



KNOW-HOW MEDICIONES ELÉCTRICAS.

El campo de las calibraciones eléctricas cubre una amplia gama de diferentes magnitudes de medición, que se pueden encontrar en casi todas las áreas de la industria. Su aplicación también se extiende a la vida cotidiana, donde dependemos del correcto funcionamiento de los aparatos eléctricos.

Por ejemplo, el recuento de potencia del consumo anual de electricidad, la tensión de red en la conexión de la casa o el estado de la batería de nuestro coche. Todos estos parámetros garantizan una rutina diaria fluida y, por lo tanto, deben comprobarse y medirse con precisión. Además de la medición directa de la corriente y la tensión utilizadas para este fin, la medición eléctrica también desempeña un papel decisivo en la evaluación de la mayoría de los sistemas de sensores. Esto se debe a que muchas magnitudes físicas pueden medirse en relación a la variación de una magnitud eléctrica. La temperatura, por ejemplo, se determina por medio de un cambio equivalente en el valor de la resistencia. Para la evaluación de la humedad, el principio de medición se efectúa mediante un cambio de capacidad equivalente (sensor capacitivo). Todos estos ejemplos ya muestran la enorme importancia, así como diferentes aplicaciones en el campo de la ingeniería eléctrica. El término genérico calibración eléctrica incluye un gran número de variables medidas y variables medidas derivadas. En el marco de este documento se dará una visión general de las medidas individuales y su contexto teórico. Además, se presentarán problemas y subdivisiones específicas en el área de la medición eléctrica.

Esencialmente, se pueden distinguir dos subáreas principales: la electrostática y la electrodinámica. La primera de ellas son las variables que no cambian con el tiempo, como la tensión continua y la corriente continua. El campo de la electrodinámica se ocupa de los valores de variables temporales y de sus interacciones. Una de las principales áreas de este campo es la tecnología de alta frecuencia (AF).

Fundamentos teóricos

La corriente eléctrica consiste en el desplazamiento de las cargas libres. Estas pueden ser electrones en un conductor metálico o iones dentro de una batería. Si estas cargas se mueven de un extremo de un conductor al otro, se habla en la práctica de un flujo de corriente. La fórmula para la corriente es I y se especifica en la unidad Amperios. La causa del flujo de corriente, la fuerza que atrae a los portadores de carga de a a b , es la tensión eléctrica. En la figura 1 podemos observar el comportamiento de dos polos cargados una vez efectuamos una conexión entre ellos, generándose una tensión. El símbolo de fórmula para la tensión eléctrica es U . El nivel de tensión depende de la diferencia de carga entre los dos polos y se indica en voltios. Si los puntos de los polos están conectados a través de un conductor eléctrico, por ejemplo, una pieza metálica, los portadores de carga tienden a equilibrarse y se produce un flujo de corriente.

KNOW-HOW

Enfoque en las variables medidas: Electricidad.

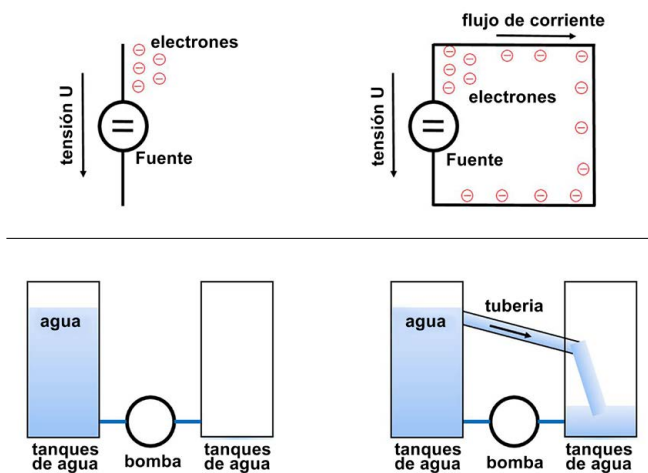


Figura 1: Arriba - Representación esquemática de la distribución de la carga en una fuente en modo de reposo (izquierda) y el flujo de corriente resultante en la conexión de los dos puntos polares (derecha). Abajo - Analogía del flujo de corriente usando el ejemplo de una tubería de agua entre dos tanques de agua.

