

Unidad Didáctica
Aplicaciones del Magnetismo en
los Aparatos de Medida

FONDO  FORMACION

Programa de Formación Abierta y Flexible

Obra colectiva de FONDO FORMACION

Coordinación *Servicio de Producción Didáctica de FONDO FORMACION
(Dirección de Recursos)*

Diseño y maquetación *Servicio de Publicaciones de FONDO FORMACION*

© **FONDO FORMACION - FPE**

No está permitida la reproducción total o parcial de este libro, ni su tratamiento informático, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia, por registro u otro método, sin el permiso previo y por escrito de los titulares del Copyright.

Depósito Legal *AS -742-2001*

Unidad Didáctica Aplicaciones del Magnetismo en los Aparatos de Medida

En tu vida laboral te encontrarás en muchas ocasiones con la necesidad de conocer el valor de una magnitud eléctrica, como son resistencia, intensidad, tensión, etc. Muchos de los instrumentos con los que puedes realizar estas mediciones están basados en el magnetismo.

Para realizar mejor las mediciones, te interesa conocer bien el principio de funcionamiento, las propiedades y posibilidades de empleo de los instrumentos.

A continuación veremos los diversos tipos de instrumentos que tienen como base de su funcionamiento el magnetismo.

A lo largo de esta unidad se desarrollarán los siguientes contenidos:

- Características generales de los aparatos de medida:
 1. Aparatos analógicos y digitales.
 2. Elementos constitutivos de un aparato de medida:
 - a. Aspecto.
 - b. Dispositivo antagonista.
 - c. Amortiguador.
 - d. Sistema de lectura.
- Aparatos magnetoeléctricos de bobina móvil.
- Aparatos ferromagnéticos de hierro móvil.
- Aparatos de imán móvil.
- Aparatos electrodinámicos.
- Aparatos de inducción.
- Símbolos de los aparatos de medida.

Tus objetivos

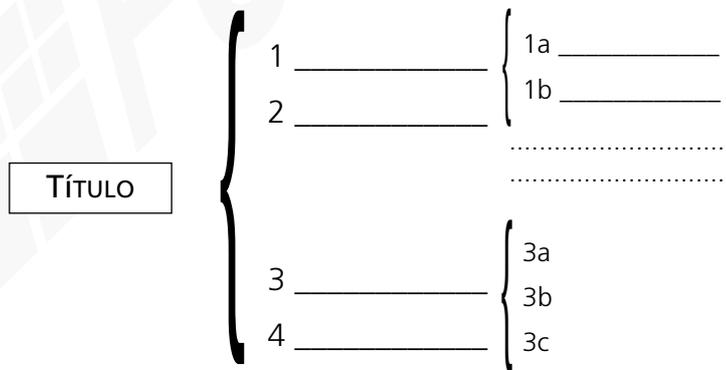
Al final de esta unidad deberías ser capaz de:

- Identificar los elementos constitutivos de un aparato de medida.
- Reconocer el tipo de aparato de medida en función de su principio de funcionamiento.
- Determinar el tipo de medidas que puede realizar cada aparato de medida.
- Reconocer los aparatos de medida por sus símbolos.

Consejos de estudio

Al estudiar es conveniente realizar esquemas de la materia objeto de estudio. La realización de esquemas supone la utilización de símbolos gráficos donde la relación entre los contenidos sea muy clara.

Observa el modelo de esquema que a continuación te presentamos:



Características generales de los aparatos de medida

1. Aparatos analógicos y digitales

En la figura 1 puedes ver un reloj analógico y otro digital. De la misma forma, los aparatos en los que la lectura del valor medido se realiza mediante una aguja se denominan **analógicos**; y los que permiten una lectura del valor medido en forma numérica, se denominan **digitales**.

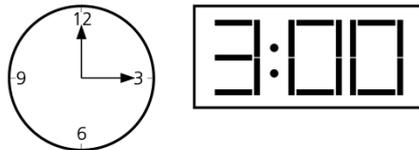


Fig. 1: Analógico y digital.

En esta unidad nos ocuparemos de los aparatos analógicos.

2. Elementos constitutivos de un aparato de medida

Por lo general, los instrumentos medidores constan de una parte fija y otra móvil. La parte móvil puede girar alrededor de un eje, que lleva unido un dispositivo indicador en forma de aguja o índice. El indicador se encarga de marcar sobre una escala graduada el valor medido.

