

Medición de la energía y potencia eléctrica

Segunda parte

Multímetros y medición eléctrica

Randall Arce Araya

Agosto del 2020

Multímetros y Medición eléctrica de estado sólido



Medición electrom ecánica

► **Efecto Ferraris** (Galileo:31/10/1847-07/02/1897):

► Para un conjunto de bobinas separadas de forma equidistante y por las que circulan corrientes sinusoidales desfasadas en el tiempo, se crea un campo magnético sinusoidal que se desplaza en el tiempo con una frecuencia igual a la que circula (corriente) por las bobinas.



Medición electrom ecánica

► Jacques-Arsène d'Arsonval (1851-1940):

► En 1882, desarrolló un dispositivo con un imán estático permanente y una bobina de alambre en movimiento, suspendida por resortes en espiral. El campo magnético concentrado y la delicada suspensión hacían de éste un instrumento sensible que podía ser montado en cualquier posición.

► Fue también el inventor del desfibrilador, aparato que permite reanimar a los sujetos aparentemente muertos al aplicarles ciertas descargas eléctricas intensas, y demostró que el cuerpo humano podía conducir una corriente eléctrica alterna lo suficientemente intensa como para iluminar una bombilla.



Medición de estado sólido

► **Efecto Hall** (Edwin Herbert: 07/11/1855-20/11/1897):

► Si una corriente eléctrica fluye a través de un conductor situado en un campo magnético, este campo ejerce una fuerza transversal sobre los portadores de cargas móviles, que tiende a empujarlas hacia un lado del conductor. La acumulación de cargas en los lados del conductor produce una tensión medible entre los lados del conductor. Dicha tensión es proporcional al producto de la fuerza del campo magnético y la corriente.

Multímetros Magnéticos

- Los medidores magnéticos son instrumentos utilizados para medir la intensidad de la **corriente continua**. También pueden medir otros datos, que pueden estar relacionados con la corriente con diferentes tipos de dependencias.
- El funcionamiento de los medidores magnéticos se basa en la interacción del campo, que es generado por la corriente que fluye en una bobina con un campo magnético, cuya fuente es un imán permanente.
- Los instrumentos de medición magnéticos se utilizan como amperímetros, voltímetros y ohmímetros.

Multímetros

- Un voltímetro es un medidor que mide la tensión eléctrica. Se conectará al circuito en paralelo. Durante el flujo de corriente a través del voltímetro, el dispositivo mide la corriente de una resistencia alta conocida del voltímetro.
- Los voltímetros también se pueden utilizar para medir la **tensión de corriente continua y corriente alterna**. Para la corriente alterna miden la **tensión efectiva**. Es un instrumento de medición que mide la diferencia de potencial entre los dos puntos.
- Ya sea digital o analógico, un voltímetro está sujeto a una teoría eléctrica conocida como la Ley de Ohm, que son las interrelaciones en un circuito eléctrico

Multímetros

- La fórmula matemática que representa la Ley de Ohm se da de varias maneras.

$$P = I * E$$

Potencia, es igual al producto de la (corriente) **I** y la (tensión) **E**

- Los multímetros se clasifican en analógicos y digitales, e individualmente en multímetros de corriente continua y alterna.

- Entre los voltímetros se destacan los siguientes:

- Electrostáticos.
- Electrodinámicos.
- Termoeléctricos.
- Magnetoeléctricos.
- Electromagnéticos.

Multímetros

► Voltímetro electrodinámico.

► El voltímetro electrodinámico dispone de dos bobinas, móviles y fijas, que se conectan en serie. Como resultado de la interacción de ambas bobinas (fijas y móviles) por las que fluye la corriente, se crea un par que actúa sobre el indicador.

► Este voltímetro se utiliza para medir tensiones de corriente **continua y corriente alterna**. Tiene una estructura más compleja que los voltímetros magnetoeléctricos y electromagnéticos, lo que la hace más cara y menos utilizada.

Multímetros

► Voltímetro magnetoeléctrico.

► El principio de funcionamiento de este voltímetro depende de la interacción del campo magnético, producido por la corriente que fluye a través de la bobina, enrollada en la parte móvil del medidor, con el campo magnético constante en el que se encuentra la bobina.

► El voltímetro magnetoeléctrico se emplea para medir **tensiones continuas**. Después de utilizar un sistema de **rectificación**, también puede medir **tensiones alternas**.

Multímetros

► Voltímetro electromagnético.

► Este voltímetro trabaja según el principio de acción recíproca del campo electromagnético de la bobina fija en el núcleo ferromagnético, que es una parte en movimiento de este. El voltímetro electromagnético se utiliza para la medición de **tensiones alternas**.

► Debido a su construcción sencilla y, por lo tanto, a sus bajos costes de producción, es el tipo de dispositivo más utilizado, especialmente en mediciones técnicas.

Multímetros

► Voltímetro termoelectrico

► Utilizado para medir **corrientes alternas de alta frecuencia**, se basa en el efecto termoelectrico: se mide la tensión creada por un par termoelectrico sometido a la acción de la corriente cuya intensidad se desea conocer.

Multímetros

► Voltímetro electrostático

► Este instrumento es adecuado para medir la tensión electrostática (potencial) de un objeto cargado, como el potencial electrostático de un conductor, un aislante y un cuerpo humano. También puede medir el potencial del nivel de líquido y detectar el rendimiento de los productos antiestáticos.

► Ampliamente utilizado en la medición de electricidad estática en la industria petroquímica, depósito de petróleo, fuego, electrónica, defensa nacional, aeroespacial, gas natural, impresión, textil, impresión y teñido, caucho, plásticos, pulverización, medicina y otros departamentos de investigación, producción, almacenamiento y gestión de la seguridad del transporte.

Tensión de CC y de CA

► Medición de tensión

► Una de las tareas más básicas de un multímetro digital es medir la tensión. Una fuente típica de tensión de **CC** es una batería, como la utilizada en un automóvil.

► La tensión de **CA** la crea normalmente un generador. La toma de electricidad de su casa son fuentes comunes de tensión de **CA**.

► Algunos dispositivos convierten la tensión de **CA** en tensión de **CC**. Por ejemplo, los circuitos electrónicos como televisores, equipos de sonido, video y computadores que se enchufan a un toma de pared de **CA** utilizan dispositivos denominados rectificadores para convertir la tensión de **CA** en tensión de **CC**.

Tensión de CC y de CA

► Medición de tensión

► Esta tensión de **CC** es la que alimenta los circuitos electrónicos de estos dispositivos. Probar el correcto suministro de tensión es normalmente el primer paso a la hora de detectar averías en un circuito.

► Si no hay tensión, o es demasiado alta o baja, el problema de tensión debe solucionarse antes de seguir investigando.

► Las formas de onda relacionadas con las tensiones de **CA** son sinusoidales (ondas sinusoidales) o no sinusoidales (de sierra, cuadradas, rizadas en otras). Los multímetros digitales de verdadero valor eficaz muestran el valor cuadrático medio ("rms", por sus siglas en inglés) de estas formas de tensión. El valor "rms" es el valor de **CC** efectivo o equivalente de la tensión de **CA**.

Tensión de CC y de CA

► Medición de tensión

- Muchos multímetros digitales son de “**respuesta promedio**” y proporcionan lecturas del valor “**rms**” precisas si la señal de tensión de **CA** es una onda sinusoidal pura.
- Las señales que no son sinusoidales se miden de manera precisa mediante los multímetros digitales con **rms** hasta el factor de cresta específico del multímetro digital. El valor de cresta es la relación del valor de pico a rms de una señal.
- Este valor es de 1,414 en una onda sinusoidal pura, pero a menudo puede ser más para un impulso de corriente del rectificador, por ejemplo. Como resultado, un multímetro de respuesta promedio proporcionará una lectura muy inferior al valor rms real.

Tensión de CC y de CA

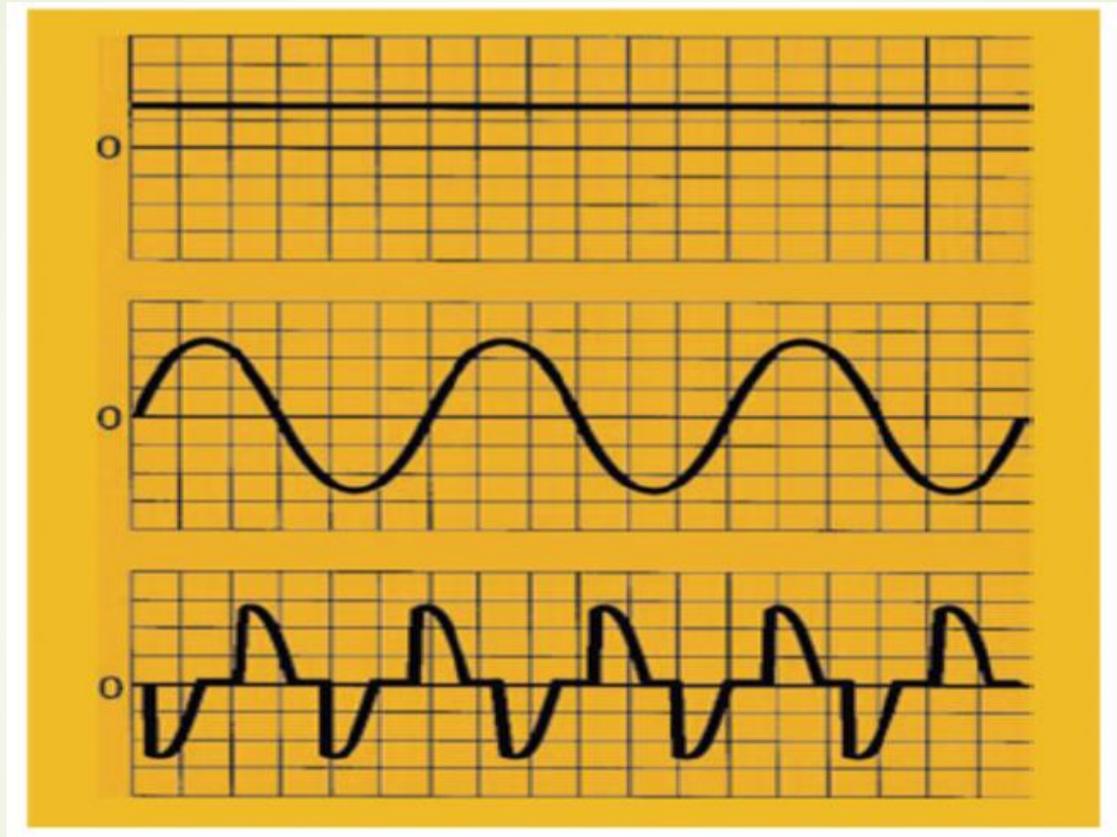
► Medición de tensión

► La capacidad de un multímetro digital para medir tensión de **CA** puede estar limitada por la frecuencia de la señal. La mayoría de los multímetros digitales miden tensiones con **CA** con frecuencia de 50 a 500 Hz

$$\bar{S} = \frac{1}{T} \int_0^T S(t) dt$$

$$S_{ef} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T S^2(t) dt}$$

Tensión de CC y de CA



Tres señales de tensión; CC, sinusoidal y señal de CA no sinusoidal

Intensidad de CC y CA

► Medición de corriente.

- Las medidas de corriente tomadas con el multímetro digital precisan que el multímetro se coloque en serie con el circuito que se va medir.
- Significa abrir el circuito y usar los conductores de prueba del multímetro digital para completar el circuito, tal que la corriente del circuito fluya a través de los circuitos del multímetro digital.
- Un método de medida de corriente indirecto en un multímetro digital es usar una sonda de corriente. Esta se fija alrededor de la parte exterior del conductor, evitando de esta manera la apertura del circuito y la conexión del multímetro digital en serie.

Intensidad de CC y CA

► Medición de corriente.

► En estas aplicaciones de corrientes altas (normalmente superiores a los 2 A), donde no es necesaria una precisión alta, una sonda de corriente es muy útil.

► Existen dos tipos básicos de sondas de corriente: transformadores de corriente, que solo se utilizan para medir la corriente de **CA** y las sondas con **efecto Hall**, que se utilizan para medir intensidades de **CA** o de **CC**.

► La salida de un transformador de corriente es normalmente de 1 mili Amper por Amper. El valor de 100 Amper se reduce a 100 mili Amper, que la mayoría de los multímetros digitales pueden medir en condiciones de seguridad. La salida de una sonda de Efecto Hall es de 1 mili Volt por Amper, CA o CC. Por ejemplo, 100 A de CA se transforman a 100 mV de CA.

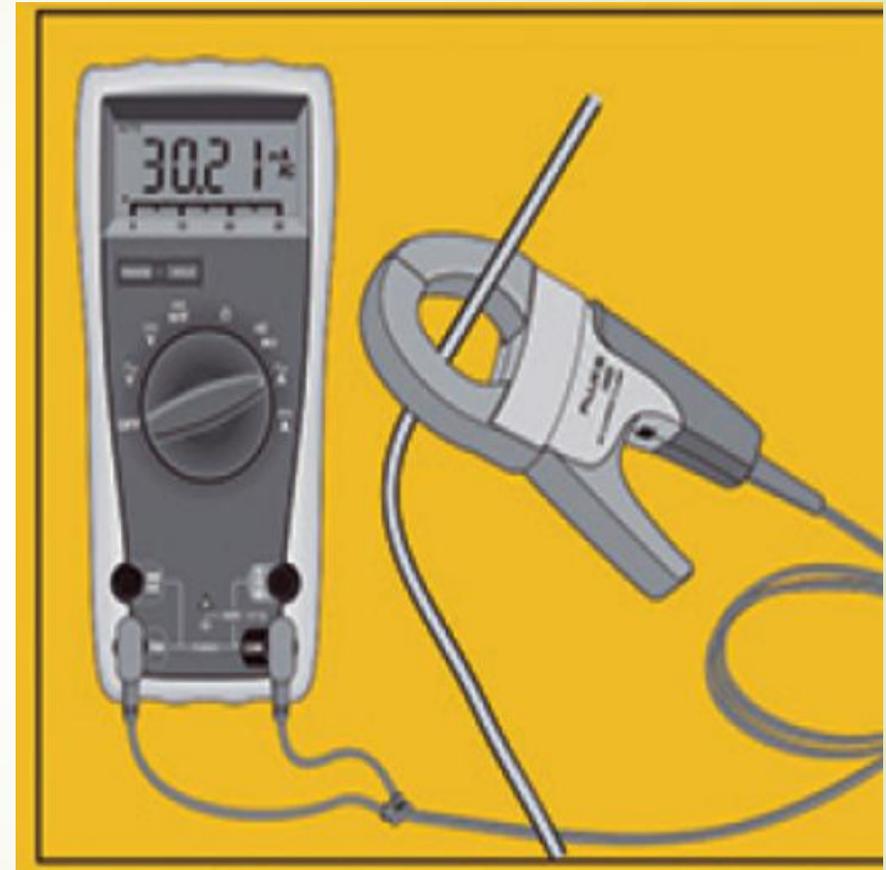
Intensidad de CC y CA

- ▶ Sonda de corriente tipo transformador.
- ▶ Reduce la corriente que está midiendo.
- ▶ El multímetro digital muestra 1 mA por cada Amper medido.



