

UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN

Enrique Guzmán y Valle

*Alma Máter del Magisterio Nacional*

FACULTAD DE TECNOLOGÍA

Escuela Profesional de Electromecánica



**MONOGRAFÍA**

## **Metrología en el campo automotriz**

Examen de Suficiencia Profesional Res. N° 0145-2019-D-FATEC

Presentada por:

**Lopez Tineo, Jorge**

Para optar al Título Profesional de Licenciado en Educación

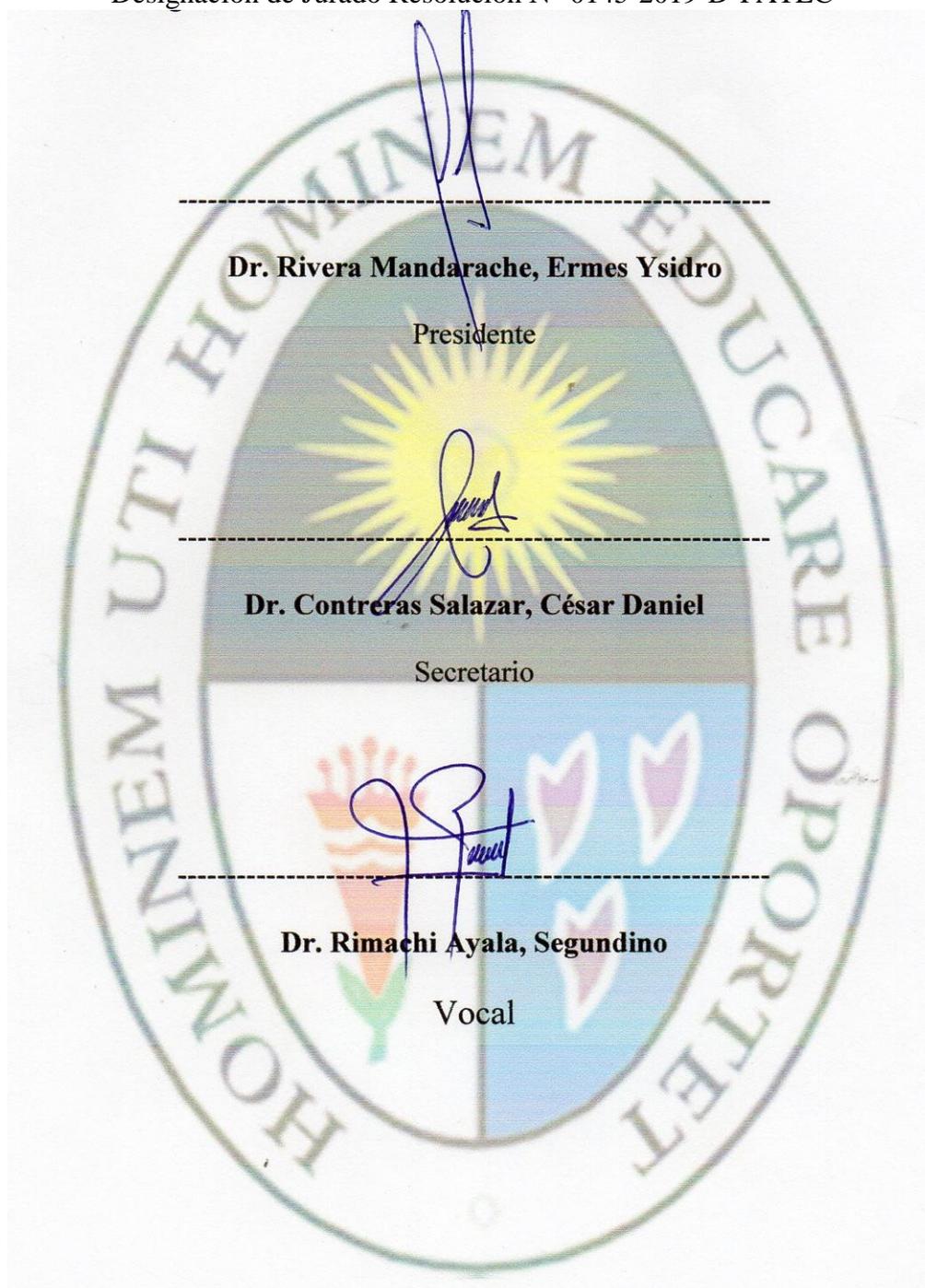
Especialidad: Fuerza Motriz

Lima, Perú  
2019

## MONOGRAFÍA

### Metrología en el campo automotriz

Designación de Jurado Resolución N° 0145-2019-D-FATEC



Línea de Investigación: Tecnología y soportes educativos.

### **Dedicatoria**

A mis padres y familiares por el apoyo incondicional, porque son pilares fundamentales en mi carrera universitaria.

A mis maestros por el apoyo profesional, que me brindaron para culminar mi carrera universitaria satisfactoriamente.

## Índice de contenidos

Portada.....	i
Hoja de firmas de jurado .....	ii
Dedicatoria.....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Lista de tablas .....	vii
Lista de figuras .....	viii
Introducción.....	x
Capítulo I. Metrología aplicada a fuerza motriz.....	11
1.1 Historia de la metrología.....	11
1.2 Tipos de metrología.....	12
1.2.1 Metrología legal. ....	12
1.2.2 Metrología científica. ....	14
1.2.3 Metrología industrial.....	14
Capítulo II. Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI).....	16
2.1 Sistema Internacional de Unidades .....	16
2.1.1 El sistema métrico. ....	17
2.1.2 Longitud, masa y volumen. ....	18
2.1.3 Prefijos en el sistema métrico. ....	19
2.2 Normas ASA.....	21
Capítulo III. Instrumentos de medición en fuerza motriz.....	23
3.1 Regla graduada.....	23
3.2 Regla de pelo.....	24
3.3 Pie de rey.....	24
3.4 Micrómetro.....	27
3.4.1 Los micrómetros para el sistema inglés. ....	29
3.4.2 Los micrómetros para el sistema métrico.....	30
3.5 Calibradores de lámina (galgas) .....	32
3.5.1 Las galgas, calibres fijos. ....	33
3.5.2 Galgas, calibre de radios. ....	36
3.6 Calibrador de alambres .....	36
3.7 Calibrador de roscas.....	37
3.8 Torquímetro.....	38

3.9	Nivel.....	39
3.9.1	Tipos de nivel.....	40
3.10	Gramil de altura.....	42
3.10.1	Funcionamiento del gramil. ....	42
3.10.2	Aplicaciones del gramil de altura.....	42
3.10.3	Características del gramil de altura .....	42
3.11	Escuadra .....	43
3.12	Goniómetro .....	46
3.12.1	Tipos de goniómetros.....	46
3.12.2	Lectura del goniómetro .....	47
Capítulo IV. Instrumentos de medición en fuerza motriz .....		48
4.1	Multímetro automotriz .....	48
4.1.1	Medición de tensión. ....	49
4.1.2	Medición de resistencia.....	49
4.1.3	Medición de intensidad. ....	49
4.2	Densímetro o hidrómetro .....	50
4.2.1	Medición con el densímetro.....	50
4.2.2	Tipos de densímetro.....	51
4.2.3	El fundamento del densímetro. ....	52
4.3	Punta lógica.....	52
4.3.1	Ventajas.....	52
4.4	Probador de baterías.....	53
4.4.1	Características del probador de batería. ....	54
4.5	Vacuómetro.....	54
4.5.1	Lectura e interpretación del Vacuómetro.....	55
4.6	Compresómetro.....	58
4.6.1	Aplicación del Compresómetro.....	58
4.6.2	Prueba con el Compresómetro. ....	59
4.6.3	Unidades que mide el Compresómetro. ....	60
4.7	Probador de fugas.....	61
4.7.1	Proceso de ejecución de la prueba. ....	63
4.7.2	Interpretación de la lectura.....	63
4.7.3	Raíz del problema. ....	64
4.8	Alexómetro.....	64

4.8.1 Componentes del Alexómetro.....	65
4.8.2 Uso del Alexómetro. ....	66
4.9 Termómetro.....	67
4.9.1 Tipos de termómetros.....	68
4.10 Lámpara estroboscópica.....	69
4.10.1 Uso de la lámpara estroboscópica. ....	70
4.10.2 Aplicación de la lámpara estroboscopio. ....	70
4.11 Scanner.....	71
4.11.1 Computadora Automotriz.....	72
4.12 Osciloscopio.....	74
4.12.1 Aplicación de osciloscopio. ....	74
4.12.2 Tipos de osciloscopio automotriz.....	74
4.12.3 Osciloscopio análogo. ....	75
4.12.4 Osciloscopio digital.....	75
Aplicación didáctica .....	77
Síntesis.....	106
Apreciación crítica y sugerencias .....	107
Referencias .....	108

**Lista de tablas**

Tabla 1 Magnitudes básicas del SI .....	16
Tabla 2 Sistema métrico decimal.....	18
Tabla 3 Unidades básicas .....	19
Tabla 4 Equivalencias de las unidades básicas.....	19
Tabla 5 Prefijos del sistema internacional.....	20
Tabla 6 Unidades de presión .....	60
Tabla 7 Presión de compresión para algunos vehículos a gasolina.....	61

## Lista de figuras

Figura 1. Patrón del metro.....	12
Figura 2. Factor de conversión de unidades de longitud. ....	18
Figura 3. Regla metálica de acero. ....	23
Figura 4. Regla de pelo.....	24
Figura 5. Partes del calibrador.....	25
Figura 6. Precisión del calibrador 0,1 mm.....	26
Figura 7. Precisión del calibrador 0,05 mm.....	26
Figura 8. Principio del tornillo con tuerca. ....	27
Figura 9. Partes del micrómetro. ....	28
Figura 10. Lectura del micrómetro en 0,001 pulgadas.....	29
Figura 11. Micrómetro con nonio en 0,0001 pulgadas. ....	30
Figura 12. Micrómetro con lectura en 0,01 mm. ....	31
Figura 13. Micrómetro con lectura en 0,001 mm. ....	31
Figura 14. Medición con galgas. ....	32
Figura 15. Calibrador de láminas. ....	33
Figura 16. Galgas fijas para agujeros. ....	33
Figura 17. Galgas fijas para ejes.....	34
Figura 18. Galgas graduables ETALON. ....	35
Figura 19. Soporte para sujetar combinación de galgas.....	35
Figura 20. Calibrador de radios. ....	36
Figura 21. Calibrador de alambre.....	37
Figura 22. Verificador de pasos de roscar.....	37
Figura 23. Verificar el paso de un tornillo.....	38
Figura 24. Torquímetro.....	39
Figura 25. Nivel de burbuja.....	40
Figura 26. Nivel de precisión.. ....	41
Figura 27. Nivel digital.....	41
Figura 28. Medidores de altura con nonio, carátula/contador y digital.....	43
Figura 29. Escuadra de precisión.....	44
Figura 30. Escuadra de tope. ....	44
Figura 31. Escuadra patrón.....	45
Figura 32. Escuadra de combinación.....	45

Figura 33. Goniómetro simple.....	46
Figura 34. Goniómetro de precisión.....	46
Figura 35. Lectura del goniómetro.....	47
Figura 36. Multímetro analógico y digital.....	48
Figura 37. Densímetro para batería.....	50
Figura 38. Punta lógica.....	53
Figura 39. Probador de baterías.....	54
Figura 40. Vacuómetro.....	55
Figura 41. Lectura del Vacuómetro.....	56
Figura 42. Medición con Compresómetro.....	58
Figura 43. Tiempos de un motor a combustión.....	60
Figura 44. Probador de fugas.....	62
Figura 45. Medición con Alexómetro.....	65
Figura 46. Componentes del Alexómetro.....	66
Figura 47. Alexómetro con accesorios.....	67
Figura 48. Termómetro de contacto e infrarrojo.....	68
Figura 49. Lámpara estroboscópica.....	69
Figura 50. Uso del scanner.....	72
Figura 51. Osciloscopio analógico.....	75
Figura 52. Osciloscopio automotriz digital.....	76

## Introducción

La presente monografía tiene como objetivo distinguir a la metrología en su influencia en el campo automotriz. La importancia de estudiar este tema en particular radica en la aplicación de las herramientas e instrumentos de medición, para obtener un trabajo de elevada calidad en el campo automotriz.

El tema *La metrología en el campo automotriz* presenta cuatro capítulos, a través de los cuales, se pretende conseguir una excelente calidad del producto y/o procesos de operaciones en diferentes vehículos automotrices.

En el desarrollo de la monografía se describe cómo asegurar el proceso de medición con el uso y aplicación correcta de las herramientas e instrumentos de medición, para conseguir un trabajo de alta calidad. La calidad de un trabajo es preocupación de los talleres por ser competitivos y se tienen que involucrar en la mejora de sus instrumentos, para cumplir con esta actividad de las mediciones. Tomando en cuenta que: “lo que no se mide, no se puede mejorar” se tiene que evolucionar el proceso de mejora, para garantizar el cumplimiento de los requerimientos de los clientes.

## **Capítulo I**

### **Metrología aplicada a fuerza motriz**

#### **1.1 Historia de la metrología**

Los acontecimientos que marcaron la historia son los que afectan a la economía, la política y las sociedades. La monografía desarrollada cita algunos actos relevantes en la trascendencia de la metrología. En 1870, se realizó en París, Francia una conferencia internacional sobre la longitud. En mayo de 1875, diecisiete países lograron el Tratado Internacional del Sistema Métrico y se creó una institución Internacional de Pesas y Medidas con sede en Sévres, París. En 1876, se inició la fabricación y reproducción del prototipo del metro para las naciones integrantes del tratado.

Se construyeron 32 barras, con una aleación de 90% de platino y 10% de iridio. Estas piezas tuvieron 1 020 mm de longitud y sección en forma de “X”, ver la (Figura 1.). Las caras con 8 mm, cerca de los bordes se grabaron líneas de 6 a 8 micrómetros de ancho, graduadas hasta completar 1 metro. En su fabricación la temperatura se mantenía próxima a 20°C.

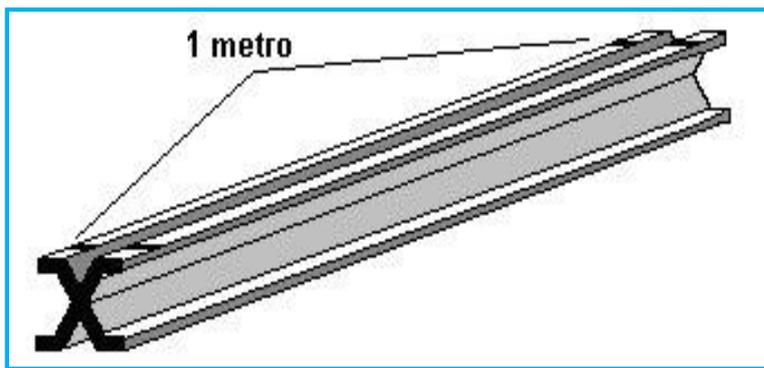


Figura 1. Patrón del metro. Fuente: Recuperado de <http://www.timetoast.com>

En este momento el metro se debe al estudio que empezó años atrás es así que, en el siglo XX, el Comité Consultivo de Unidades, integrado por el Comité Internacional de la Conferencia General de Pesas y Medidas, se dedicó a la tarea de crear un Sistema Único Internacional. Para ello analizó los tipos de sistemas de unidades existentes y adoptó unos cuyas unidades fundamentales son el metro, el kilogramo y el segundo. Este sistema ahora se le conoce como el Sistema MKS, ... El Sistema MKS se aceptó, con ligeras modificaciones en la XI Conferencia General de Pesas y Medidas (CGPM) en 1960 como el Sistema Internacional de Unidades, abreviado como SI y el cual se extendió por casi todas las naciones del mundo y se tomó como universal (Hurtado y Correa, 2010, p. 41).

## 1.2 Tipos de metrología

La metrología tiene varios campos de estudio, pero en la actualidad se han normado tres grandes grupos que cubren todos los aspectos técnicos y prácticos de las mediciones:

### 1.2.1 Metrología legal.

Es la metrología que se encarga de las exigencias técnicas y jurídicas, que tengan un reglamento para garantizar al público de una sociedad o nación, tomando en cuenta: el

comercio, la industria, la economía, la salud, el medio ambiente con una exactitud de mediciones de acuerdo con lo que se ha establecido. La metrología legal se enfoca en:

- a. Las unidades de medida, establecer y reglamentar las medidas de uso.
- b. Los métodos de medición, establecer y reglamentar los procesos para realizar la medición.
- c. Los instrumentos de medición, establecer y reglamentar la calibración de los instrumentos.

La metrología legal tiene como fin verificar el cumplimiento exacto de los reglamentos técnicos y legales respecto de las unidades de medida, los métodos y procedimientos de medición, los instrumentos de medición. Se encarga de asegurar la igualdad en las actividades comerciales, avalar la salud de las personas de una sociedad y velar por el cuidado del medio ambiente.

Los habitantes de una nación no siempre conocen el sistema de medidas, pero su ejecución apropiada es necesaria para proteger a los consumidores y proteger la competencia legal de las actividades económicas. La metrología legal forma las bases para el desarrollo del país y el cumplimiento asegura la sostenibilidad del desarrollo social.

En la actualidad, la economía globalizada hace que el comercio y la producción industrial se enfrenten a sistemas complejos de normatividad de las distintas naciones, en; bienes, servicios, salud y medio ambiente. Para regular la metrología legal de los diferentes países en busca de la igualdad mundial, aparecen los sistemas de acreditación con aceptación internacional.

La metrología legal tiene como fin garantizar los patrones productores de trazabilidad, regular normas oficiales y respaldar al consumidor con referente a medidas de interés público.

### **1.2.2 Metrología científica.**

Se hace cargo de la investigación de las unidades de medición, la fabricación de los patrones de medida, seguridad y conservación, trazabilidad de los patrones, instrumentos y sistemas de medición, por medio de normas que aseguren el desarrollo de patrones primarios, unidades fundamentales y derivadas según el sistema internacional de unidades (SI). También soluciona controversias teóricas y prácticas con relación a las unidades de medida.

Esto indica que, la metrología científica tiene por función buscar y materializar los patrones internacionales para que éstos sean más fáciles de reproducir a nivel internacional, encontrar los patrones más adecuados para los descubrimientos que se hagan en el futuro y analizar el sistema internacional de medidas, con el objeto de elaborar las normas correspondientes. No está relacionada con los servicios de calibración que se hacen en la industria y el comercio, Escuela Colombiana de Ingeniería (Escuela Colombiana de Ingeniería (Garavito), 2010, p. 7).

### **1.2.3 Metrología industrial.**

Es desarrollada por las industrias, bajo la protección del Estado con la metrología legal, se utilizan sistemas de calibración que asegura la trazabilidad de los patrones de medidas de un país, para cada procedimiento de medida, en el ámbito del país. Empezando con las industrias más pequeñas hasta las empresas de mayor envergadura, todas usan instrumentos de medición para sus procedimientos de control de producción. Los instrumentos tienen que responder a las exigencias de precisión establecidas en los planos de los productos a fabricar.

La metrología industrial interviene en los procesos industriales, cobrando en ellos un importante papel en cualquier sistema de calidad aplicado a fabricación, por lo que conceptos tales como trazabilidad, incertidumbre, calibración y organización

metrológica son de suma importancia. Por otra parte, la globalización de los mercados y el desarrollo tanto social como tecnológico hacen que los fabricantes se interesen por la mejora y la actualización de sus sistemas de calidad, ... Cualquier empresa que se dedique a la fabricación de componentes, conjuntos o sistemas, precisa de una metrología organizada, que permita conocer las incertidumbres de medida de los instrumentos y equipos de medida que intervienen en los procesos de control (Villalobos, 2012, p. 4).

## Capítulo II

### Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI)

#### 2.1 Sistema Internacional de Unidades

El sistema internacional de unidades significa que, es el sistema de unidades que usa casi todo el mundo; fue establecido y definido por la 11<sup>o</sup> Conferencia General de Pesas y Medidas (CGPM), en 1960. Son siete las magnitudes básicas empleadas en el SI, ver (Tabla 1) amperio, kelvin, segundo, metro, kilogramo, candela y mol, más unidades derivadas. Se establecieron seis unidades físicas básicas a excepción del mol; este se estableció en 1971 (Wikipedia, 2019).