La magnitud que se mide produce una fuerza que tiende a desplazar el órgano móvil de su posición de reposo. Esta fuerza se llama **fuerza motriz**.

El instrumento de medida debe tener un dispositivo antagonista* encargado de generar una fuerza, denominada **fuerza resistente**, que se oponga a la fuerza motriz.

Debido a su inercia, el índice oscila antes de quedar inmóvil en la posición correspondiente al valor de la magnitud medida. Para reducir al máximo este movimiento pendular, el aparato debe disponer de un **sistema de amortiguamiento**.

1. Aspecto

El aspecto de los aparatos de medida depende de su uso. Básicamente podemos distinguir entre los aparatos para cuadros de distribución y los portátiles.

Los **aparatos para cuadros** se empotran, de forma que la escala queda delante del cuadro y el conexionado en la parte posterior (fig. 2).

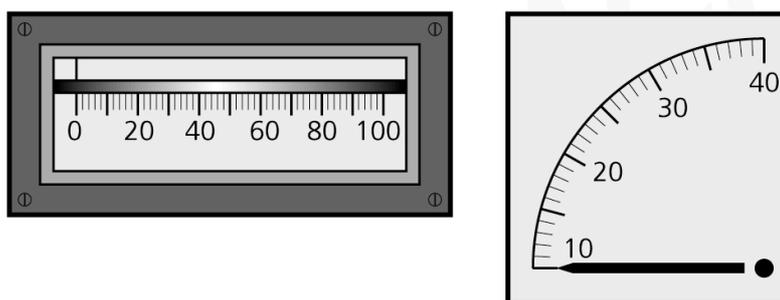


Fig. 2: Aparatos de cuadro.

Los **aparatos portátiles** permiten un conexionado sencillo y la medición de diversas magnitudes. Por ello, se utilizan en los servicios de mantenimiento, para tomar medidas en aquellos lugares en los que no se disponga de un aparato de cuadro (fig. 3).

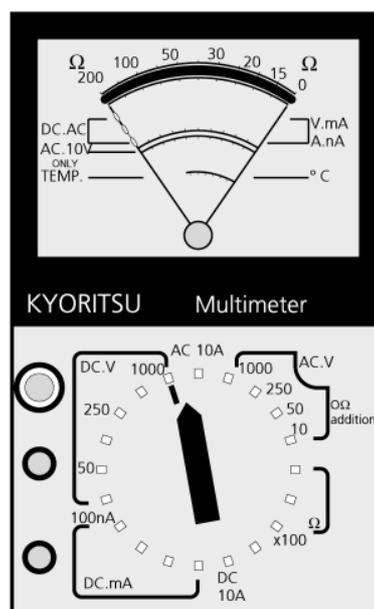


Fig. 3: Aparato portátil para medición de tensión, intensidad y resistencia.

2. Dispositivo antagonista

Este elemento se encarga de oponer cierta resistencia al movimiento del índice del aparato. Si no existiera, el índice se movería hasta el final de la escala. Normalmente, es un muelle en espiral (fig. 4).

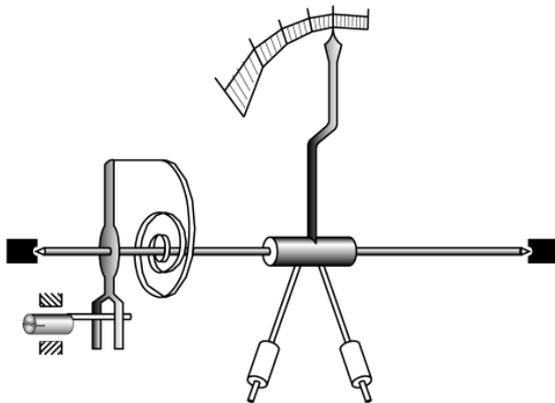


Fig. 4: Dispositivo antagonista.

3. Amortiguador

Este elemento reduce la oscilación que se produce en el órgano móvil del aparato de medida. En la figura 5 te mostramos un sistema de amortiguamiento, formado por una paleta muy ligera dentro de una caja en forma de sector. La paleta reduce la oscilación del indicador, debido a que el aire contenido en el sector frena su desplazamiento.

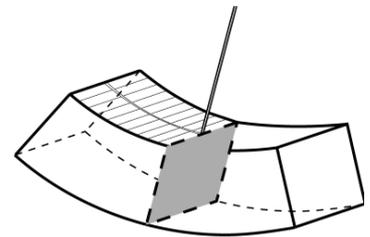


Fig. 5
Amortiguador de aire con paleta.

