

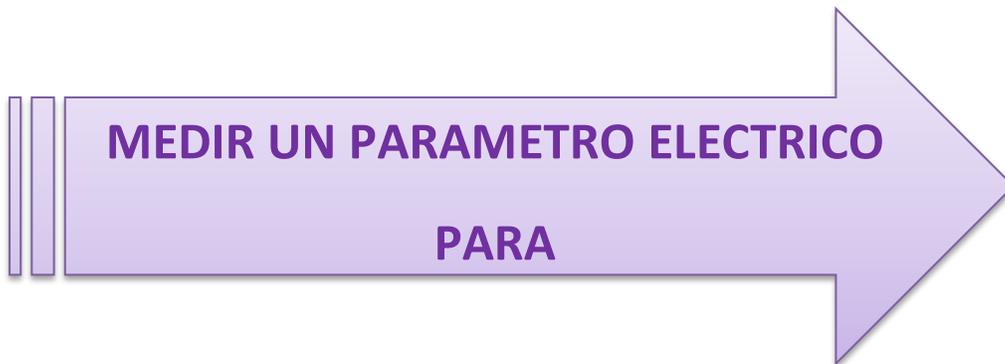
UNIDADES TECNOLOGICAS DE SANTANDER  
FACULTAD CIENCIAS NATURALES E INGENIERIAS  
TECNOLOGIA EN OPERACION Y MANTENIMIENTO ELECTROMECHANICO

# LABORATORIO MEDIDAS ELECTRICAS DOCUMENTO 1 CONCEPTOS BASICOS



2021

MILTON REYES JIMENEZ



# MEDIR UN PARAMETRO ELECTRICO PARA

- Para conocer su valor.
- Para Solucionar un problema.
- Para diseñar un circuito o instalación.
- Para Rediseñar.
- Para Consumos de energía.
- Para Seleccionar un conductor o un equipo.

## CONCEPTOS BASICOS EN UN PROCESO DE MEDICION ELECTRICA

### **Instrumento de medida:**

Es un dispositivo que nos sirve para determinar la cantidad de una magnitud o de una variable.

### **Medir:**

Es la cuantificación de una variable, se determina también como la comparación de dos cantidades igualmente dimensionadas, donde una de ellas actúa como referencia o unidad.



### Probar:

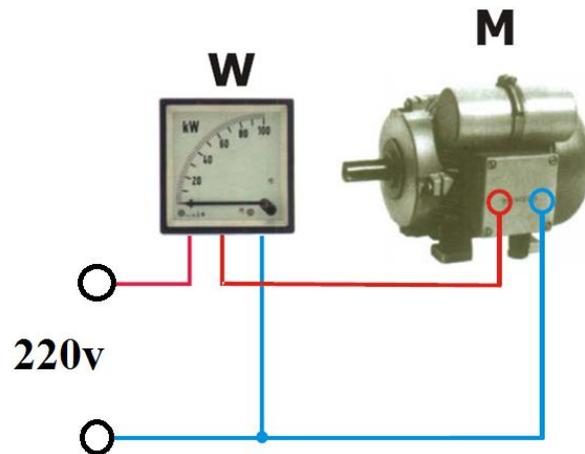
Es comprobar o verificar la existencia o no de un parámetro o variable.



Probador de Neón.

### Medida Directa:

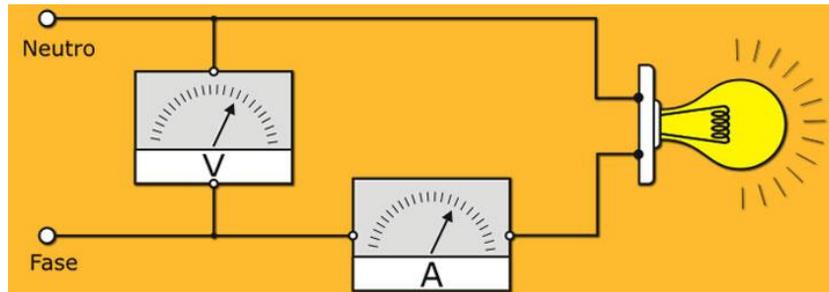
Cuando la comparación de la cualidad a medir se efectúa directamente con la unidad. Ej: la medida de potencia utilizando un vatímetro



### Medida indirecta:

Cuando se miden otras variables, que luego por la aplicación de una ley o fórmula, se calcula la magnitud de la variable de interés. Ej: para determinar la potencia eléctrica que consume una carga, conociendo el voltaje aplicado que la corriente que consume:

$$P = V \cdot I$$



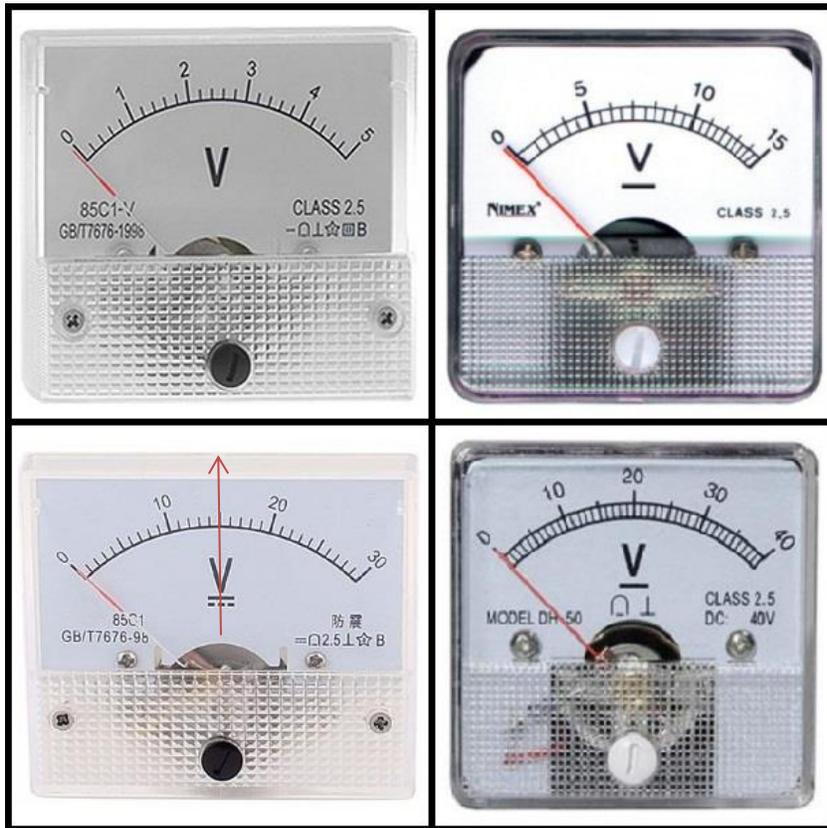
Recomendación: Siempre que sea posible deben utilizarse **métodos directos** de medida, ya que se logra una mejor exactitud, o sea, una mayor aproximación entre el valor leído y el valor real.

