

El Vernier



Erick Barrios Barocio; Arnaldo Hernández Cardona; Roxette Ramírez Arvidez.
Óptica (v.2024)

La escala de Vernier es un instrumento de medición de precisión, el cual cuenta con dos escalas, de las cuales, la segunda permite una mayor apreciación de la escala principal del instrumento ya que permite fraccionarla. Debido a los distintos tipos de escalas vernier que existen, en ocasiones, su uso puede ser confuso, lo cual puede llevar a errores en la medición. Aquí presentamos la teoría básica de su funcionamiento y como leer correctamente las mediciones.

Contenido

1	PRINCIPIO DE OPERACIÓN.....	1
2	CARACTERISITICAS DEL VERNIER.....	1
3	LECTURA DE UN VERNIER.....	2
4	VERNIER EN ESCALA SEXAGESIMAL.....	3
5	CONFIGURACIÓN TÍPCA DE UN VERNIER LINEAL.....	4
6	REFERENCIAS.....	4

1 PRINCIPIO DE OPERACIÓN.

El vernier es un sistema de medición que permite apreciar fracciones de valores entre dos divisiones consecutivas de una escala principal. Puede ser interpretado como una sub-escala, la cual puede distinguir valores más pequeños que la escala principal ^[1].

El vernier toma un número de unidades de la escala principal y las divide en un cierto número de sub-unidades; por ejemplo, en la Figura 1a, 9 unidades de la escala principal son divididas en 10 partes iguales por el vernier. Esto implica que, si hacemos que el cero del vernier coincida con el cero de la escala principal, la diferencia entre la primera división de la escala principal y la primera del vernier será de 0.1; entre la segunda división de la regla y la segunda del vernier 0.2; y así, sucesivamente, de forma que entre la décima división de la escala principal y la décima del vernier habrá una diferencia de 1.0 unidad. Esto hace que en todos los casos en los que el 0 del vernier coincida con una división de la regla, la décima división del vernier también lo hará (Figura 1b).

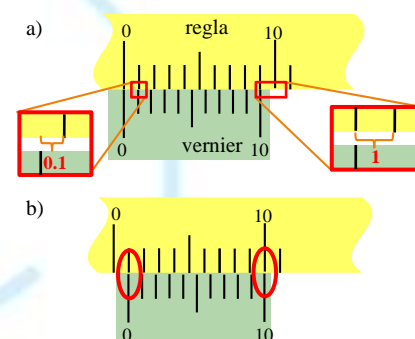


Figura 1. Escala Vernier. a) Diferencia entre escala principal y Vernier. b) Alineación de extremos de la escala Vernier.

Así, el vernier usa el principio de interpolación mecánica basada en la relación lineal entre dos escalas (lineales) ^[2].

2 CARACTERISITICAS DEL VERNIER.

Partiendo de una regla de proporcionalidad entre divisiones linealmente espaciadas se definen (Figura 2):

- u : unidad de la regla.
- n : número de divisiones del vernier.
- k : constante adimensional de extensión.
- A : apreciación, medida más pequeña que puede obtenerse.
- L : distancia entre la primera y última división del *nonio* (vernier), medida en unidades de la escala principal.
- S : separación entre dos divisiones sucesivas del nonio, medida en unidades de la escala principal.

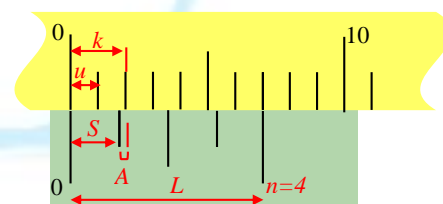


Figura 2. Características de un vernier.