4. Sistema de lectura

La lectura de la medición se realiza observando la posición de la aguja o índice en la escala.

En algunos aparatos de medida se emplean índices adicionales, que son arrastrados por la aguja indicadora principal en su avance, y quedan retenidos en la posición máxima que alcanza la aguja principal.

Algunos aparatos de medida disponen de diversas escalas. En estos casos la lectura se realiza en una escala u otra, en función del conexionado o de la posición de un conmutador.

Aparatos magnetoeléctricos de bobina móvil

Este tipo de aparatos disponen, como parte fija, de un **imán** permanente que genera un campo magnético; y como parte móvil, de un **cilindro de hierro dulce** al que rodea una bobina, arrollada en un armazón. El índice está unido al centro del cilindro de hierro y se mueve con éste (fig. 6).

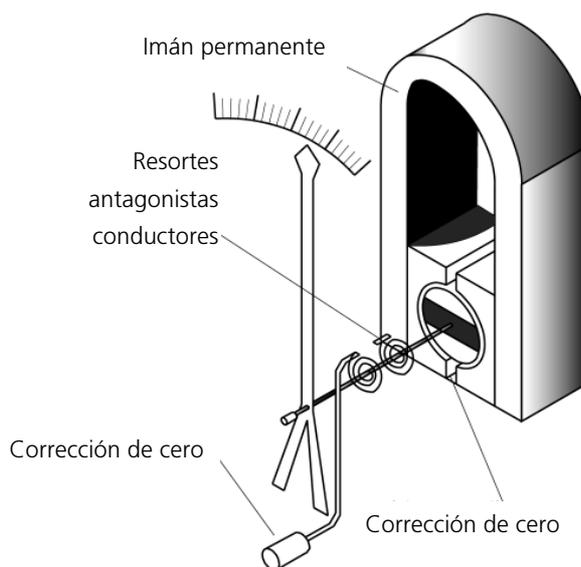


Fig. 6: Aparato de bobina móvil.

Al hacer circular una corriente eléctrica por la bobina, sometida a la acción del campo magnético del imán, se produce una fuerza mecánica que tiende a desplazar a la bobina en un ángulo proporcional a la intensidad de la misma.

El dispositivo antagonista está formado por dos muelles en espiral, que además se encargan también de la entrada y salida de corriente a la bobina. Cuando la fuerza mecánica y la fuerza del dispositivo antagonista se igualan, el índice marca la medida.

El amortiguamiento de este instrumento lo realiza la propia bobina, que genera una fuerza denominada **contraelectromotriz**.

Estos instrumentos sólo se pueden utilizar en corriente continua, por tanto, debe respetarse la polaridad del circuito a la hora de conectar el aparato. Aunque, si se les añade un circuito denominado **rectificador**, capaz de convertir la corriente alterna en continua, se pueden utilizar para medir magnitudes de corriente alterna.

Existen aparatos de bobina móvil que tienen el cero en el centro de la escala, lo que permite la conexión en ambas polaridades.

Aparatos ferromagnéticos de hierro móvil

Este tipo de aparatos disponen, como parte fija, de una bobina, en cuyo interior va alojada una lámina de hierro dulce. La parte móvil la forma una segunda **lámina de hierro dulce**, que va unida al eje y al índice (fig. 7).

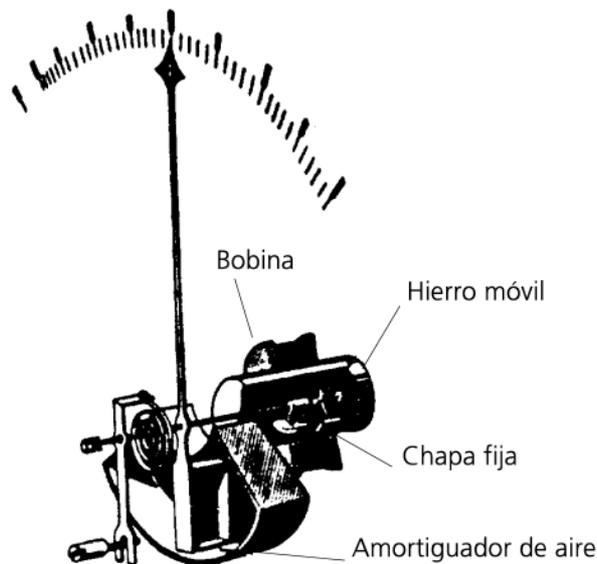


Fig. 7: Aparato de hierro móvil.