Intensidad de CC y CA

- ▶ Sonda de corriente de Efecto Hall.
- ▶ Mide con seguridad valores de CA o CC, reduciendo la corriente que esta midiendo.
- ▶ Transforma esa corriente reducida a tensión.
- ▶ El multímetro digital muestra 1 mV por Amper.





Medidor básico de inducción o medidor electromecánico

Medidor básico de inducción

Los tres componentes principales son:

- Sección de motor
- Sección de frenado
- Sección del tren de engranes

Medidor básico de Inducción

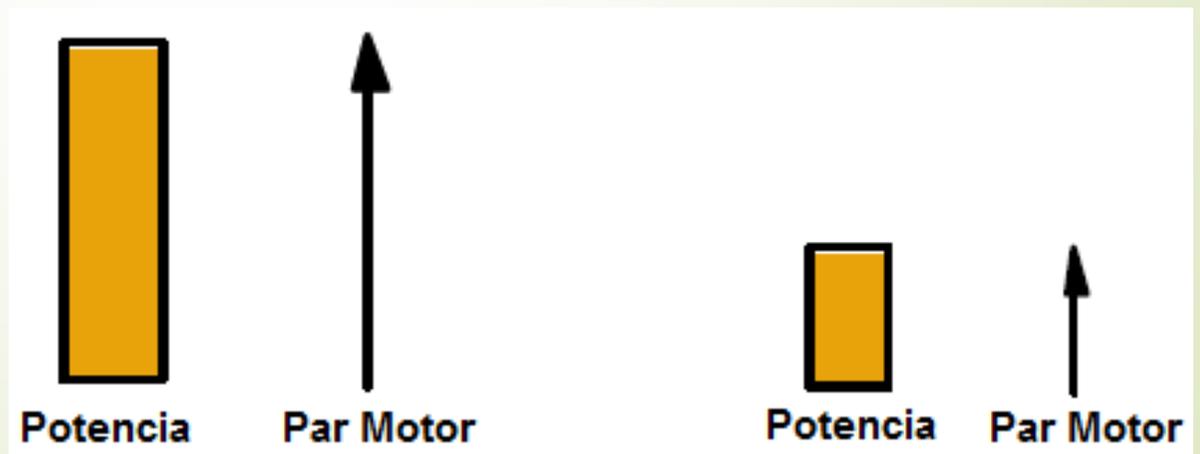
- El medidor de Watt hora funciona sobre el Principio de Inducción y es esencialmente un motor de inducción que acciona una unidad de amortiguación de corriente de Foucault.
- El estator consiste en un electroimán y el rotor es un disco de aluminio montado en un eje.
- Un imán permanente o sistema de frenado se utiliza para mantener el disco a una velocidad controlable.
- Un tren de engranajes y diales acoplados al eje del disco, registran la energía consumida.

Medidor básico de Inducción

- ▶ Sección del motor
- ▶ Como motor tipo inducción, las bobinas de potencial y de corriente pueden ser consideradas como parte del estator del motor, y el disco puede considerarse como el rotor del motor.
- ▶ El estator proporcionará el momento de torsión (par motor), sobre el cual el rotor (disco) se moverá o girará.

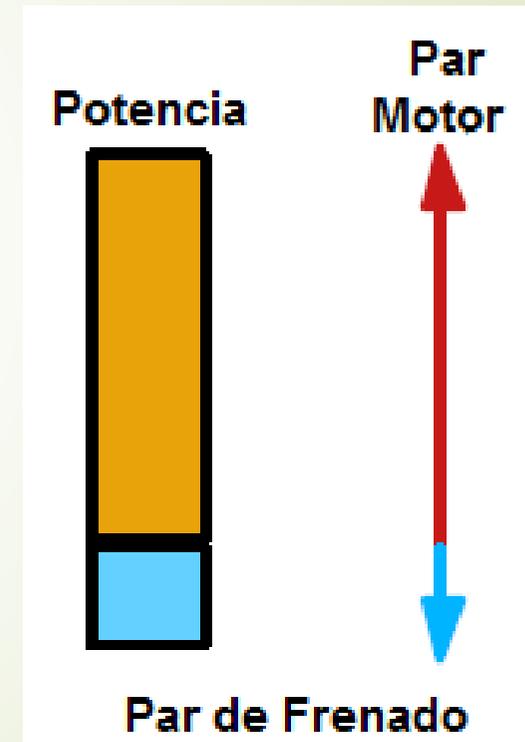
Medidor básico de Inducción

- Par motor
- El par motor (torque) aplicado al disco del medidor es proporcional a la potencia (tensión y corriente) que fluyen a través de los electroimanes.



Medidor básico de Inducción

- Sección de frenado
- Para que el par de accionamiento del motor permanezca proporcional a la potencia, el efecto de frenado o par de frenado también debe ser proporcional a la carga.





Medidor básico de Inducción

- ▶ Constante del Disco (Kh)
- ▶ La constante del disco (Kh) representa los Watt hora de energía requerida para hacer girar el disco una revolución.
- ▶ La constante del medidor de Watt hora (constante del disco), depende del diseño fundamental del medidor.

Medidor básico de Inducción

Constante del Disco (Kh)

$$Kh = \frac{\text{Potencia} \times \text{Tiempo}}{\text{Velocidad}} = \frac{\text{Watt hora}}{\text{Revoluciones}}$$

Medidor básico de Inducción

- Tren de engranajes (Registros)
- La función del tren de engranajes es **contar** y totalizar el número de revoluciones del disco en términos de unidades de energía (kilo Watt).

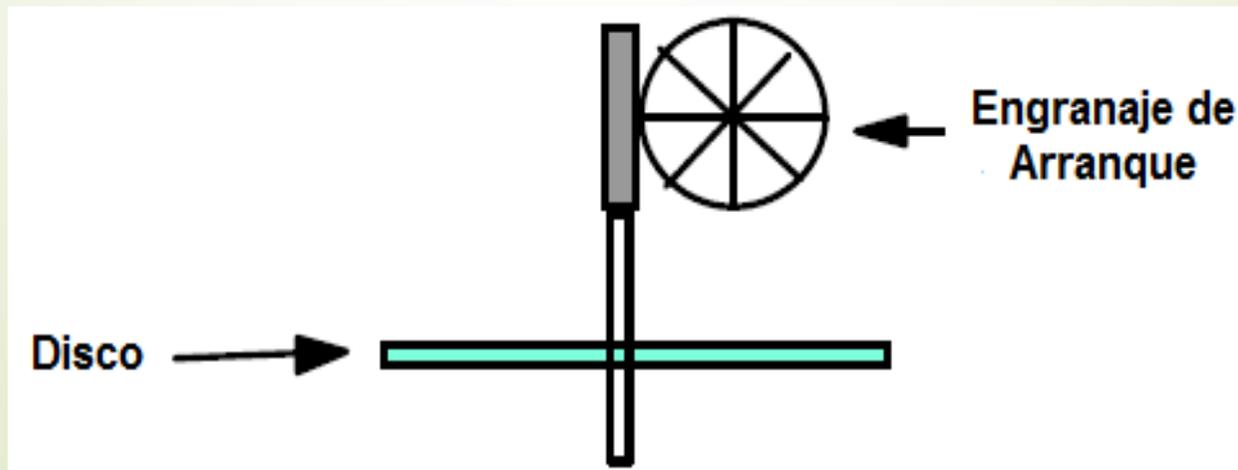
➤ Fórmula:

$$\text{Revoluciones} = \frac{\text{Energía}}{Kh}$$

Medidor básico de Inducción

► Tren de engranajes (Registros)

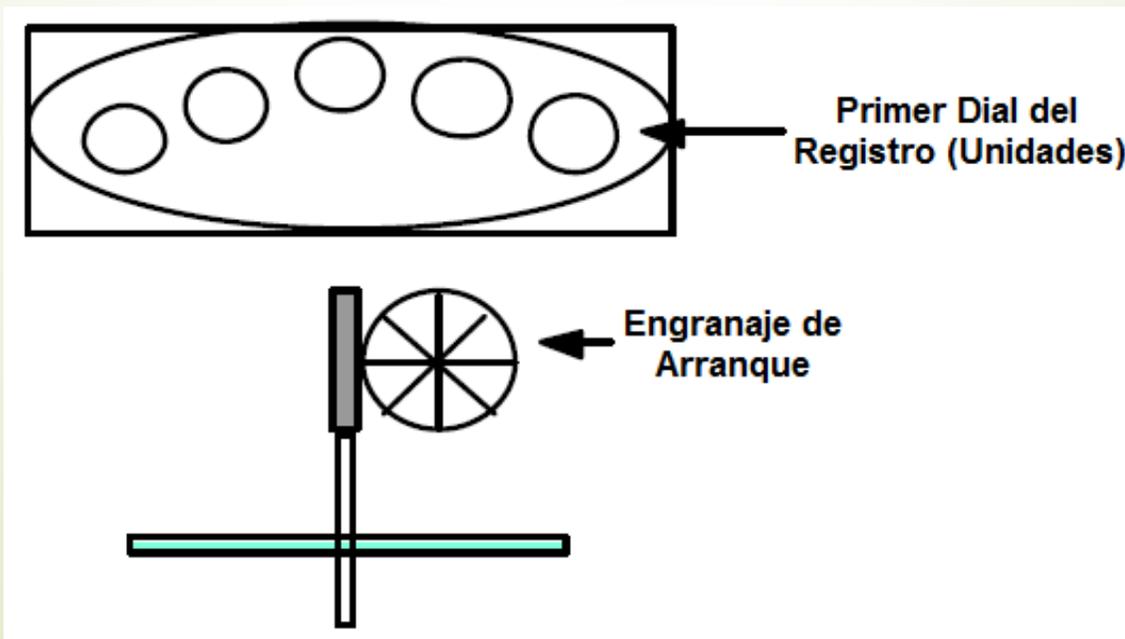
► *Relación de eje* =
$$\frac{\text{Número de revoluciones del disco}}{\text{Una revolución del engranaje de arranque}}$$



Medidor básico de Inducción

► Tren de engranajes (Registros)

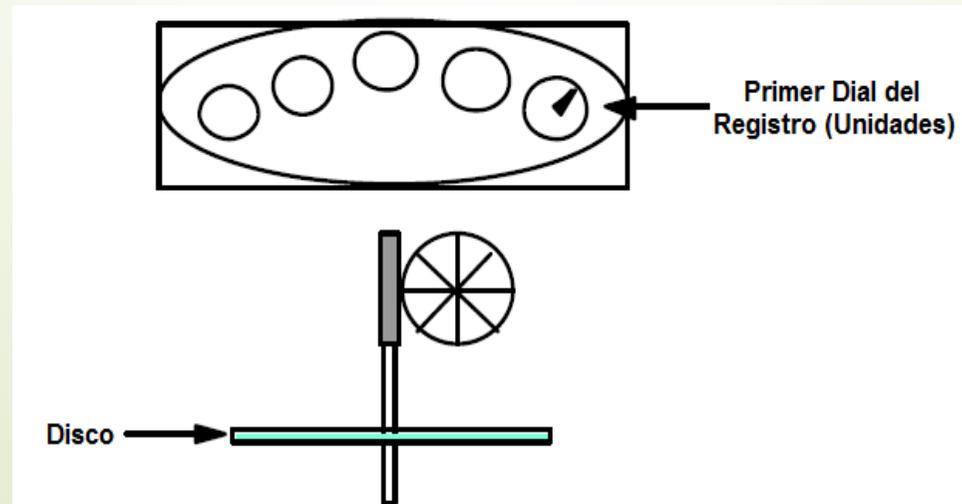
► *Relación de registro* =
$$\frac{\text{Número de revoluciones del engranaje de arranque}}{\text{Una revolución del primer dial del registro}}$$



Medidor básico de Inducción

► Tren de engranajes (Registros)

► *Relación de engranajes* = $\frac{\text{Número de revoluciones del disco}}{\text{Una revolución del primer dial del registro}}$



Medidor básico de Inducción

- Ajustes y compensación
- Los medidores de inducción que registran watt hora, deben tener la capacidad de poder hacer ajustes en la velocidad del disco para medir correctamente la energía consumida.

Medidor electrónico

- Desde finales de los años 70, se han presentado grandes desarrollos en las tecnologías electrónicas.
- Eso ha facilitado que se replique y se mejore el Principio de Medición por Inducción.

Medidor electrónico

- ▶ El primer paso en el proceso de mejora del medidor electromecánico, fue el desarrollo del medidor híbrido antes de llegar a la construcción de un medidor totalmente electrónico.
- ▶ Esto fue conocido como etapa de transición.

Medidor electrónico

- Medidor híbrido
- Un medidor híbrido es un dispositivo que utiliza los dos tipos de tecnología, la mecánica y la electrónica.
- El componente mecánico por lo general consiste en un medidor de inducción utilizando siempre el disco y el componente electrónico consiste en un registro basado en la utilización de un microprocesador.



Medidor electrónico

- ▶ Medidor de estado sólido
- ▶ Un medidor de estado sólido, es un dispositivo que utiliza solo un tipo de tecnología: electrónica.
- ▶ El dispositivo está basado completamente en el uso de un microprocesador, sin disco como en el medidor de inducción.



Medidor electrónico

Capacidad de medición

Un solo medidor electrónico es capaz de medir una variedad de funciones para facturación tales como:

- Watts/Watts-hora
- VA/VA-hora
- VAR/VAR-hora
- Amper-hora al cuadrado
- Volt-hora al cuadrado
- Compensación por pérdidas en transformadores y líneas de distribución.

Medidor electrónico

Capacidad de medición

La sección del registro de la demanda del medidor se puede programar para medir:

- Valores promedio o intervalos de bloques.
- Promedio deslizando o intervalos de bloques deslizantes.
- De forma exponencial (o emulación térmica).