Una escala vernier se basa en la siguiente relación:

$$S + A = k \times u. \quad (1)$$

Además, el vernier desplazado n veces la medida de apreciación (A) deberá ser igual a un desplazamiento de una unidad de la regla:

$$n \times A = u. \quad (2)$$

De esta forma se asegura que solo una división del vernier coincida con una división de la regla principal (exceptuando el caso donde el cero del vernier es el coincidente, donde coinciden dos divisiones). De las dos ecuaciones anteriores se obtienen las relaciones:

$$\begin{cases} A = u/n \\ S = (k - 1/n)u \\ L = S \times n = (k \times n - 1)u \end{cases} \quad (3)$$

3 LECTURA DE UN VERNIER.

Si se toma una regla graduada en milímetros ($u = 1mm$) y el vernier se divide en 4 (Figura 3) con una constante $k = 2$, tendremos lo siguiente:

$$\begin{matrix} u = 1mm \\ n = 4 \\ k = 2 \end{matrix} \Rightarrow \begin{cases} A = 0.25mm \\ S = 1.75mm \\ L = 7mm \end{cases}$$

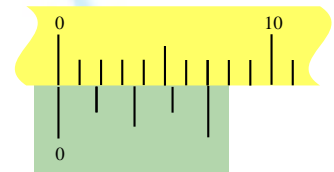


Figura 3. Ejemplo de escala Vernier

En la Figura 4 podemos ver que cuando el cero del vernier coincide con el cero de la regla, la última división del vernier coincidirá con la séptima de la regla ($L = 7mm$). En este caso las divisiones del vernier nos permiten una apreciación de $0.25mm$. Esto implica una progresión de medidas de 0.25 , conforme se da la coincidencia sucesiva de las divisiones del vernier con las de la regla.

Al desplazar el cero del vernier respecto del cero de la regla, la primera división del vernier que coincidirá con una división de la regla será $0.25mm$ (Figura 4b). Si el vernier se desplaza más a la derecha, cuando la segunda división del vernier coincida con una división de la regla, la lectura será $0.5mm$ (Figura 4c). Si la tercera división del vernier coincide con una de la regla la lectura será de $0.75mm$ (Figura 4d). Cuando la cuarta división del vernier coincida con una división de la regla, también lo hará el cero del vernier, completando una unidad de la regla. El ciclo se repite sucesivamente aumentando la medida, en $1.25mm$, $1.5mm$... A continuación se muestran algunos ejemplos.

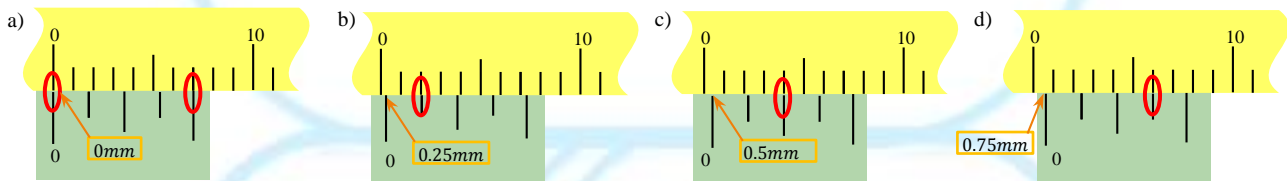


Figura 4. Uso del Vernier.

I. Vernier de 10 divisiones.

Un vernier de 39 mm de longitud y 10 divisiones tiene la misma apreciación que uno de 9mm (Figura 5); sin embargo, dado que S es mayor, se facilita la lectura al estar las divisiones del vernier más separadas.

$$\left. \begin{array}{l} u = 1\text{mm} \\ n = 10 \\ k = 1 \end{array} \right\} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} A = 0.1\text{mm} \\ S = 0.9\text{mm} \\ L = 9\text{mm} \end{array} \right.$$

$$\left. \begin{array}{l} u = 1\text{mm} \\ n = 10 \\ k = 4 \end{array} \right\} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} A = 0.1\text{mm} \\ S = 3.9\text{mm} \\ L = 39\text{mm} \end{array} \right.$$