En reposo, las dos láminas se encuentran enfrentadas. Al hacer circular una corriente eléctrica por la bobina, se crea un campo magnético que afecta a las láminas, las cuales se magnetizan en el mismo sentido, y provocan su repulsión y el desplazamiento del índice. El elemento móvil se desplaza hasta quedar equilibrada su fuerza de repulsión con la fuerza contraria creada por el muelle antagonista.

El amortiguamiento de este instrumento se realiza por una cámara de aire.

Estos instrumentos se utilizan en corriente continua y corriente alterna, puesto que una inversión de la corriente invierte automáticamente el campo magnético en ambas láminas y sigue produciendo la repulsión entre ellas.

Aparatos de imán móvil

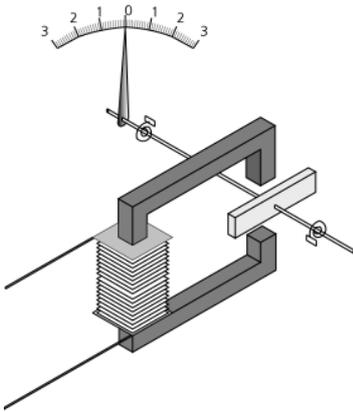


Fig. 8: Aparato de imán móvil.

Este tipo de aparatos dispone, como parte fija, de un **electroimán** en forma de herradura, cuya bobina es recorrida por la corriente a medir. La parte móvil la forma un **imán**, a cuyo eje va unido el índice, que puede girar libremente en el entrehierro del electroimán (fig. 8).

En reposo, el índice apunta al cero de la escala; al hacer circular una corriente eléctrica por la bobina crea un campo magnético y el imán tiende a colocarse de forma que le atraviese el mayor número posible de líneas de fuerza.

El elemento móvil se desplaza hasta quedar equilibrado por un par de muelles antagonistas.

Este instrumento se utiliza sólo en **corriente continua**, puesto que si aplicásemos a la bobina una corriente alterna, el campo creado variaría constantemente de sentido y el imán cambiaría su sentido de giro continuamente, dando lugar a oscilaciones.

Aparatos electrodinámicos

Este tipo de aparatos se basan en la acción mutua de dos bobinas recorridas por la corriente que se desea medir.

Una de las bobinas es fija; la otra es móvil y lleva unida a su eje el índice del aparato (fig. 9).

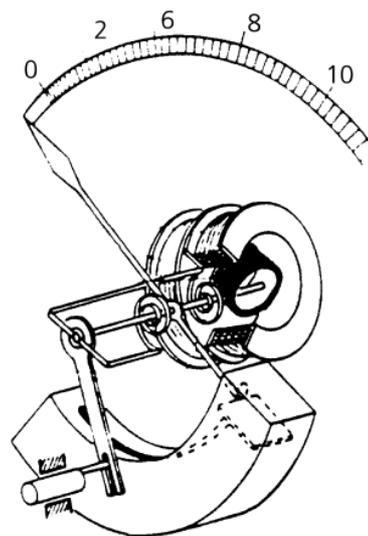


Fig. 9: Aparato electrodinámico.

Las bobinas, al ser atravesadas por la corriente eléctrica, producen un campo magnético cada una. Como resultado de los campos magnéticos, se produce un par motor*, que hace girar a la bobina móvil en el interior de la bobina fija, hasta que los flujos magnéticos coincidan.

Este tipo de aparato se puede utilizar tanto en corriente continua como en alterna, puesto que una inversión de la corriente invierte automáticamente el campo magnético en ambas bobinas.

Para la utilización como voltímetro o amperímetro, las bobinas se conectan en serie.

Para la utilización como vatímetro, se conecta la bobina fija en serie con el circuito (bobina amperimétrica), y la bobina móvil, en paralelo (bobina voltimétrica).

Los aparatos electrodinámicos se construyen con o sin núcleo de hierro.

Aparatos de inducción

Este tipo de aparatos disponen, como parte fija, de dos **electroimanes**, cuyas bobinas están recorridas por las corrientes a medir.

La parte móvil es un **cilindro de aluminio o cobre** unido en su eje al índice y al muelle antagonista (fig. 10).