Tabla 1  
*Magnitudes básicas del SI*

Magnitud básica	Símbolo de la magnitud	Unidad básica	Símbolo de la unidad
Longitud	L	metro	m
Masa	m	kilogramo	kg
Tiempo	t	segundo	s
Intensidad de corriente eléctrica	I	amperio	A
Temperatura	T	kelvin	k
Intensidad luminosa	lv	candela	cd
Cantidad de sustancia	n	mol	mol

*Nota:* Son las magnitudes básicas del SI. Fuente: Recuperado de <https://www.ingenieriaelectronica.org>

El Sistema internacional de medidas surge por la necesidad de un sistema único:

Después de la Revolución Francesa los estudios para determinar un sistema de unidades único y universal concluyeron con el establecimiento del Sistema Métrico Decimal. La adopción universal de este sistema se hizo con el Tratado del Metro o la Convención del Metro, que se firmó en Francia el 20 de mayo de 1875, y en el cual se establece la creación de una organización científica que tuviera, por una parte, una estructura permanente que permitiera a los países miembros tener una acción común sobre todas las cuestiones que se relacionen con las unidades de medida y que asegure la unificación mundial de las mediciones físicas (“Profesor en línea”, 2015, p. 1).

### **2.1.1 El sistema métrico.**

Es el sistema de unidades, se enfoca en una parte de las unidades de medida. Una unidad de medida es una cantidad de una magnitud física, que está estandarizada. El sistema métrico tiene como unidad de longitud (magnitud física que define la cantidad espacio entre dos puntos de distancia) al metro; a este se le llama el sistema métrico (Pérez y Merino, 2014).

El sistema métrico utiliza las unidades de: el metro, el litro, y el gramo para cuantificar longitud, volumen líquido y masa.

El sistema métrico decimal tiene formas de clasificarse entre múltiplos y submúltiplos para ordenar la información de las medidas, evitando así conflictos al volver a usar los datos. Las unidades de los múltiplos y submúltiplos cambian en base a 10 (Figura 2.), cuando son valores de longitud; en base a 100, cuando son valores de superficie y en base 1000 cuando son valores de volumen.

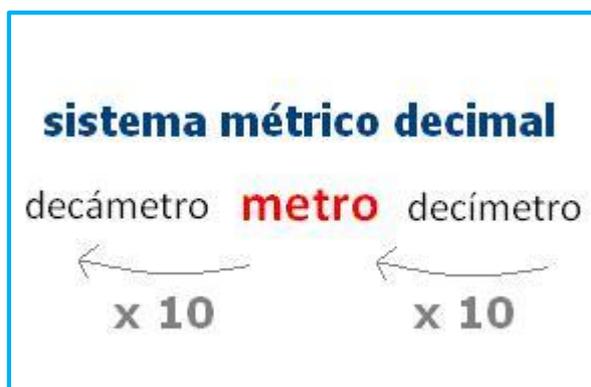


Figura 2. Factor de conversión de unidades de longitud.  
Fuente: Recuperado de <https://www.definicion.de>

Para usar los múltiplos y submúltiplos del sistema métrico decimal, se antepone un prefijo a la unidad de medida de longitud “metro” (Tabla 2).

Tabla 2  
*Sistema métrico decimal*

	Unidad	Símbolo	Equivalencia
Múltiplos	Kilómetro	Km	1 Km = 1000 m
	Hectómetro	Hm	1 Hm = 100 m
	Decámetro	Dm	1 Dm = 10 m
	metro	m	1 m
Submúltiplos	decímetro	dm	1 dm = 0,1 m
	centímetro	cm	1 cm = 0,01 m
	milímetro	mm	1 mm = 0,001 m

Nota: La tabla nos muestra los múltiplos y submúltiplos de la unidad.  
Fuente: Recuperado de <http://www.pinterest.es>

### 2.1.2 Longitud, masa y volumen.

Son las unidades básicas del sistema métrico, las más utilizadas en las actividades comunes que se desarrolla por las personas en las sociedades, las unidades métricas se estructuran de estas tres unidades básicas, ver (Tabla 3).

Tabla 3  
*Unidades básicas*

	<b>Longitud</b>	<b>Masa</b>	<b>Volumen</b>
<b>unidades básicas</b>	metro	gramo	litro
	kilómetro	kilogramo	decilitro
<b>otras unidades</b>	centímetro	centigramo	centilitro
	milímetro	miligramo	mililitro

*Nota:* Estas unidades son las de uso más frecuente. Fuente: Autoría propia

En el sistema métrico, la unidad básica para:

- ✓ La longitud, es el metro unidad establecida como patrón de longitud.
- ✓ La masa, es el gramo la ciencia lo define como equivalente un  $\text{cm}^3$  de agua, no olvidemos que masa es cantidad de sustancia y peso es la acción de la gravedad sobre el objeto.
- ✓ El volumen, es el litro un litro es el equivalente a  $1 \text{ dm}^3$

Equivalencias aproximadas de las unidades básicas ver (Tabla 4).

Tabla 4  
*Equivalencias de las unidades básicas*

<b>Longitud</b>	<b>Masa</b>	<b>Volumen</b>
		
El mango de la pala mide aproximadamente de un metro.	Un clip para papel pesa como un gramo.	Un pomo de vidrio contiene leche aproximadamente 1 litro.

*Nota:* Para tener una idea de referencia respecto al uso de las unidades. Fuente: Recuperado de <http://www.montereyinstitute.org>

### 2.1.3 Prefijos en el sistema métrico.

En el sistema métrico, el prefijo cambia con los múltiplos y submúltiplos de la unidad en base a un factor de 10. Se entiende que cada unidad sucesiva del prefijo es 10 veces más grande que la anterior y 10 veces más pequeña que el siguiente.

Estos nombres de las unidades de medida se construyen agregando el prefijo a la unidad básica de medida. Para entender la medida se observa al prefijo y resolvemos el tamaño de la unidad y al observar la base de la unidad resolvemos la unidad de la magnitud a medir, que puede ser longitud, masa o volumen, (ver Tabla 5).

Tabla 5  
*Prefijos del sistema internacional*

$10^n$	Prefijo	Símbolo	Unidad	Equivalencia decimal en prefijos	Asignación
$10^{24}$	yotta	Y	Cuadrillón	1000000000000000000000000	1991
$10^{21}$	zetta	Z	Mil trillones	100000000000000000000000	1991
$10^{18}$	exa	E	Trillón	10000000000000000000000	1975
$10^{15}$	peta	P	Mil billones	10000000000000000000000	1975
$10^{12}$	tera	T	Billón	1000000000000000000000	1960
$10^9$	giga	G	Mil millones	1000000000	1960
$10^6$	mega	M	Millón	1000000	1960
$10^3$	kilo	K	Mil	1000	1975
$10^2$	hecto	H	Centena	100	1975
$10^1$	deca	Da	Decena	10	1975
$10^0$	ninguno		Unidad	1	1975
$10^{-1}$	deci	d	Décimo	0,1	1975
$10^{-2}$	centi	c	Centésimo	0,01	1975
$10^{-3}$	mili	m	Milésimo	0,001	1975
$10^{-6}$	micra	$\mu$	Millonésimo	0,000001	1960
$10^{-9}$	nano	n	Milmillonésimo	0,000000001	1960
$10^{-12}$	pico	p	Billonésimo	0,000000000001	1960
$10^{-15}$	femto	f	Milbillonésimo	0,000000000000001	1964
$10^{-18}$	atto	a	Trillonésimo	0,000000000000000001	1964
$10^{-21}$	zepto	z	Miltrillonésimo	0,000000000000000000001	1991
$10^{-24}$	yocto	y	Cuadrillonésimo	0,000000000000000000000001	1991

*Nota:* En la tabla se puede apreciar las cantidades de expresión de la unidad. Fuente: Recuperado de <http://mathsychemistry.blogspot.com>

En el sistema métrico se puede ver los prefijos que se anteponen a la unidad, con la tabla de referencia, puedes agregar a la unidad, por ejemplo, lo siguiente:

- Con la unidad de masa, un gramo: un decagramo es 10 veces más grande que un gramo (1 decagramo = 10 gramos).
- Con la unidad de longitud, un metro: Un kilómetro es 1000 veces más grande que un metro, (1 kilómetro = 1000 metros).
- Con la unidad de volumen, un litro: Un mililitro es 1000 veces más pequeño que un litro, (1 litro = 1000 mililitros).

## 2.2 Normas ASA

Es el sistema americano usado en los Estados Unidos y otros países que están bajo su predominio comercial e industrial. Está regido por la American Standar Association (ASA), su unidad de medida son las pulgadas. En los años 1970, ASA pasa a llamarse ANSI, sirviendo de modelo para la constitución de las normas ISO (Calderón, 2013).

A continuación, se listan los elementos que posee una simbología bajo la norma ASA:

- a. Conductor
- b. Contacto
- c. Resistencia
- d. Pulsadores
- e. Unión
- f. Interruptores
- g. Disyuntores
- h. Seccionador
- i. Transformador
- j. Reactor
- k. Motores

El sistema ASA o sistema inglés de unidades es aún utilizado generalmente en los Estados Unidos de América y en países con influencia inglesa, aunque está disminuyendo su uso. Por este mundo globalizado de la competitividad comercial e industrial, aún se producen productos bajo tecnología con el sistema ASA. Ejemplos:

- ✓ Productos de madera, tornillos, cables, conductores y perfiles metálicos.
- ✓ Instrumentos de presión para neumáticos de vehículos y manómetros.
- ✓ Formatos en la producción gráfica.

El Sistema Inglés de unidades procede de la evolución de las unidades de reinados a través de los siglos con muchos fracasos en busca de la igualdad en Inglaterra. Las unidades se originan en la antigua Roma y Estados Unidos viene adaptándose al sistema internacional.

## Capítulo III

### Instrumentos de medición en fuerza motriz

#### 3.1 Regla graduada

La regla es un instrumento con bordes rectos, para trazar líneas rectas y para la metrología tiene una escala graduada con marcas, asociado a una numeración, que hace posible la visualización de la lectura del instrumento de medición.

La regla graduada puede ser rígida, semirrígida o muy flexible, construidas de metal, madera o plástico y otros materiales, se incluye una escala graduada en su longitud, (ver Figura 3.).

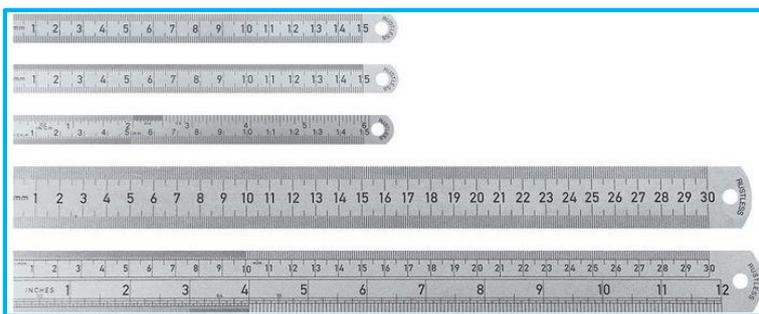


Figura 3. Regla metálica de acero. Fuente: Recuperado de <https://sites.google.com>

Es un instrumento de medición que se usa para medir una magnitud física, longitudes de objetos.

### 3.2 Regla de pelo

Es una regla para verificar la culata, verificador de alta calidad, suministra una medición adecuada de la tolerancia en superficies planas del motor o las culatas, (ver Figura 4.).

Trabaja con galgas, se puede utilizar en motores de 4 y 6 cilindros, se fabrican de varias medidas, por ejemplo, de 600 mm de largo, 36 mm de profundidad, 16 mm de grosor y una tolerancia de  $< 0,05$  mm.



Figura 4. Regla de pelo. Fuente: Recuperado de <https://es.slideshare.net>

### 3.3 Pie de rey

Calibrador con nonios es un instrumento de medición directa (Figura 5.), de uso común. Su versatilidad permite medir superficies externas e internas y profundidades de acuerdo a su rango de lectura y la precisión del instrumento.

Los calibradores convencionales consisten de una quijada fija con regla graduada con las unidades a medir, con forma de escuadra en esta se desliza otra quijada móvil con nonio para medir los decimales de la unidad, también en forma de escuadra.

La quijada fija sirve de tope y es donde se apoya un lado de la pieza por medir, al otro lado de la pieza se apoya la quijada móvil, formando el valor de medida en la escala graduada de las unidades y los decimales en el nonio, la quijada móvil se desplaza longitudinalmente sobre la regla, quedando con los topes una frente a la otra.

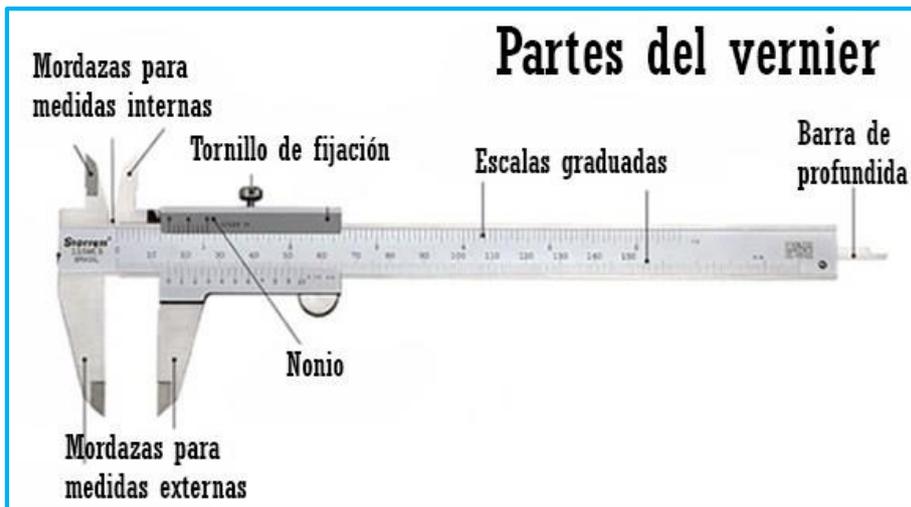


Figura 5. Partes del calibrador. Fuente: Recuperado de <http://www.ingmecafenix.com>

Los calibradores se fabrican de acero inoxidable y con tratamiento térmico, las superficies de los topos son rectificadas para mayor seguridad en la lectura de medición, el error máximo permisible en su fabricación:

Para las graduaciones en el sistema métrico decimal es:

- ✓ Hasta 300 mm +/- 0,02 mm
- ✓ De 300 a 600 mm +/- 0,04 mm

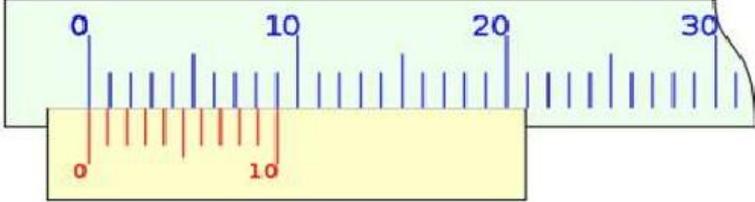
Para graduaciones hechas en el sistema inglés:

- ✓ Hasta 12" +/- 0,001 pulgadas
- ✓ De 12" a 24" +/- 0,0015 pulgadas
- ✓ De 24" a 48" +/- 0,0020 pulgadas

El principio de graduación del nonio, es dividir la unidad de la escala de la regla fija entre un número de graduaciones del nonio en la escala móvil, para conseguir la precisión del instrumento.

- ✓ Nonios con precisión de 0,10 mm (Figura 6.).

**EJEMPLO**



En el caso visto hasta ahora, con  $n = 10$ , tenemos que:

$$A = \frac{1}{10} \quad A = 0,1$$

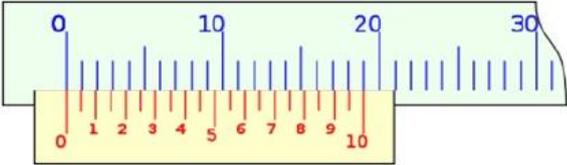
$k = 1$ , por tanto:

$$L = 1 \cdot 10 - 1 \quad L = 9$$

Figura 6. Precisión del calibrador 0,1 mm. Fuente: Recuperado de <https://es.slideshare.net>

- ✓ Nonios con precisión de 0,05 mm (Figura 7.).

**NONIO DE 20 DIVISIONES,  $n=20$ ,  $K=1$**



Con un nonio de 19 de longitud y 20 divisiones, con lo que tendríamos una apreciación:

$$A = \frac{1}{n} \quad A = \frac{1}{20} \quad A = 0,05$$

El caso más normal es con  $k = 1$ , por tanto:  $L = 1 \cdot 20 - 1 \quad L = 19$

Las longitudes del nonio de 10 divisiones y  $K = 2$  y 20 divisiones y  $k = 1$  es la misma: 19 mm, como puede verse, pero en este segundo caso las 20 divisiones dan una apreciación de 0,05.

Figura 7. Precisión del calibrador 0,05 mm. Fuente: Recuperado de <https://es.slideshare.net>

### 3.4 Micrómetro

El micrómetro es un instrumento para medir directamente en la pieza se utiliza para lecturas con precisión de centésimos de milímetro y hasta milésimas de milímetro en los micrómetros con nonio, en el sistema internacional y, en el sistema inglés, los micrómetros miden con una precisión de milésima de pulgada.

El micrómetro también lleva el nombre de tornillo micrométrico o palmer, en honor a su inventor, el francés Palmer, en el año de 1848.

El principio que rige el funcionamiento de un micrómetro es de un tornillo con tuerca (Figura 8.), donde al girar el tornillo una vuelta en el sentido de avance este se estará desplazando una longitud equivalente al paso de la rosca del tornillo, si se dan dos vueltas al tornillo, este avanzará dos veces el paso de la rosca, si se da un cincuentavo de vuelta al tornillo este avanzará un cincuentavo del paso de la rosca, si el tornillo tiene un paso de 0,5 mm y se le dispone un tambor con una escala alrededor dividida en 50 partes iguales medirá cada división  $0,5/50 = 0,01\text{mm}$  (centésimos de milímetro).

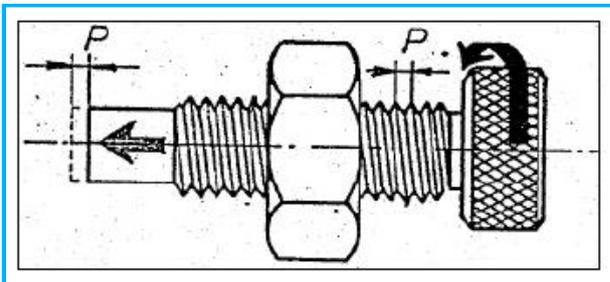


Figura 8. Principio del tornillo con tuerca. Fuente: Recuperado de <https://es.slideshare.net>

Un micrómetro convencional se fabrica de acero tratado y estabilizado (Figura 9.) y posee los siguientes componentes:

- 1) Cuerpo en "C", diseñado así para evitar deformaciones por flexión.
- 2) Palpador fijo, de superficie plana, pulida y endurecida, sirve de tope de la pieza a medir.