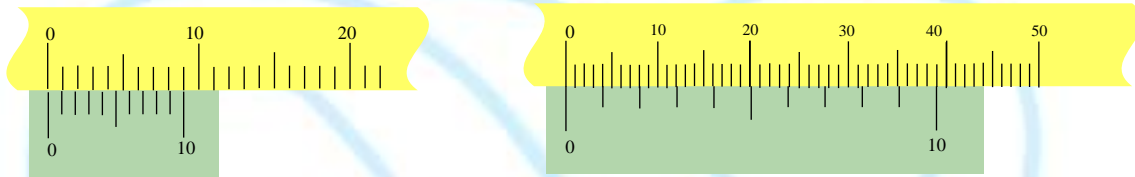


Figura 5. Ejemplos de vernier de 10 divisiones.

II. Vernier de 20 divisiones (Figura 6).

$$\left. \begin{array}{l} u = 1\text{mm} \\ n = 20 \\ k = 2 \end{array} \right\} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} A = 0.05\text{mm} \\ S = 1.95\text{mm} \\ L = 39\text{mm} \end{array} \right.$$

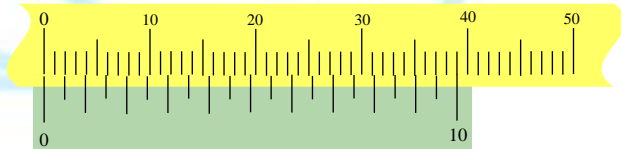


Figura 6. Ejemplo de vernier de 20 divisiones.

4 VERNIER EN ESCALA SEXAGESIMAL.

En el sistema sexagesimal (angular), un grado son sesenta minutos y un minuto sesenta segundos. $u = 1^\circ = 60'$. Por lo que la apreciación dependerá del número de divisiones que tomemos (Figura 7):

$$A = \frac{1^\circ}{n} = \frac{60'}{n}$$

Sin embargo, hay que tener presente que el número n de divisiones también será en base sexagesimal, es decir se tendrá una escala vernier (o nonio) en minutos o segundos.

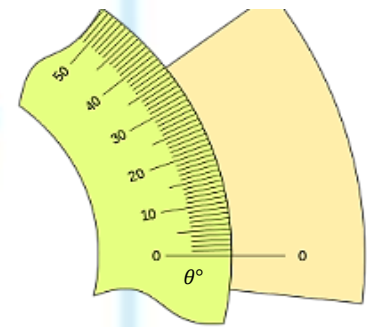
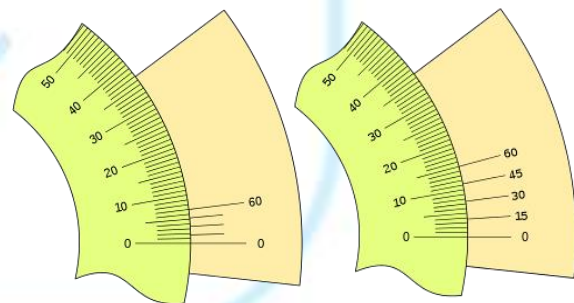


Figura 7. Escala Sexagesimal.

I. Vernier angular de 4 divisiones (Figura 8).

$$\left. \begin{array}{l} u = 1^\circ = 60' \\ n = 4 \\ k = 2 \end{array} \right\} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} A = 15' \\ S = 1^\circ 45' \\ L = 7^\circ \end{array} \right. \quad (\text{Figura 8a})$$

$$\left. \begin{array}{l} u = 1^\circ = 60' \\ n = 4 \\ k = 4 \end{array} \right\} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} A = 15' \\ S = 3^\circ 45' \\ L = 15^\circ \end{array} \right. \quad (\text{Figura 8b})$$

Figura 8. Ejemplos de vernier angular de 4 divisiones. a) $L=7^\circ$; b) $L=15^\circ$.