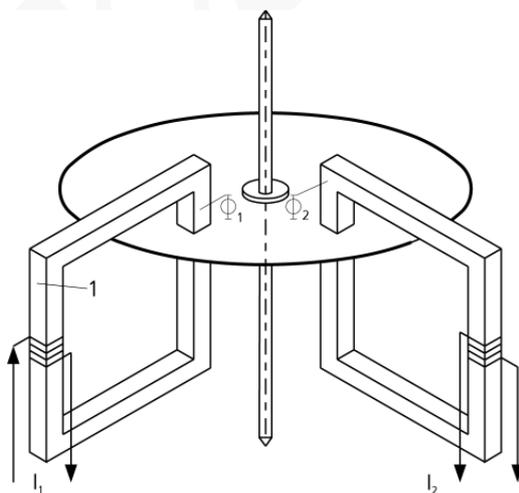


Fig. 10: Aparato de inducción.

Al hacer circular una corriente eléctrica por las bobinas, los campos magnéticos de los electroimanes atraviesan el disco, e inducen unas corrientes parásitas* en el cilindro.

El disco se pone en movimiento debido al campo magnético, creado por los electroimanes; y a las corrientes parásitas, creadas en el cilindro.

Estos aparatos se utilizan sólo en corriente alterna. Su principal aplicación es la de contador de energía.

ACTIVIDAD 1

Indica cuál de los siguientes aparatos no se puede utilizar para medir en corriente alterna:

- a. Aparato de bobina móvil.
- b. Aparato de hierro móvil.
- c. Aparato electrodinámico.
- d. Aparato de inducción.

Símbolos de los aparatos de medida

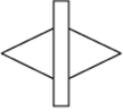
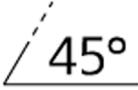
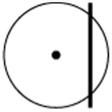
Al objeto de identificar los distintos aparatos de medida y poder utilizarlos correctamente, se utilizan unos símbolos que se representan en la siguiente tabla.

SÍMBOLO	DENOMINACIÓN	SÍMBOLO	DENOMINACIÓN	SÍMBOLO	APARATOS
	Instrumento de bobina móvil con imán permanente en general.		Convertidor termoelectrico aislado.		AMPERÍMETRO
	Medidor de cocientes de carrete móvil.		Convertidor termoelectrico con instrumento de bobina móvil.		ÓHMETRO
	Instrumento de imán móvil.		Rectificador.		VOLTÍMETRO
	Instrumento de imán móvil, medidor de cocientes.		Rectificador con instrumento de bobina móvil.		WATÍMETRO
	Instrumento de hierro móvil.		Símbolo indicador de blindaje de hierro.		VARÍMETRO
	Instrumento de hierro móvil, medidor de cocientes.		Símbolo indicador de pantalla electroestática.		FRECUENCIÓMETRO
	Instrumento electrodinámico, sin hierro.		Corriente continua.		FASÍMETRO
	Instrumento electrodinámico medidor de cocientes, sin hierro.		Corriente alterna.		SINCRONOSCOPIO
	Instrumento electrodinámico con circuito magnético de hierro.		Instrumento de corriente trifásica con un circuito medidor.		CONTADOR KW/H
	Instrumento electrodinámico medidor de cocientes, con circuito magnético de hierro.		Instrumento de corriente trifásica con dos circuitos medidores.		CONTADOR KVARH
	Instrumento de inducción.		Instrumento de corriente trifásica con tres circuitos medidores.		
	Instrumento de inducción medidor de corrientes.		Posición de empleo vertical.		
	Instrumento térmico de alambre dilatante.		Posición de empleo horizontal.		
	Instrumento bimetalico.		Posición de empleo con un determinado ángulo de inclinación.		
	Instrumento electroestático.		Dispositivo de ajuste del cero.		
	Instrumento de vibración.		Signo de la tensión de prueba (estrella de contorno negro).		
	Convertidor termoelectrico, en general.				

Tabla 1: Símbolos para aparatos de medida.

ACTIVIDAD 2

Relaciona, mediante flechas, el símbolo con su denominación correspondiente.

- | | | |
|----|---|---|
| 1. |  | a. Aparato de bobina móvil. |
| 2. |  | b. Aparato de imán móvil. |
| 3. |  | c. Aparato de hierro móvil. |
| 4. |  | d. Aparato de inducción. |
| 5. |  | e. Posición de empleo vertical. |
| 6. |  | f. Posición de empleo horizontal. |
| 7. |  | g. Posición de empleo con un ángulo de inclinación. |

Si consideras que has concluido el estudio de esta unidad, intenta responder a las siguientes cuestiones de autoevaluación.