- 3) Palpador móvil, vástago, templado y lapeado, construido de acero templado y estabilizado, esta roscado y rectificado, el paso tiene una tolerancia de  $1\mu\text{m}$  (0,001 mm).
- 4) Manecilla de bloqueo, memoriza la medida
- 5) Anillo de bloqueo, bloquea el desplazamiento del tornillo micrométrico.
- 6) Tornillo micrométrico, su desplazamiento da la medida a realizar.
- 7) Tuerca fija, controla el desplazamiento del tornillo micrométrico.
- 8) Tuerca de reglaje, regula el juego del tornillo micrométrico.
- 9) Tornillo de fricción, limita la fuerza de presión.
- 10) Tambor graduado, para lectura de 0,01 mm
- 11) Cilindro graduado, para lectura de 0,5 mm
- 12) Protector térmico, evita el calor por contacto manual

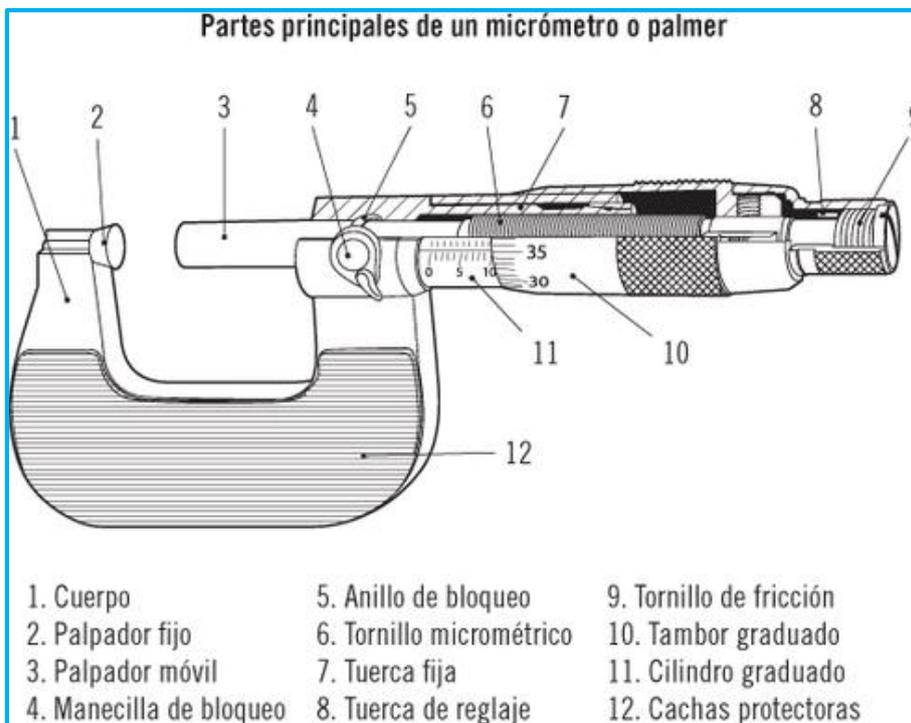


Figura 9. Partes del micrómetro. Fuente: Recuperado de <http://reader.digitalbooks.pro>

Los micrómetros se usan en la medición de superficies con buen acabado, o rectificadas, para medir se pone el tope fijo en contacto con la superficie de la pieza y se

ajusta el tope móvil, no es recomendable bloquear el micrómetro a una medida fija y usarlo como calibre, va a producir desgaste prematuro del tope.

### 3.4.1 Los micrómetros para el sistema inglés.

En la lectura de micrómetros para pulgadas deben tener una precisión de una milésima de pulgada, (0,001 pulgada) el paso de la rosca del tornillo es de 40 hilos por pulgada, en una vuelta avanza  $1/40$  o 0,025 de pulgada. Razón por la cual la escala principal mide una pulgada dividida en 40 partes (Figura 10.) igual al número de hilos del tornillo. El tambor está graduado con 25 partes que corresponden a una milésima de pulgada (0,001 pulgada) precisión o lectura mínima del micrómetro.

Cuando el micrómetro está cerrado, los topes fijo y móvil tocándose sus superficies, la referencia de inicio del tambor coincide con la línea principal de la escala fija, al girar una vuelta el tambor, el cero se habrá desplazado 0,025 pulgadas que es la distancia entre los topes, al dar cuatro vueltas al tambor, se habrán separado los topes 0,100 pulgadas.

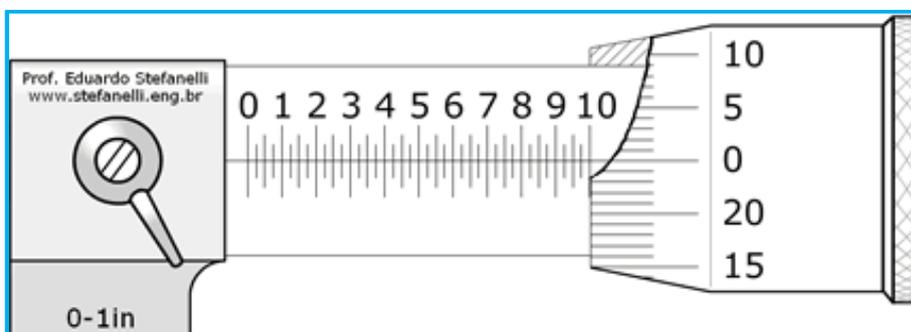


Figura 10. Lectura del micrómetro en 0,001 pulgadas. Fuente: Recuperado de <http://www.stefanelli.eng.br>

Lecturas con los micrómetros en pulgadas:

- a) Observar las marcas visibles en la escala del cilindro, cada línea equivale a 0,025 pulgada.

- b) Cuando el cero del tambor no coincide con la marca principal de la escala del cilindro, observar en el tambor que línea coincide con la línea principal de la escala del cilindro, cada línea equivale a 0,001 de pulgada.
- c) En seguida, sumar las lecturas anteriores.

Micrómetros con precisión de un diezmilésimo de pulgada (0,0001 pulgada). Estos micrómetros tienen una escala con nonio en el cilindro (Figura 11.). Esta escala es de 10 divisiones, numeradas de 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 0 y ocupa la distancia de nueve divisiones del tambor. La diferencia de las divisiones equivale a un décimo de división o un diezmilésimo de pulgada.

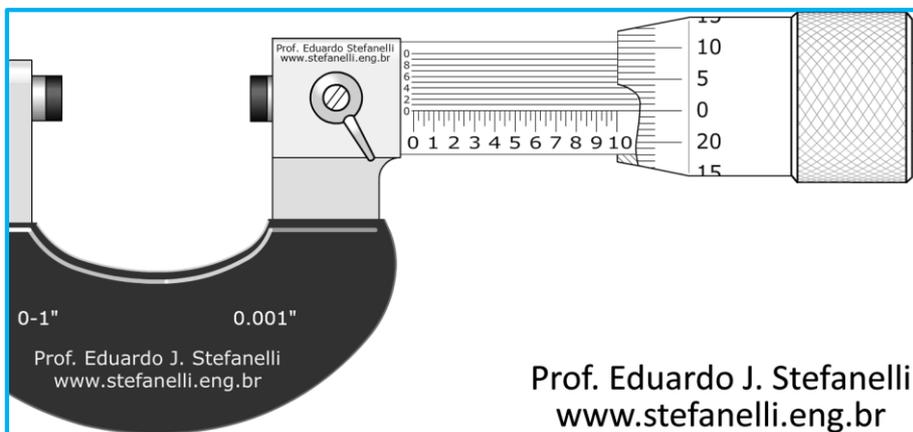


Figura 11. Micrómetro con nonio en 0,0001 pulgadas. Fuente: Recuperado de <http://www.stefanelli.eng.br>

### 3.4.2 Los micrómetros para el sistema métrico

En la lectura para micrómetros en milímetros, la precisión es de 0,01 mm. Se observa en la escala del cilindro, cada línea tiene una medida de 0,5 mm. La diferencia sobre este desplazamiento se observa en la graduación del tambor una precisión de 0,01 mm (Figura 12.), se observa en la escala del cilindro tres divisiones en la parte superior, debajo de la línea no se aprecia la marca que sigue a 0,5 milímetro y en la graduación del tambor coincide la marca número 20 con la línea principal de la escala del cilindro, entonces, la medida en el micrómetro es:  $3,0 + 0,0 + 0,2 = 3,20$  mm

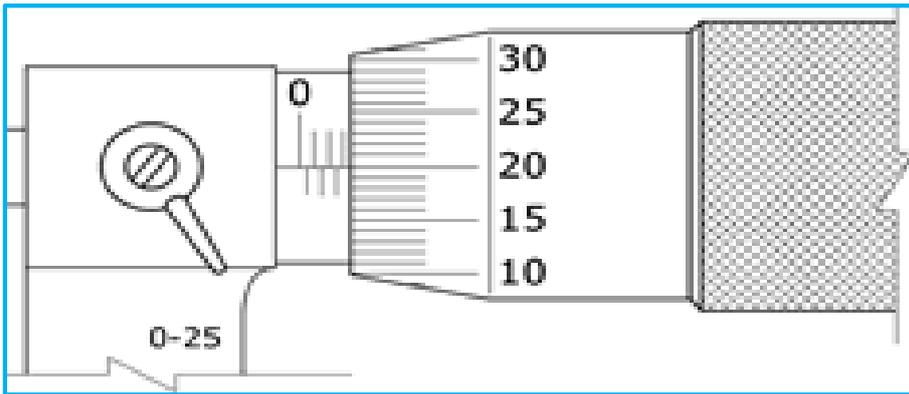


Figura 12. Micrómetro con lectura en 0,01 mm. Fuente: Recuperado de <http://www.stefanelli.eng.br>

Lectura de un micrómetro con nonio (Figura 13.), pueden verse en las escalas del cilindro, en lado inferior de la línea, las divisiones de los milímetros y 0,5 mm y sobre la línea, la graduación del nonio con 10 divisiones; el tambor tiene 50 divisiones.

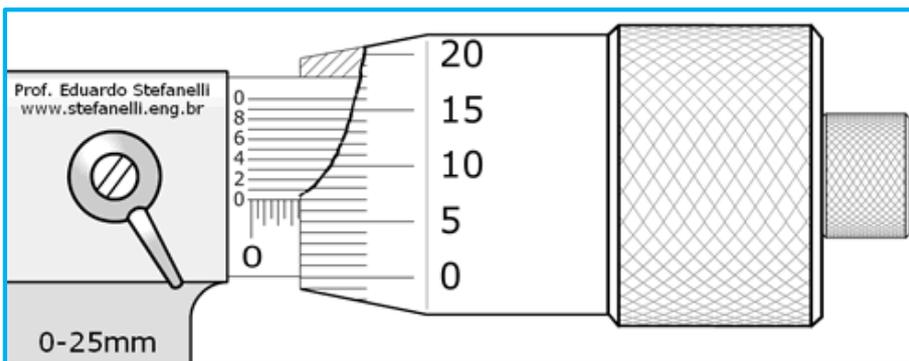


Figura 13. Micrómetro con lectura en 0,001 mm. Fuente: Recuperado de <http://www.stefanelli.eng.br>

En la imagen, se aprecia en el micrómetro la lectura: de la escala del cilindro, la división de 3 mm, la división de 0,5 mm, en el tambor la línea longitudinal del cilindro le falta para la división 7, y en el nonio su división 9 está alineada con una división del tambor, por tanto, la medida es:  $3,0 + 0,50 + 0,06 + 0,009 = 3,569$  mm.

El micrómetro es un instrumento de uso común en la mecánica, para medir bloques y ejes con precisión, medidas de superficies externas e internas y profundidades.

El micrómetro posee ventaja respecto a instrumentos como el calibrador, los calibres y reglas graduadas; son fáciles de usar y de lecturas con valores menos variables.

Los micrómetros se utilizan en la fabricación de piezas de precisión, en rectificadas donde los instrumentos varían de acuerdo con las características de la pieza que se está mecanizando.

### 3.5 Calibradores de lámina (galgas)

Los calibradores de lámina o galgas son láminas delgadas de acero con un tratamiento adecuado, tienen en su superficie marcada su medida de espesor, se utilizan para medir espacios de aberturas o ranuras. La forma de medición consiste en deslizar una galga de espesor en la ranura, para comparar con cuál de ellas entra con mayor precisión, si entra fácil o difícil pero no forzar el ingreso, tampoco usarlas en superficies ásperas (Figura 14.).



Figura 14. Medición con galgas. Fuente: Recuperado de <http://mmotoresdieselpopayan.blogspot.com>

Son calibradores de medidas, el calibrador de láminas, galga, calibrador fijo, los elementos para el control de piezas, en la verificación de las medidas con sus respectivas tolerancias de las piezas, medidas en serie. La galga es también una unidad de medida, utilizada para medir el espesor de materiales delgados; la galga asignada a la medida de un objeto en micras, multiplicando por 4, ejemplo, una lámina de polietileno que tenga 0,025 mm de espesor será la galga 0,100 (Figura 15.).



Figura 15. Calibrador de láminas. Fuente: Recuperado de <https://es.wikipedia.org>

### 3.5.1 Las galgas, calibres fijos.

Los calibres fijos (Figura 16.), (Figura 17.) no siempre indican el valor de su medida, pueden ser replicadas, sólo sirven para definir un patrón, comparando con la pieza y establecer su validez; tiene una empuñadura y dos dimensiones de medidas diferentes, donde una lleva el valor máximo de la medida llamada NO PASA y la otra lleva el valor mínimo de la medida, llamada PASA.

Las galgas se construyen de acero con tratamiento térmico y rectificado o sinterizados de carburos, con precisión según su tolerancia, las galgas también se fabrican de cerámica, se estandarizan en la norma DIN 2275.



Figura 16. Galgas fijas para agujeros. Fuente: Recuperado de <https://es.wikipedia.org>

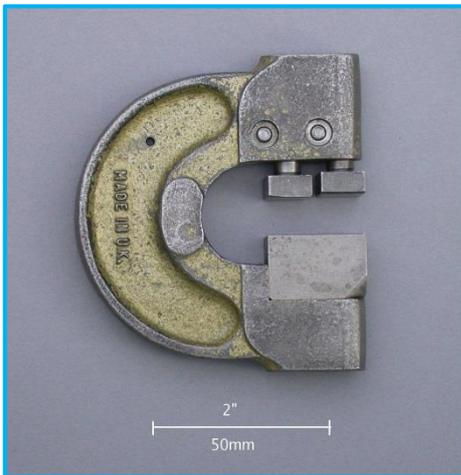


Figura 17. Galgas fijas para ejes. Fuente: Recuperado de <https://es.wikipedia.org>

Precauciones para uso de calibradores de láminas o galgas. Las galgas patrón tienen un costo elevado y su uso debe ser adecuado para conservar sus características con las cuales fueron fabricadas. Recomendaciones para la conservación de la galga:

- a) Evitar el contacto de la galga con el sudor de la mano y polvos abrasivos.
- b) Usar las galgas sin suciedad o humedad en las manos.
- c) Limpie las galgas, con papel desengrasante, no use disolventes, antes de usarlas.
- d) Lubricar las galgas con una fina película lubricante, facilita el deslizamiento.
- e) Limpiar las superficies de las piezas a controlar, antes que tengan contacto con las galgas.
- f) No forzar las galgas al hacer contacto con alojamientos. La medida se estima sin esfuerzo.
- g) Evitar golpes, caídas o maltratos.
- h) Las mediciones se hacen a una temperatura de 20°C.
- i) Limpiar las galgas, para que no queden huellas de la mano.
- j) Engrasar las galgas con un lubricante neutro, puede ser vaselina neutra, pero con periodos de 8 días.

Las galgas se pueden combinar (Figura 18.), se unen por las superficies a medir haciéndolas deslizar suave y con una ligera presión para botar el aire de entre las caras y asegurar una buena adherencia.



Figura 18. Galgas graduables ETALON. Fuente: Recuperado de <https://es.wikipedia.org>

Existen dispositivos adecuados para armar combinaciones de galgas, para prevenir accidentes, caídas o descomposición de las galgas (Figura 19.).



Figura 19. Soporte para sujetar combinación de galgas. Fuente: Recuperado de <http://www.slideshare.net>

### 3.5.2 Galgas, calibre de radios.

Son un conjunto de láminas, con radios en milímetros o pulgadas con radios cóncavos y convexos, construidos de diversas formas (Figura 20.). La verificación se hace controlando con la galga que se ajuste mejor, al perfil de la pieza que se quiere controlar.



Figura 20. Calibrador de radios. Fuente: Recuperado de <http://www.amazon.es>

### 3.6 Calibrador de alambres

Los alambres tienen medidas variadas, pero controladas bajo una norma para su control y comercialización. Los productos se normalizan en base a un calibre asignado, como calibre de espesor o de diámetro de un material.

Esta implementación es para láminas y alambres. El calibrador de alambres está construido en forma de disco, perforado en el centro; en el contorno tiene entalladuras con diferentes medidas para espesores, según sean láminas o diámetros. Su uso consiste en comparar la lámina o alambre en la entalladura del calibre hasta que en una coincida con un juego deslizante, se procederá a anotar el calibre grabado en el calibre (Figura 21.).

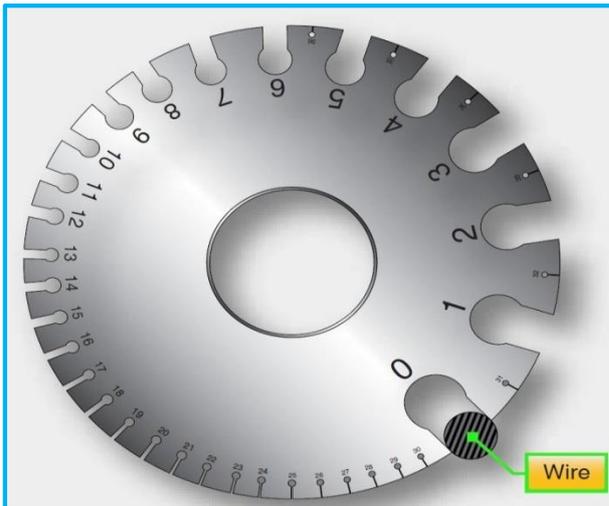


Figura 21. Calibrador de alambre. Fuente: Recuperado de <http://www.amazon.es>

### 3.7 Calibrador de roscas

Es un verificador de pasos de rosca; es un instrumento usado para verificar el paso de la rosca de un tornillo o tuerca. Esta galga solo permite determinar el paso y la forma del perfil de una rosca. Con la galga se puede dar la designación de una rosca más rápido que el vernier (Figura 22.).



Figura 22. Verificador de pasos de roscar. Fuente: Recuperado de <http://www.lasmalvinas.pe>

El verificador de roscas tiene un conjunto de láminas que corresponden a cada paso de la rosca en milímetros o hilos por pulgada (Figura 23.). Los valores están grabados en cada

lámina; en el uso se debe controlar con varias láminas hasta que coincida con el perfil de la rosca del tornillo o tuerca, la rapidez dependerá de la destreza del técnico que la realiza.

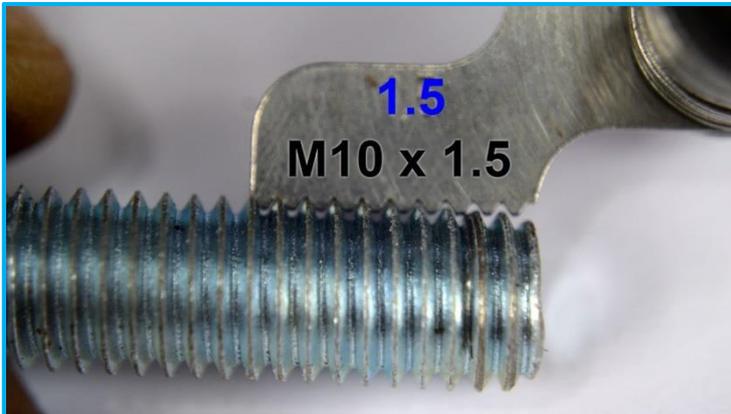


Figura 23. Verificar el paso de un tornillo. Fuente: Recuperado de <http://www.youtube.com>

### 3.8 Torquímetro

El torquímetro es un instrumento y herramienta para la fuerza de tensión a aplicar en los tornillos o tuercas, etc. Se usan cuando se debe aplicar una tensión específica y uniforme a uno o varios tornillo o tuercas. Se emplean para el manejo de fuerzas reguladas en la sujeción de equipos que van a controlar líquidos y gases a baja presión, en los motores de combustión interna, estructuras metálicas grandes y pequeñas, plantas industriales, ensamblaje de electrodomésticos, maquinaria pesada, industria automotriz entre otros.

La aplicación del torquímetro es en especial para procesos de ensamblaje, para sujeción de tornillos y repetir la operación con exactitud del torque. Se emplean en multiplicadores de torque, para espacios reducidos, reemplazando las palancas y llaves largas (Figura 24.).

El torquímetro es una herramienta de precisión; está diseñada, fabricada y ensamblada con calidad.