Medidor electrónico

Capacidad de medición

Los intervalos o sub intervalos de demanda pueden ser programados a diferentes valores de tiempo tales como:

- Intervalo de 60 minutos, con sub intervalos de 15 minutos,
- Intervalo de 15 minutos, con sub intervalos de 5 minutos.

La función de VA se puede programar para ser medida de forma:

 **Medidor electrónico**

Capacidad de medición

➤ Aritmética,

➤ Fasorial (vector)

Medidor electrónico

Características y funcionalidad

Los medidores electrónicos poseen muchas características y funciones diferentes, que pueden ser utilizadas en diversas aplicaciones:

- facturación
- monitoreo de la carga
- comunicación y eficiencia,

Con base en su capacidad de cómputo y almacenamiento de los datos y registros.

Medidor electrónico

Características y funcionalidad

- ▶ Capacidad de registro de memoria masiva.
- ▶ Salidas de pulsos (KYZ) para control analógico.
- ▶ Perfil de carga.
- ▶ Tiempo de uso horario.
- ▶ Intervalo de datos o “Time Stamping”.
- ▶ Puertos de comunicación digitales (ópticos/módems).



Medidor electrónico

Características y funcionalidad

- ▶ Lectura automática del medidor (AMR).
- ▶ Medición prepago.
- ▶ Compensación de pérdidas.
- ▶ Bidireccional.
- ▶ Medición en los 4 cuadrantes.



Medidor electrónico

Modos de operación

Los medidores electrónicos suelen contar con tres modos de operación:

- Modo normal (principal)
- Modo alterno
- Modo de prueba

Medidor electrónico

Modos de operación

- Modo normal
- Modo predeterminado por el fabricante para su funcionamiento mientras está en servicio.
- Normalmente, este modo se utiliza para mostrar y registrar las principales cantidades de facturación, como:
 - KWh,
 - KW máximo,
 - KVA máximo.

Medidor electrónico

Modos de operación

- ▶ Modo alterno
- ▶ Se utiliza para mostrar cantidades que no se visualizan (necesitan) regularmente, como factor de potencia, valores de tensión y corriente entre otros.
- ▶ Típicamente se accede a través de un interruptor magnético de lectura.
- ▶ Después del acceso a dicho modo, el medidor vuelve automáticamente al modo normal.

Medidor electrónico

Modos de operación

- Modo de prueba
- El propósito de este modo es proporcionar un medio de comunicación conveniente con el medidor para la verificación de la exactitud del mismo, ya que permite la comprobación de los registros sin alterar los datos de facturación.
- En el modo de prueba, el intervalo de demanda se reduce a tres minutos, con el fin de facilitar las pruebas aceleradas.

Medidor electrónico

Componentes

Un medidor de electricidad, ya sea del tipo electromecánico, híbrido o totalmente electrónico, siempre se puede dividir en cuatro componentes elementales.

- Sensores
- Multiplicadores
- Conversión numérica
- Registros



Medidor electrónico

Componentes

- Sensores
- Proporciona una interfaz entre la tensión y la corriente de entrada con el circuito de medición.



Medidor electrónico

Componentes

- Conversión numérica
- Proceso de transformación de la salida de la etapa multiplicadora en una forma que puede ser procesada por el registro.



Medidor electrónico

Componentes

- Registro

- Son los dispositivos que almacenan y muestran las cantidades medidas.

Medidor electrónico

Componentes

Por supuesto, un medidor electrónico es un poco más complicado, también tienen componentes tales como:

- Multiplexores
- Convertidores análogo/digital
- Microprocesadores
- Pantalla y Registros
- Puertos de comunicación de entrada y salida
- Leds
- Relojes





Medidor electrónico

Métodos de medición

► Se han introducido en la industria cuatro formas básicas de medición electrónica:

► **Multiplicación por división de tiempo (TDM).**

► **Efecto Hall**

► **Transconductancia**

► **Muestreo digital**

Medidor electrónico

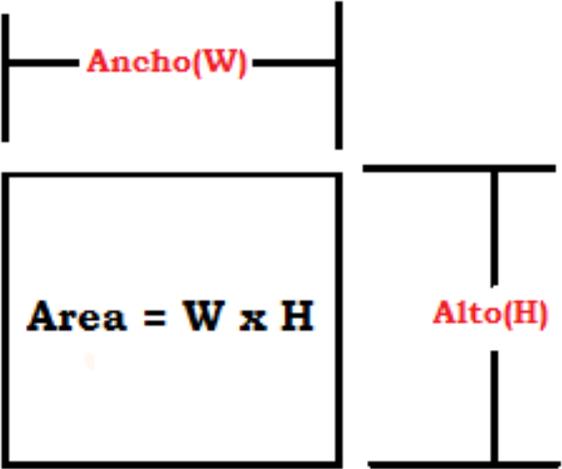
Métodos de medición

- **Multiplicación por división del tiempo (TDM):**
- Forma de medición bien establecida en la medición electrónica.
- Basado en la multiplicación analógica de las formas de onda instantánea de la tensión y la corriente para obtener la potencia, lo cual se emite como una serie de pulsos.

Medidor electrónico

Métodos de medición

Multiplicación por división del tiempo (TDM):

Parámetro físico	Parámetro eléctrico	
Ancho (W)	Tensión (E)	
Alto (H)	Corriente (I)	
Area	Potencia: E x I	

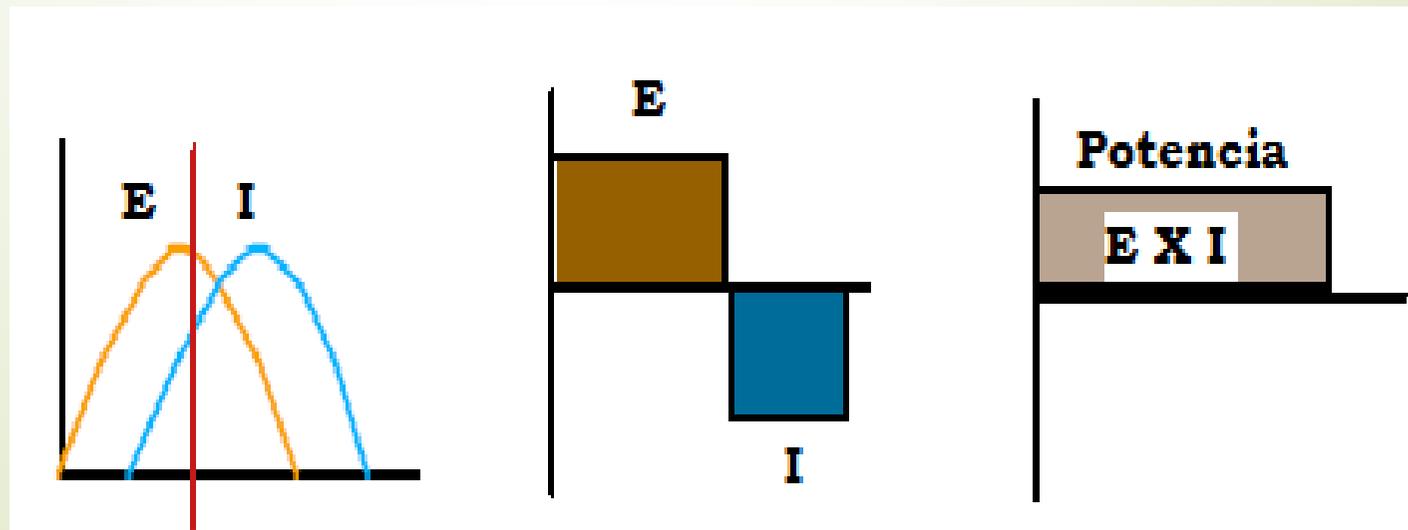
Medidor electrónico

Métodos de medición

► TDM

La señal resultante es proporcional a la amplitud de la corriente instantánea y su duración es proporcional a la tensión instantánea.

El valor medio de la forma de onda es igual a la potencia instantánea.



Medidor electrónico

Métodos de medición

TDM

- Buena relación costo/exactitud.
- Excelente linealidad y fiabilidad.
- Rendimiento limitado bajo distorsión de las señales.
- Medición directa limitada a Watt/VAR.
- Necesita calibración.



Medidor electrónico

Métodos de medición

Efecto Hall

- El efecto Hall se basa en principios físicos bien conocidos.
- Si un material conductor está bajo la acción de un campo magnético, una tensión proporcional al producto de la corriente y la intensidad del campo magnético se desarrolla a través del material.

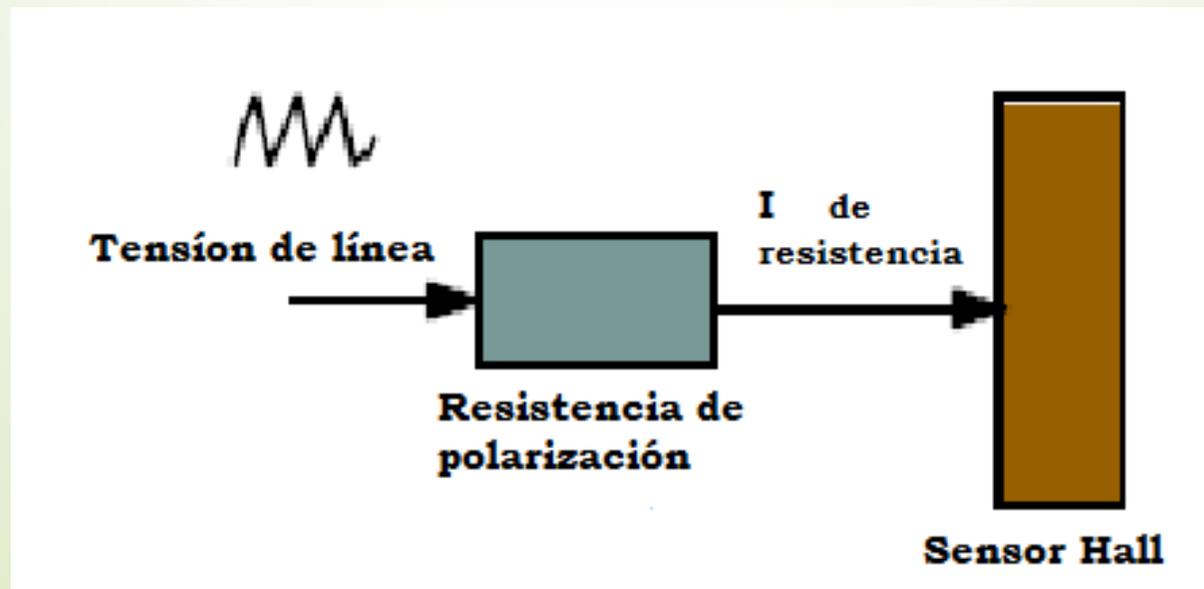


Medidor electrónico

Métodos de medición

Efecto Hall

- Una resistencia colocada en serie con la tensión de línea, crea una corriente que se aplica a la celda Hall.

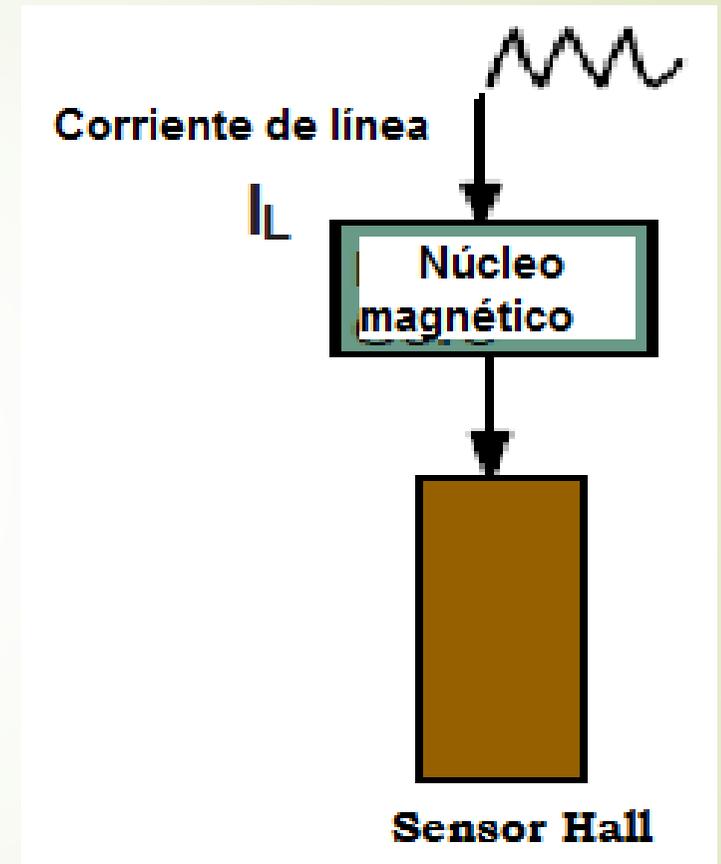


Medidor electrónico

Métodos de medición

➤ Efecto Hall

➤ La corriente de línea se utiliza para crear un campo magnético que fluye a través de la celda de Hall en ángulo recto.



