

## VERNIER

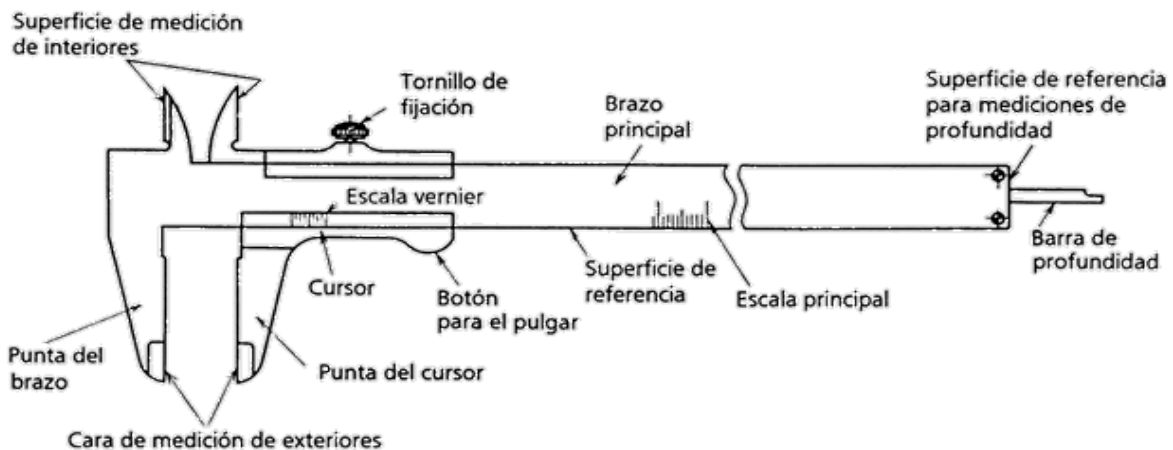
El **nonio** o **escala de vernier** es una segunda escala auxiliar que tienen algunos instrumentos de medición, que permite apreciar una medición con mayor precisión al complementar las divisiones de la regla o escala principal del instrumento de medida.

Pedro Nunes, conocido también por su nombre latino como Petrus Nonius (Alcácer do Sal, Portugal, 1492 - Coímbra, 1577), matemático, astrónomo y geógrafo portugués, del siglo XVI, inventó en 1514 el **nonio**: un dispositivo de medida de longitudes que permite –con la ayuda de un astrolabio– medir fracciones de grado de ángulo, mediante una escala auxiliar.

Pierre Vernier (Ornans, 1580 - Ornans, 1637) matemático francés, es conocido por la invención en 1631 de la **escala vernier** para medir longitudes con gran precisión y basado en el de Pedro Nunes.

Dada la primera invención de Pedro Nunes (1514) y el posterior desarrollo de Pierre Vernier (1631), en la actualidad esta escala se suele denominar como nonio o vernier, siendo empleado uno u otro término en distintos ambientes. En la rama técnica industrial suele ser más utilizado nonio, si bien el término vernier es común en la enseñanza y en las ciencias aplicadas. Tomaremos el término nonio al ser el más antiguo y por tanto el que aportó la idea original, considerando, en todo caso, nonio y vernier como términos sinónimos.

Se puede utilizar este calibrador para medir tamaños de gemas, espesores, diámetros interiores y exteriores y profundidades. Para hacer una medición se ajusta el vernier al objeto a medir, el cero de la reglilla del vernier indica la medida en milímetros, luego se observa cual graduación del vernier coincide con una graduación de la regla fija y esta graduación da las décimas de milímetro.



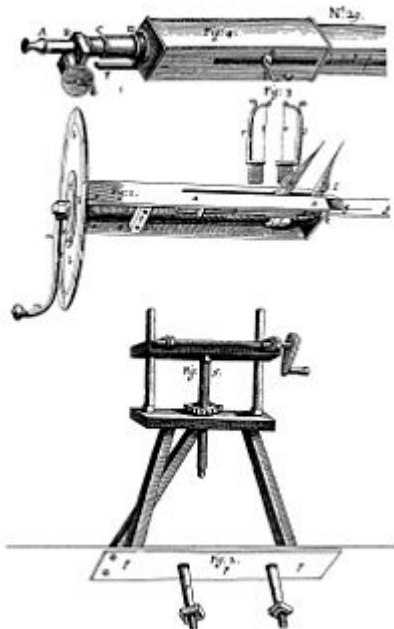
## MICRÓMETRO (INSTRUMENTO)