Figura 24. Torquímetro. Fuente: Recuperado de <http://www.demaquinasyherramientas.com>

Tipos de torquímetro, existe una variedad grande. A continuación, los más comunes:

- ✓ Multiplicador de torque, incrementa con una relación predeterminada, al torque aplicado.
- ✓ Multi-torque, probador portátil de torques con un sistema de manejo de datos, se puede usar con dados, extensiones.
- ✓ Torquímetro electrónico, compu-torque, con tecnología de avanzada para múltiples torques de precisión, en usos críticos y pruebas de calidad.
- ✓ Torquímetro de carátula, práctico para medir o dar torque con visualización rápida en su carátula.
- ✓ Torquímetro de trueno, el torque requerido se regula antes del usarse.
- ✓ Torquímetro pre-ajustado, especiales para operaciones repetitivas de uso en ensamblajes con torques específicos.

### 3.9 Nivel

El nivel es un instrumento para medir y controlar la horizontalidad o verticalidad de una superficie y valorar la dirección y magnitud de desviación tolerada de la condición exigida.

Son usados por carpinteros, albañiles, mecánicos, topógrafos y otros. El nivel es un

instrumento útil para toda construcción, hasta para ordenar o dar acabados, por la perspectiva de apreciación (Figura 25.).



Figura 25. Nivel de burbuja. Fuente: Recuperado de <http://www.amazon.es>

### 3.9.1 Tipos de nivel.

- ✓ El nivel de burbuja, fue invento del físico francés del siglo XVII Melchisédech Thévenot, en 1661. Instrumento con una capsula transparente de vidrio o plástico, llena de líquido y una burbuja de aire. Si la burbuja esta simétrica entre dos líneas, la superficie en referencia con el instrumento se encuentra a nivel, que puede ser horizontal, vertical o con un valor de inclinación (Figura 26.).
  
- ✓ Nivel de precisión (Figura 26.) denominados así para diferenciarlos de los niveles de control horizontal, son instrumentos para medir desviaciones con precisión, se usan para nivelar máquinas industriales. Se clasifican de acuerdo con la precisión del instrumento.



Figura 26. Nivel de precisión. Fuente: Recuperado de <http://www.instrumentacion-metrologia>.

- ✓ Niveles electrónicos (Figura 27.). Su indicador de lectura es un péndulo o disco, unido al cuerpo del instrumento, actúa en un sistema electrónico inductivo o capacitivo, de forma diferencial, da lugar a una señal y tratada adecuadamente, indica el valor angular del nivel. Los niveles electrónicos cuentan con elementos sensores para eliminar errores producto de vibraciones o interferencias no deseadas.



Figura 27. Nivel digital. Fuente: Recuperado de <http://www.femto.es>

La garantía de exactitud y precisión se da al verificar con el nivel de precisión. Para verificar conforme a un sistema de calidad, los niveles de precisión deben ser calibrados en laboratorios de calibración acreditados. Con estas exigencias se puede asegurar el control de calidad en los productos. En el proceso de verificación es importante la precisión de la

medida y la confiabilidad del resultado, el técnico debe conocer los conceptos estadísticos y metrológicos.

### **3.10 Gramil de altura**

Gramil o calibre de altura, son instrumentos que se utilizan para marcar y medir longitudes verticales. Este dispositivo tiene un trazador o palpador montado en una corredera que se desliza en la regla vertical. La superficie en la cual se trabaja con el gramil es una mesa de granito o mármol de trazado. En algunos casos, es mesa metálica; sirven de plano de referencia para tomar las mediciones (Figura 28.).

#### **3.10.1 Funcionamiento del gramil.**

La graduación de la escala fija y del nonio se ha realizado de acuerdo con el sistema usado métrico o inglés. Al igual que los Calibradores, las medidas se dan según el desplazamiento de la corredera sobre la escala fija. El medidor de altura tiene un palpador móvil y el palpador fijo sería la superficie de la mesa.

#### **3.10.2 Aplicaciones del gramil de altura.**

Se emplean para:

- ✓ Medir longitudes verticales
- ✓ Trazar y medir longitudes entre planos diferentes.
- ✓ Realizar mediciones comparativas, transportar medidas.

#### **3.10.3 Características del gramil de altura**

se caracterizan en base a su diseño y norma de fabricación por:

- ✓ La construcción robusta para garantizar rigidez en la perpendicularidad de la regla con la escala fija y la superficie referencial de la mesa.

- ✓ La escala principal ajustable, para compensar el desgaste del gramil y el referenciado en un punto de la mesa.
- ✓ La superficie de la base es endurecida y rectificada.
- ✓ El acabado de las escalas, con procesos de cadmiado, para evitar la reflexión de la luz a la vista.

Lectura en el gramil de altura clasificada por la forma de interpretar el valor de medida: (Figura 28.).

- ✓ Lectura con el nonio
- ✓ Lectura con carátula
- ✓ Lectura con carátula y contador
- ✓ Con lectura digital



Figura 28. Medidores de altura con nonio, carátula/contador y digital. Fuente: Recuperado de <http://autodidactaengeomatica.blogspot.com>

### 3.11 Escuadra

La escuadra es un instrumento de verificación y comparación de superficies, compara la perpendicularidad de las superficies de una pieza o con otras piezas.

Las escuadras fijas son para varias aplicaciones, por ejemplo:

- ✓ Las escuadras de precisión: (Figura 29.) son de acero inoxidable con un lado plano de referencia y el otro biselado para la verificación de la superficie. Puede medir superficies externas e internas.



Figura 29. Escuadra de precisión.  
Fuente: Recuperado de  
<http://www.amazon.es>

- ✓ Las escuadras de tope: (Figura 30.) tienen un lado con una saliente para apoyarse a la superficie de referencia, sirve para hacer montajes, para trazar piezas, etcétera.



Figura 30. Escuadra de tope. Fuente:  
Recuperado de  
<https://ferreteriasandiego.es>

- ✓ Las escuadras para control en mármol: se fabrican de granito o fundición gris, de uso en laboratorios de metrología; sirven como galgas patrones de perpendicularidad. Su uso es para tolerancias más exigentes (Figura 31.).



Figura 31. Escuadra patrón. Fuente: Recuperado de <http://www.fervi.com>

- ✓ Escuadras de combinación: (Figura 32.) es un juego de accesorios para el control de superficies, que tiene una regla con escala graduada, cabezal de escuadra, transportador con escala fija graduada y cabezal centrador de ejes; puede posicionarse de acuerdo con sus accesorios, según el requerimiento. Si el ángulo de verificar no es de 90° no se le puede llamar escuadra.



Figura 32. Escuadra de combinación. Fuente: Recuperado de <http://www.demaquinasyherramientas.com>

### 3.12 Goniómetro

El goniómetro es un instrumento que sirve para controlar medidas angulares de dos superficies.

#### 3.12.1 Tipos de goniómetros.

- ✓ Goniómetro simple: (Figura 33.) se le conoce como transportador, se usa para medir ángulos sin extremo de referencia, su menor desviación es de  $1^\circ$ , es el más usado en la mecánica por la simplicidad de la lectura.

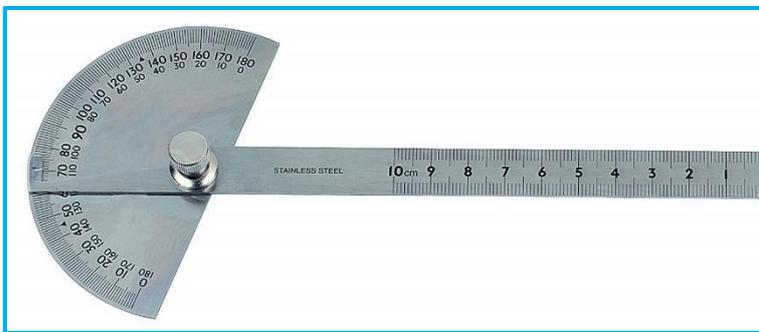


Figura 33. Goniómetro simple. Fuente: Recuperado de <http://www.amazon.es>

- ✓ Goniómetro de precisión: (Figura 34.) es un instrumento para la verificación de ángulos con precisión de hasta 5 minutos, en el disco graduado tenemos graduaciones de cuatro escalas o cuadrantes que van de  $0-90^\circ$  el brazo que rota junto a un disco lleva un nonio y un regulador para rotar el brazo.



Figura 34. Goniómetro de precisión. Fuente: Recuperado de <http://www.ingmecafenix.com>

### 3.12.2 Lectura del goniómetro

En la escala fija se leen los grados, usando el cero del nonio como referencia de las unidades, el nonio permite la lectura en sentido horario y anti-horario. El nonio se encuentra en el borde del disco que gira dentro de la escala fija. La lectura de los minutos se lee en el nonio, verificando qué línea del nonio coincide con la de la escala fija para sumarle a los grados de la escala fija. Lectura según Figura 35.

$$A_1 = 64^\circ \quad B_1 = 30'$$

$$A_2 = 42^\circ \quad B_2 = 20'$$

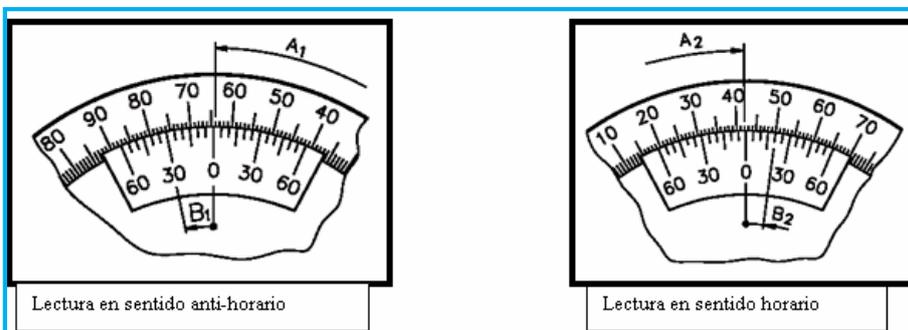


Figura 35. Lectura del goniómetro. Fuente: Recuperado de <https://myslide.es>

## Capítulo IV

### Instrumentos de medición en fuerza motriz

#### 4.1 Multímetro automotriz

El multímetro (Figura 36.) es un instrumento de utilidad en un taller mecánico. Su nombre es "multímetro" porque permite realizar mediciones según las diferentes escalas. De acuerdo con el modelo, podemos medir tensión de alimentación en voltios, resistencia de los componentes en ohmios, revoluciones por minuto del motor, diodos, frecuencias, temperatura, etc.



Figura 36. Multímetro analógico y digital. Fuente: Recuperado de <https://es.wikipedia.org>

Las partes de un multímetro son, el selector de escala, la carátula o pantalla en los digitales, la escala impresa de las magnitudes y rangos a medir. Con el giro del selector seleccionamos la magnitud y rango a medir, ejemplo, medir la resistencia de un sensor en la escala de 200 ohmios.

#### **4.1.1 Medición de tensión.**

La medición de tensión se da en Voltios; se pueden realizar en tensión alterna y tensión continua. En la selección de voltaje alterno se mide tensión que oscila en su amplitud o cambia la polaridad, ejemplo, tensión en la red pública 220 Voltios. El voltaje continuo mide tensión de sensores y/o actuadores que están conectados a una batería o fuente de corriente continua. Las tensiones se miden en voltios y mili voltios.

#### **4.1.2 Medición de resistencia.**

La medición de resistencia se da en Ohmios, de un elemento de un circuito eléctrico es la dificultad que ofrece al paso de la corriente eléctrica, se mide en ohmios, las escalas de medida están en 0 a 200  $\Omega$ , 200  $\Omega$  a 2 k $\Omega$ , hasta 20 M $\Omega$ . Algunos multímetros vienen con auto rango.

#### **4.1.3 Medición de intensidad.**

La medición de intensidad se da en Amperios. Un multímetro es también un polímetro, instrumento portable para medir magnitudes eléctricas, como corrientes, tensiones, resistencias, capacidades y otras. Los hay analógicos y digitales con lecturas de mayor precisión. También es un galvanómetro muy sensible, para medir las magnitudes eléctricas, el galvanómetro lo hace con circuito adicional.

Para medir corriente continua, el conductor de color rojo es de potencial (+) y el de color negro es de potencial (-). El polímetro tiene de una pila para las mediciones de magnitudes pasivas. Es ajustable a cero, para la medida de resistencias.

#### 4.2 Densímetro o hidrómetro

El densímetro (Figura 37.) es un instrumento que se usa para hallar la densidad relativa de los líquidos sin la necesidad de realizar cálculos de la masa y volumen del líquido.

Fabricado de vidrio en forma de cilindro con un bulbo pesado a un extremo para flotar en posición vertical.



Figura 37. Densímetro para batería. Fuente: Recuperado de <http://www.tecnoferramentas.com.br>

##### 4.2.1 Medición con el densímetro.

El densímetro ingresa ligeramente en el líquido para que flote libre y en vertical. Observar a qué marca llegó el líquido en la escala del densímetro, dar la lectura de la densidad.

En líquidos ligeros, el densímetro penetrará más en el líquido, como la gasolina, el alcohol, etcétera. En líquidos densos como el agua salada, la leche y ácidos, el densímetro penetrará menos en la sustancia. El densímetro se usa también en la enología para conocer el comportamiento del vino.

#### 4.2.2 Tipos de densímetro.

Según el uso:

Densímetro para leche, conocido como lactómetro, valora la calidad de la leche. La densidad de la leche de vaca varía de 1,027 a 1,035. Contiene 87% de agua, también se puede conocer la albúmina, azúcar, sal, etc.

Densímetro para comprobar la carga de una batería, existen varios tipos de densímetros, tienen una probeta de vidrio, con un extremo abierto, para llenar por vacío el líquido a medir, el vacío es creado por una goma ubicada en la parte superior de la probeta. En su interior lleva una ampolla de vidrio, llena de aire, en equilibrio con una masa de perdigones de plomo. La ampolla va graduada en unidades de densidad, de 1 a 1,30.

Algunos densímetros y sus usos:

- ✓ **Lactómetro:** para medir la densidad y calidad de la leche.
- ✓ **Sacarómetro:** para medir la azúcar de una melaza.
- ✓ **Salímetro:** para medir la densidad de las sales.
- ✓ **Areómetro Baumé:** para medir concentraciones de disoluciones. La escala Baumé considera el valor de 0° al agua destilada y 10° para una solución de cloruro de sodio.

### **4.2.3 El fundamento del densímetro.**

Las densidades de líquidos son de importancia en la física, el comercio y la industria. La densidad es una propiedad característica de cada sustancia, su valor se usa para comprobar la pureza del líquido.

El densímetro consiste en un tubo flotante de vidrio con un metal pesado en su parte inferior, que se sumerge en el líquido, según la densidad de este y lleva una graduación en unidades de densidad. El nivel del líquido llega hasta una marca en la escala del tubo de acuerdo con su densidad.

### **4.3 Punta lógica**

La punta lógica (Figura 38.) es un instrumento que permite determinar el nivel lógico en los componentes de un circuito o dispositivo electrónico. Es un instrumento de varias funciones para la revisión y reconstrucción del sistema eléctrico o electrónico automotriz, se puede revisar tensiones, frecuencias y ciclos de operación. También se puede visualizar los resultados a través de un visualizador de gráficos.

La punta lógica presenta tres estados

- 1) Estado bajo: brilla un led verde indicando un estado bajo.
- 2) Estado alto: brilla un led rojo indicando un estado alto
- 3) Estado de alta impedancia: el led no prende

#### **4.3.1 Ventajas.**

- a) Cuenta con un visualizador de gráficos.
- b) La punta lógica da valores de tensión entre -45 a 50 voltios, frecuencia y ciclo de operación. Tiene tres indicadores de luz tipo leds, para indicar los rangos de voltaje encontrados.
- c) Permite determinar la situación real de los circuitos eléctricos o electrónicos.

- d) Un simple proceso puede verificar posibles circuitos abiertos, en cortocircuito o algún otro daño.
- e) Tecnología segura para sensores, ECU y componentes sensibles del vehículo.
- f) Alternancia en los modos de tensión, frecuencia y ciclo de operación con solo presionar un botón, aún en condición de uso de la punta lógica.



Figura 38. Punta lógica. Fuente: Recuperado de <http://www.campus9.com.ar>

#### 4.4 Probador de baterías

El probador de batería o analizador de baterías (Figura 39.) usa la última tecnología para determinar si una batería de plomo-ácido está defectuosa o simplemente necesita carga.

Es de funcionamiento automático; este analizador genera una carga resistiva de 100 Amperios que es usada para verificar las baterías de plomo-ácido. La resistencia se genera durante un período de 10 segundos. Al concluir este periodo de prueba se emite una señal sonora de 1 segundo alertando que la prueba concluyó satisfactoriamente y la carga se desconecta automáticamente. La tensión DC es almacenada y exhibida en la pantalla junto con el LED de estado de batería. Estos LED de estado de batería indican Bien (ok, Verde), Débil (weak, Amarillo), Mala (bad, Rojo).



Figura 39. Probador de baterías. Fuente: Recuperado de <http://dmu.cl>

#### 4.4.1 Características del probador de batería.

Este analizador de baterías es controlado por un microprocesador para garantizar su precisión y su calidad durante el proceso de prueba. Es el único probador de baterías con carga de 100A de mano disponible en el mercado. Este equipo usa un circuito de supresión de chispa, lo que reduce la posibilidad de que se generen chispas durante su conexión con la batería. Este equipo está diseñado con un sistema de detección de Sobre-Voltaje, para ayudar a proteger los componentes internos en caso de fallas.

También tiene una cancelación manual. Si se inició la prueba de carga prematuramente o se produce una situación de emergencia, se puede cancelar la prueba manualmente. El equipo puede usarse también como un voltímetro digital en el rango de 8Vdc a 25Vdc. Indicará "CHG" (Cargar), si el voltaje de la batería está por debajo de los 12,4 VDC y se intenta realizar la prueba.

#### 4.5 Vacuómetro

Es un instrumento para medir vacío (Figura 40.); al realizar la prueba de vacío me da información con prontitud sobre posibles averías del motor. El vacuómetro toma la prueba desde una conexión en el múltiple de admisión, en seguida poner en marcha el motor y, al llegar a la temperatura de funcionamiento del motor, hacer las lecturas del instrumento.



Figura 40. Vacuómetro. Fuente: Recuperado de <http://www.infotaller.tv>

La presión atmosférica es una magnitud de la fuerza que ejerce el aire sobre la superficie terrestre. La mayor cantidad de los motores, en ralentí los valores de vacío se encuentran entre 400 y 500 mm de mercurio, a nivel del mar. Este valor será menor según la altura que se encuentre el vehículo, este se debe tener en cuenta para la interpretación de las lecturas del vacuómetro al determinar la avería en el motor.

#### 4.5.1 Lectura e interpretación del Vacuómetro.

En la (Figura 41.) arranque el motor y regule la chispa en su temperatura de funcionamiento, buscando el menor valor de emisiones del motor según valores dados por el manual del fabricante o normas del medio ambiente.