Medidor electrónico

Métodos de medición

Efecto Hall

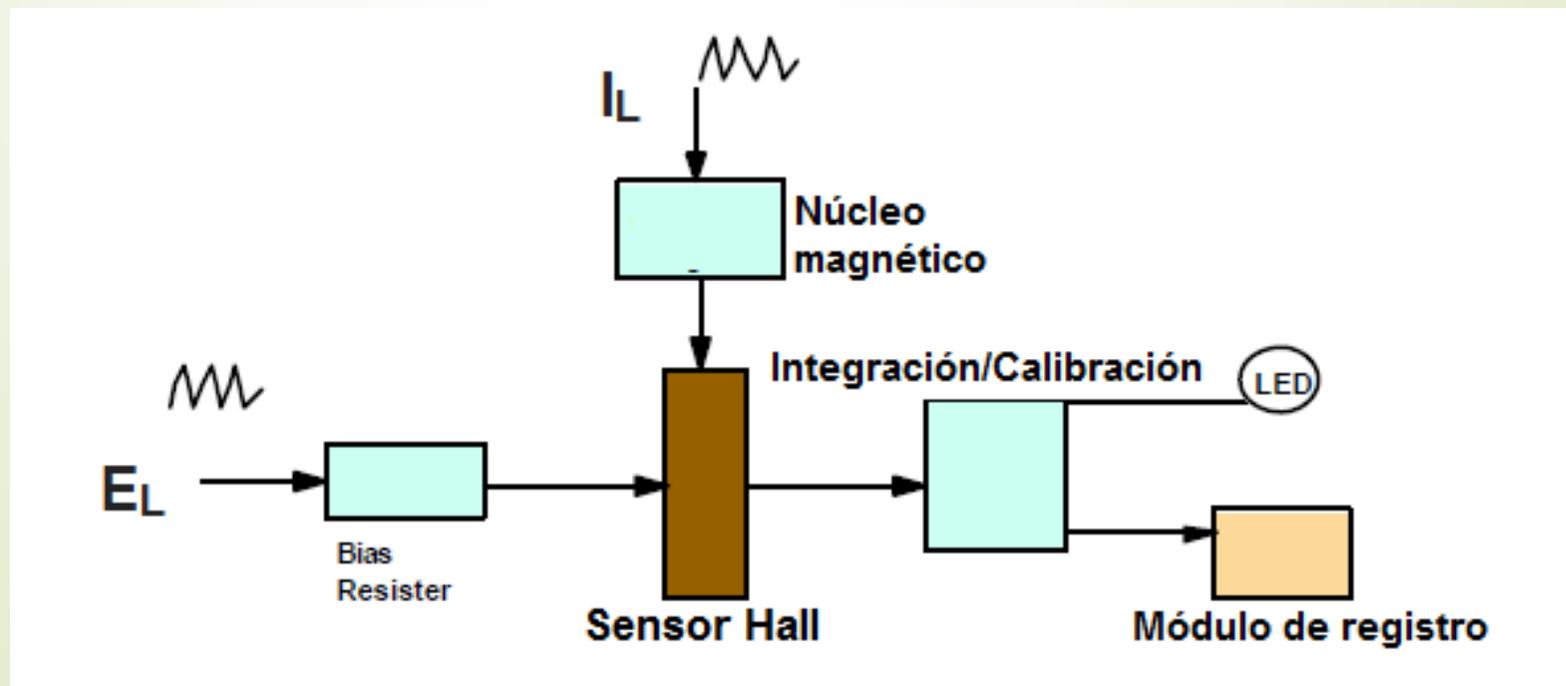
La tensión de Hall originada será el producto de la tensión de línea y la corriente de línea, por lo tanto proporcional a la energía de línea instantánea.



Medidor electrónico

Métodos de medición

Efecto Hall





Medidor electrónico

Métodos de medición

Efecto Hall

- Tecnología muy rentable.
- Puede medir Watt/ VAR pero no VA.
- Excelente respuesta para el contenido armónico.
- Susceptible a cambios grandes de temperatura.
- Menor linealidad que la tecnología TDM.

Medidor electrónico

Métodos de medición

Transconductancia

- La transconductancia es otra forma de medición que incorpora ambas tecnologías; la tecnología **TDM** y la de efecto **Hall**.
- Realiza la multiplicación analógica de la tensión de línea y la corriente, para producir una señal de tensión proporcional a la potencia de línea, mediante el uso de transistores.



Medidor electrónico

Métodos de medición

Transconductancia

- ▶ La corriente secundaria de los transformadores de los medidores, se convierte en una tensión y se aplica a través de la base de los transistores.
- ▶ La tensión de línea se aplica entre los colectores y los emisores de los transistores.

Medidor electrónico

Métodos de medición

Transconductancia

- Se crea una diferencia de potencial entre las dos patillas del colector.
- Esta tensión, es producto de la tensión de línea y la corriente de línea.
- Por tanto, proporcional a la potencia de línea.



Medidor electrónico

Métodos de medición

Transconductancia

- Excelente relación entre costo-exactitud.
- Requiere un amplificador de 4 cuadrantes para un rendimiento superior bajo variaciones del factor de potencia y distorsión armónica.



Medidor electrónico

Métodos de medición

Muestreo digital

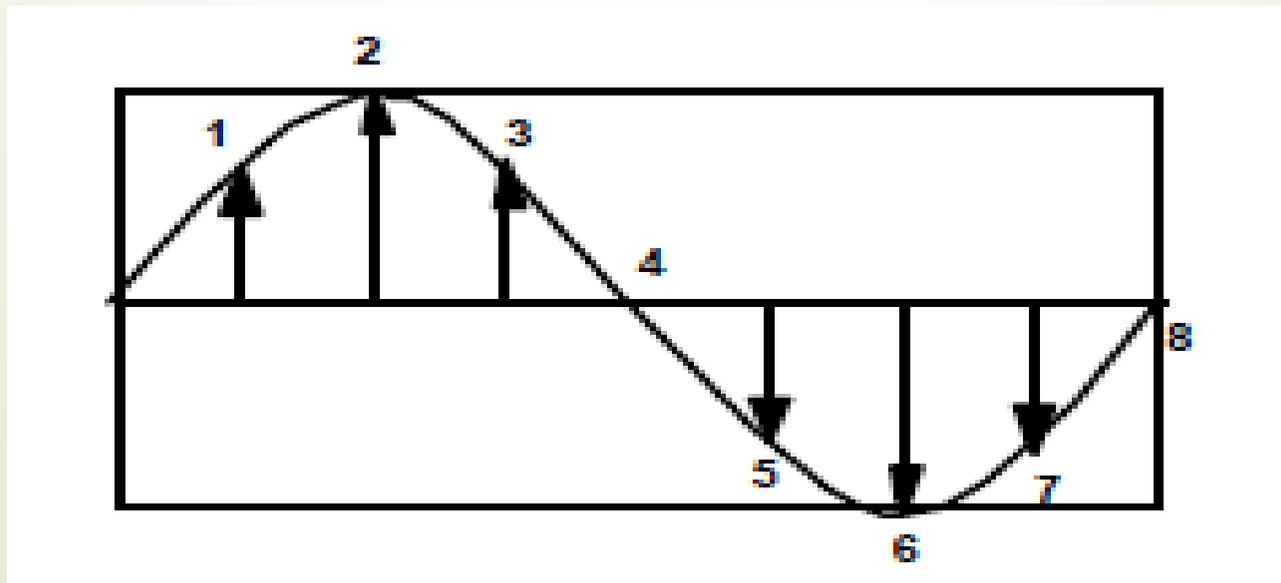
- ▶ El muestreo digital es la única tecnología que no utiliza valores analógicos de tensión y corriente.
- ▶ En este proceso, los valores analógicos de tensión y corriente se convierten en datos digitales, antes de que se produzca cualquier multiplicación.

Medidor electrónico

Métodos de medición

Muestreo digital

Proceso de muestreo: en el siguiente ejemplo, se toman 8 muestras por ciclo.

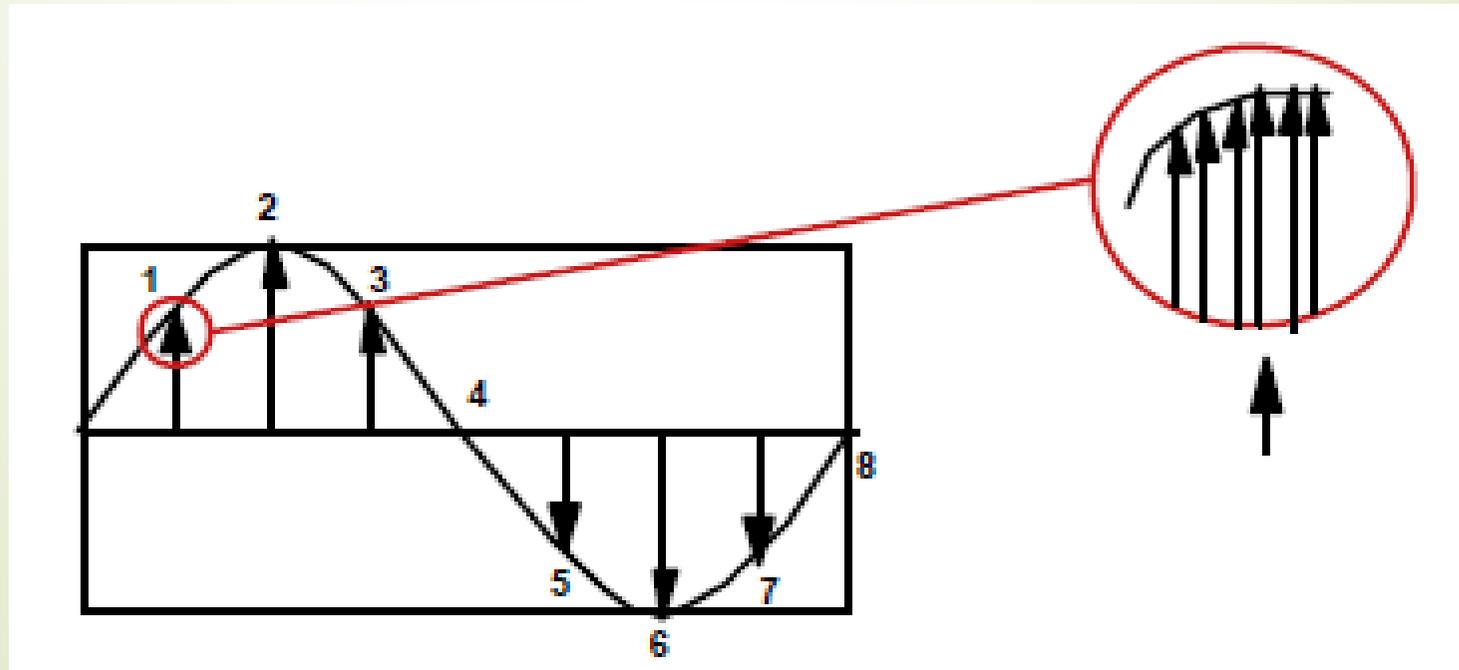


Medidor electrónico

Métodos de medición

Muestreo digital

Cada grupo incluye una muestra de tensión y corriente en cada una de las tres fases.

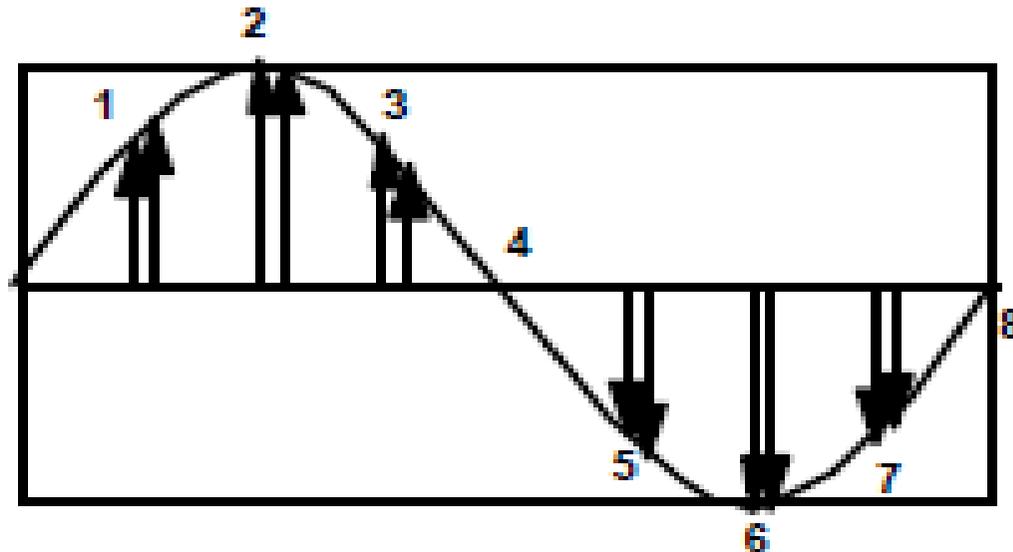


Medidor electrónico

Métodos de medición

Muestreo digital

Dos ciclos consecutivos tienen muestras que están separadas en 34 micro segundos de distancia, esto se llama migración de la muestra y asegura que cada grupo de muestras no se toma en un punto idéntico durante el ciclo de la señal.

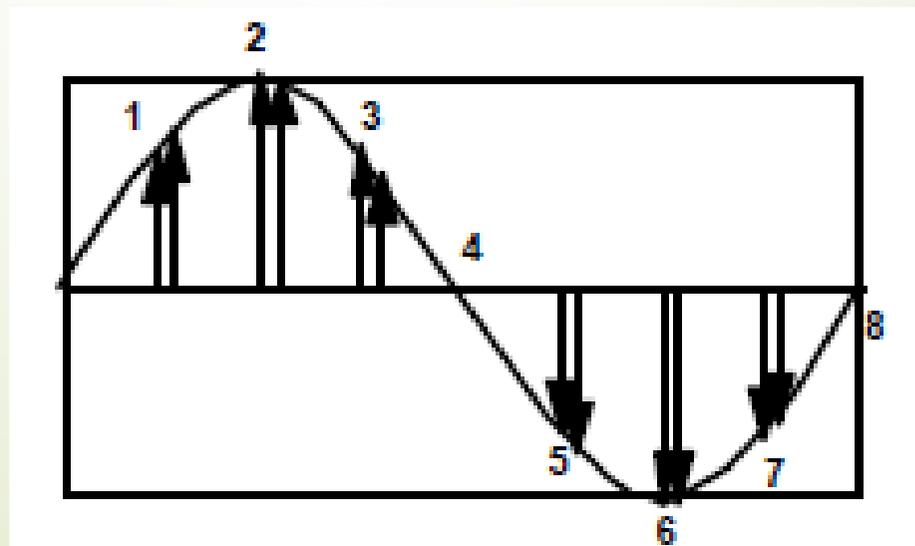


Medidor electrónico

Métodos de medición

Muestreo digital

- Después de 60 ciclos el microcontrolador tiene una “imagen” completa de la forma de onda. La tasa de muestreo es 8 veces 60 ciclos = 480, más 1 debido a la migración de la muestra.
- (401 muestras para una frecuencia de 50 Hz)

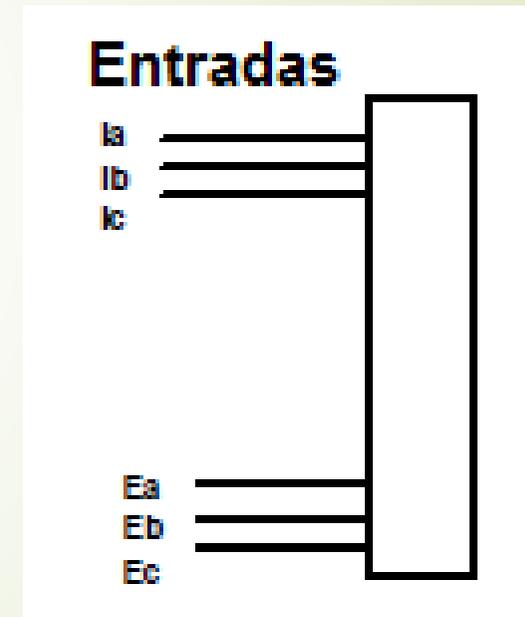


Medidor electrónico

Métodos de medición

► Muestreo digital/Teoría de operación

► Los transformadores detectan las señales de entrada de la tensión y la corriente.