Esto se debe a que por ej: en una medida directa interviene un solo instrumento que tiene un error propio, mientras que en la medida indirecta interviene varios instrumentos, por lo tanto varios errores, además cualquier cálculo conlleva a posibilidad de aproximación o equivocación.

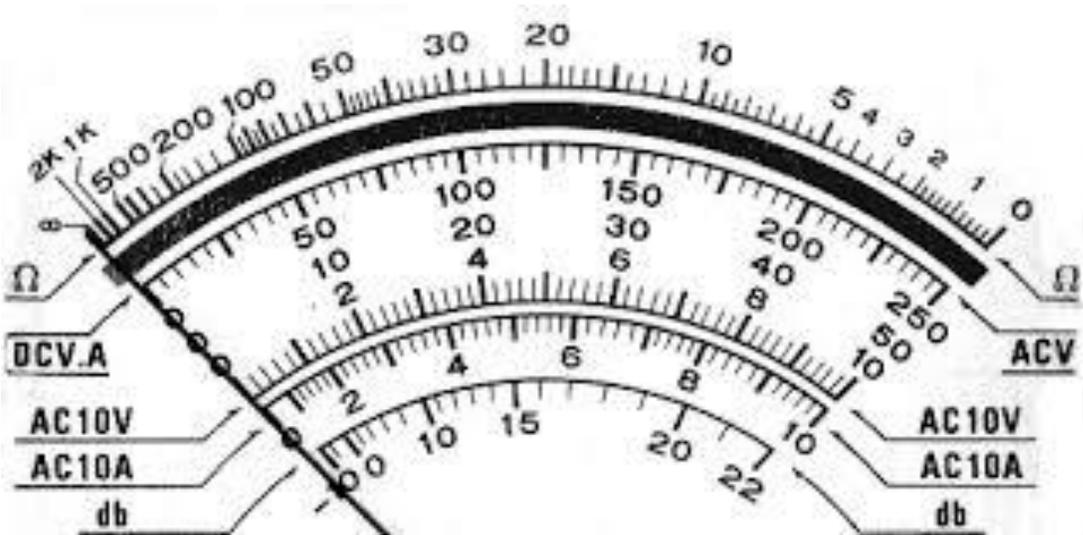
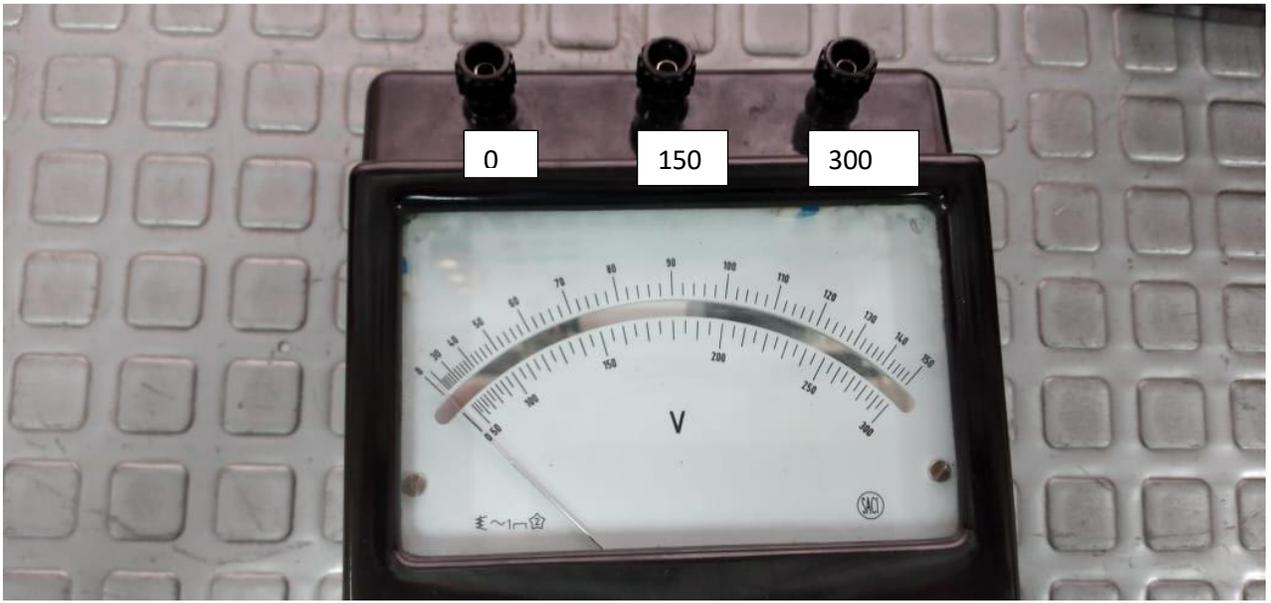
### Campo de medida de un instrumento análogo.

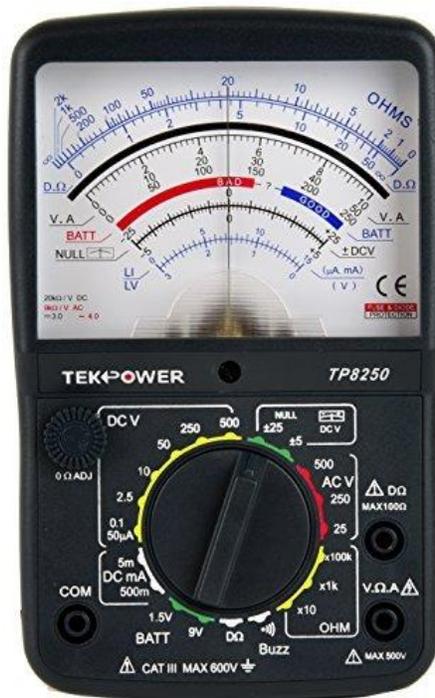
También llamado «capacidad» o «calibre» del aparato, es la máxima medida que se puede realizar con un determinado aparato. Los aparatos de medida pueden llevar diferentes campos para una misma magnitud.