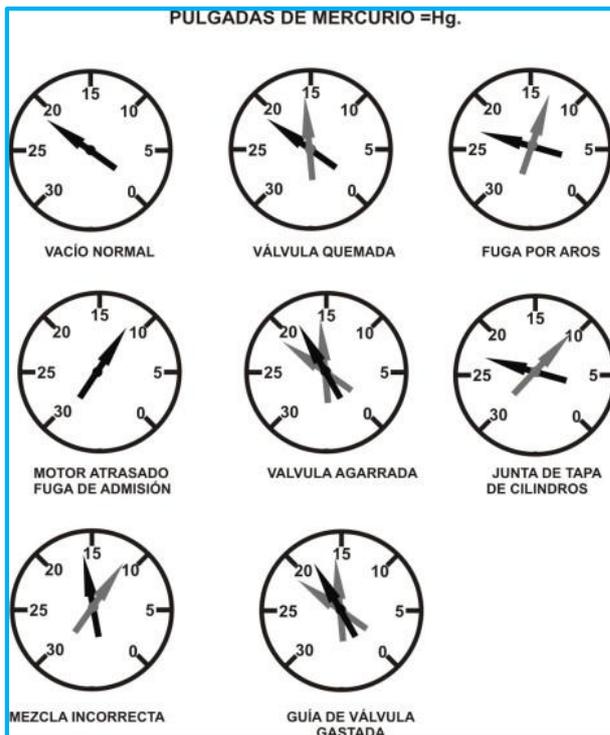


Figura 41. Lectura del Vacuómetro. Fuente: Recuperado de <https://josemaco.wordpress.com>

- a) Condición normal, el indicador se estabiliza entre 400 a 500 mm-Hg (15 y 20 in-Hg) de acuerdo al motor y la altura sobre el nivel del mar. Tener presente que estos valores disminuyen según a la altura que se encuentre. En la apertura y bloqueo progresivo de la mariposa de aceleración, el vacío disminuye de 100 a 150 mm-Hg, al estabilizarse alcanza su valor normal.
- b) Problemas de encendido, si el indicador presenta oscilaciones de 25 mm-Hg (1 in-Hg) más baja que el valor normal de la velocidad mínima, se entiende que tiene mal encendido por el defecto de las bujías, fallas del distribuidor, cables sueltos, bobina en mal estado, etcétera. Si el indicador oscila de 14 a 16 in-Hg, indica que los electrodos de las bujías se encuentran muy cerrados. Si el indicador desciende por instantes de 5 a 6 in-Hg, indica una compresión mínima, requiere mantenimiento del sistema de encendido.

- c) Tiempo de encendido, si el motor en velocidad mínima registra un valor estable de 25 a 75 mm-Hg (1 y 3 in-Hg) más bajo que el recomendado indica que tiene la chispa atrasada. Y si el valor es más alto que el recomendado indica que tiene la chispa adelantada, Cambie el tiempo de encendido según el fabricante. Una lectura estable menor a 16 mm-Hg demuestra una fuga de vacío por manguera, empaque o rajadura.
- d) Asientos de válvulas desgastados, en velocidad mínima, la lectura del Vacuómetro demuestra valores bajos intermitentes de vacío de 50 mm-Hg (2 in-Hg). Realice una prueba de estanqueidad para ver si las válvulas presentan daño. Si presenta intermitencia de 14 a 19 in-Hg, indica desgaste en las guías de válvula y golpean las válvulas de admisión cuando van a cerrar.
- e) Filtro de aire saturado y/o Mariposa de aceleración bloqueada, si indica un valor alto y estable mayor a 525 mm-Hg (21 in-Hg), demuestra obstrucción en la admisión de aire. Puede que el filtro esté obstruido por suciedad, grasa o tiene la mariposa atascada.
- f) Problemas con resortes de válvulas, si la lectura del Vacuómetro oscila de 250 a 550 mm-Hg (10 a 22 in-Hg) al aumentar las revoluciones del cigüeñal, será un resorte dañado.

Un medidor de vacío o Vacuómetro modelo LT-VC9200 es una herramienta adecuada para el ambiente industrial. Tiene las siguientes características:

- ✓ Lecturas para medir vacío absoluto y de presión absoluta.
- ✓ Limitador contra sobre carga máximo 2000 mbar.
- ✓ Sonda separada de fácil manejo.

- ✓ Apagado automático, ahorra batería.
- ✓ Sensor de alta resistencia para aire y líquidos.
- ✓ El microprocesador es seguro y efectivo, da funciones especiales. Guarda las lecturas máximas y mínimas con recolección de las mismas. Retención del dato deseado en pantalla.

## 4.6 Compresómetro

Es un instrumento de precisión (Figura 42.) que sirve para medir la compresión de los cilindros del motor a combustión o cualquier otro elemento sometido a presión ya sea neumático o hidráulico.

### 4.6.1 Aplicación del Compresómetro

Permite conocer los valores de compresión en los cilindros, para corregir las averías del motor y evitar daños posteriores.



Figura 42. Medición con Compresómetro. Fuente: Recuperado de <http://www.renault19.com.ar>

Con el Compresómetro se puede asegurar una compresión uniforme en los cilindros. La ventaja será una potencia uniforme por cilindro, dando suavidad y eficiencia al motor. La compresión uniforme es el valor especificado de los pistones, juntas, aros y válvulas

que se encuentran en condiciones óptimas de funcionamiento. La compresión mínima del motor es de  $63 \text{ N/cm}^2$  ( $90 \text{ lbs/pulg}^2$ ).

#### **4.6.2 Prueba con el Compresómetro.**

Espere alcanzar la temperatura de funcionamiento del motor. Realice los siguientes pasos:

- 1) Limpie con aire comprimido el alojamiento de las bujías.
- 2) Afloje y retire las bujías.
- 3) Ajuste los tornillos de la tapa de cilindros y las tuercas de los múltiples entre 4,1 a  $4,8 \text{ kg/m}$  ( $30 \text{ a } 35 \text{ lbs/pie}$ ).
- 4) Conecte el Compresómetro en el alojamiento de la bujía N° 1.
- 5) Ubique el acelerador en posición de abierto total.
- 6) Gire con el motor de arranque 4 ciclos completos (use la batería cargada).
- 7) Anote la lectura del Compresómetro del primer y último ciclo.
- 8) Realice estas operaciones por cada cilindro. La variación aceptable en los cilindros es de  $0,7 \text{ kg/cm}^2$  ( $10 \text{ lbs/pulgada}^2$ ).

Nota: Cuando las lecturas son menores o desiguales, use un poco de aceite SAE 30 sobre los pistones y repita la verificación.

Si el resultado de la prueba de compresión es inferior a las recomendaciones del fabricante, el motor no se puede poner a punto. Los elementos averiados tienen que cambiarse.

Observación: para la prueba de compresión las válvulas deben estar ajustadas según las especificaciones técnicas.

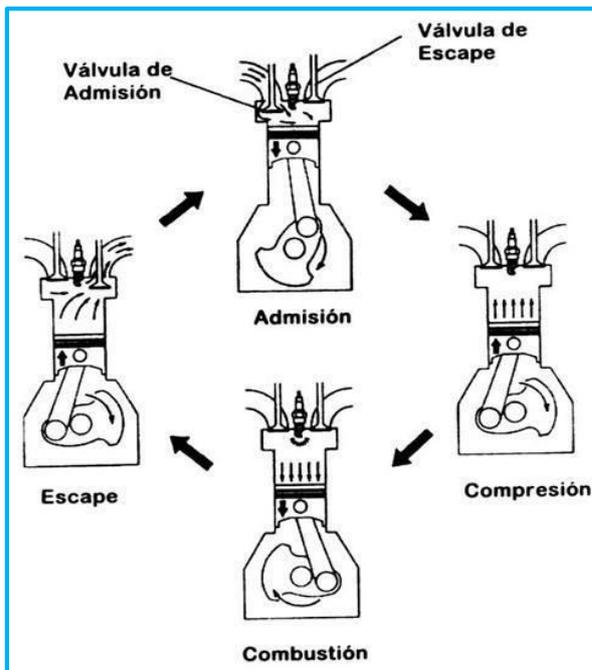


Figura 43. Tiempos de un motor a combustión. Fuente: Recuperado de <https://espaciocoche.com>

La etapa de compresión (Figura 43.), se llama cuando inicia la carrera el pistón, hacia las válvulas y estas se encuentran acomodadas en su asiento; comprimiendo la mezcla aire combustible en la cámara de combustión, hasta su recorrido máximo del pistón.

#### 4.6.3 Unidades que mide el Compresómetro.

El Compresómetro utiliza un manómetro para indicar la lectura obtenida en la prueba de compresión, las unidades pueden estar en PSI, bar o kg/cm<sup>2</sup>. Ejemplos de presiones de compresión (Tabla 6), (Tabla 7).

Tabla 6  
Unidades de presión

	PSI	Kg/cm <sup>2</sup>	mm Hg	bar	pa
PSI	1	0,073	51,72	0,689	7,142
Kg/cm <sup>2</sup>	14,22	1	735,6	0,98	98,100
mm Hg	0,193	0,0193	1	0,00133	133
bar	14,5	1,02	750	1	10 <sup>5</sup>
pa	1,4 10 <sup>-4</sup>	0,102 10 <sup>-4</sup>	0,0075	10 <sup>-5</sup>	1

Nota: Son unidades de presión y sus equivalencias. Fuente: Recuperado de <http://www.sapiensman.com>

Tabla 7  
*Presión de compresión para algunos vehículos a gasolina*

MARCA	TIPO DE MOTOR	Presión de Compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )
Renault 9	M-1400	11,6
Toyota Hilux o célica	18R	9
Dodge polara	3690 6 cilindros	9,13 a 11,24
Fiat 147 TRS	128 a 038	14
Ford F-100	8 Cilindros en V	9,14 a 11,4
Volkswagen Gacel	1589	7,5
Peugeot 504	1657	9,8
Honda Accord	160° y 160G	11,5
Chevrolet camionetas 1964	3181 - 3769	8,05 a 8,4
Renault Torino	233	9,1

Nota: Algunas presiones de motores como ejemplos. Fuente: Recuperado de <https://steemit.com>

#### 4.7 Probador de fugas

El probador de fugas es un instrumento para comprobar fugas en los cilindros del motor de manera rápida, determina averías internas del motor, como anillos averiados, válvulas y empaque de culata con fugas. Vienen con accesorios para adaptarlo según la aplicación. El valor de fuga se da en porcentaje de pérdida de 0 % a 100 %. El probador de fugas determina las fugas con más precisión que el Compresómetro.

El instrumento de prueba (Figura 44.) tiene un manómetro de escala 0 a 100 PSI, adaptadores M12 y M14, mangueras con conexión - desconexión rápida, regulador de presión de 0 a 100 PSI de presión de trabajo y lector de fugas de 0 a 100 % con indicadores de baja, moderada y alta. Es fácil conectar el regulador de aire a todos los motores, determina la fuga de aire comprimido en el cilindro; el diagnóstico está en las válvulas de admisión, válvulas de escape, block, empaquetadura y/o anillos de los pistones.



Figura 44. Probador de fugas. Fuente: Recuperado de <http://www.tecnotools.com.gt>

Una de las pruebas más sencillas para comprobar el estado del motor es la comprobación de fugas del cilindro. La pérdida de compresión puede mostrar daños en las válvulas, desgastes en los aros, reventones en la junta de culata o fisuras en la culata.

El principio es sencillo: un cilindro con un pistón en punto muerto superior con dos válvulas cerradas debería ser estanco. Al inyectar determinada presión de aire en cada cilindro y comprobando la tasa de pérdida, puede identificarse el estado del sistema estanco.

La comprobación de compresión regular es adecuada para un mantenimiento preventivo.

Las pruebas de fuga y compresión en los cilindros de los motores es realizar un diagnóstico de la situación real del motor, para el funcionamiento adecuado de los motores de combustión es necesaria la compresión adecuada de cada cilindro. Fugas en los cilindros, compresión inadecuada, presenta anomalías como: sale humo de color oscuro, se requiere acelerar más de lo normal (pérdida de potencia), aumento de consumo de combustible, revoluciones variadas en ralentí, el arranque demora, el motor se apaga con frecuencia, aumenta el consumo de agua refrigerante.

#### **4.7.1 Proceso de ejecución de la prueba.**

Es un proceso rápido cuando se tiene el instrumento adecuado. Se realiza por cada cilindro:

- 1) Extraer las bujías del motor.
- 2) Conectar un adaptador en el alojamiento de la bujía.
- 3) Conectar el comprobador de fugas al adaptador.
- 4) Ubicar el cilindro en el punto muerto superior, las válvulas de admisión y escape deben estar cerradas.
- 5) Conectar el comprobador de fugas a la red de un compresor.
- 6) Regular con el regulador de presión la presión de trabajo, según el motor.
- 7) El manómetro indicara la presión de aire que ingresa al cilindro.
- 8) El lector de fugas indicará, la cantidad de aire que se está fugando en el cilindro en porcentaje.

#### **4.7.2 Interpretación de la lectura.**

- a) De 0 a 10% es un buen resultado, las fugas en el cilindro están dentro de lo normal, hay un buen funcionamiento del motor.
- b) De 10% a 40% es un resultado moderado, las fugas que llegan al 25% ya se nota en la potencia del motor.
- c) De 40% a 70% es un resultado regular, las fugas complican el rendimiento del motor.
- d) De 70% a 100% es un resultado dramático, se puede producir en uno o más cilindros, causa contaminación y daños a otros componentes del motor.

### 4.7.3 Raíz del problema.

Con los valores obtenidos, superiores a 10% , se debe prestar atención de forma auditiva o tacto por donde se da la fuga de aire.

- a) Si presenta sonido por el tapón de llenado de aceite, por el tubo del medidor de aceite, la fuga es por los anillos.
  - b) Si presenta sonido por el silenciador o escape de los gases, la fuga es por las válvulas de escape.
  - c) Si presenta sonido por la chapa de aceleración o admisión de aire, la fuga es por las válvulas de admisión.
  - d) Si presenta sonido por la tapa de la culata, la culata del motor o burbujas en la tapa del radiador, la fuga es por la empaquetadura de la culata, rajaduras o torceduras de la culata.
- ✓ Cuando se determina que la fuga es por las válvulas, verificar el juego en las guías y los asientos de cabeza de las válvulas.
  - ✓ Cuando se determina que la fuga es por lo anillos, verificar el estado de los anillos y de los cilindros para decidir el cambio de anillos o cambio y rectificado de los cilindros.
  - ✓ Cuando se determina que la fuga es por la culata, verificar el estado de planitud y rajaduras de la culata para rectificarla o cambiarla por otra nueva.

## 4.8 Alexómetro

Es un instrumento de comparación o medición (Figura 45.) para verificar dimensiones interiores principalmente diámetros; necesita de otros instrumentos con medidas conocidas para su regulación de medida, antes de hacer las mediciones, por lo que se dice que realiza mediciones indirectas. Instrumentos con medidas conocidas el micrómetro, galgas patrones, etcétera.



Figura 45. Medición con Alexómetro. Fuente: Recuperado de <http://www.bt-ingenieros.com>

#### 4.8.1 Componentes del Alexómetro.

A continuación, los principales componentes (Figura 46.):

1. Reloj comparador
2. Mango de sujeción, antitérmico
3. Caña, extensión
4. Dispositivo de auto-centrado
5. Tope palpador
6. Centraores de los palpadores
7. Topes de cambio

En el dispositivo de auto-centrado, al desplazarse el tope, convierte este movimiento axial a uno transversal mediante un pivote que mueve al tope palpador del reloj comparador moviendo la aguja, para la lectura en el cuadrante.

Observar la graduación del reloj comparador que puede estar en 0,01 mm o 0,001 mm

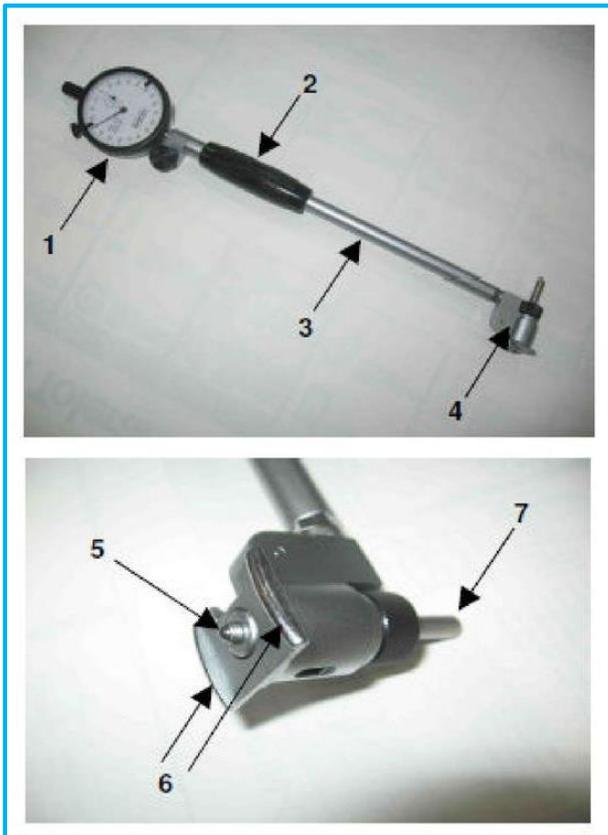


Figura 46. Componentes del Alexómetro. Fuente: Recuperado de <https://docplayer.es>

#### 4.8.2 Uso del Alexómetro.

El Alexómetro viene con un juego de tope de cambio (Figura 47.) con longitudes variadas para cubrir un rango de medición de acuerdo con el diseño del instrumento y se selecciona el tope según la dimensión a verificar.

Tomar la medida de referencia desde un micrómetro para exteriores de acuerdo con el rango de medida a realizar. Si se realizan mediciones repetidas de un diámetro, es recomendable contar con un anillo patrón. El referenciado del instrumento con la medida patrón se lo hace con el cero de la carátula del reloj comparador. Al balancear el instrumento dentro del diámetro interior a medir buscando la alineación de la caña del Alexómetro con el eje del agujero se encuentra la medida. Si se pasa de cero la medida es menor a la referenciada y si no llega es más grande que la de referencia.



Figura 47. Alexómetro con accesorios. Fuente: Recuperado de <http://www.amazon.es>

También existen Alexómetros para adaptar una extensión, para agujeros más profundos.

#### 4.9 Termómetro

Es un instrumento de medida de la temperatura (Figura 48.). Puede ser de lectura directa o indirecta, según que la indicación se realice en el propio instrumento o se lea a distancia en un instrumento indicador.

En los automóviles, los termómetros se emplean para conocer la temperatura del líquido de refrigeración y la del aceite lubricante.



Figura 48. Termómetro de contacto e infrarrojo. Fuente: Recuperado de <http://www.amazon.es>

#### 4.9.1 Tipos de termómetros.

Los termómetros de lectura directa pueden ser del tipo de líquido (mercurio o alcohol) o bimetálicos.

- a) Formados por un bulbo, en contacto con la sustancia cuya temperatura se desea conocer, conectado a un tubo capilar con una escala graduada. A una temperatura más o menos alta le corresponde una mayor o menor dilatación del líquido, por lo que este alcanza en el capilar niveles distintos.
- b) Los bimetálicos, un muelle, una espiral o una lámina bimetálica se deforman por efecto de las variaciones de temperatura y dicha deformación, amplificada mediante sistemas adecuados, acciona una aguja situada sobre una escala graduada. Antiguamente, se adoptaron para la indicación de la temperatura del agua y están situados sobre el tapón del radiador.

Actualmente, los indicadores de la temperatura del agua y del aceite se hallan situados en el salpicadero y la transmisión de la medida se realiza eléctricamente. Existe una unidad sensible que se mantiene sumergida en el líquido (en el cárter para el termómetro de aceite y en la salida del circuito de refrigeración del motor para el de agua) conectada con el tablero; el elemento sensible está constituido por un bulbo de latón que contiene un disco de óxidos metálicos cuya resistencia eléctrica varía con la temperatura. En el tablero de instrumentos se halla un indicador que, midiendo la intensidad de la corriente, da la indicación de la temperatura.

En general, debido a la escasa precisión de la medición, la escala no lleva indicaciones numéricas, sino que está dividida en tres sectores: hasta 50 °C, de 50 a 90 °C y más de 90 °C.

#### 4.10 Lámpara estroboscópica

Es un instrumento (Figura 49.) que emite un destello de luz blanca y manejo fácil, para ser usada en la regulación y comprobación del encendido del motor de forma rápida y precisa. La lámpara estroboscópica verifica el punto de encendido con relación al número de revoluciones, se usa principalmente en los motores a gasolina.