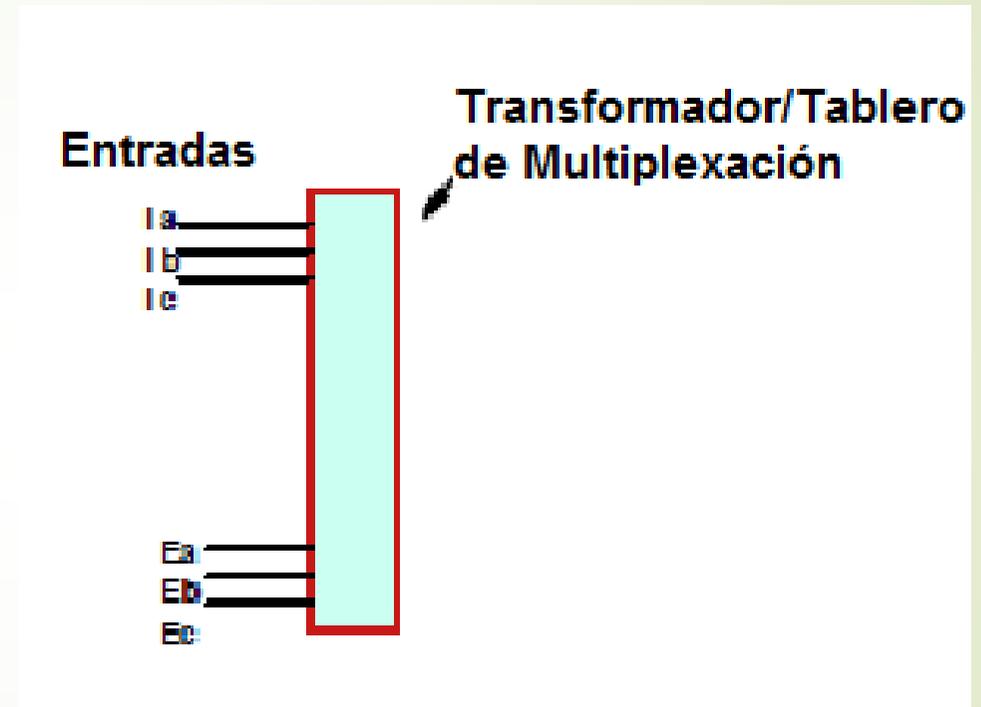


Medidor electrónico

Métodos de medición

➤ **Muestreo digital/Teoría de operación**

➤ Un multiplexor realiza sondeos de forma secuencial de las diferentes cantidades que se miden.



Medidor electrónico

Métodos de medición

- **Muestreo digital/Teoría de operación**
- Estas cantidades son alimentadas al circuito de medición, muestreadas y convertidas en señales digitales que representan la tensión y la corriente.

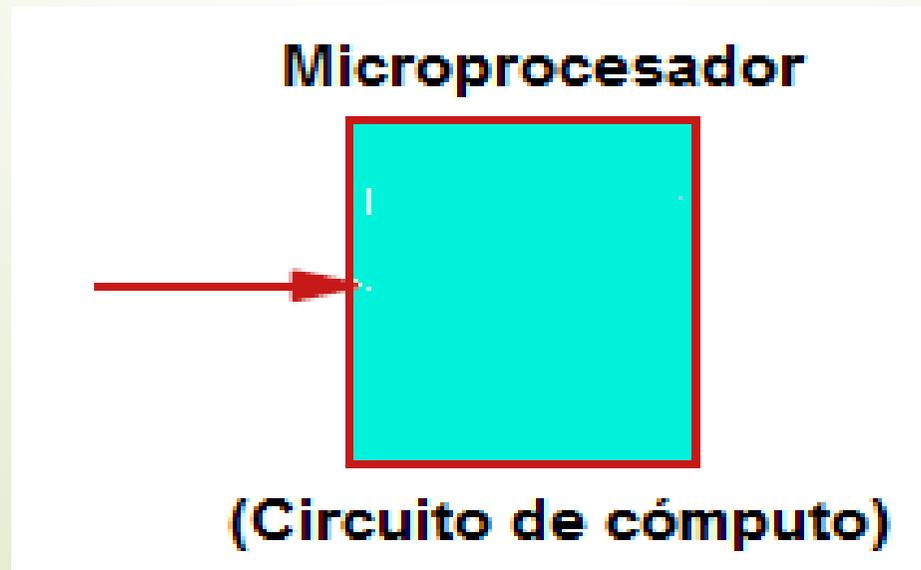


Medidor electrónico

Métodos de medición

► Muestreo digital/Teoría de operación

► Estos impulsos son procesados por el microprocesador del circuito de cómputo para obtener las cantidades calculadas.

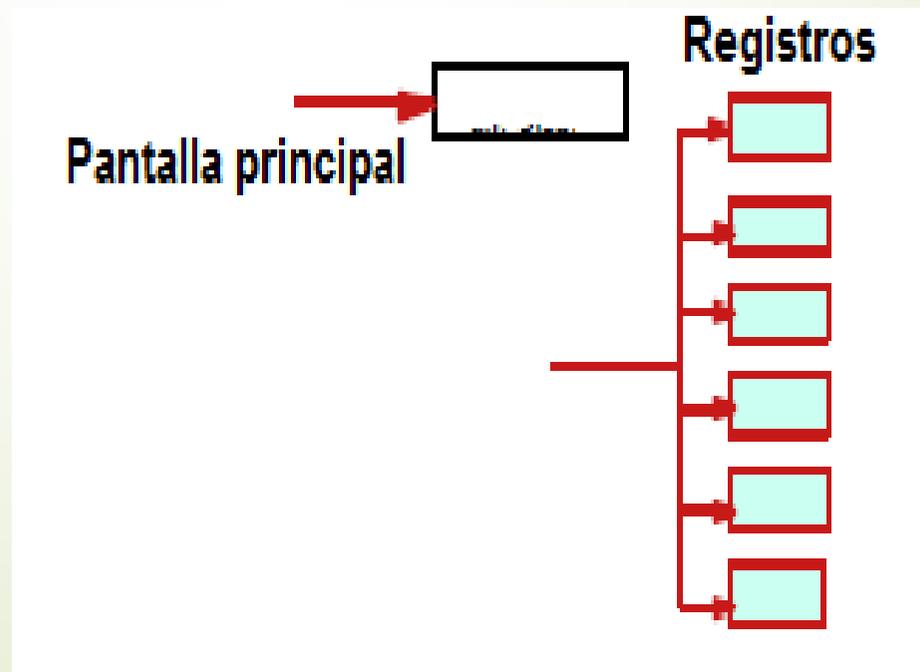


Medidor electrónico

Métodos de medición

► Muestreo digital/Teoría de operación

► Las cantidades calculadas pueden ahora visualizarse en la pantalla principal o almacenarse en los registros internos del medidor.

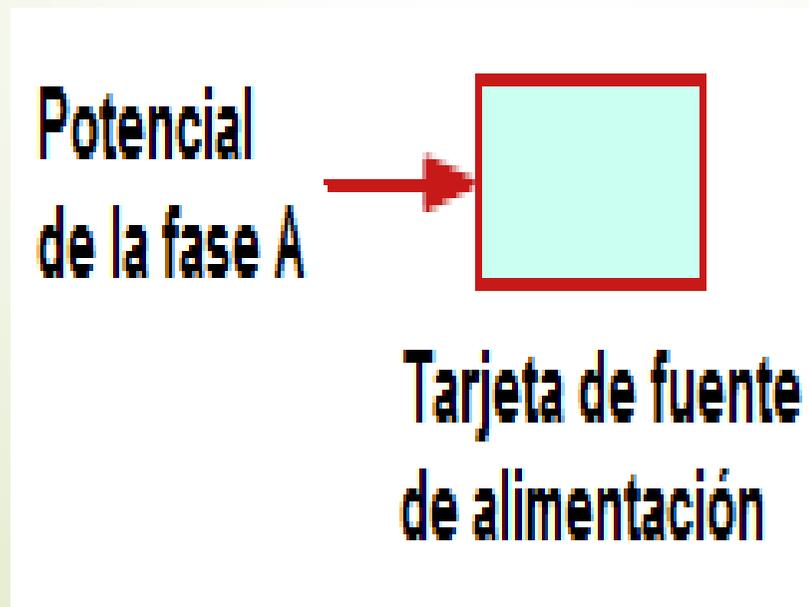


Medidor electrónico

Métodos de medición

► Muestreo digital/Teoría de operación

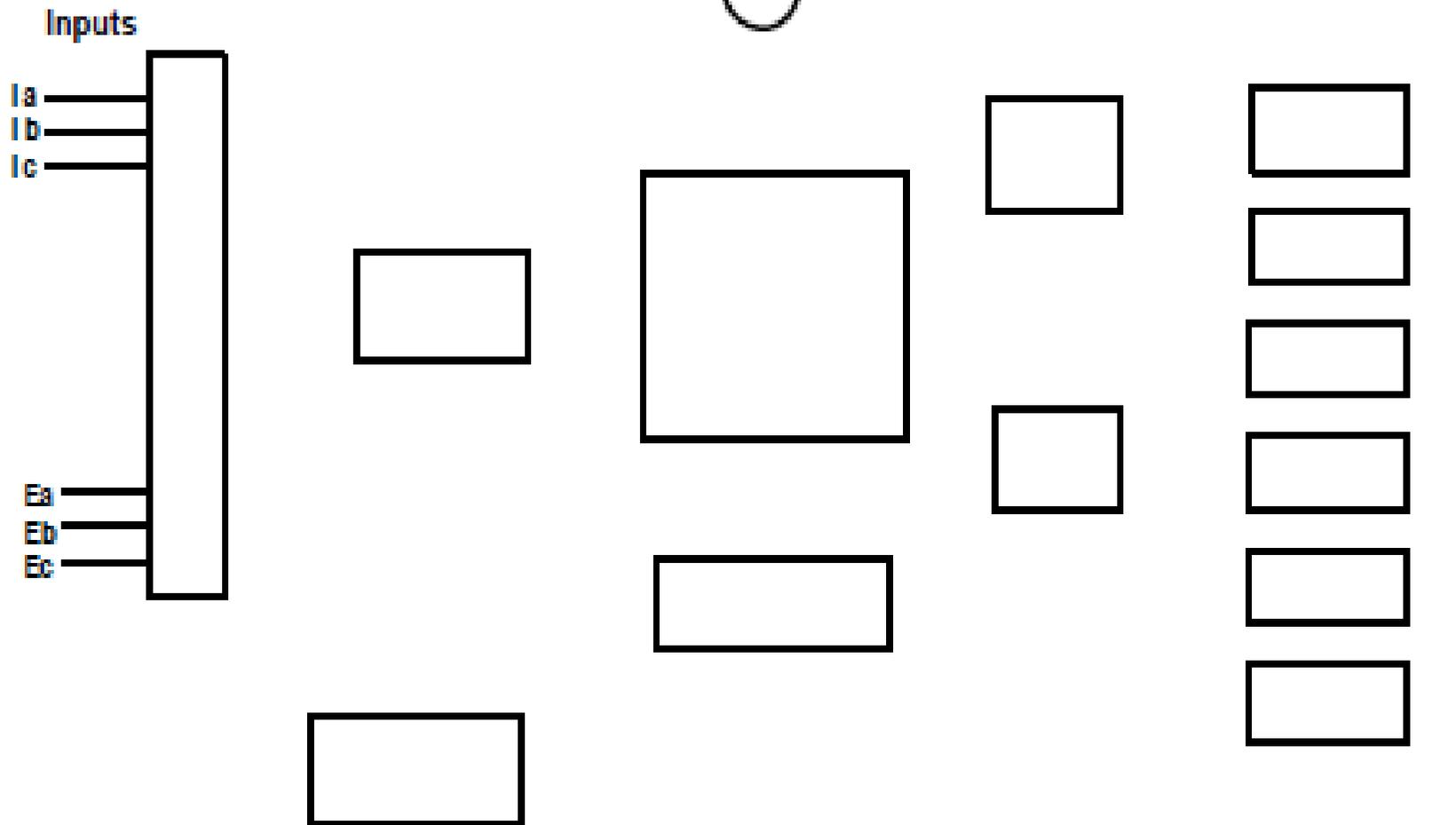
► Para energizar la parte electrónica del medidor se toma la señal del circuito de potencial de la fase A.