### Campo de medida FIJO de un instrumento análogo.



Campo de medida VARIABLE de un instrumento análogo.





### Exactitud de una medida:

Es la proximidad al valor real, también puede definirse como el grado de acercamiento, aproximación o conformidad al valor verdadero de la cantidad bajo medición.

### Precisión de una medida:

Es la posibilidad de reproducir una cierta lectura con una exactitud dada; O es el grado de concordancia de un grupo de mediciones de uno o varios instrumentos.

### Exactitud a plena escala:

Es la corrección que se realiza en términos de % (porcentaje) a la máxima lectura posible de un instrumento.

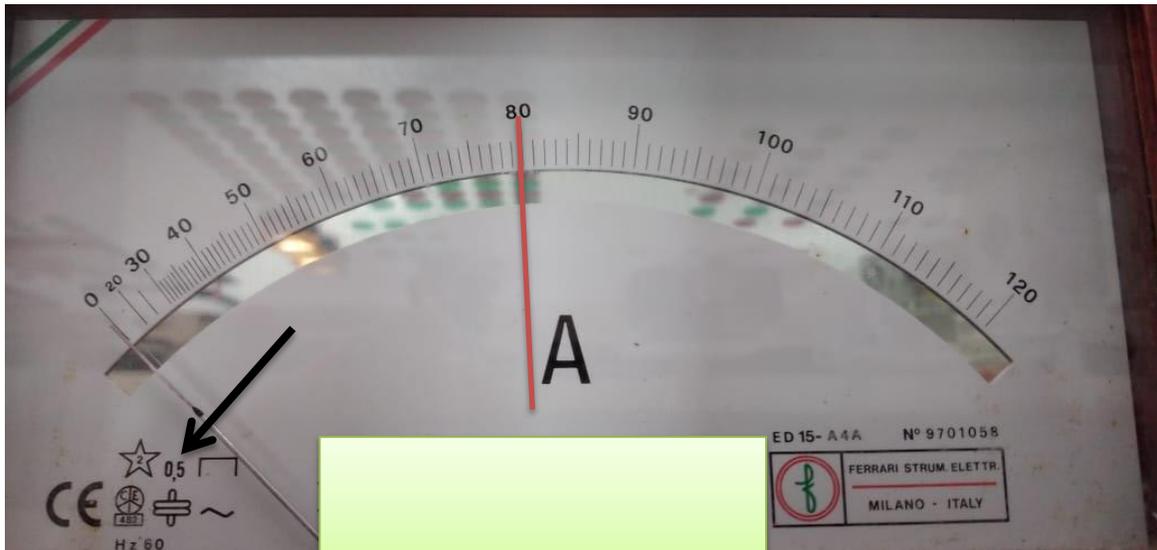
- **Clase 0,1 y 0,2.** Instrumentos de gran precisión para investigación.
- **Clase 0,5.** Instrumentos de precisión para laboratorio.
- **Clase 1.** Instrumentos de medidas portátiles de CC.
- **Clase 1,5.** Instrumentos de cuadros y portátiles de ca.

- Clase 2,5 y 5. Instrumentos INDUSTRIALES decuadros.

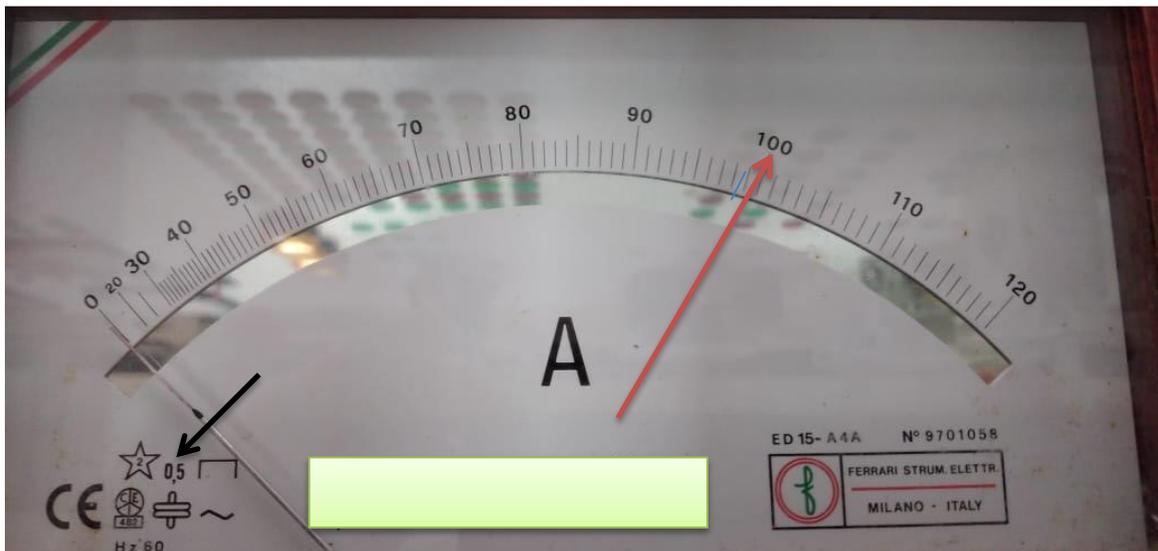
Exactitud a plena escala: Es el % de la máxima lectura así:

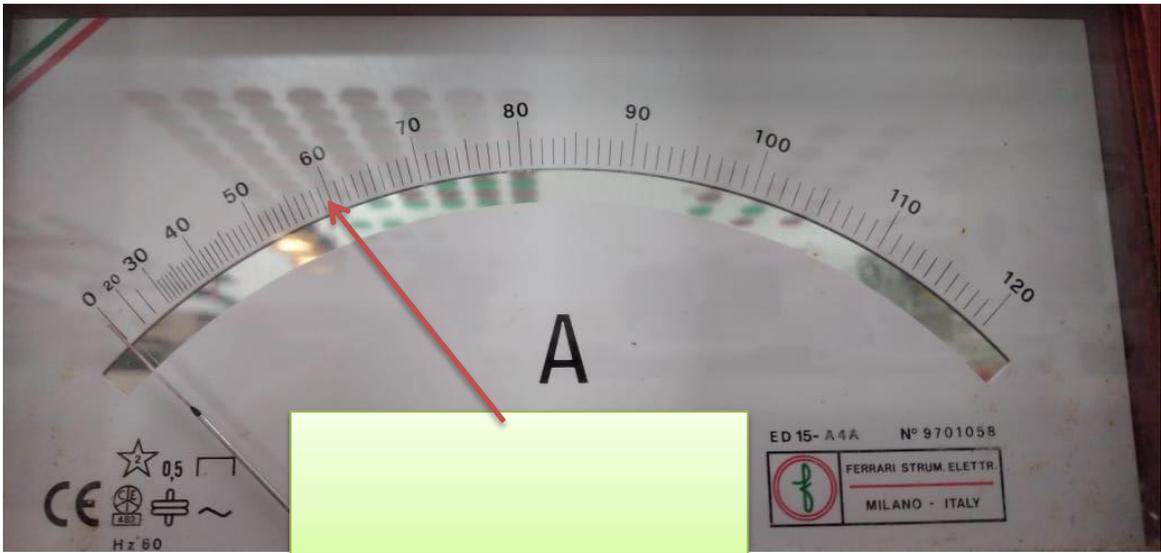
CLASE 0.5

CAMPO DE MEDIDA 120 AMPERIOS



$$\text{Exc} = 0.5 \times 120 / 100$$







### Exactitud por lectura acusada:

El porcentaje que indica dentro de que rango está la tolerancia de la lectura; se toma con respecto a la misma lectura, por ejemplo: una exactitud del  $\pm 1\%$  a la lectura acusada para el instrumento que presenta un rango de 100V, cuando el instrumento indique por ejemplo 30V.

Entonces el rango dentro del cual se encuentra el valor verdadero será  $30V \pm (1\% \text{ de } 30V)$  o sea  $30V \pm 0,3V$  significa que el valor estará entre 29,7 y 30,3 V.



### En conclusión:

Podemos determinar que un instrumento con una exactitud de  $\pm 1\%$  a plena escala es de menor calidad que un aparato de medida que tenga exactitud de  $\pm 1\%$  a lectura acusada.

Sin embargo por facilidad de construcción y por costos, son mucho más comunes los instrumentos con exactitud a plena escala.

Nomenclatura: 1,5= Exactitud a plena escala.

1,5= Exactitud por lectura acusada.

### Alcance de medición:

Es la parte del alcance de indicación en la cual se cumplen las condiciones de exactitud del instrumento.



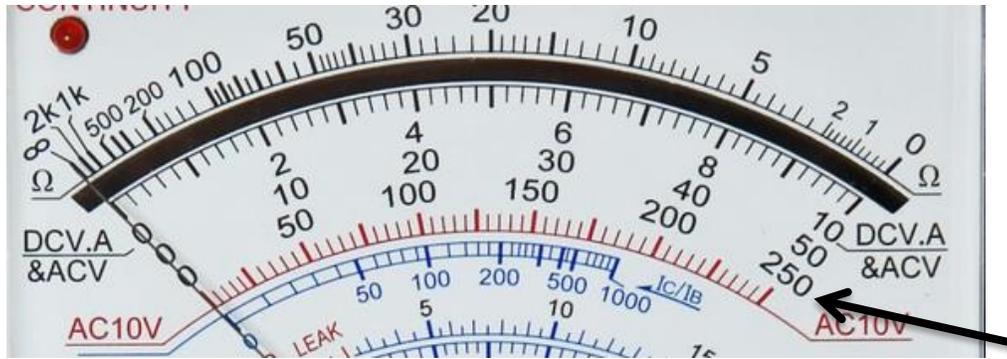
Los espacios en blanco son zonas muertas y nunca deberían tomarse medidas en dichas zonas,

### Constante de escala en un INSTRUMENTO DE MEDIDA

Es la relación existente entre el alcance de la medición y el número de divisiones de dicho alcance

$$C_{esc} = \frac{\text{Alcance de medición}}{\# \text{ de divisiones del alcance de medición}}$$

Esta constante nos proporciona el valor de cada división de la escala.



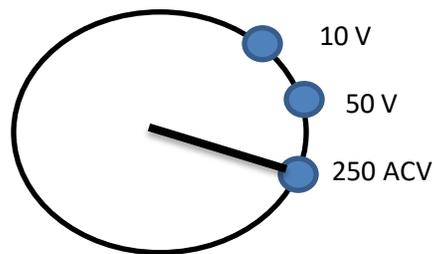
$$K = 10\text{v} / 50 = 0.2 \text{ v}$$

$$K = 50\text{v} / 50 = 1 \text{ v}$$

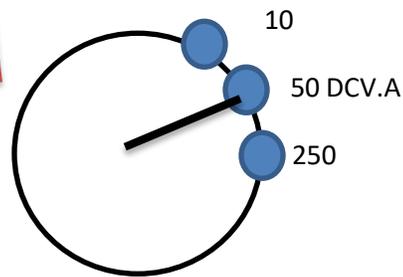
$$K = 250 / 50 = 5 \text{ v}$$

**Ejercicios: Interpretar las siguientes lecturas**

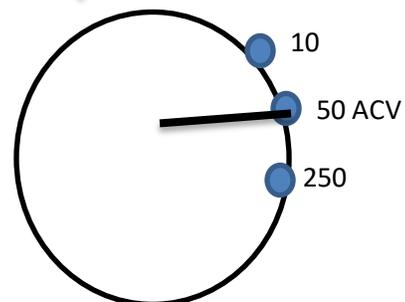
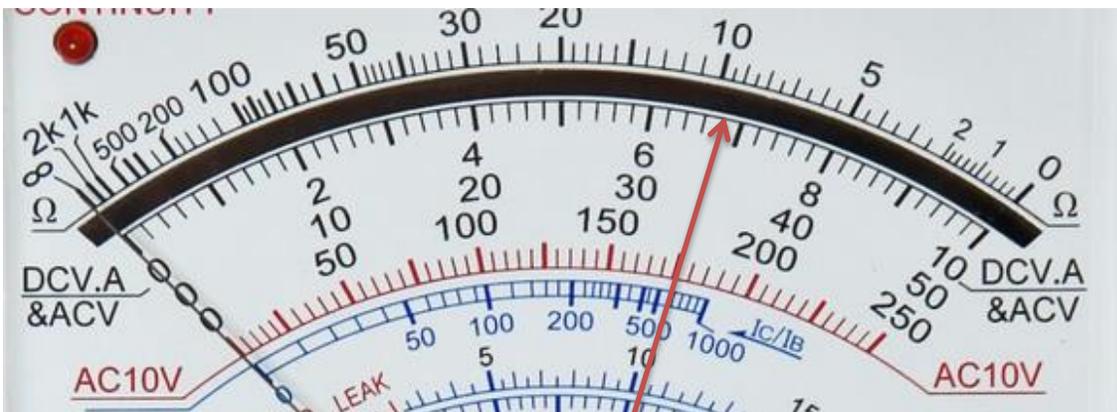
1.0