Figura 49. Lámpara estroboscópica. Fuente: Recuperado de <https://www.pce-iberica.es>

#### 4.10.1 Uso de la lámpara estroboscópica.

En la regulación de encendido angular que por las altas revoluciones no sería posible regular con el ojo humano, ejemplos:

- a) Si el valor de regulación de encendido es  $0^\circ$  ángulo del cigüeñal, referencia en la polea o volante del cigüeñal  $0^\circ$ , punto muerto superior. Gire el distribuidor de encendido hasta que coincidan las dos marcas. No se necesita del encendido angular de la lámpara.
- b) Si el valor de regulación de encendido es  $10^\circ$  ángulo del cigüeñal delante de PMS. (Marca la polea de transmisión o volante de cigüeñal  $0^\circ$  (punto muerto superior) (marca en el block o una protección  $0^\circ$ ). El destello aparece con el encendido del primer cilindro. Prenderían los destellos con la regulación de  $10^\circ$  delante de PMS. Coincidirán las marcas de encendido. Se necesita del encendido angular de la lámpara estroboscópica.

Si se regula a  $10^\circ$ , el destello llegará  $10^\circ$  después y reconocerá la marca de encendido.

La lámpara estroboscópica es esencial para la regulación del encendido del motor.

#### 4.10.2 Aplicación de la lámpara estroboscopia.

La lámpara estroboscópica puede realizar diferentes mediciones en:

- ✓ El punto de encendido del motor.
- ✓ El número de revoluciones del motor, sin seleccionar el encendido angular
- ✓ La tensión en la línea en el vehículo.
- ✓ El ángulo de cierre.
- ✓ En motores de dos y cuatro tiempos.

Se conecta a la batería del vehículo, viene con bornes de prueba.

Es decir, “El estroboscopio (...) es un instrumento inventado por el matemático e inventor austriaco Simón von Stampfer hacia 1829, que permite visualizar un objeto que está girando como si estuviera inmóvil o girando muy lentamente” (Wikipedia, 2019). Este principio se usa para estudiar elementos en rotación o vibración, como componentes de máquinas.

El estroboscopio enciende y apaga una luz de forma consecutiva y con una frecuencia regulable. Si se observa un elemento girando a ciertas revoluciones por minuto y se regula la frecuencia del estroboscopio al mismo número de destellos por minuto y se dirige al elemento, al ser iluminada en la misma posición, esta parecerá inmóvil a la vista. Si la frecuencia no coincide con la de giro, al aproximarse a ella, se nota qué elemento se mueve lentamente, hacia adelante o hacia atrás según la frecuencia regulada.

También se emplea en clubes nocturnos, en aviones y cuando se quiere dar sensaciones de movimientos rápidos.

#### **4.11 Scanner**

El scanner automotriz es un equipo, instrumento (Figura 50.) que se utiliza para diagnosticar averías en los circuitos y componentes electrónicos; también se usa para la computadora del vehículo que es donde se detectan señales débiles quedando registros de un código de error.

Este equipo permite ingresar a la información almacenada en la computadora, analiza los códigos encontrados y los procesa, entrega un reporte de acuerdo con la información técnica del modelo y la marca del vehículo o utiliza información del mismo sistema del scanner. En el reporte, indica el sistema o componente a que se refiere el código de error.

Según, algunos códigos de error provienen de fallas ocasionales, por lo cual con el programa del scanner pueden ser borradas si estas son corregidas. Aunque puede darse el caso sobre fallas que no sean registradas en el historial del scanner como en

el caso de partes netamente mecánicas que funcionan de forma independiente, como es el caso del juego en las piezas de suspensión que no están conectadas a la computadora; los componentes eléctricos puros, por ejemplo, un corto o una baja de voltaje, el apagado de la bomba de gasolina y la presión respectiva, no suelen ser registradas en la computadora y las fallas electromecánicas, raramente, son registradas como en el caso de falla de un inyector, que se detona por una señal netamente eléctrica (electroimán), pero que a su vez depende de un sensor electrónico del computador. (Autodiagnostico, 2018)



Figura 50. Uso del scanner. Fuente: Recuperado de <http://autodiagnostico.pe>

#### **4.11.1 Computadora Automotriz.**

La computadora de un vehículo, procesa la información del sistema de funcionamiento del vehículo, cuenta con microprocesadores que manejan la información recibida desde los sensores, también almacenan datos de errores para su análisis en los talleres de mantenimiento, las marcas y modelos determinan el alcance de las computadoras, pueden controlar: el sistema de encendido, el tablero de control, el sistema de seguridad, el sistema de freno, etcétera.

La información que tiene una computadora es controlada por un programa con memorias para sus datos, por tal razón deben ubicarse en lugares estratégicos evitando la contaminación, vibraciones y excesos de calor, asegurando su correcto funcionamiento.

Las computadoras aparecieron desde cuando se exigía controlar los gases de la combustión; fue así que se empezó por el control de inyección de combustible. Este sistema demandaba el manejo de varios datos y la computadora era la que podía hacer esa tarea. Los primeros autos funcionaban con carburador y no era posible corregir los datos; se producían desequilibrios en el control con el combustible.

En el sistema de inyección, cuando es necesario corregir los datos, lo realiza un software que con el pasar del tiempo se han mejorado, mejorando así el desempeño de los vehículos. Los sensores envían información exacta a la computadora, está la procesa y realiza las correcciones que requieren los inyectores. En el sistema de ignición, se requiere sensores para recoger datos de la velocidad del motor y posición del pistón. La computadora calcula el tiempo exacto para enviar señal al módulo de ignición y este envíe la chispa y se produzca la combustión.

Los sensores en las ruedas envían datos del sistema antibloqueo a la computadora que recibe la señal de que una rueda se mueve con una velocidad diferente a la otra, la computadora procesa la señal y envía al sistema antibloqueo que corrija la velocidad para igualar las velocidades de las ruedas. Las correcciones se pueden realizar para cada una de las ruedas.

Otros datos que la computadora recibe es de los sensores: de oxígeno, de presión de aire, de temperatura del motor, del acelerador (preignición o detonación). La computadora procesa la información y si no es correcta enciende una luz preventiva, indicando la avería al conductor.

También hay computadoras independientes para sistemas de:

- ✓ Airbag
- ✓ Seguridad, se ha logrado que sea mejor o de avanzada.
- ✓ Climatización, entre otros.

## **4.12 Osciloscopio**

El osciloscopio es un instrumento electrónico para visualizar y representar gráficas de pulsos eléctricos que varían en el tiempo. Es de uso frecuente en la electrónica de señales, con el analizador de espectro. Los valores de las señales eléctricas se dan en coordenadas en el visualizador. El eje X es horizontal, representa los tiempos y el eje Y, vertical, representa las tensiones.

### **4.12.1 Aplicación de osciloscopio.**

En el osciloscopio hay dos reguladores que controlan la señal de entrada que se evidencia en el visualizador para observar la señal que se quiere medir. Para medir se toma en el plano cartesiano:

1. El regulador del eje X ajusta las fracciones de tiempo (segundos, milisegundos, microsegundos, etc.), de acuerdo con la resolución del osciloscopio.
2. El regulador del eje Y ajusta la tensión de entrada en (voltios, mili voltios, micro voltios, etc.), de acuerdo a la resolución del osciloscopio.

Con estos reguladores se selecciona el valor en la escala cuadrangular del visualizador; conociendo este valor, se procede a medir la señal, la tensión, como la frecuencia.

### **4.12.2 Tipos de osciloscopio automotriz.**

Tenemos dos tipos de acuerdo a su tecnología y son analógicos (Figura 51.) o digitales (Figura 52.).

### 4.12.3 Osciloscopio análogo.

El osciloscopio análogo funciona de forma directa con una señal aplicada, y esta se amplifica, derivando un flujo de electrones vertical, proporcional a su valor. Dentro de un tubo de rayos catódicos, es por donde pasa el flujo de electrones producido por el cátodo e impulsado por el ánodo, llegando a las placas de desviación para proyectarlo al visualizador.

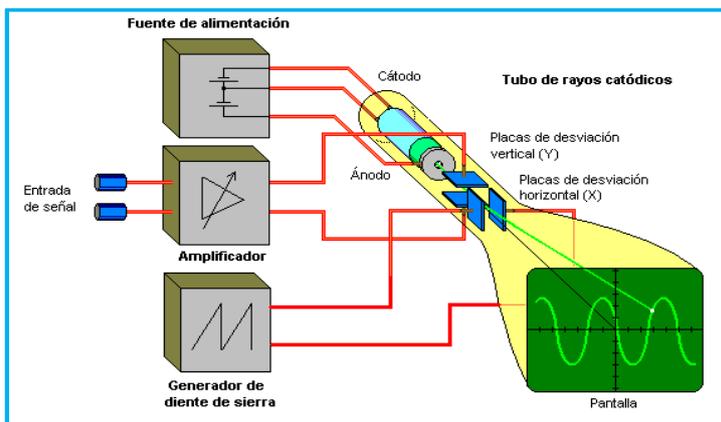


Figura 51. Osciloscopio analógico. Fuente: Recuperado de <https://es.wikipedia.org>

### 4.12.4 Osciloscopio digital.

El osciloscopio digital, en la actualidad, es usado más que los analógicos, por su tecnología en velocidad de trabajo, se obtienen respuestas exactas de forma rápida, se realiza cálculos avanzados, también se usa para medir las señales de tensión.



Figura 52. Osciloscopio automotriz digital. Fuente: Recuperado de <https://soloparamecanicos.com>

Los osciloscopios, según sus preferencias de uso:

El analógico se prefiere para observar en tiempo real los cambios rápidos de la señal de entrada. El digital es ideal para analizar los acontecimientos no periódicos como los picos de tensión originados repentinamente.

## Aplicación didáctica

### Método

Método, palabra que significa camino o vía y que se refiere al medio usado para alcanzar un objetivo. Su significado de origen es indicar la ruta que lleva a un lugar:

- ✓ El método científico, es el que se desarrolla, según este enunciado, “Es una serie de procedimientos para la investigación científica, observa la extensión de nuestros conocimientos. Podemos concebir el método científico como una estructura, un armazón formado por reglas y principios coherentemente concatenados” (Medina, 2019).
- ✓ El método hipotético deductivo, es una descripción posible del método científico. Esta metodología dice que una teoría científica no se la puede calificar como la verdad absoluta; lo normal es tomarla como no impugnada.
- ✓ El método racional, se utiliza para conseguir conocimiento de hechos que no se pueden comprobar por experimentación. En este método destaca la filosofía. Por este método se puede controvertir la realidad a través de la observación y aprobación de cierta validez que tienen prueba de la realidad.
- ✓ El método experimental, se caracteriza por verificar, tomando en cuenta las desviaciones y efectos de una realidad. La ciencia que más lo usa son las ciencias naturales y biológicas.
- ✓ El método estadístico, recolecta datos numéricos, interpreta y elabora la relación de determinados conjuntos de elementos para determinar sus desviaciones o generalidades.

## **Enseñanza**

La enseñanza es la transmisión de conocimientos, valores e ideas de personas a persona. A pesar de que esta acción se refiere a actividades académicas, sin embargo, no es la única forma de aprender. También en otros centros culturales, como religiosos o clubes y alrededor de las mismas, en familia, actividades culturales, con amigos, etcétera. Esta enseñanza sin planificación también tiene trascendencia en la educación de las personas.

## **Aprendizaje**

El aprendizaje es una acción que necesita una preparación junto a la posesión y manejo de una planificación específica. Esta preparación depende de una motivación y una expectativa adecuada del estudiante.

En el momento actual cada vez cobra mayor importancia el estudio del aprendizaje desde la perspectiva del alumno, que es quien otorga significado y sentido a los materiales que procesa y el que decide lo que tiene que aprender, así como la manera de hacerlo. Pero el interés no se centra en saber cuánto conocimiento ha adquirido, sino, sobre todo, en conocer la estructura y la calidad de ese conocimiento, así como los procesos utilizados para aprenderlo. Partiendo de la evidencia de que el aprendizaje es un proceso socialmente mediado, también es necesario precisar que requiere una implicación activa del estudiante, única manera de que se produzca un cambio real en la comprensión significativa (Gonzales, 1997, p. 5).

## **Métodos de enseñanza**

Es la forma que se usa en la didáctica para el desarrollo de una secuencia de enseñanza-aprendizaje. El método es un sistema de normas orientadas para llegar a un objetivo y también de la mejor manera.

Los métodos de enseñanza aparecen por la naturaleza misma de la enseñanza; sus características están en función de la sociedad y la tecnología que se tiene. Así cambia de la forma que aprendían en el siglo XII a XIII donde se memorizaba el conocimiento a un método científico basado en la observación y comprobación.

### **Características del método**

- ✓ El método dirige una secuencia de pasos para la educación en valores.
- ✓ El método regula el desarrollo interno del proceso.
- ✓ El método es cultura, por la forma pedagógica en el manejo del conocimiento y el significado social que adquiere.

### **Métodos de aprendizaje**

Es la forma cómo se edifica el conocimiento en base a una situación real; se utiliza en el aprendizaje de la formación profesional. Se ha mejorado tanto en temas teóricos y prácticos donde el instructor con material escrito presenta los conocimientos y orienta al estudiante al desarrollo de actividades reales. El aprendizaje es una réplica del estudiante en situaciones reales de la práctica profesional.

Las sesiones de aprendizaje se desarrollan en una secuencia de tres pasos:

Primer paso: definición de conceptos y solución de un cuestionario (60 a 90 minutos). Los presenta el instructor, de forma simple, en relación con la sesión de aprendizaje, usa los medios necesarios para cumplir su objetivo.

Segundo paso: se ejecuta el aprendizaje con las acciones prácticas (120 a 150 minutos). Es lo esencial del aprendizaje; se desarrollan las acciones de acuerdo con la teoría.

Tercer paso: el instructor guía en las acciones a seguir hace participar al estudiante y ayuda a encontrar soluciones a las preguntas, (30 minutos).

Los estudiantes aprenden de formas variadas, Algunos con el:

- a) Aprendizaje auditivo: cuando se aprende mejor por capacidad de escuchar.

- b) Aprendizaje visual: cuando el aprendizaje se da mejor por la visión.
- c) Aprendizaje táctil: si el aprendizaje es mediante la actividad práctica.
- d) Aprendizaje cinestético: es cuando el estudiante necesita de mucho movimiento para lograr su aprendizaje.

### **Métodos de enseñanza – aprendizaje**

Los métodos de enseñanza aprendizaje más aplicados son los siguientes:

- a) Método de la conferencia - lección magistral, es la actividad realizada de un orador capacitado, dirigiendo una clase a un grupo dentro de un auditorio.
- b) Método de demostración, es un proceso que parte desde un conjunto de saberes hasta el logro de un objetivo, obteniendo un razonamiento y estableciendo un conocimiento final.

Tipos de demostración:

- ✓ Demostración directa.
- ✓ Demostración indirecta
- ✓ Demostración por recursión.
- c) Método de proyectos, es una secuencia de pasos para lograr un objetivo, necesidad o situación técnica. Está compuesto por siete etapas: Descripción y análisis del problema, Búsqueda de información, Diseño, Planificación, Construcción, Evaluación y Divulgación. En este método, el aprendizaje parte del interés del estudiante en afrontar situaciones planteadas.

Al método de proyectos, en la actualidad, se denomina Aprendizaje Basado en Proyectos.

- d) Aprendizaje programado, es cuando el aprendizaje depende de un programa, donde se ha establecido contenidos, cantidades y decisiones que se debe seguir el participante.

- e) Aprendizaje cooperativo, se usa para un conjunto de procesos de enseñanza, donde a través de grupos de estudiantes buscan resolver y profundizar su aprendizaje. Es así que "solo puede alcanzar sus objetivos si y solo si los demás consiguen alcanzar los suyos".

Se fundamenta en potencializar las relaciones interpersonales actuales, de cualquier grupo.

- f) Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), se basa en la investigación y atención del estudiante para conseguir resolver un problema planteado; es un canal para encontrar la información y saberes que el profesor quiere alcanzar con los estudiantes. En este aprendizaje, los líderes son los mismos estudiantes, de acuerdo:

Con este método, el alumno pasa de ser sujeto pasivo a implicarse activamente en la adquisición de conocimientos. Enfrentándose a situaciones próximas a la realidad mediante la resolución de problemas, el alumno no sólo adquiere conocimientos, sino que los retiene mejor dado el carácter significativo del aprendizaje. Además, mediante este sistema, se fomentan una serie de actitudes positivas hacia la adquisición de nuevos conocimientos, aumenta la motivación y se desarrollan habilidades como la capacidad de análisis y síntesis de la información, crítica de la misma, técnicas de interacción personal, de trabajo en grupo y de comunicación, entre otras. Este modelo de aprendizaje contribuye también a formar en el alumno una actitud proactiva hacia el aprendizaje permanente a lo largo de la vida, factor que constituye uno de los pilares fundamentales de la política educativa de la Comisión Europea (Vera, 2016).

- g) Método de caso, es la forma de enseñanza en la que los estudiantes adquieren conocimiento por experiencias y las actividades cotidianas reales, construyendo su conocimiento en los procesos democráticos, actividades de colaboración y discusiones de temas del caso.



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN

Enrique Guzmán y Valle

Alma Máter del Magisterio Nacional

### FACULTAD DE TECNOLOGÍA

Departamento Académico de Electromotores

### PLAN DE SESIÓN 01

#### I. DATOS INFORMATIVOS

- 1.1. ASIGNATURA: Metrología en el campo automotriz
- 1.2. ESPECIALIDAD: Fuerza motriz
- 1.3. FACULTAD: Tecnología
- 1.4. AÑO DE ESTUDIO: X ciclo
- 1.5. N° DE HORAS: 50 minutos.
- 1.6. HORARIO: jueves 9 a.m. a 9:50 a.m.
- 1.7. PROFESOR: Jorge Lopez Tineo
- 1.8. FECHA: La Cantuta, 21 de marzo de 2019

#### II. TEMA: Medición con el Calibrador

#### III. OBJETIVO: Al término de la lección el estudiante, estará en condiciones de:

- 3.1. Explicar la finalidad y funcionamiento del Calibrador.
- 3.2. Identificar los componentes de un Calibrador.
- 3.3. Aplicar normas de seguridad e higiene industrial en el uso del Calibrador.

#### IV. METODOLOGÍA:

- 4.1. **El método:** Inductivo - Deductivo.
- 4.2. **El procedimiento:** Observación, demostración.
- 4.3. **Forma didáctica:** Diálogo y trabajo en grupo.

**V. MEDIOS Y MATERIALES:**

5.1. **Material didáctico:** Diapositivas, Hoja de información, Autopartes, Pistones, Bielas, Pines, monoblock

5.2. **Material auxiliar:** Pizarra, Plumones Rojo y Azul, Mota, Multimedia

5.3. **Equipos e Instrumentos:** Vernier en milímetros de 150 mm, Vernier en pulgadas 6"

5.4. **Material fungible:** Franela

**VI. PRESENTACIÓN DEL TEMA:**

**6.1. Motivación:** hacer referencia a temas como:

¿Por qué calibrar?

Se da inicio con la importancia de medir para poder realizar cualquier tipo de trabajo.