Medidor electrónico

Métodos de medición

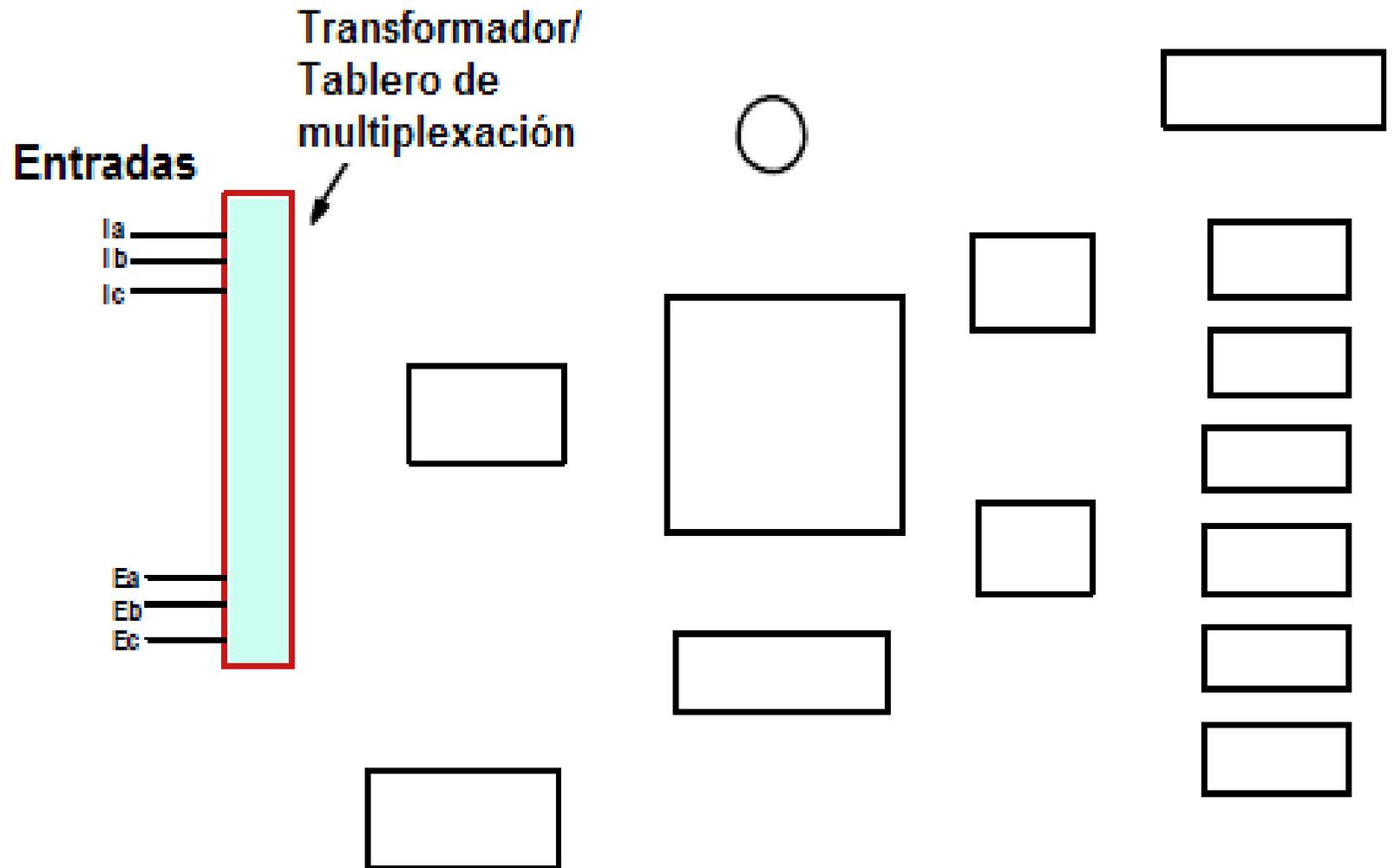
Diagrama de block típico



Medidor electrónico

Métodos de medición

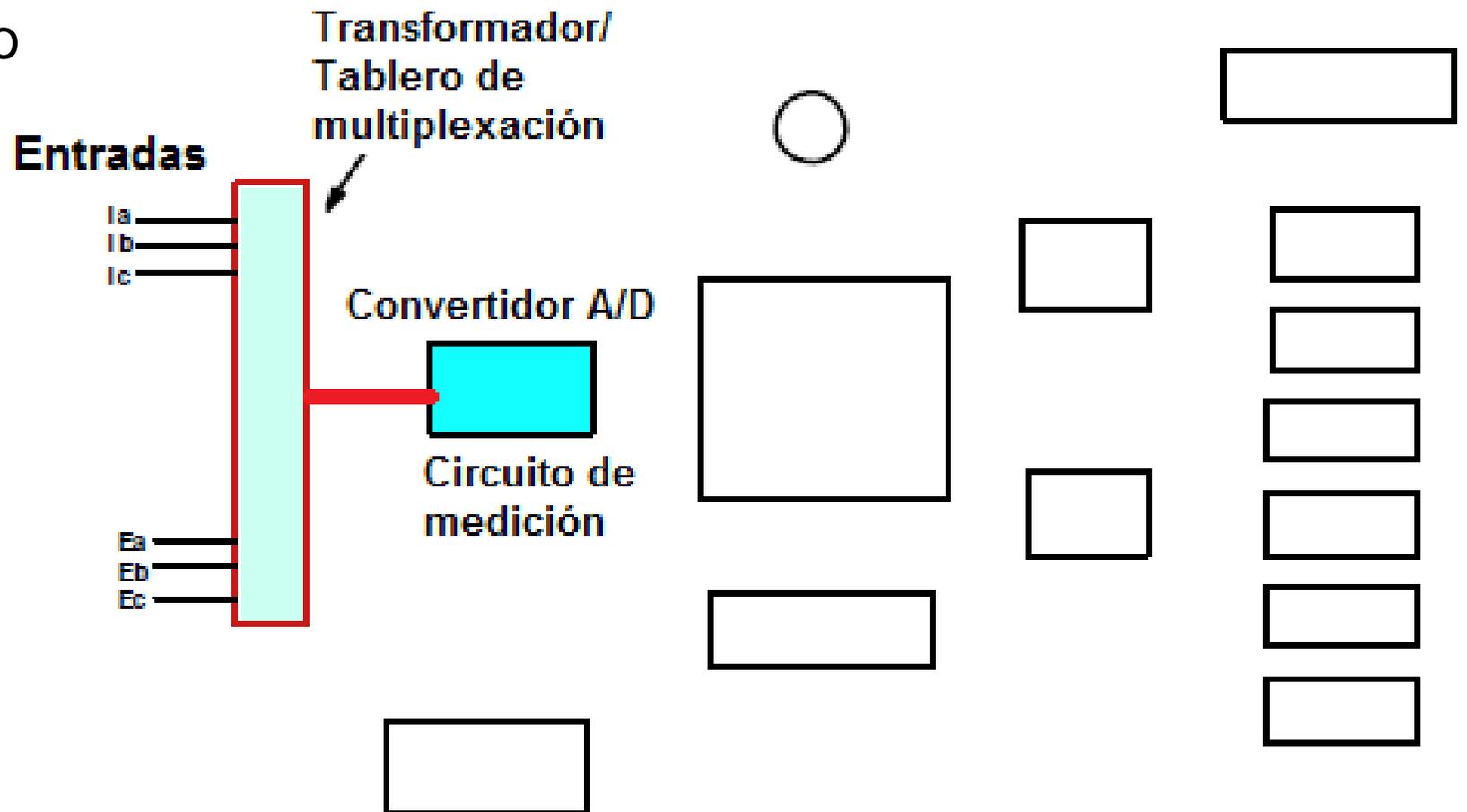
Diagrama de block típico



Medidor electrónico

Métodos de medición

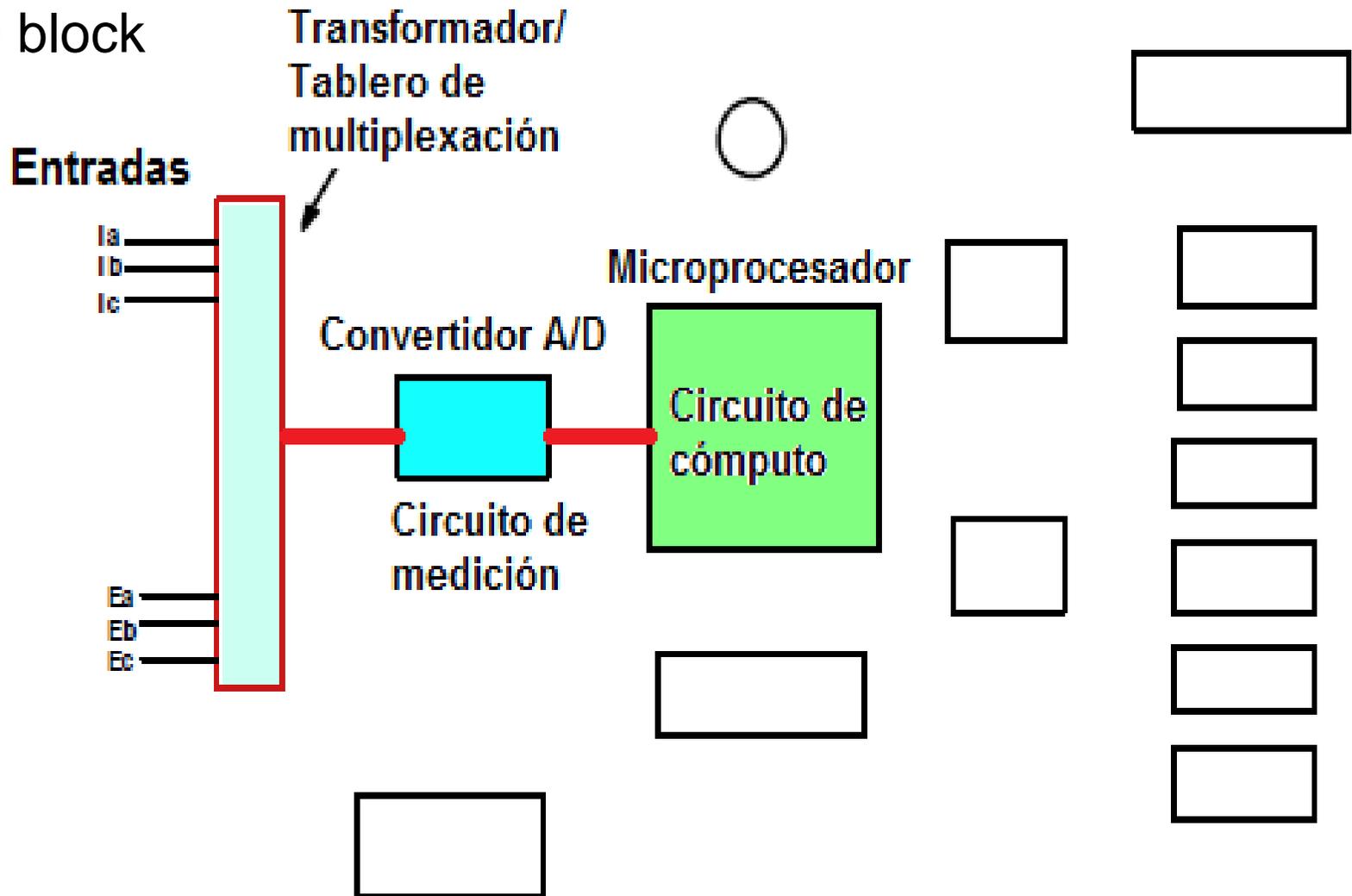
Diagrama de block típico



Medidor electrónico

Métodos de medición

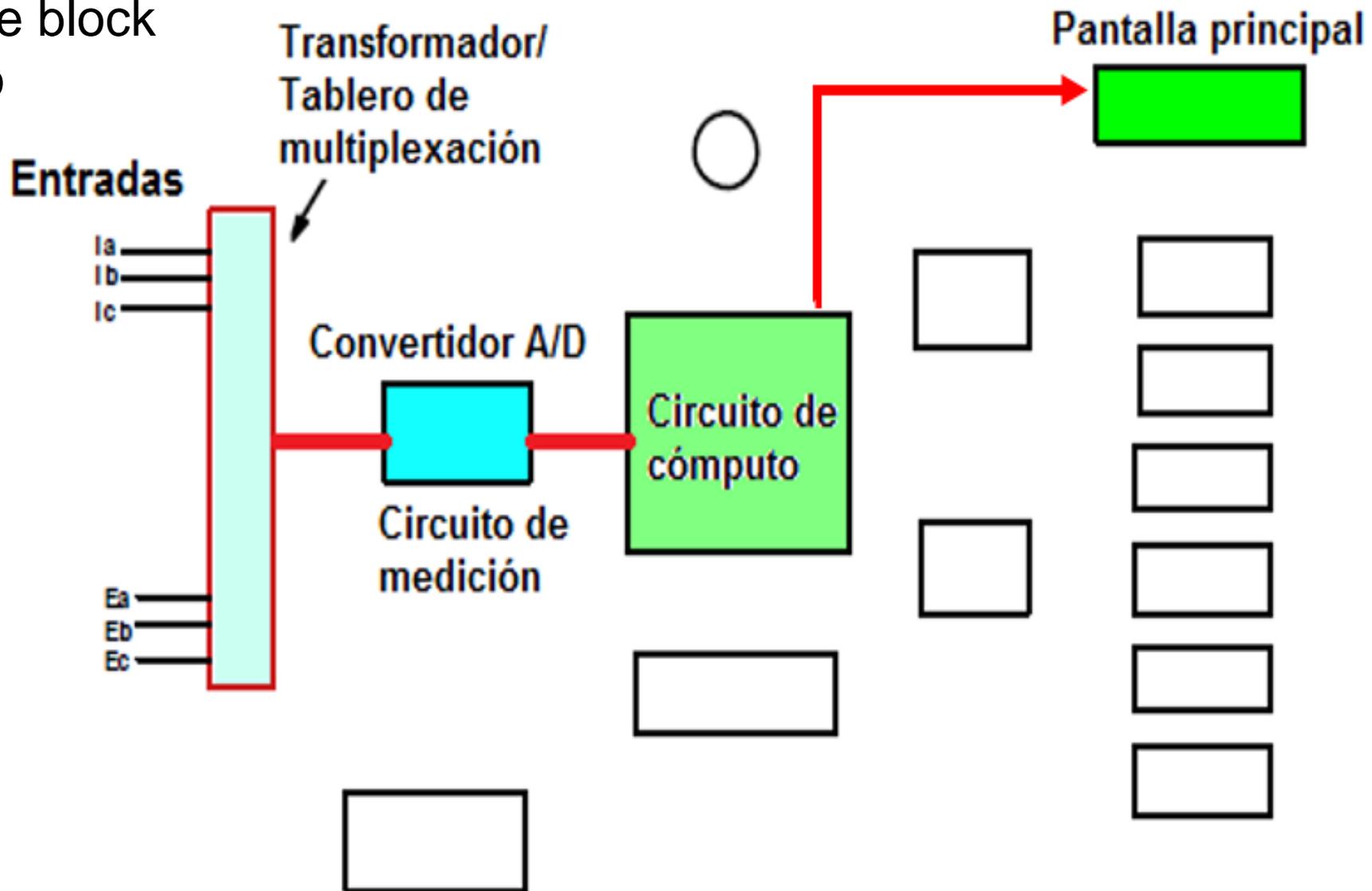
Diagrama de block típico



Medidor electrónico

Métodos de medición

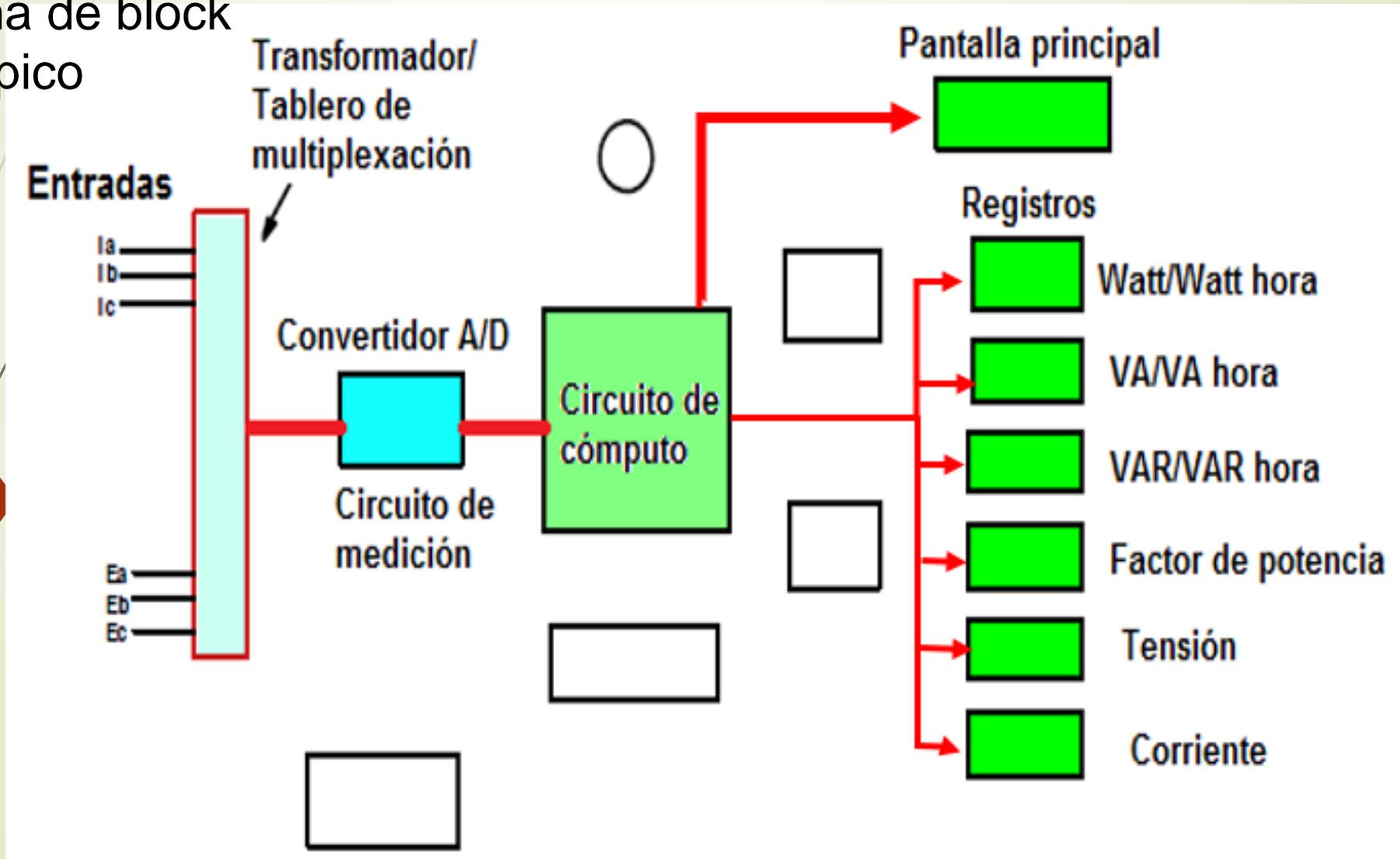
Diagrama de block típico



Medidor electrónico

Métodos de medición

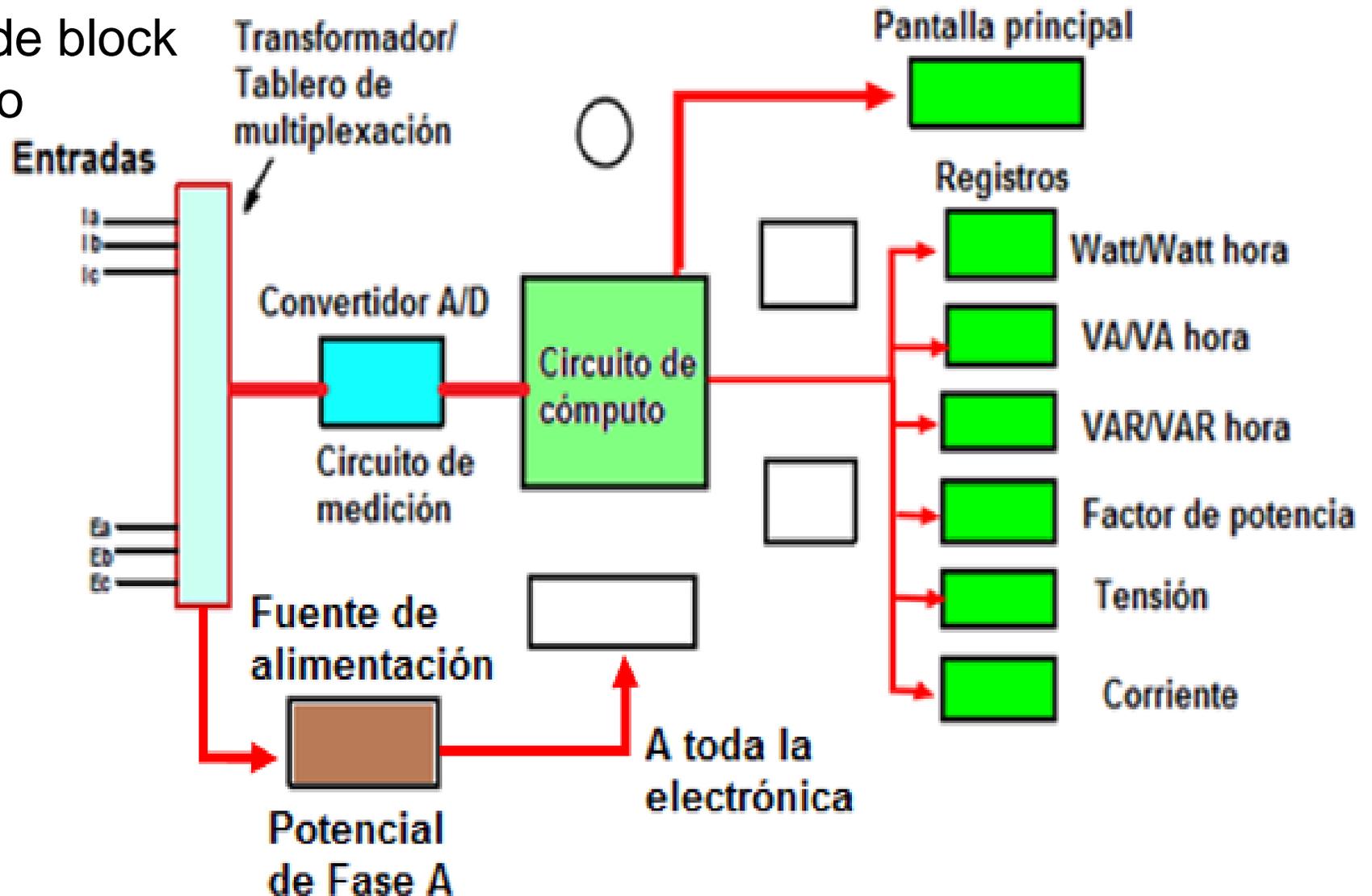
Diagrama de block típico



Medidor electrónico

Métodos de medición

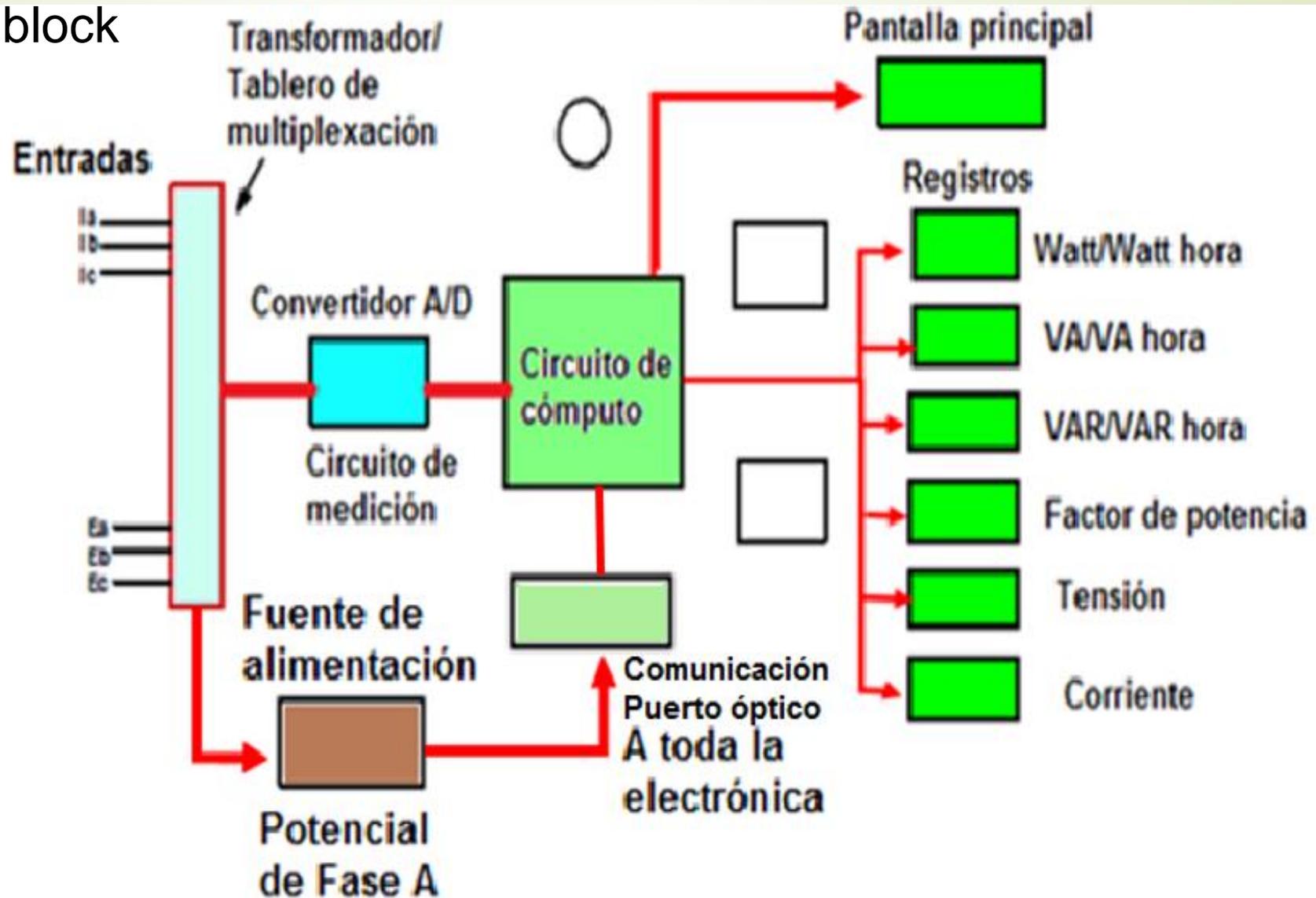
Diagrama de block
típico



Medidor electrónico

Métodos de medición

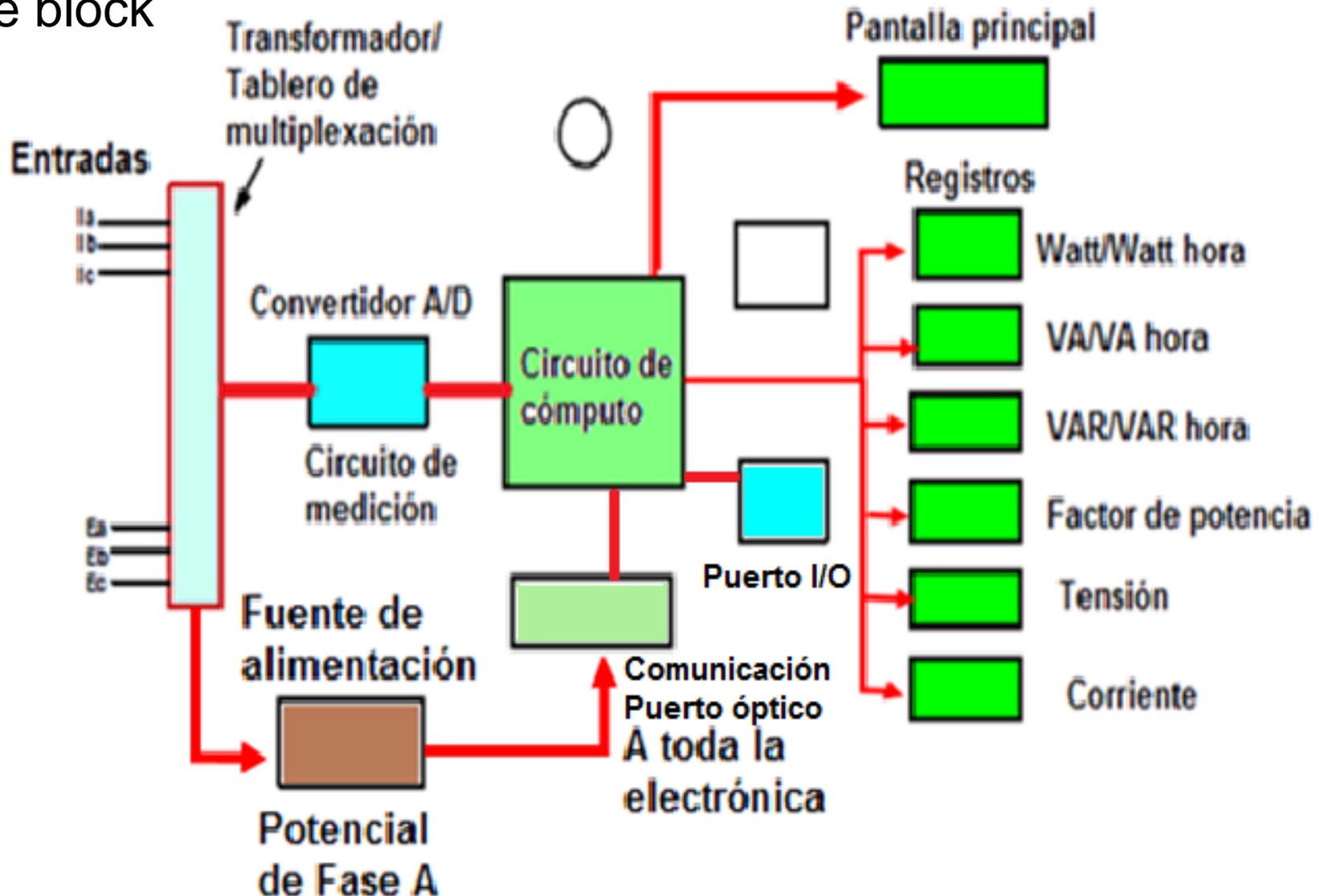
Diagrama de block
típico



Medidor electrónico

Métodos de medición

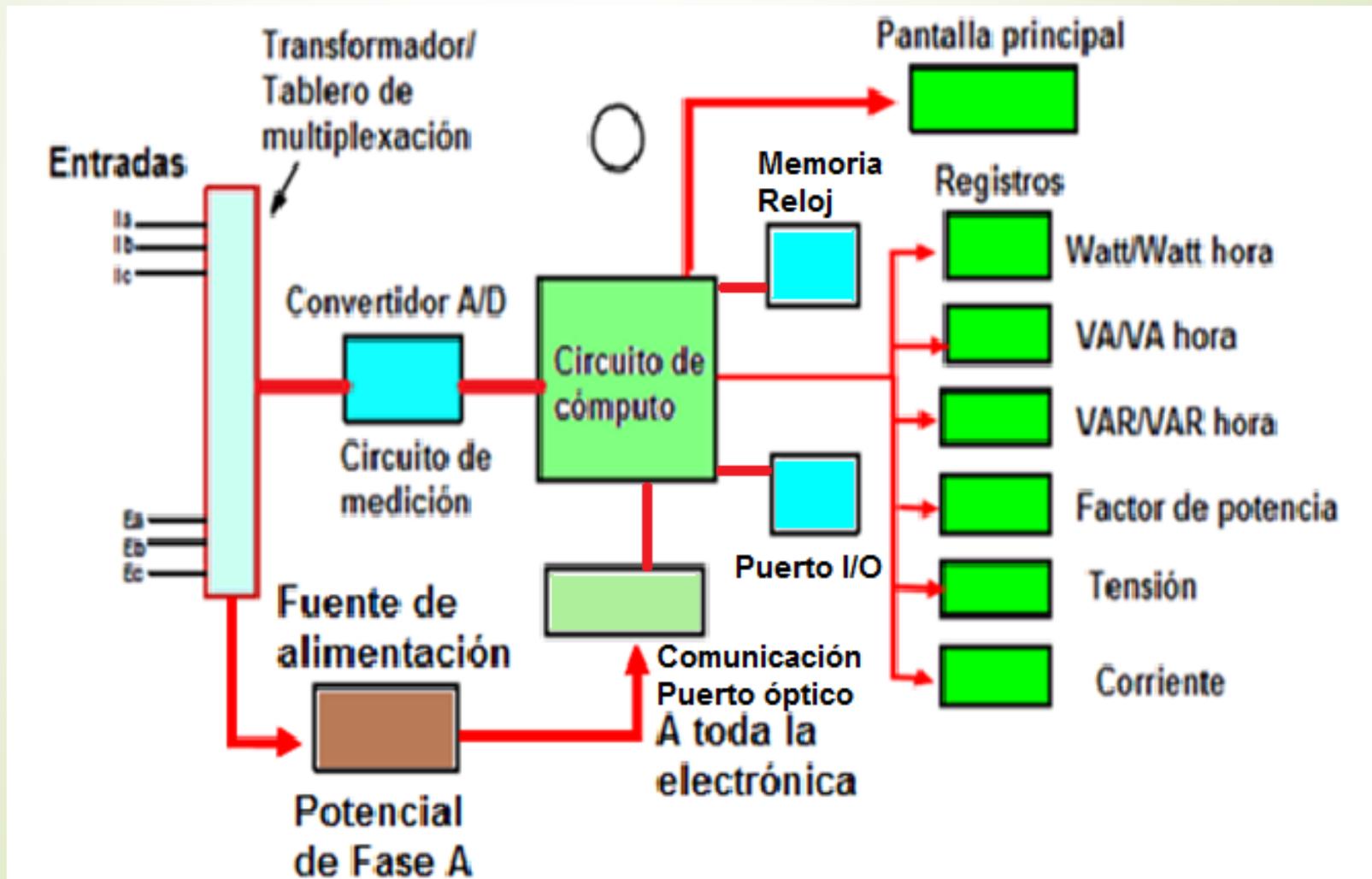
Diagrama de block típico



Medidor electrónico

Métodos de medición

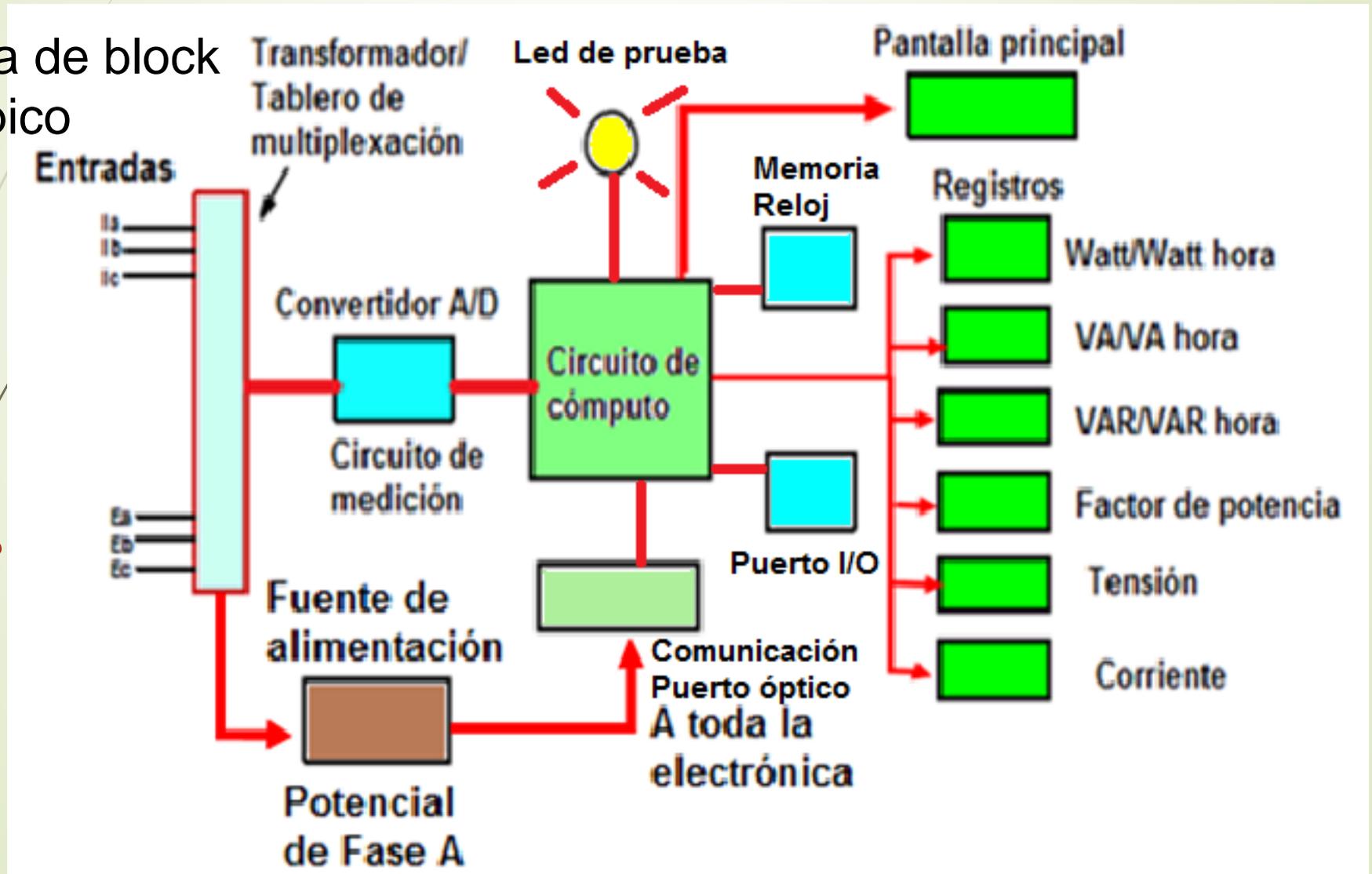
Diagrama de block
típico



Medidor electrónico

Métodos de medición

Diagrama de block típico





Medidor electrónico

Métodos de medición

Medidor de muestreo digital

- ▶ La mayoría de las imprecisiones pueden ser totalmente compensadas por algoritmos, eliminando la necesidad de cualquier calibración física del medidor.
- ▶ Para mediciones en residencias monofásicas la tecnología no resulta rentable en comparación con las tecnologías TDM, Efecto Hall o Transconductancia.



Medidor electrónico

Métodos de medición

Medidor de muestreo digital

► Ventajas:

- Capacidad para manejar tasas complejas de facturación.
- Mayor exactitud.
- Capacidad de medir varias cantidades con un solo dispositivo.
- Capacidad de programar el medidor de forma remota.
- Capacidad de recopilar datos del medidor a distancia.
- Dispone de funciones que ahorran tiempo.
- Capacidad de medición en los cuatro cuadrantes.



Medidor electrónico

Métodos de medición

Medidor de muestreo digital

► Desventajas:

- Se requiere de un aparato de pruebas más complejo.
- Se requieren normas de referencia más exactas.
- Se requiere entrenamiento más avanzado.

Aseguramiento Metrológico

Equipos de medición

La compra de un equipo de medición obedece a las necesidades particulares de cada usuario, tales como, el controlar una variable en un proceso, cumplir un requisito ya sea contractual, legal, normativo o en algunos casos verificar la calidad final de un producto.