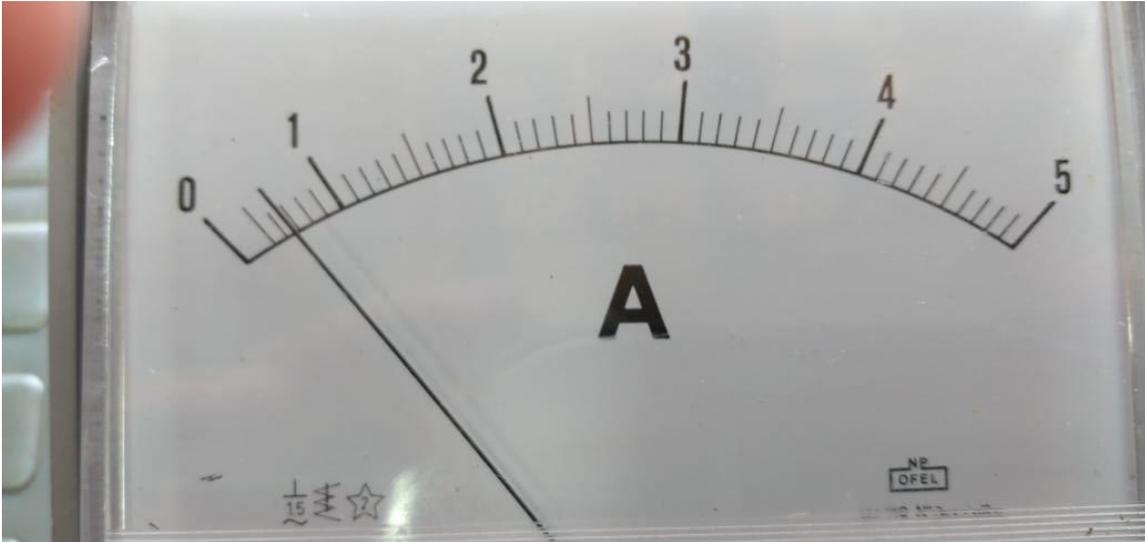
2.0



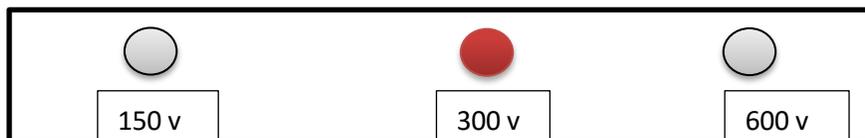
3.0



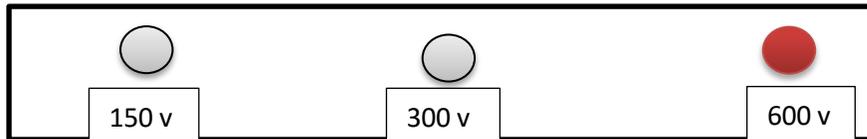
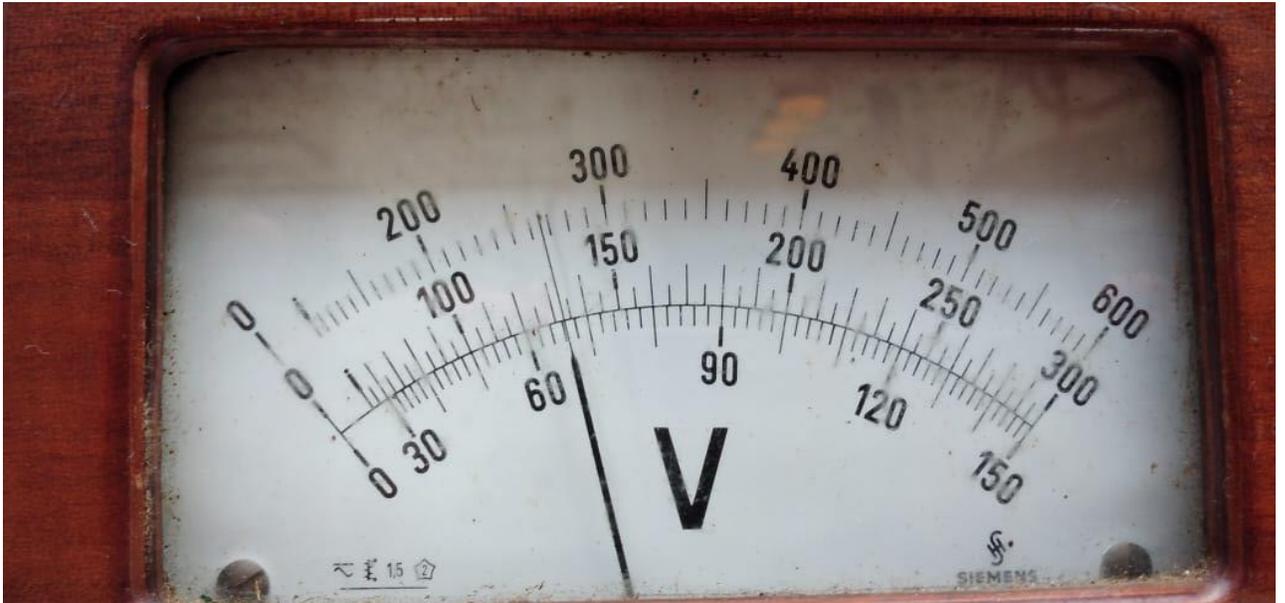
4.0