El **micrómetro**, que también es denominado **tornillo de Palmer**, **calibre Palmer** o simplemente **palmer**, es un instrumento de medición cuyo nombre deriva etimológicamente de las palabras griegas μικρο (*micros*, pequeño) y μετρον (*metron*, medición); su funcionamiento se basa en un tornillo micrométrico que sirve para valorar el tamaño de un objeto con gran precisión, en un rango del orden de centésimas o de milésimas de milímetro, 0,01 mm ó 0,001 mm (micra) respectivamente.

Para proceder con la medición posee dos extremos que son aproximados mutuamente merced a un tornillo de rosca fina que dispone en su contorno de una escala grabada, la cual puede incorporar un nonio. La longitud máxima mensurable con el micrómetro de exteriores es de 25 mm normalmente, si bien también los hay de 0 a 30, siendo por tanto preciso disponer de un aparato para cada rango de tamaños a medir: 0-25 mm, 25-50 mm, 50-75 mm...

Además, suele tener un sistema para limitar la torsión máxima del tornillo, necesario pues al ser muy fina la rosca no resulta fácil detectar un exceso de fuerza que pudiera ser causante de una disminución en la precisión.

### Historia



 Micrómetro de Gascoigne, elaborado por Robert Hooke

Durante el renacimiento y la revolución industrial había un gran interés en poder medir las cosas con gran precisión, ninguno de los instrumentos empleados en esa época se parecen a los metros, calibres o micrómetros empleados en la actualidad, el termino micrómetro fue acuñado, seguramente, por ese interés.

Los primeros experimentos para crear una herramienta que permitiría la medición de distancias con precisión en un telescopio astronómico es de principios del siglo XVII, como el desarrollado por Galileo Galilei para medir la distancia de los satélites de Júpiter

La invención en 1640 por William Gascoigne del tornillo micrométrico suponía una mejora del vernier o nonio empleado en el calibre, y se utilizaría en astronomía para medir con un telescopio distancias angulares entre estrellas.

Henry Maudslay construyó un micrómetro de banco en 1829, basado en el dispositivo de tornillo de banco, compuesto de una base y dos mandíbulas de acero, de las cuales una podía moverse con un tornillo a lo largo de la superficie de la guía. Este dispositivo estaba diseñado basado en el sistema métrico inglés, presentaba una escala dividida en décimas de pulgada y un tambor, solidario al tornillo, dividido en centésimas y milésimas de pulgada.

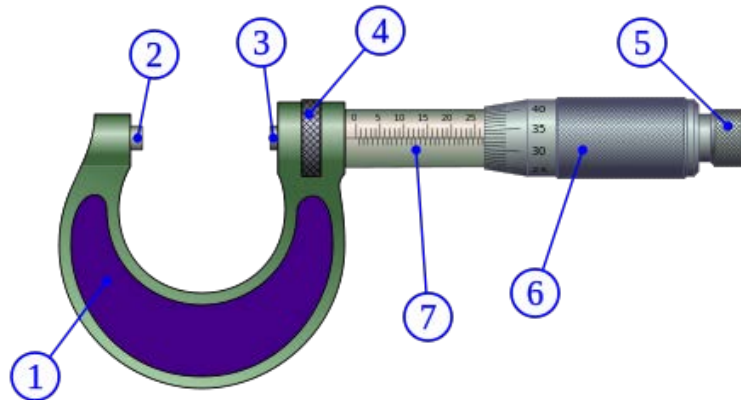
Una mejora de este instrumento fue inventada por el mecánico francés Jean Laurent Palmer en 1848 y que se constituyó en el primer desarrollo de que se tenga noticia del *tornillo micrométrico de mano*. En la *Exposición de París* de ese año, este dispositivo llamó la atención de Joseph Brown y de su ayudante Lucius Sharpe, quienes empezaron a fabricarlo de forma masiva a partir de 1868 en su empresa conjunta *Brown & Sharpe*.<sup>1</sup> La amplia difusión del tornillo fabricado por esta empresa permitió su uso en los talleres mecánicos de tamaño medio.