Aseguramiento Metrológico

Equipos de medición

- ▶ ¿Cómo verificar que recibimos un equipo que cumple con las características técnicas por las que se pagó?
- ▶ ¿Cómo verificar que cumpla con las características metrológicas garantizadas por el fabricante?

Aseguramiento Metrológico

Equipos de medición

- Confianza en el fabricante.
- Certificado de país origen.
- Una adecuada infraestructura metrológica.
- Tener en cuenta que los equipos de calidad de la energía no son la excepción.

Aseguramiento Metrológico

Recomendaciones

- Definir las variables sujetas de medición
- Seleccionar un adecuado método de calibración
- Disponibilidad de patrones en el mercado local
- Costo de los equipos
- Incertidumbre de la medida
- Infraestructura requerida
- Equipos adicionales
- Alcance de las pruebas
- Tratamiento y análisis de los resultados

Aseguramiento Metrológico

► Recomendaciones

► Declaración de la Conformidad

- Cálculo del error y estimación de la incertidumbre
- Verificación de los criterios de conformidad
- Presentación de los resultados
- Identificación del estado de conformidad

Aseguramiento Metrológico

► Recomendaciones

► Equipos de calidad de la energía eléctrica

- Respecto a los equipos para la medición de la calidad de la energía eléctrica, es importante considerar dentro de los criterios de conformidad los parámetros requeridos por la regulación nacional y regional en caso de existencia de mercados de energía y potencia eléctrica.
- A nivel internacional aún no existen patrones de medición ni acuerdos globales, sobre los métodos más “adecuados” de calibración para los instrumentos de medición de la calidad de la energía eléctrica.
- Los avances y experiencias de los laboratorios de calibración y ensayo, contribuirán al alcance de los consensos necesarios.

Multímetros y medición eléctrica

Conclusiones:

En esencia los medidores de estado sólido, no registran las señales de corriente alterna, hoy en día con la electrónica, haciendo uso del Efecto Hall, así como la técnica del métodos de medición de Multiplicación por División de Tiempo (TDM), se realiza la conversión de la señal alterna a muestreo digital.

Multímetros y medición eléctrica

Conclusiones:

- En Costa Rica hemos utilizado como referencia las normas ANSI, en especial las ANSI C12.1 y la ANSI C12.20.