**6.2. Desarrollo del tema:**

**Medición con Calibrador**

1. Historia del Calibrador
2. Principio de funcionamiento
3. Partes del Calibrador
4. Componentes del Calibrador
5. Otros tipos de Calibrador
6. Cuidados para el uso del Calibrador
7. Aplicaciones del Calibrador
8. Reglas para efectuar mediciones con Calibrador
9. Errores de medición con el Calibrador

**6.3. Aplicación:** Hoja aparte (hoja de operaciones)

**6.4. Evaluación:** Hoja aparte (Hoja de evaluación)

**VII. REFERENCIA:**

Escuela Colombiana de Ingeniería (Julio Garavito). (2 de marzo de 2010). *Metrología, Escuela Colombiana de Ingeniería*. Recuperado de [https://www.escuelaing.edu.co/uploads/laboratorios/2733\\_metrologia.pdf](https://www.escuelaing.edu.co/uploads/laboratorios/2733_metrologia.pdf)

Servicio nacional de adiestramiento industrial (SENATI, 2014) metrología dimensional I, Recuperado de [http://www.virtual.senati.edu.pe-file:///C:/Users/inst\\_mecanica/Downloads/89000428%20METROLOGIA%20I.pdf](http://www.virtual.senati.edu.pe-file:///C:/Users/inst_mecanica/Downloads/89000428%20METROLOGIA%20I.pdf)



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN

Enrique Guzmán y Valle

Alma Máter del Magisterio Nacional

**FACULTAD DE TECNOLOGÍA**

Departamento Académico de Electromotores

### HOJA DE INFORMACIÓN 01

#### I. DATOS INFORMATIVOS

- 1.1. ASIGNATURA: Metrología en el campo automotriz
- 1.2. ESPECIALIDAD: Fuerza motriz
- 1.3. FACULTAD: Tecnología
- 1.4. AÑO DE ESTUDIO: X ciclo
- 1.5. N° DE HORAS: 50 minutos.
- 1.6. HORARIO: Jueves 9 a.m. a 9:50 a.m.
- 1.7. PROFESOR: Jorge Lopez Tineo
- 1.8. FECHA: La Cantuta, 21 de marzo de 2019

#### II. TEMA: Medición con el Calibrador

#### III. CONTENIDO:

1. Historia del Calibrador
2. Principio de funcionamiento
3. Partes del Calibrador
4. Componentes del Calibrador
5. Otros tipos de Calibrador
6. Cuidados para el uso del Calibrador
7. Aplicaciones del Calibrador
8. Reglas para efectuar mediciones con Calibrador
9. Errores de medición con el Calibrador

### **3. MEDICION CON EL CALIBRADOR**

El Vernier o Calibrador, también denominado Pie de rey, es un instrumento destinado a la medición de pequeñas longitudes, espesores, profundidades y diámetros exteriores e interiores de piezas mecánicas y otros objetos pequeños. Están fabricados en acero inoxidable por sus propiedades resistentes al contacto con la mano y condiciones de humedad expuestos, suele medir en:

El sistema Métrico, en milímetros y en decimales de milímetros (1/10, 1/20, 1/50).

El sistema Inglés, en pulgadas tiene divisiones de 1/16", y fracciones de 1/128", como también en decimales, divisiones de 0.025" y 0.001".

#### **3.1. HISTORIA DEL CALIBRADOR**

El primer instrumento de características similares fue hallado en un fragmento en la isla del Giglio, cerca de la costa italiana, datado del siglo VI a.C. Aunque considerado raro, fue usado por griegos y romanos. Durante la Dinastía Han (202 a. C.-220 d.C.), también se utilizó un instrumento similar en China, hecho de bronce.

Se atribuye al cosmógrafo y matemático portugués Pedro Nunes (1492-1577) que inventó el nonio o nonius. También se llama Vernier, atribuido a su inventor al geómetra Pierre Vernier (1580-1637).

#### **3.2. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO**

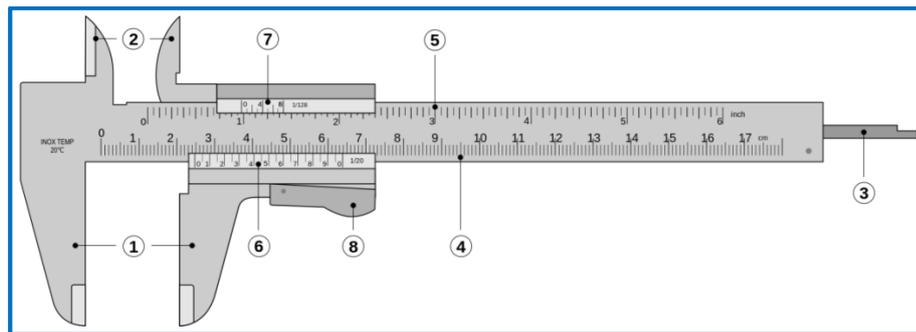
El Calibrador cuenta con una escala auxiliar deslizable a lo largo de su escala principal para permitir lecturas con decimales y fracciones exactas, de la mínima división. Para lograr lo anterior, la escala auxiliar está graduada en un número de divisiones iguales en la misma longitud que n-1 divisiones de la escala principal; estas escalas están graduadas en la misma dirección.

El sistema Métrico: Milímetros y decimales de mm ( $1/10 E=0,1$  mm,  $1/20 E=0,05$  mm,  $1/50 E=0,02$  mm).

El sistema Inglés: Pulgadas y fracción de  $1/16''$ ,  $1/8 E=1/128''$ , y decimales, divisiones de  $0.025''$   $1/25 E=0.001''$ .

### 3.3. PARTES DEL CALIBRADOR

Presenta una "regla" con una escuadra a un extremo, sobre esta se desliza un cursor para indicar la medida exacta según su escala. Puede medir longitudes con apreciación de  $1/10$ ,  $1/20$  y  $1/50$  de milímetro utilizando el nonio. Para piezas especiales, en la parte superior y en su extremo, mide dimensiones internas y profundidades. Cuenta con dos escalas: la inferior en milímetros y la superior en pulgadas.

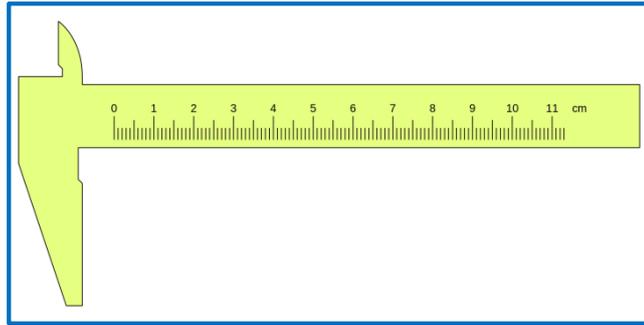


1. Quijadas para medidas exteriores.
2. Quijadas para medidas interiores.
3. Tope de profundidades
4. Escala dividida en centímetros y milímetros.
5. Escala dividida en pulgadas y fracciones de pulgada.
6. Nonio para decimales de milímetros en que esté dividido.
7. Nonio para fracciones de pulgada en que esté dividido.
8. Seguro para deslizar y frenar el cursor

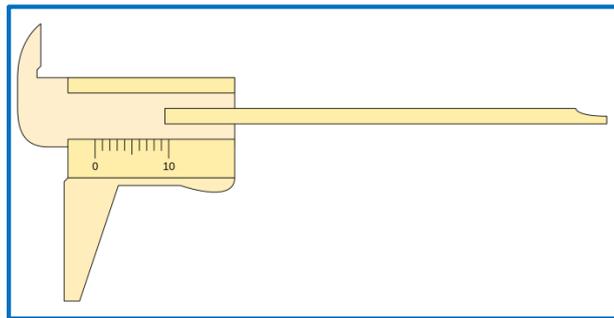
### 3.4. COMPONENTES DEL CALIBRADOR

Los componentes fundamentales, para determinar su funcionamiento, son:

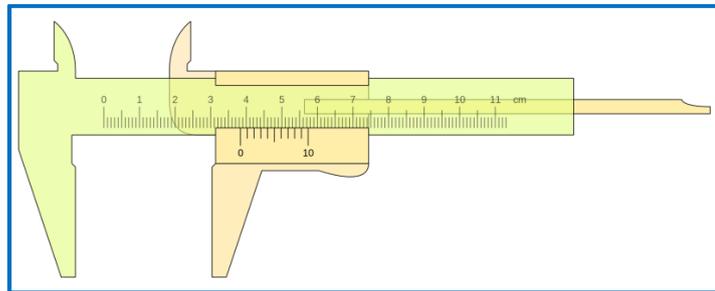
La regla, soporte del Calibrador.



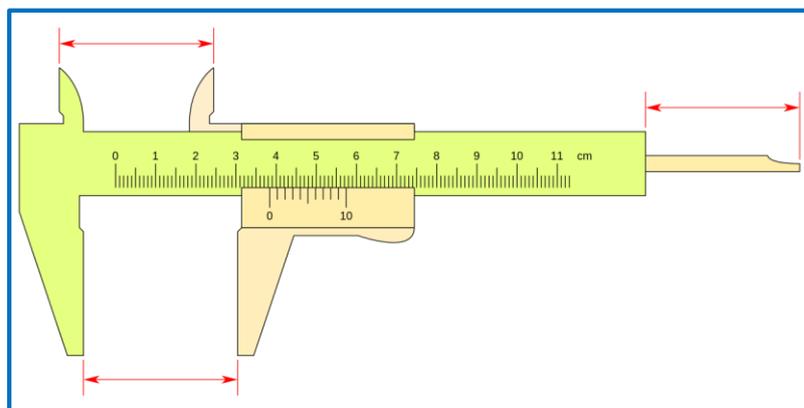
La corredera, parte móvil que se desliza por la regla.



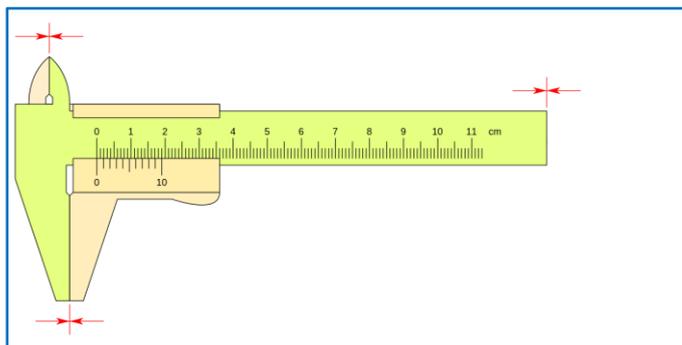
Estos componentes, le dan la funcionalidad al Calibrador.



La medida exterior, interior y de profundidad es la misma, al estar definidas por la posición de las partes que la miden, que forma la corredera la lectura de la medida se da en la graduación de la regla y en el nonio.



Cuando el Calibrador está cerrado, su lectura de medida es cero.

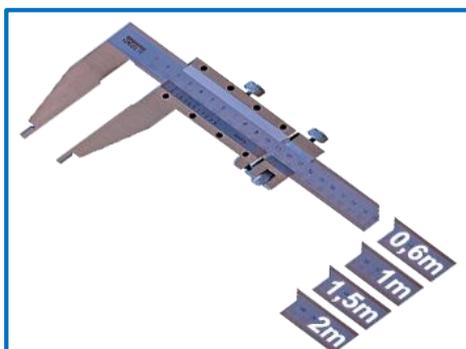


### 3.5. OTROS TIPOS DE CALIBRADOR

Cuando se trata de medir profundidades superiores a la capacidad del Calibrador existen unas varillas graduadas de diferente longitud que permiten medir mayor profundidad, Calibrador de profundidad.



Cuando se trata de medir diámetros de agujeros grandes que no alcanza la capacidad del Calibrador normal, se utiliza el Calibrador de tornero, que solo cuenta con quijadas para exteriores, con un rebaje especial para medir agujeros.



Con reloj e indicador de precisión constante, Calibrador con reloj.



Calibrador con lectura directa digital que son más precisos que los anteriores,  
Calibrador digital.



### 3.6. CUIDADOS PARA EL USO DEL CALIBRADOR

1. Es un instrumento delicado debe manipularse con habilidad, cuidado y delicadeza.
2. Tener precaución para no rayarlo ni doblarlo (en especial la guía de profundidad).
3. Evitar las limaduras, que puedan alojarse entre sus piezas y provocar daños.

### 3.7. APLICACIONES DEL CALIBRADOR

El Calibrador es utilizado en mecánica, por lo general se emplea para la medición de piezas que deben ser fabricadas con tolerancias mínimas. Las medidas que toma pueden ser las de exteriores, interiores y de profundidad.



### 3.8. REGLAS PARA EFECTUAR MEDICIONES CON EL CALIBRADOR

Al realizar cada medición, es importante tener en cuenta las siguientes reglas para obtener resultados óptimos:

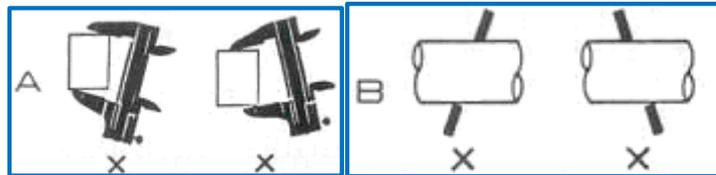
1. Elegir el Calibrador que corresponde a la precisión exigida.
2. Mirar siempre verticalmente sobre la lectura del Calibrador (evitar el error de paralaje).
3. Limpiar las superficies a medir en la pieza y el Calibrador antes de las mediciones.
4. Desbarbar la pieza antes de la medición.
5. Al realizar mediciones de precisión, preste atención a la temperatura de referencia en la pieza como en el instrumento de medición.
6. Prestar atención para que la presión de medición sea exacta.
7. No hacer mediciones en piezas en movimiento o en máquinas en marcha.
8. Verificar el Vernier, respecto a su posición de medición y a cero.

### 3.9. ERRORES DE MEDICIÓN CON EL CALIBRADOR

Los errores de lectura de medidas, son variaciones de apreciación debido a procedimientos, imperfecciones ó variaciones:

1. Por los sentidos del metrólogo (tacto, visión, audición, gusto, olfato)
2. Por los instrumentos de medición (Errores de fabricación, Desgaste)

3. Por los métodos de medición (Posición del instrumento u operador)
4. Por las condiciones ambientales (Calor, Humedad, Vibración), de la pieza, del instrumento o ambos
5. Por cualquier otra causa que afecte la medición (concentración, entrenamiento)



#### IV. REFERENCIA:

Escuela Colombiana de Ingeniería (Julio Garavito). (2 de marzo de 2010). *Metrología, Escuela Colombiana de Ingeniería*. Recuperado de [https://www.escuelaing.edu.co/uploads/laboratorios/2733\\_metrologia.pdf](https://www.escuelaing.edu.co/uploads/laboratorios/2733_metrologia.pdf)

Servicio nacional de adiestramiento industrial (SENATI, 2014) metrología dimensional I, Recuperado de [http://www.virtual.senati.edu.pe-file:///C:/Users/inst\\_mecanica/Downloads/89000428%20METROLOGIA%20I.pdf](http://www.virtual.senati.edu.pe-file:///C:/Users/inst_mecanica/Downloads/89000428%20METROLOGIA%20I.pdf)



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN

Enrique Guzmán y Valle

Alma Máter del Magisterio Nacional

**FACULTAD DE TECNOLOGÍA**

Departamento Académico de Electromotores

### HOJA DE OPERACIONES 01

#### I. DATOS INFORMATIVOS

- 1.1. ASIGNATURA: Metrología en el campo automotriz
- 1.2. ESPECIALIDAD: Fuerza motriz
- 1.3. FACULTAD: Tecnología
- 1.4. AÑO DE ESTUDIO: X ciclo
- 1.5. N° DE HORAS: 50 minutos.
- 1.6. HORARIO: Jueves 9 a.m. a 9:50 a.m.
- 1.7. PROFESOR: Jorge Lopez Tineo
- 1.8. FECHA: La Cantuta, 21 de marzo de 2019

#### II. TEMA: Medir con el Calibrador, en milímetros

#### III. OBJETIVO: Al término de la sesión, el estudiante, estará en condiciones de:

- 3.1. Reconocer correctamente los componentes del Calibrador.
- 3.2. Medir correctamente con el Calibrador.
- 3.3. Aplicar las normas de seguridad e higiene al realizar mediciones con el Calibrador.

#### IV. MEDIOS Y MATERIALES:

- 4.1. **Material didáctico:** Diapositivas, hoja de información, autopartes, pistones, bielas, pines, monoblock.

4.2. **Material auxiliar:** pizarra, plumones rojo y azul, mota, multimedia

4.3. **Equipos e Instrumentos:** Vernier en milímetros de 150 mm,

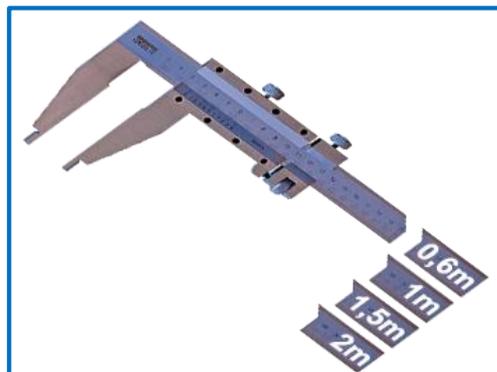
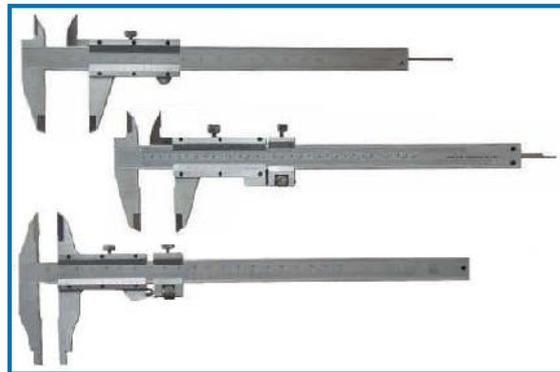
Vernier en pulgadas 6"

4.4. **Material fungible:** Franela

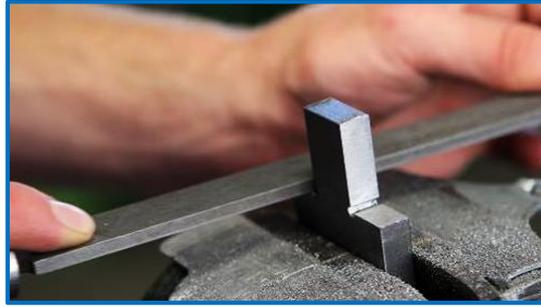
## V. PROCEDIMIENTOS:

5.1. Elegir el vernier que corresponda de acuerdo a:

- ✓ La longitud del objeto a medir
- ✓ La forma a medir: Mediadas exteriores, interiores o profundidades
- ✓ La precisión exigida (0,1 – 0,05 – 0,02 mm) (0,001") (1/128")



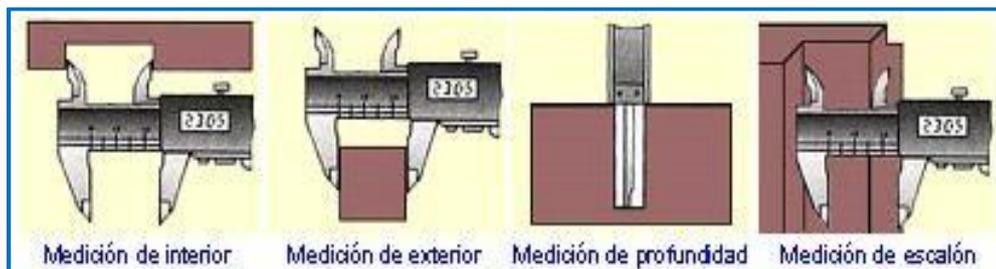
5.2. Desbarbar la pieza de trabajo antes de la medición.



5.3. Limpiar las superficies del material y el instrumento de medición antes de las mediciones.



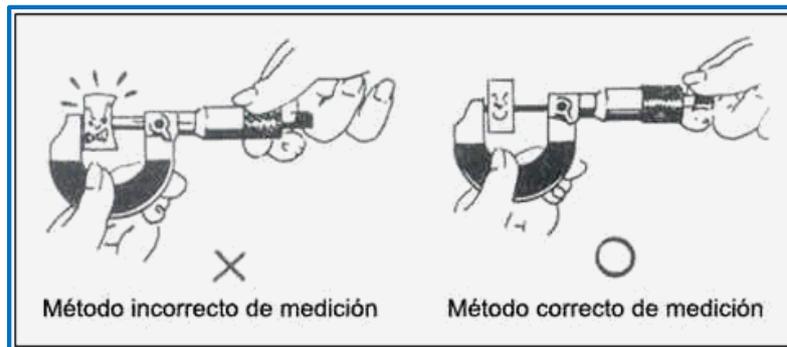
5.4. Utilizar la parte del Calibrador de acuerdo a la forma del objeto a medir.