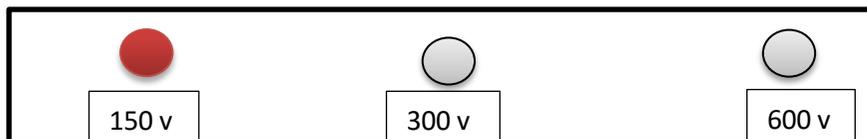
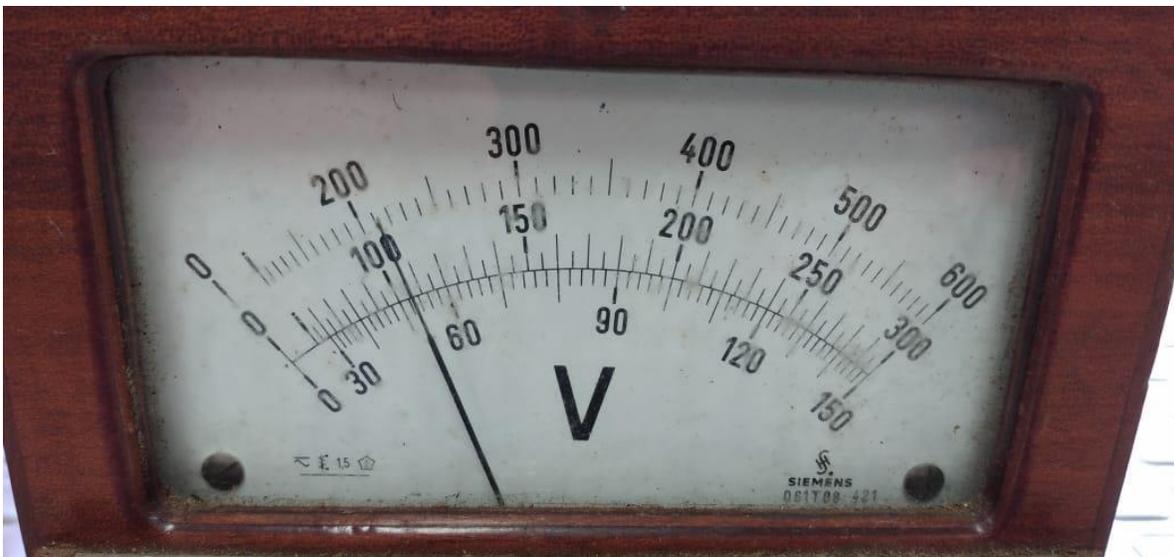
5.0



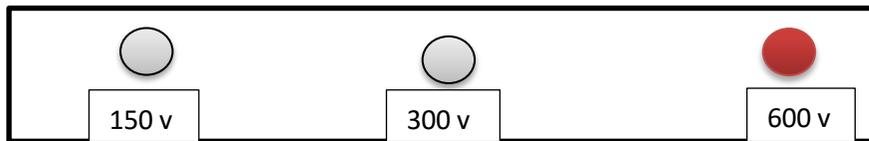
6.0



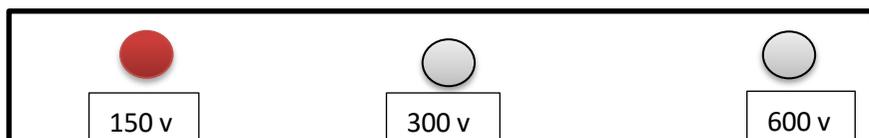
7.0



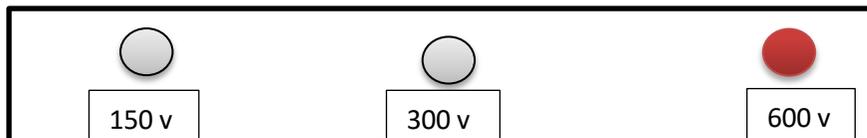
8.0



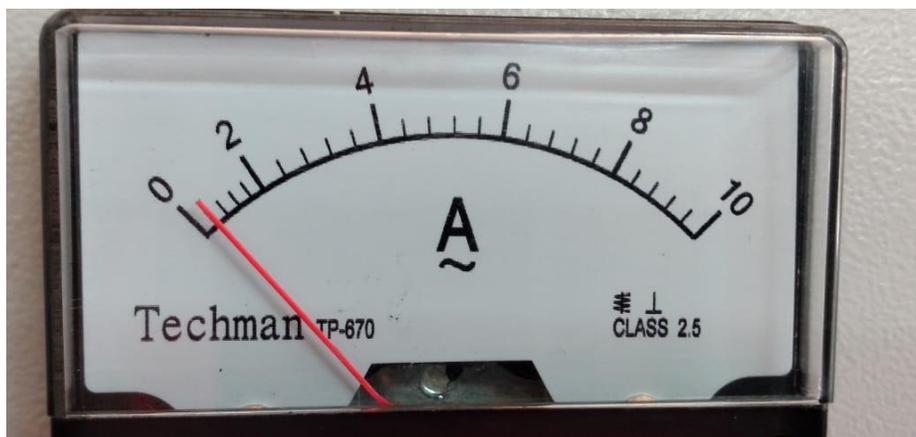
9.0



10.0



11.0



## Exactitud en INSTRUMENTO DE MEDIDA

Es el grado de concordancia del valor de la medida indicada por el aparato con respecto al valor exacto de la magnitud; la exactitud está relacionada con el error de la medida y no con la sensibilidad del instrumento.

$$E_x = \frac{\text{Calidad x escala}}{100}$$

### Calidad:

La calidad o clase en un instrumento de medida está dada por la sensibilidad, exactitud y tolerancias con que haya sido fabricado.

Según la forma de la escala esta puede ser rectilínea o circular:

La escala circular es la más común, pues el movimiento de la parte móvil y por lo tanto del indicador, es de tipo circular. Existen en gran cantidad de ángulos máximos de deflexión, dependiendo del tipo de instrumento al cual se le adapten; estos ángulos máximos pueden variar desde 45° hasta casi 360°.

La escala rectilínea, la cual se hace en línea recta no es tan aconsejable ni tan común ya que habría que convertir el movimiento circular del mecanismo del instrumento en un movimiento rectilíneo lo cual incrementa la esencia y razonamiento.

## EXPRESION DE ERRORES EN LA MEDICION DE PARAMETROS ELECTRICOS

### Error absoluto (Eabs):

Si tenemos dos valores de los cuales uno es correcto y el otro falso, determinaremos el error absoluto como la diferencia entre el valor falso y el valor verdadero.

$$E_{abs} = V_{falso} - V_{verdadero}$$

### Error relativo (ER):

Es la relación entre el error absoluto y el valor verdadero de una medición.

$$ER = \frac{E_{abs}}{V_v} = \frac{V_f - V_v}{V_v}$$

### Error porcentual (E%):

El error % equivale al error relativo x 100

$$E\% = ER \times 100$$

## **Error:**

En medidas eléctricas podemos definir el error como la desviación del valor verdadero al valor medido, se puede definir también como una incertidumbre estimada. Es importante tener en cuenta el termino ESTIMADA, ya que de dicha incertidumbre o diferencia de la medida respecto al valor real fuera conocida, entonces con una simple corrección obtendríamos el valor real; pero ello es imposible no existe la exactitud total.