En 1888 Edward Williams Morley demostró la precisión de las medidas, con el micrómetro, en una serie compleja de experimentos. En 1890, el empresario e inventor estadounidense Laroy Sunderland Starrett (1836–1922), patentó un micrómetro que transformó la antigua versión de este instrumento en una similar a la usada en la actualidad. Starrett fundó la empresa *Starrett* en la actualidad uno de los mayores fabricantes de herramientas e instrumentos de medición en el mundo.

La cultura de la precisión y la exactitud de las medidas, en los talleres, se hizo fundamental durante la era del desarrollo industrial, para convertirse en una parte importante de las ciencias aplicadas y de la tecnología. A principios del siglo XX, la precisión de las medidas era fundamental en la industria de matricería y moldes, en la fabricación de herramientas y en la ingeniería, lo que dio origen a las ciencias de la metrología y metrotecnia, y el estudio de los distintos instrumentos de medida.

### **Partes del micrómetro**

Partiendo de un micrómetro normalizado de 0 a 25 mm, de medida de exteriores, podemos diferenciar las siguientes partes:



1. **Cuerpo:** constituye el armazón del micrómetro; suele tener unas plaquitas de aislante térmico para evitar la variación de medida por dilatación.
2. **Tope:** determina el punto cero de la medida; suele ser de algún material duro (como "metal duro") para evitar el desgaste así como optimizar la medida.
3. **Espiga:** elemento móvil que determina la lectura del micrómetro; la punta suele también tener la superficie en metal duro para evitar desgaste.
4. **Tuerca de fijación:** que permite bloquear el desplazamiento de la espiga.
5. **Trinquete:** limita la fuerza ejercida al realizar la medición.
6. **Tambor móvil,** solidario a la espiga, en la que está grabada la **escala móvil** de 50 divisiones.
7. **Tambor fijo:** solidario al cuerpo, donde está grabada la **escala fija** de 0 a 25 mm.

### Principio de funcionamiento

Animación de un micrómetro usado en la medición de un objeto de 4,14 mm. El micrómetro usa el principio de un tornillo para transformar pequeñas distancias que son demasiado pequeñas para ser medidas directamente, en grandes rotaciones que son lo suficientemente grandes como para leerlas en una escala. La precisión de un micrómetro se deriva de la exactitud del tornillo roscado que está en su interior. Los principios básicos de funcionamiento de un micrómetro son los siguientes:

1. La cantidad de rotación de un tornillo de precisión puede ser directa y precisamente relacionada con una cierta cantidad de movimiento axial (y viceversa), a través de la constante conocida como el *paso del tornillo*. El paso es la distancia que avanza axialmente el tornillo con una vuelta completa de (360 °).
2. Con un tornillo de paso adecuado y de diámetro mayor, una determinada cantidad de movimiento axial será transformada en el movimiento circular resultante.

## **Tipos de micrómetros**

Pueden ser diferenciados varios tipos de micrómetros, clasificándolos según distintos criterios:

Según la tecnología de fabricación:

**Mecánicos:** Basados en elementos exclusivamente mecánicos.

**Electrónicos:** Fabricados con elementos electrónicos, empleando normalmente tecnología digital.

Por la unidad de medida:

**Sistema decimal:** según el Sistema métrico decimal, empleando el Milímetro como unidad de longitud.

**Sistema inglés:** según el Sistema anglosajón de unidades, utilizando un divisor de la Pulgada como unidad de medida.

Por la normalización:

**Estándar:** Para un uso general, en cuanto a la apreciación y amplitud de medidas.

**Especiales:** de amplitud de medida o apreciación especiales, destinados a mediciones específicas, en procesos de fabricación o verificación concretos.

Por la horquilla de medición:

en los micrómetro estándar métricos todos los tornillos micrométricos miden 25mm, pudiendo presentarse horquillas de medida de 0 a 25mm, 25 a 50mm, de 50 a 75 etc, hasta medidas que superan el metro.

en el sistema inglés de unidades la longitud del tornillo suele ser de una pulgada, y las distintas horquillas de medición suelen ir de una en una pulgada.