Para una mejor comprensión de las dos magnitudes de corriente y tensión, se puede establecer una analogía con una tubería de agua (Figura 1 abajo). Si observa el agua en la tubería, la corriente se puede describir como la cantidad de agua que fluye en la tubería, y la tensión (o voltaje) como la presión generada por la bomba y que permite ese flujo de agua. A su vez, ambos tamaños están directamente relacionados con el diámetro de la tubería. Esto significa que si se reduce el diámetro de la tubería, la velocidad del flujo aumenta con la misma cantidad de agua. Si, por el contrario, se aumenta el diámetro, la velocidad del caudal se reduce para la misma cantidad. Esta conexión, aquí representada por el ejemplo de una tubería de agua también es válida en ingeniería eléctrica y es conocida como una de las leyes más fundamentales e importantes. Esta es la ley de Ohm, que en Ingeniería eléctrica representa la relación entre la intensidad de corriente que circula por un conductor y su tensión. Se define con la siguiente fórmula:

$$U = R \cdot I$$

El símbolo de fórmula **R** describe la resistencia eléctrica,

que en el caso de la analogía previamente establecida con la de una tubería de agua corresponde al diámetro de la tubería.

En la electrotecnia, las resistencias representan un papel muy importante. Por un lado, se utilizan para reducir selectivamente el flujo de electricidad. Por otro lado, también pueden ocurrir involuntariamente en la forma de resistencias parásitas (elementos pasivos parásitos) como por ejemplo el efecto capacitivo parásito de un elemento resistivo, que debe ser prevenido o eliminado. En ambos casos se requiere una medición precisa de los valores de resistencia. Físicamente, la resistencia se basa en el movimiento de la carga descrito anteriormente. Las cargas que se mueven a través de un conductor en el curso de un flujo de corriente chocan durante este movimiento con otros portadores de carga y átomos no móviles del material conductor, como se muestra esquemáticamente en la Figura 2.

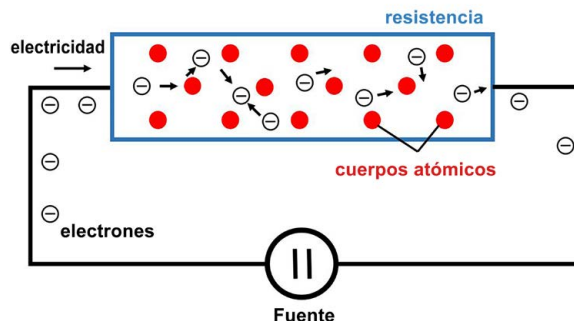


Figura 2: Representación esquemática del flujo de corriente a través de una resistencia. Colisiones con los cuerpos atómicos y otros electrones indicados por flechas.

Las colisiones con otros portadores de carga o núcleos atómicos sólidos ralentizan o bloquean parcialmente el flujo de cargas. La resistencia como cantidad física, dada en Ω describe esta característica. Cuanto más alto sea este valor, menos corriente puede fluir a través del conductor. Además de la resistencia, la potencia eléctrica **P** también surge como relación de las dos variables básicas corriente y tensión. Esto resulta en

$$P = U \cdot I$$

La potencia eléctrica se mide en **W** (Watts).

KNOW-HOW

Enfoque en las variables medidas: Electricidad.

El término magnitudes de corriente alterna se utiliza generalmente cuando no existe una constante temporal de las corrientes y tensiones consideradas. La periodicidad con la que cambian por segundo las cantidades se denomina frecuencia y representa un criterio importante a tener en cuenta. La figura 3 muestra la evolución temporal de una tensión alterna con fines de clarificación.

Las cantidades alternas mostradas pueden ser caracterizadas por su frecuencia y amplitud. Se pueden especificar diferentes valores para la amplitud. El valor pico-pico se corresponde a la distancia máxima entre el valor de amplitud máximo y mínimo.

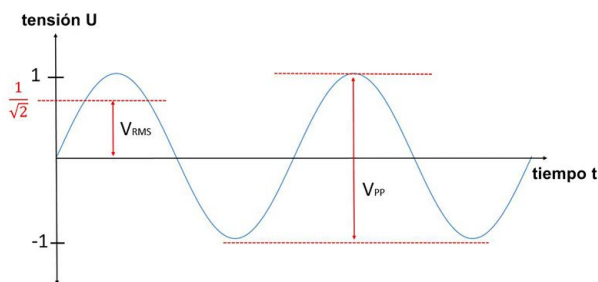


Figura 3: Curso temporal de una tensión alterna bajo identificación de los diferentes tamaños de amplitud V_{PP} y V_{RMS}

Frecuentemente uno encuentra lo siguiente en la especificación de voltajes alternos, el llamado valor RMS. Esto corresponde a

$$V_{RMS} = \frac{1}{2} * \frac{1}{\sqrt{2}} V_{PP}$$

Si la ley de Ohm se considera de nuevo bajo el supuesto de una tensión alterna, se produce un parámetro de influencia adicional, que también debe considerarse en comparación con los valores de tensión continua. Las amplitudes de las dos variables de señal, corriente y voltaje, pueden ser cambiadas con el tiempo. Este desplazamiento temporal, también mostrado en la Figura 3, se conoce como la relación de fase entre la corriente y el voltaje. A la inversa, esto significa que hay resistencias en cantidades alternas que sólo son distinguibles por la relación de fase generada. Se denomina a esta magnitud Impedancia eléctrica. Esta impedancia compleja (compuesta de cantidad y fase o parte real e imaginaria) está representada

por el símbolo de la fórmula Z .