Cuestiones de autoevaluación

1

Completa el texto con las palabras siguientes:

Dispositivo antagonista, fija, móvil, analógicos, digitales, índice.

Los aparatos con indicador de aguja se denominan, mientras que los que utilizan un indicador numérico se denominan

Un aparato de medida está constituido de una parte y otra a la que se une el

El se encarga de oponer cierta resistencia al movimiento del índice del aparato.

2

Indica si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:

V F

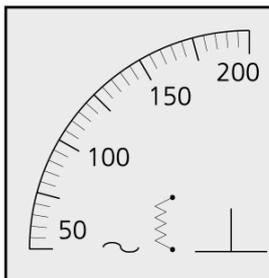
a. Un aparato de bobina móvil se puede utilizar en corriente alterna mediante un circuito denominado rectificador.

b. Los aparatos de hierro móvil se pueden utilizar en corriente continua y alterna.

c. Los aparatos electrodinámicos sólo se pueden utilizar en corriente continua.

3

Indica cuáles son las características de este aparato.



R

ACTIVIDAD 1

Los aparatos de bobina móvil no se pueden utilizar en corriente alterna, a no ser que se instale previamente un circuito rectificador.

R

ACTIVIDAD 2

La relación correcta es la siguiente:

1. Aparato de hierro móvil.
2. Posición de empleo horizontal.
3. Aparato de imán móvil.
4. Aparato de bobina móvil.
5. Posición de empleo con un ángulo de inclinación.
6. Posición de empleo vertical.
7. Aparato de inducción.

Respuestas a las cuestiones de autoevaluación

1

Los aparatos con indicador de aguja se denominan **analógicos**, mientras que los que utilizan un indicador numérico se denominan **digitales**.

Un aparato de medida está constituido de una parte **fija** y otra **móvil** a la que se une el **índice**.

El **dispositivo antagonista** se encarga de oponer cierta resistencia al movimiento del índice del aparato.

2

a. **Verdadera**.

b. **Verdadera**.

c. **Falsa**: los aparatos electrodinámicos pueden utilizarse en corriente alterna, ya que una inversión de la corriente invierte automáticamente el campo magnético en ambas bobinas.

3

Las características del aparato son las siguientes:

- Instrumento de hierro móvil.
- Corriente alterna.
- Posición de empleo vertical.

Resumen de Unidad

Aparatos de medida Los aparatos digitales presentan la medida mediante un valor numérico; y los analógicos, mediante un índice en una escala graduada.

Los aparatos analógicos pueden ser para cuadros y portátiles. En cualquier caso, disponen de un amortiguador para reducir la oscilación del órgano móvil; de un dispositivo antagonista para oponerse al movimiento del órgano móvil y de un sistema para realizar la lectura.

Aparatos de bobina móvil Tienen como parte fija un imán permanente y como parte móvil un cilindro de hierro dulce al que le rodea una bobina. El índice está unido al eje del cilindro.

Se pueden utilizar en corriente continua. Para utilizarlos en corriente alterna, requieren un circuito denominado rectificador.

Aparatos de hierro móvil Tienen como parte fija una bobina con un hierro dulce en su interior. La parte móvil la forma una segunda lámina de hierro dulce, unida al eje y al índice.

Se pueden utilizar en corriente continua y alterna.

Aparatos de imán móvil Tienen como parte fija un electroimán en forma de herradura. La parte móvil la forma un imán, a cuyo eje va unido el índice.

Se pueden utilizar sólo en corriente continua.

Aparatos electrodinámicos Tienen una bobina fija y otra móvil, y se basan en la acción mutua de ambas bobinas al ser atravesadas por la corriente que se mide.

Se pueden utilizar tanto en corriente continua como en alterna.

Aparatos de inducción Tienen como parte fija dos electroimanes, recorridos por la corriente que se mide. La parte móvil es un cilindro de aluminio o cobre unido en su eje al índice.

Se pueden utilizar sólo en corriente alterna. Su principal aplicación es la de contador de energía.

Notas



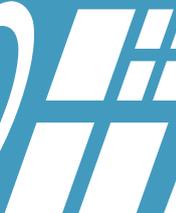
Vocabulario

Antagonista: que se opone a algo.

Corrientes parásitas: corrientes que circulan por un camino conductor cerrado, generadas por una fuerza electromotriz inducida de forma magnética.

Par motor: un par de fuerzas aplicadas en el mismo eje con sentido opuesto.



FONDO  FORMACION