Por las medidas a realizar:

**De exteriores:** Para medir las dimensiones exteriores de una pieza.

**De interiores:** Para medir las dimensiones interiores de una pieza.

**De profundidad:** Para medir las profundidades de ranuras y huecos.

Por la forma de los toques:

**Paralelos planos:** los más normales para medir entre superficies planas paralelas.

**De puntas cónicas para roscas:** para medir entre los filos de una superficie roscada.

**De platillos para engranajes:** con platillos para medir entre dientes de engranajes.

**De toques radiales:** para medir diámetros de agujeros pequeños.

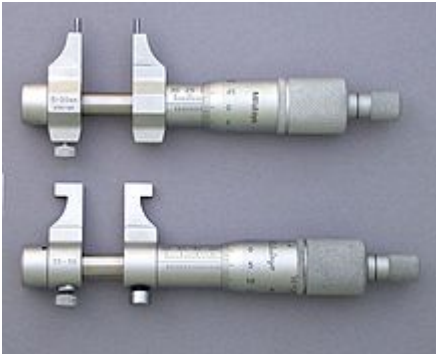
La versatilidad de este instrumento de medida da lugar a una gran amplitud de diseños, según las características ya vistas, o por otras que puedan plantearse, pero en todos los casos es fácil diferenciar las características comunes del tornillo micrométrico en todas ellas, en la forma de medición, horquilla de valores de medida y presentación de la medida.



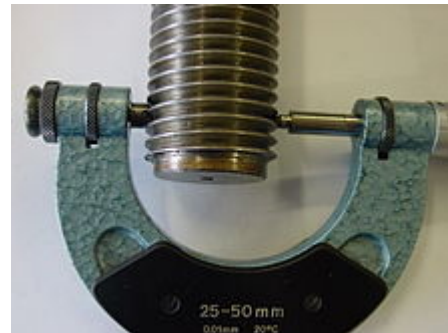
Micrómetro digital.



Micrómetro de exteriores (175-200 mm).



Micrómetros especiales



Micrómetro para medir roscas.



Micrómetro de profundidad.



Micrómetro digital milesimal.

## BLOQUES PATRON

Los bloques patrón son los dispositivos de longitud materializada más precisa[2] que existe y es, además, donde inicia la diseminación[3] de la unidad de longitud hasta sus últimas consecuencias (producto final).

### HISTORIA DE LOS BLOQUES PATRON:

En los albores del siglo XVIII, el científico sueco Christopher Polhem elaboró una barra que contaba con diferentes espesores e introdujo una nueva tecnología en la industria del hierro. En 1800, Hjalmer Ellstrom, fabricante sueco de armas, diseñó un bloque patrón con dos superficies paralelas para inspeccionar rifles. En 1910, Carl Edward Johansson descubrió que cualquier longitud podía obtenerse combinando un conjunto de pequeños bloques patrón con diferentes tamaños; basado en este principio, construyó un juego de bloques patrón compuesto por 111 piezas con el cual podía formar cualquier longitud dentro del rango de 2 a 202mm en incrementos de 1  $\mu\text{m}$  (200000 combinaciones). Estas piezas tienen una sección transversal rectangular y se denominan bloques patrón rectangulares (tipo Johansson). En 1918 William E. Hoke, diseñó un bloque patrón con una sección transversal cuadrada y un agujero en el centro. Este tipo de bloques es ampliamente utilizado en Estados Unidos debido a su facilidad de manejo y se denominan bloques patrón cuadrados.

Uso de los accesorios.

- El limitador semicilíndrico se utiliza para la medición de interiores.
- El limitador plano tipo A se utiliza para medir planos interiores y exteriores.
- El limitador tipo B se usa sólo para exteriores.
- La punta para trazar, como su nombre lo indica se utiliza para realizar trazos.
- La punta de centrar se usa como centro para trazar círculos.
- La punta de control se utiliza para medir.

Cuando se montan varios bloques patrón sobre un soporte, es necesario tener en consideración que estos no deben ser ajustados con exceso debido a la deformación propia que pueden sufrir los bloques. La regla de los 3 cantos se utiliza para comprobar la planitud de una superficie; por ejemplo si la planitud está bien, cuando se inspeccione con la regla de los 3 cantos, podrá observarse la luz de 2 - 4 micras en el acabado de la superficie. Nunca frote la regla contra la superficie, ni presione la regla sobre la misma. Figura 3.58. Las bases para soportes se utilizan para medir con exactitud alturas, y trazar.

Los usos de los bloques patrón se pueden clasificar en la siguiente forma:

- 1.-Mediciones y trazos diversos (se tiene mayor versatilidad cuando se combinan los diversos accesorios).
2. Puesto a cero de una variedad de instrumentos.