- ANSI C12.1-2015, nos refiere a fuentes de alimentación de laboratorio tanto a CD y CA alterna para la calibración de medidores, donde la alimentación de CD, una vez rectificadas, debe ser sustancialmente libre de rizado, ya que este puede limitar la exactitud de una calibración o medición.
- Con respecto a la alimentación de CA, debe también ser sustancialmente libre de distorsión de la forma de onda y la relación de fases de las alimentaciones combinadas de corriente y tensión eléctrica deben permitir una regulación cerrada, ya que estos factores también pueden influir en la calibración y exactitud de la medición.

Multímetros y medición eléctrica

Conclusiones:

- En lo que respecta a la calidad de la calidad de la energía se ha utilizado como referencia la norma IEC-61000-4-30
- Existe tanto normativa nacional, como normativa regional, que se toma en consideración para determinar otros componentes de los sistemas de medición, como lo son los transformadores de instrumento, es decir los transformadores de potencial e intensidad eléctrica, que son parte esencial de los sistemas de medición.

¿Preguntas?
Comentarios

The slide features a light green background with a dark green vertical bar on the left. On the right side, there are several decorative green lines: a thin vertical line, a curved line starting from the top right and curving towards the center, and two overlapping curved lines at the bottom right.

Medición de la energía y potencia eléctrica

Bibliografía:

- ▶ 1- Edison Electric Institute (EEI), Handbook for Electricity Metering, 10th Edition
- ▶ 2- American National Standard for Electric Meter, Code for Electricity Metering, ANSI C12.1
- ▶ 3- American National Standard for Electricity Meters, 0,1, 0.2 and 0.5 Accuracy Classes, ANSI C12.20
- ▶ 4-Smith George A, Rivers Paul G., Measurement, Canada
- ▶ 5-Metrología Eléctrica – V Simposio de Metrología, 2014, Gregory Kyriaziz, División de Metrología Eléctrica, INMETRO, Brasil.
- ▶ 6-Revista Elektron, Vol.3, No.2, pp 91-102 (2019), ISSN 2525-0159
- ▶ 7-Conceptos básicos de los multímetros digitales. Artículo cedido por Fluke. WWW.fluke.es
- ▶ 8- Curso Medición de la Energía y Potencia Eléctrica, Randall Arce Araya
- ▶ 9- Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos, norma técnica: “Supervisión del uso, funcionamiento y control de medidores de energía eléctrica”- 2016.