5.5. Medir con él Calibrador

Presionar el pulsador, lo necesario. 0,5 Kg-F, F=5N

NOTA: La pieza a medir debe ingresar lo más cerca a la regla fija del Calibrador

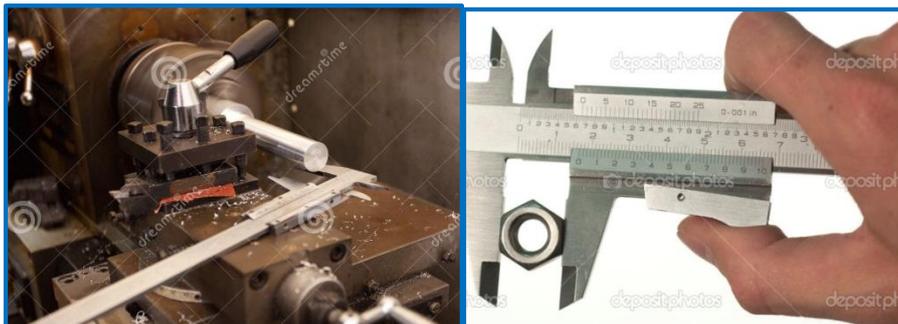


Mirar siempre verticalmente sobre la lectura del Vernier (error de paralaje).



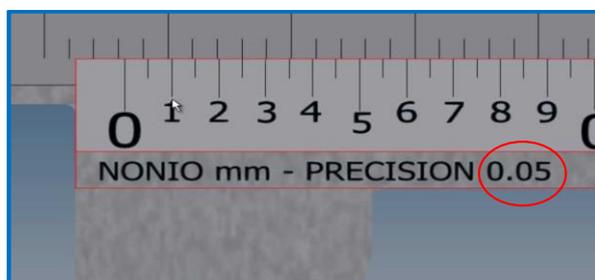
## OBSERVACIÓN

Prestar atención a la temperatura del objeto a medir como a en el Calibrador, para evitar errores por dilatación.

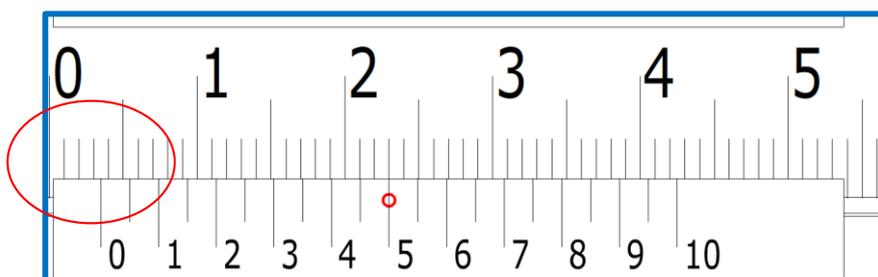


1. Medir en milímetros con una precisión de 0,05 mm

- ✓ Apreciar la precisión del instrumento 0,05 mm

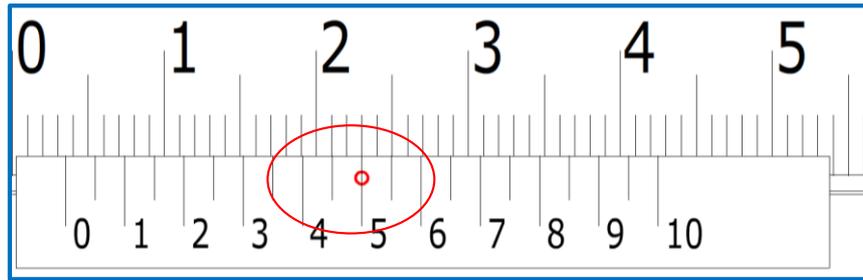


- ✓ Contar en la escala fija las líneas que identifican los milímetros (Números enteros de la lectura) que están antes del cero del cursor



$N = 3$  líneas

- ✓ Identificar qué línea del nonio del cursor coincide con la línea de la escala fija para identificar los decimales de la lectura (No se olvide que cada línea tiene el valor de 0,05 mm).



$$p = 10 \text{ líneas del nonio} \times 0,05$$

$$p = 0,5 \text{ mm}$$

Tomar la lectura de la medida

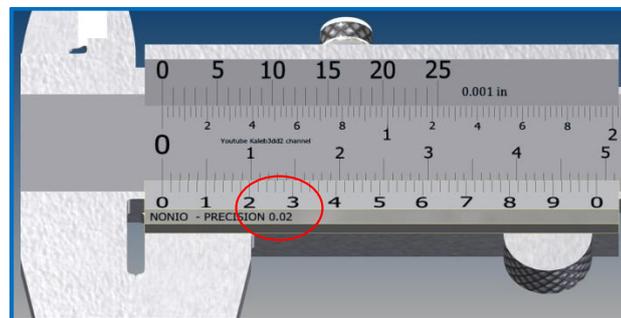
$$L = N + p$$

$$L = 3 + 0,5$$

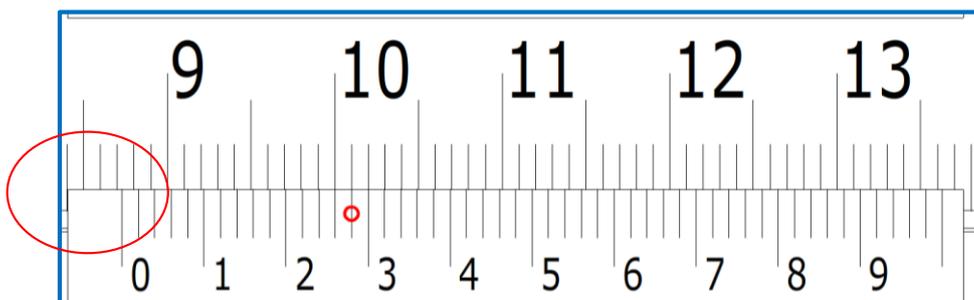
$$L = 3,50 \text{ mm}$$

## 2. Medir en milímetros con una precisión de 0,02 mm

- ✓ Apreciar la precisión del instrumento 0,02 mm

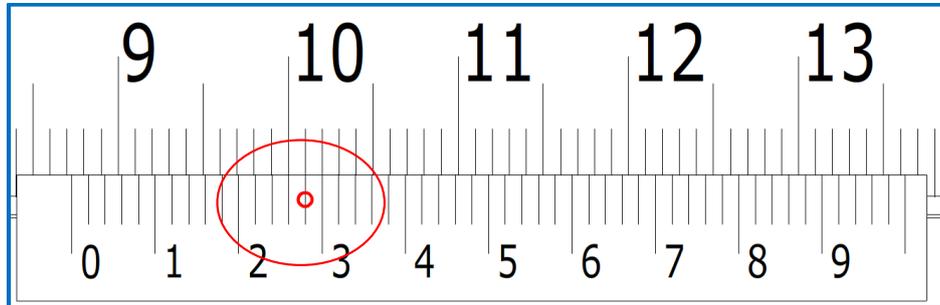


- ✓ Contar en la escala fija las líneas que identifican los milímetros (Números enteros de la lectura) que están antes del cero del cursor



$$N = 87 \text{ líneas}$$

- ✓ Identificar qué línea del nonio del cursor coincide con la línea de la escala fija para identificar los decimales de la lectura (No se olvide que cada línea tiene el valor de 0,02 mm).



$$p = 14 \text{ líneas del nonio} \times 0,02$$

$$p = 0,28 \text{ mm}$$

- ✓ Tomar la lectura de la medida

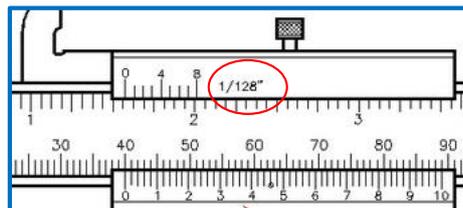
$$L = N + p$$

$$L = 87 + 0,28$$

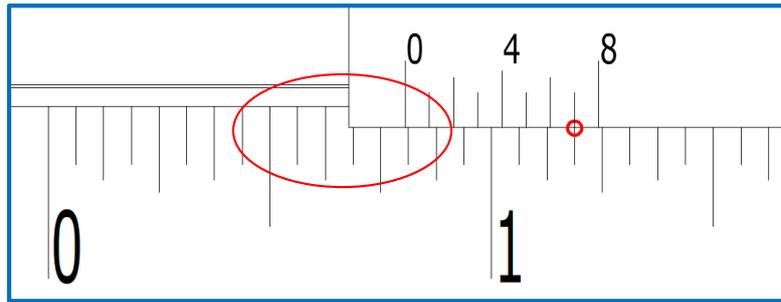
$$L = 87,28 \text{ mm}$$

### 3. Medir en pulgadas con una precisión de 1/128"

- ✓ Apreciar la precisión del instrumento 1/128"



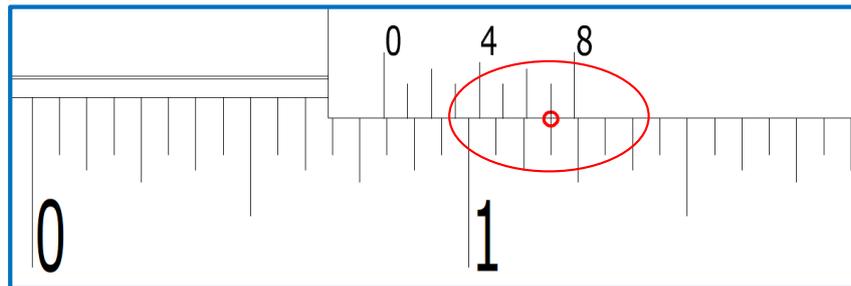
- ✓ Contar en la escala fija las líneas que identifican las fracciones en 1/16" que están antes del cero del cursor.



$$N = 12 \text{ líneas} \times 1/16''$$

$$N = 12/16''$$

- ✓ Identificar qué línea del nonio del cursor coincide con la línea de la escala fija para identificar las fracciones en  $1/128''$  de la lectura (No se olvide que cada línea tiene el valor de  $1/128''$ ).



$$p = 7 \text{ líneas del nonio} \times 1/128''$$

$$p = 7/128''$$

- ✓ Tomar la lectura de la medida (Se da en su mínima expresión matemática de fracción)

$$L = N + p$$

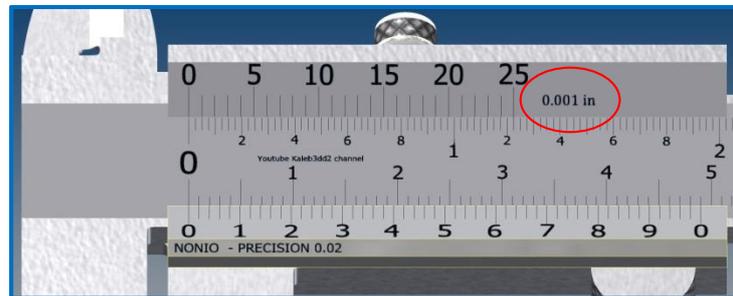
$$L = 12/16'' + 7/128, \quad L = (12/16'' \times 8/128'') + 7/128''$$

$$L = 96/128'' + 7/128''$$

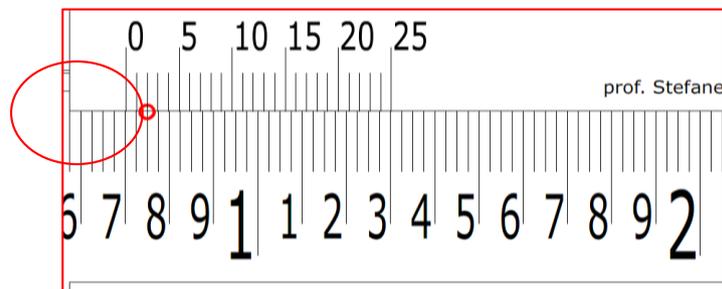
$$L = 103/128''$$

## 4. Medir en pulgadas con una precisión de 0,001"

- ✓ Apreciar la precisión del instrumento 0,001"



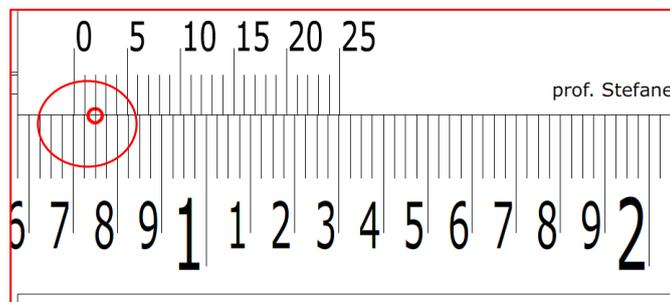
- ✓ Contar en la escala fija las líneas que identifican los decimales en 0,025" que están antes del cero del cursor



$$N = 28 \text{ líneas} \times 0,025''$$

$$N = 0,700''$$

- ✓ Identificar qué línea del nonio del cursor coincide con la línea de la escala fija para identificar los decimales en 0,001" de la lectura (No se olvide que cada línea tiene el valor de 0,001").



$$p = 2 \text{ líneas del nonio} \times 0,001''$$

$$p = 0,002''$$

- ✓ Tomar la lectura de la medida (Se da en su mínima expresión matemática de fracción)

$$L = N + p$$

$$L = 0,700'' + 0,002, \quad L = 0,702''$$



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN

Enrique Guzmán y Valle

Alma Máter del Magisterio Nacional

**FACULTAD DE TECNOLOGÍA**

Departamento Académico de Electromotores

### HOJA DE EVALUACIÓN 01

Nombres y Apellidos: \_\_\_\_\_

Fecha: 21/03/2019

Profesor: Jorge LÓPEZ TINEO



NOTA

**Responda las preguntas y ejercicios dados a continuación:**

1. Mencione 2 sistemas de medida que se realiza con el Calibrador:

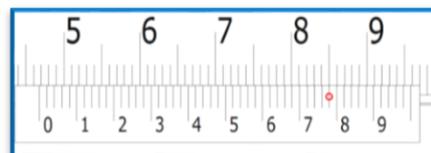
a. \_\_\_\_\_ b. \_\_\_\_\_

2. De las siguientes frases responda con “V” si es verdadero o una “F” si es falso:

- El Calibrador también es denominado Pie de rey. ( )
- Los sentidos del operador (tacto, visión, audición, gusto, olfato) no son necesarios para medir. ( )
- En la medición de piezas, se emplean instrumentos correspondientes a la precisión exigida. ( )
- Medir se mirando verticalmente sobre la lectura de la escala del Calibrador. ( )
- El desgaste del Calibrador por el uso no produce error de lectura de medida. ( )

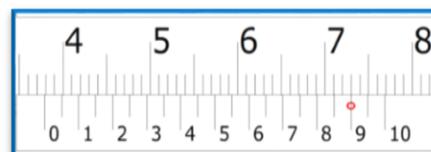
3. ¿Qué medida representa el gráfico?  $p=0,02$  mm:

- $L = 4,80$  mm
- $L = 6,78$  mm
- $L = 30,70$  mm
- $L = 46,78$  mm



4. ¿Qué medida representa el gráfico?  $p=0,05$ mm:

- $L = 3,80$  mm
- $L = 37,90$  mm
- $L = 4,85$  mm
- $L = 38,88$  mm



5. La unidad de medida en la escala fija del Vernier en milímetros es:
- El Milímetro
  - El Centímetro
  - El Metro
  - La Pulgada
6. ¿Cuál es la precisión de medida para un Vernier en milímetros que tiene 20 divisiones en el nonio?
- $p = 0,05 \text{ mm}$
  - $P = 0,02 \text{ mm}$
  - $p = 0,001''$
  - $p = 0,20 \text{ mm}$

## Síntesis

Al inicio de la presente monografía se establecieron diferentes objetivos; al término de la misma se ha llegado a las siguientes conclusiones que darán una visión general sobre los requisitos, procedimientos, reglamentos y normas que deberá cumplir la metrología en el campo automotriz.

- ✓ La metrología, en la actualidad, tiene infinidad de aplicaciones que ayudan a las instituciones educativas y talleres de mecánica automotriz a desarrollar procedimientos que cumplan con los parámetros de calibración, montaje, requeridos por normas.
- ✓ El sistema de trazabilidad de los laboratorios deberá estar referenciado hacia patrones nacionales y estos a su vez a patrones internacionales con el fin de asegurar la alta calidad de los resultados obtenidos durante los ensayos y/o calibraciones.
- ✓ Los equipos de medida con sistemas de trazabilidad garantizarán la elevada calidad en el registro de las magnitudes eléctricas debido a que los patrones deberán estar trazados a otros con mejor clase de precisión.
- ✓ El sistema de trazabilidad requiere que los equipos patrones sean sometidos a ensayos y calibraciones periódicamente para mantener la vigencia de la trazabilidad con lo cual se garantiza el correcto funcionamiento del equipo.
- ✓ En el Perú no existe ofertas académicas de especialización en metrología y normalización orientadas al área eléctrica automotriz; hay un déficit de profesionales en el área.
- ✓ Los equipos para el Laboratorio de Metrología deben ser elegidos adecuadamente para que satisfagan los requerimientos de alcance, sensibilidad de medida, rango de medida, precisión y fiabilidad para asegurar la calidad en los resultados finales.

### **Apreciación crítica y sugerencias**

Las recomendaciones que se plantean son principalmente sobre la preparación de los profesionales y estudiantes en este tema ya que en la actualidad no existen cursos o especializaciones de la metrología en el campo automotriz.

- ✓ Ofertar seminarios de capacitación a profesionales del área automotriz eléctrica sobre los criterios generales de metrología de contadores de energía y transformadores de medida, para que sean capaces de solucionar problemas.
- ✓ Ofrecer cursos sobre la norma ISO/IEC 17025 de la competencia de laboratorios de ensayo y/o calibración, enfocados a la metrología eléctrica automotriz, para capacitar a los profesionales y estudiantes sobre los requerimientos básicos que debe cumplir un laboratorio para poder ser acreditados.
- ✓ El sistema de trazabilidad de los laboratorios de metrología eléctrica debe estar referido a patrones nacionales; en caso de que este no pueda ser trazado se referenciará a patrones internacionales aprobados por el ISO.
- ✓ Es recomendable utilizar los instrumentos de medición correctamente, para evitar malas lecturas de las misma, que darían un mal funcionamiento de equipos y máquinas.
- ✓ Es recomendables dar mantenimiento constante a los instrumentos de medición.

## Referencias

- Autodiagnóstico*. (28 de marzo de 2018). Recuperado de <http://autodiagnostico.pe/blog/scanner-computadora-auto-usado/>
- Calderón. (18 de marzo de 2013). Recuperado de <http://normasdinyasacesarcalderson.blogspot.com/>
- Escuela Colombiana de Ingeniería (Julio Garavito). (2 de marzo de 2010). *Metrología, Escuela Colombiana de Ingeniería*. Recuperado de [https://www.escuelaing.edu.co/uploads/laboratorios/2733\\_metrologia.pdf](https://www.escuelaing.edu.co/uploads/laboratorios/2733_metrologia.pdf)
- Gonzales, R. (1997). Concepciones y enfoques de aprendizaje. *Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal*, 5-39. Recuperado de <https://www.redalyc.org/html/175/17517797002/>
- Hurtado, J. J. y Correa, D. F. (2010). Recuperado de <https://www.repositoriodigital.ipn.mx/bitstream/123456789/5396/4/53-54-4.pdf>
- Medina, B. (Abril de 2019). *Monografías.com*. Recuperado de <https://www.monografias.com/trabajos70/metodo-cientifico/metodo-cientifico.shtml>
- Pérez, J. y Merino, M. (2014). *Definición.de*. Recuperado de <https://definicion.de/sistema-metrico/>
- Profesor en línea*. (2015). Recuperado de [http://www.profesorenlinea.cl/fisica/MedidasSistema\\_internacional.htm](http://www.profesorenlinea.cl/fisica/MedidasSistema_internacional.htm)
- Vera, O. (2016). El aprendizaje basado en problemas y la medicina basada en evidencias en la formación médica. *Revista Médica La Paz*. Recuperado de [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1726-89582016000200013](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-89582016000200013)
- Villalobos, O. (11 de Marzo de 2012). *Metrología y clases de metrología*. Recuperado de <http://metrologiayclasesdemetrologia.blogspot.com/>
- Wikipedia*. (23 de marzo de 2019). Recuperado el 15 de abril de 2019, de <https://es.wikipedia.org/wiki/Estroboscopia>
- Wikipedia*. (4 de abril de 2019). *Wikipedia la enciclopedia libre*. Recuperado de [https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema\\_Internacional\\_de\\_Unidades](https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_Internacional_de_Unidades)