## **Naturaleza de los Errores**

### **1. Errores sistemáticos:**

Son errores de valor fijo, pueden ser reducidos o corregidos. Se deben especialmente a defectos en el método de medida y a los mismos instrumentos, pueden ser:

#### **1.1 Errores grandes:**

Se presentan por la intervención misma del operario ej: alterar magnitudes, mal empleo de ecuaciones, cálculos erróneos, malas lecturas.

#### **1.2 Errores instrumentales:**

Son debidos a fallas de calibración, envejecimiento del aparato de medida, desgaste, etc.

#### **1.3 Errores del observador:**

Malos hábitos de observación, juicios inexactos, los más comunes son:

##### **1.3.1 Error de paralaje:**

Las lecturas en instrumentos de aguja siempre deben hacerse de tal manera que los ojos del observador queden perpendiculares a la aguja, de lo contrario y debido a que la aguja y la escala se encuentran en diferentes planos, se obtendrá una lectura errónea.

##### **1.3.2 Error de estimación:**

Depende de la escala del dispositivo de medida y del criterio personal para leer el valor indicado.

##### **1.3.3 Error de ajuste a cero mal realizado**

##### **1.3.4 Errores ambientales:**

Influencias del medio ambiente sobre el equipo y la señal a medir (puede ser) temperatura, vibraciones, presión y humedad.

## 2. Errores residuales:

Son errores incontrolables, incalculables, que se presentan al azar, lo que hace que no exista certeza alguna sobre ellos.

# Análisis Estadísticos de un conjunto de medidas

## 1. Valor promedio de una Medición (M):

Si hemos obtenido (n) valores individuales como consecuencia de (n) mediciones de una misma magnitud, se denomina media aritmética a la suma de todas las medidas sobre el # de medidas.

$$\frac{\sum A_n}{n}$$

An: c/u de la mediciones

N: # de mediciones

## 2. Desviación de cada Medida (d):

Es el grado de alejamiento o acercamiento de c/una de las medidas con respecto al valor promedio.

$$d_1: A_1 - M \quad d_n: A_n - M \quad \sum d_n = 0$$

## 3. Valor promedio de las desviaciones (D):

Es la indicación de la precisión de los instrumentos utilizados en el proceso de medida, instrumentos altamente precisos nos darán desviaciones, promedios bajos, está dado por:

$$D = \frac{d_1 + d_2 + d_3 + \dots + d_n}{n}$$

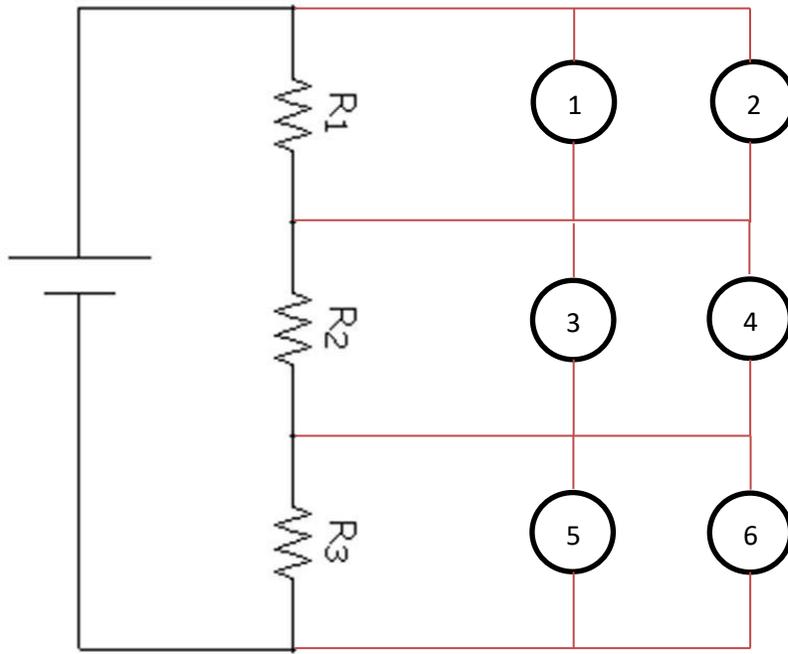
$$D = \frac{\sum |d_n|}{n}$$

## 4. Dispersión Dd:

Si un operario repite una misma medida varias veces utilizando los mismos instrumentos, el mismo montaje, las mismas condiciones ambientales; los resultados que obtenga pueden ser sin embargo, discrepar unos de otros a consecuencias de errores casuales,

se dice que dichos resultados presentan una dispersión que se define como la medida sumatoria cuadrática de las desviaciones individuales.

**EJERCICIO.**



En el anterior circuito los voltímetros 1 y 2 miden la caída de tensión en la resistencia R1, los voltímetros 3 y 4 miden la caída de tensión en la resistencia R2, y los voltímetros 5 y 6 miden la caída de tensión en la resistencia R3.

Los valores de las lecturas son los siguientes.

**V1 = 12.5 v. V2 = 13.4 v. V3 = 22.7 v. V4 = 23.8 v. V5 = 9.2 v. V6 = 9.5 v.**

Determinar los valores según las siguientes tablas:

CAIDA DE TENSION EN R1	Valor promedio de la medida	Desviación de cada medida		Valor promedio de las desviaciones
		V1	V2	

CAIDA DE TENSION EN R2	Valor promedio de la medida	Desviación de cada medida		Valor promedio de las desviaciones
		V3	V4	

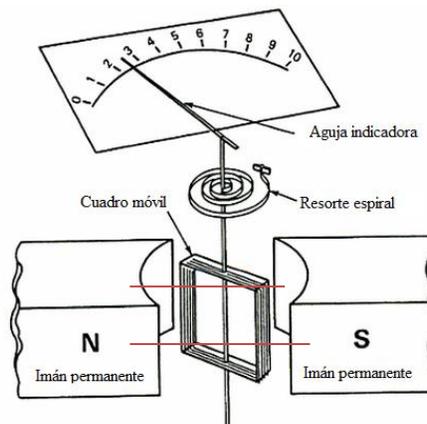
CAIDA DE TENSION EN R3	Valor promedio de la medida	Desviación de cada medida		Valor promedio de las desviaciones
		V5	V6	

## PRINCIPIO FUNCIONAMIENTO INSTRUMENTOS DE MEDIDA

### 1.0 INSTRUMENTO DE BOBINA MOVIL E IMAN PERMANENTE

El mecanismo de bobina móvil o instrumento **D'Arsonval**, se compone de una bobina en movimiento dentro de un campo magnético producido por un imán natural permanente; es un instrumento que le permite medir la corriente a través de una bobina al observar la desviación angular de la bobina en un campo magnético uniforme.