II. Vernier angular de 12 divisiones (Figura 9).

Si tomamos un valor de $n = 12$ y $k = 2$, nos dará:

$$\left. \begin{array}{l} u = 1^\circ = 60' \\ n = 12 \\ k = 2 \end{array} \right\} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} A = 5' \\ S = 1^\circ 55' \\ L = 23^\circ \end{array} \right.$$

Con lo que tenemos una apreciación de 5 minutos de grado, en una escala clara y fácil de trabajar.



Figura 9. Vernier angular de 12 divisiones.

Como recomendación para leer un ángulo en una escala sexagesimal, primero se debe observar donde se encuentra el cero del vernier. Si el cero se encuentra entre dos líneas, se toma la de menor valor. En la Figura 10 el cero del vernier está entre 155° y $155^\circ 30'$ de la escala graduada, por lo que el valor tomado es 155° . Las características del vernier mostrado en la Figura 10 son:

$$\left. \begin{array}{l} u = 30' \\ n = 30 \\ k = 1 \end{array} \right\} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} A = 1' \\ S = 29' \\ L = 14^\circ 30' \end{array} \right.$$

En la Figura 10 se encuentra que la línea del vernier que coincide con una línea de la escala principal es la línea correspondiente a $15'$. Así, la lectura de la medición final será: $155^\circ + 15' = 155^\circ 15'$.

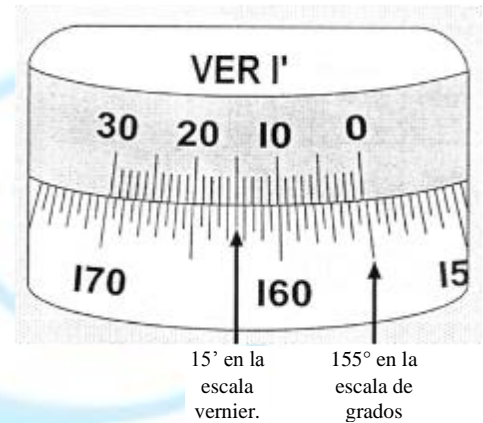


Figura 10. Uso de la escala vernier en un espectrómetro.

5 CONFIGURACIÓN TÍPCA DE UN VERNIER LINEAL.

Los instrumentos vernier más comunes en un laboratorio son los lineales analógicos. La configuración típica de estos se muestra en la Figura 11. El instrumento consta de una regla central que sirve de riel donde se monta un vernier deslizante. En uno de sus extremos la regla tiene dos topes (generalmente de distinto tamaño) que sirve de límite al vernier, el cual cuenta también con dos topes pero con forma inversa. Cuando el vernier está en cero, los topes de la regla y del vernier coinciden. Es de notar que los topes más grandes generalmente sirven para medir tamaños exteriores, mientras que los más cortos sirven para medir aperturas interiores (como el diámetro interno de un tubo), de ahí que tengan esa forma.

En el otro extremo de la regla se tiene un vástago el cual sale de la regla conforme el vernier se desplaza, este vástago sirve para medir profundidades.

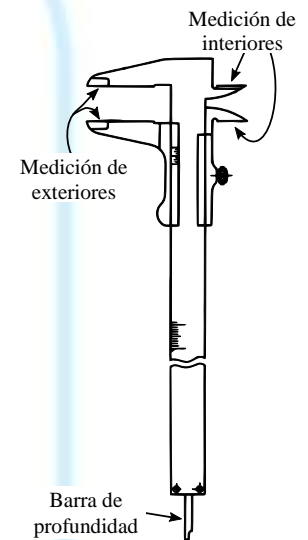


Figura 11. Calibrador vernier típico.

6 REFERENCIAS.

- [1] Vernier Caliper – *The New Encyclopedia Brittanica*, Micropedia, Vol.12, 15° ed. 1997. Pp. 325.
- [2] Vernier Scale – *Wikipedia*. https://en.wikipedia.org/wiki/Vernier_scale, Consulta: Enero 2020.