectas y cálculo de errores.

Para ello, el alumno dispone en el puesto de laboratorio del siguiente material:

- Calibre
- Pálmer
- Tuercas de diferentes tamaños
- Una placa rectangular
- Una pieza prismática
- Tabla de medidas de masas con balanza de precisión

Se rellena la tabla 6 con el tamaño entre caras de las tuercas, ordenadas de menor a mayor y medidas con el calibre y con el pálmer.

Se rellena la tabla 7 con las dimensiones de la placa rectangular, medidas con el calibre y con el pálmer y se calcula la superficie de la placa y el error absoluto que se comete en la determinación.

A continuación, sobre un croquis de la pieza prismática se acotarán y medirán sus dimensiones con el pálmer, haciendo una tabla semejante a la anterior. Se calcula el volumen de la pieza y el error absoluto que se comete en la determinación del volumen. El resultado del volumen total deberá quedar correctamente expresado: medida, error, unidades.

Finalmente, el alumno dispone en su puesto de una tabla de medidas efectuadas con una balanza de precisión (que aprecia miligramos) sobre una muestra de piezas de un proceso de fabricación en serie. Deberá determinar la expresión estadística de la medida de la muestra.