## CALIBRADORES DE ESPESORES (LAINAS)

### Lainas (medidores de espesor)

Estos medidores (Fig. 6.15) consisten en láminas delgadas que tienen marcado su espesor y que son utilizadas para medir pequeñas aberturas o ranuras. El método de medición consiste en introducir una laina dentro de la abertura, si entra fácilmente, se prueba con la mayor siguiente disponible, si no entra, vuelve a utilizarse la anterior.

Los juegos de laines se mantienen juntos mediante un tornillo que atraviesa un agujero que tienen en un extremo. Debe tenerse cuidado de no forzar las laines ni introducirlas en ranuras que tengan rebabas o superficies ásperas por que esto las dañaría.



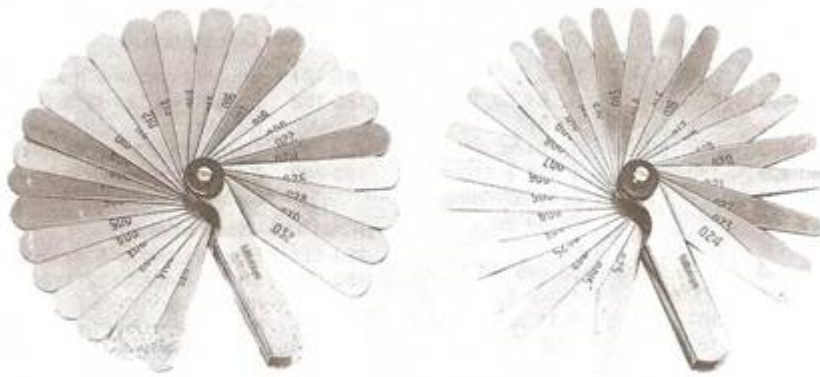


Figura 6.15.

### **CALIBRADORES LKIMITE (PASA-NO PASA)**

Son dispositivos con tamaño estándar establecido, que realizan inspecciones físicas de las características de una pieza, para determinar si la característica de ésta, sencillamente pasa o no pasa la inspección. Por lo que no se hace ningún esfuerzo de determinar el grado exacto de error en la pieza a medir, por lo tanto determina si una parte simplemente encaja o no.

Este es un método rápido para medir roscas externas y consiste en un par de anillos roscados pasa, no- pasa, estos calibres se fijan a los límites de la tolerancia de la parte. Su aplicación simplemente es atornillarlos sobre la misma. El de pasa debe entrar sin fuerza sobre la longitud de la rosca y el de no pasa no debe introducirse más de dos hilos antes de que se atore, también hay calibres roscados pasa, no-pasa para la inspección de roscas internas.

En lo que respecta al diámetro del mayor cilindro perfecto imaginario, el cual se inscribe dentro del agujero de modo que contacte justamente los puntos altos de la superficie, no deberá ser un diámetro menor que el límite de tamaño pasa; adicionalmente el máximo diámetro en cualquier posición dentro del agujero no debe exceder el límite de tamaño no pasa.

En pernos, el diámetro del menor cilindro perfecto imaginario, el cual puede circunscribirse alrededor del perno de modo que contacte justamente los puntos mas altos de la superficie, no deberá ser un diámetro mayor que el límite de tamaño pasa. Además el mínimo diámetro en cualquier posición sobre el perno no debe ser menor que el límite de tamaño no pasa.

La interpretación anterior describe que si el tamaño del agujero o perno está en cada punto en su límite pasa, entonces el agujero o perno deberá ser perfectamente redondo o recto.

Un sistema correcto de calibres límite para inspeccionar pernos y agujeros, de acuerdo con este principio un agujero debería ensamblar correctamente con un perno patrón cilíndrico pasa, hecho al límite pasa especificado del agujero y de una longitud al menos igual a la longitud de ensamble del agujero y perno. El

agujero se mide o se inspecciona para verificar que su diámetro máximo no sea mayor que el límite no-pasa. Por último el eje se mide o se inspecciona para verificar que su diámetro mínimo no sea menor que el límite no pasa.

Los calibres pasa con la condición de material máximo y los calibres no pasa con la condición de material mínimo, servirán para establecer las tolerancias del fabricante y el desgaste del calibre.