**Símbolo**



<https://4.bp.blogspot.com/->

Jacques-Arsène d'Arsonval fue un biofísico e inventor francés, que ideó el galvanómetro de bobina móvil y el amperímetro termopar. [Wikipedia](#)



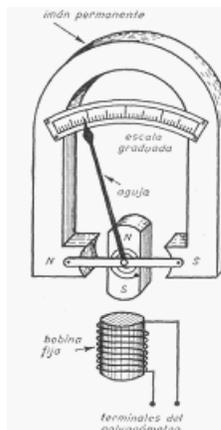
## 2.0 INSTRUMENTO DE IMAN MOVIL Y BOBINA FIJA

Contrario al instrumento anterior este se compone de un imán natural que se mueve dentro de un campo magnético que produce una bobina fija.

**Símbolo**



**Detalle mecanismo imán MOVIL bobina FIJA**

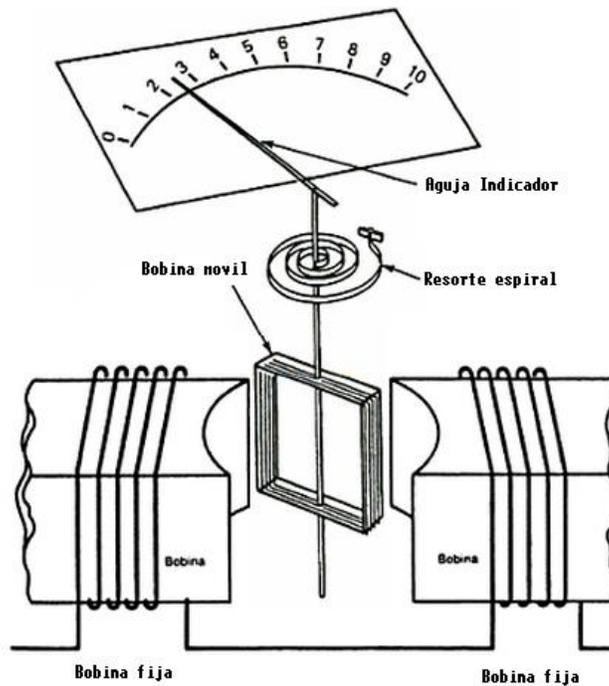
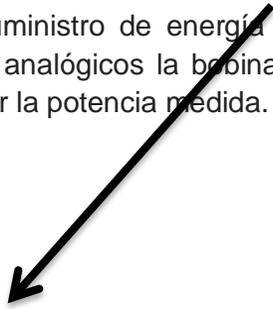


## 3.0 INSTRUMENTO ELECTRODINAMICO

Se compone de dos bobinas una fija y otra móvil; la bobina fija es pocas espiras y alambre grueso y está montada sobre un núcleo magnético, la bobina móvil es de muchas espiras y alambre delgado y está montada sobre un eje giratorio.

El vatímetro es un **instrumento electrodinámico** para medir la potencia eléctrica o la tasa de suministro de energía eléctrica de un circuito eléctrico dado. Además, en los vatímetros analógicos la bobina móvil tiene una aguja que se mueve sobre una escala para indicar la potencia medida.

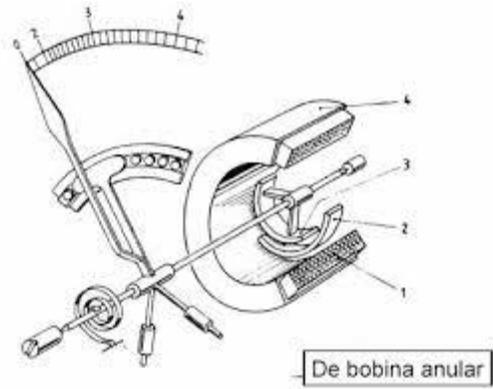
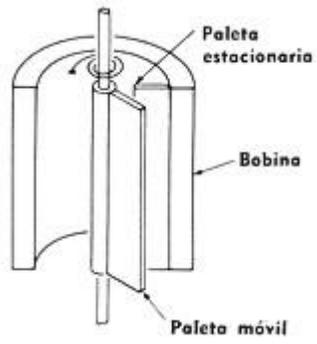
Símbolo



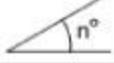
#### 4.0 INSTRUMENTO DE HIERRO MOVIL

El principio de funcionamiento del **instrumento de hierro móvil** se basa en la atracción que ejerce un campo magnético, creado por la bobina por la cual circula la corriente que se mide, sobre la parte **móvil** confeccionada de material ferromagnético no remanente (núcleo).

**Símbolo**



Corriente	Símbolo
Continua (CC)	
Alterna (CA)	
Continua y alterna	
Instrumento trifásico con 1 sistema medidor	
Instrumento trifásico con 2 sistemas medidores	
Instrumento trifásico con 3 sistemas medidores	

Posición	Símbolo
Vertical	
Horizontal	
Inclinada	

Mecanismo	Símbolo	Mecanismo	Símbolo
Bobina móvil		Vibratorio	
Hierro móvil		Térmico	
Imán móvil		Bimetálico	
Electrodinámico sin hierro		Electroestático	
Electrodinámico con circuito de hierro		Inducción	
Dispositivo electrónico en un circuito de medida		Dispositivo electrónico en circuito auxiliar	
Termopar aislado		Termopar no aislado	

## EJERCICIO

De cada uno de los equipos de medida que están a continuación, defina su nombre y las características de su simbología.

De cada uno de los instrumentos que se presentan a continuación describir.

1. Nombre del instrumento.
2. Unidad de medida
3. Principio de funcionamiento.
4. Clase
5. Demás símbolos según tablas anteriores