En comparación con las magnitudes de corriente continua, en las que la parte compleja de un componente no tiene influencia alguna sobre su comportamiento, con la corriente alterna esta influencia juega un papel decisivo y es responsable de la relación de fase resultante entre corriente y tensión. Componentes como condensadores e inductores, que según la teoría sólo contienen una parte compleja, son de particular importancia en este caso y pueden determinarse mediante la determinación de la impedancia compleja.

La relación de fase entre corriente y tensión explicada anteriormente también da como resultado la potencia eléctrica P , que se calcula simplemente como el producto de tensión y corriente para la corriente continua, depende de la relación de fase para las magnitudes alternas. Gráficamente, la potencia en corriente alterna puede representarse como la multiplicación de cada valor individual de corriente y tensión a lo largo del tiempo (Figura 4).

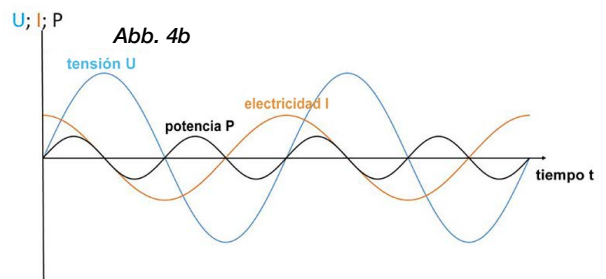
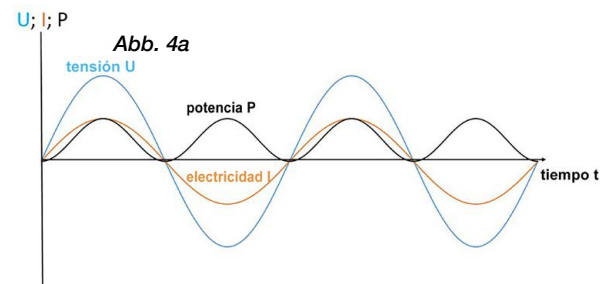


Figura 4a: Arriba - Curva de corriente-tensión y la curva de potencia calculada resultante con un valor medio positivo (potencia activa presente); Figura 4b: Curva inferior - curva de corriente-voltaje y curva de potencia calculada a partir de ésta con un valor medio de cero (potencia reactiva pura)

KNOW-HOW

Enfoque en las variables medidas: Electricidad.

Como muestra la Figura 4, la multiplicación punto por punto de la corriente y el voltaje resulta de nuevo en un curso periódico de la potencia de corriente alterna. La potencia media, a la que se denomina potencia activa, puede calcularse a partir de esta curva. Esto no necesariamente tiene que coincidir con la potencia disponible en el sistema, calculada multiplicando la amplitud de corriente y voltaje (valor RMS), como muestra el caso de la Figura 4b.

Por esta razón, la potencia disponible en el sistema también se denomina potencia aparente, medida en **VA**. La figura 4b muestra una potencia activa de 0 W, mientras que la potencia total disponible en el sistema no es cero. La potencia responsable de la rotación de fases se denomina potencia reactiva. Ambas cantidades se pueden determinar con conocimiento del ángulo de fase φ se calculan utilizando

$$P_{\text{Potencia activa}} = U * I * \cos(\varphi)$$

$$P_{\text{Potencia reactiva}} = U * I * \sin(\varphi)$$

La adición de potencia activa y reactiva da como resultado la potencia aparente descrita anteriormente. Las tres variables juegan un papel importante en la calibración de medidores o analizadores de potencia.

Enfoque de alta frecuencia

La consideración de las corrientes y tensiones en el caso de la corriente alterna sólo puede llevarse a cabo hasta una cierta frecuencia. A frecuencias más altas, se debe realizar una observación de las ondas. Esta distinción constituye la transición de la baja frecuencia a la alta frecuencia. La frecuencia de corte para esta transición no puede ser especificada de forma general, sino que debe ser determinada dependiendo de la aplicación específicamente en base al tamaño de estructura deseado (longitudes de cable) en combinación con la frecuencia de la señal. La base de esta transición es que se requiere un cortocircuito o circuito abierto para medir la corriente y el voltaje. Sin embargo, con una frecuencia cada vez mayor, estas dos condiciones de medición ya no pueden cumplirse sin influencias parasitarias, razón por la cual se introdujo el método de observar las ondas en relación con una impedancia de onda fija.

cia de onda fija.

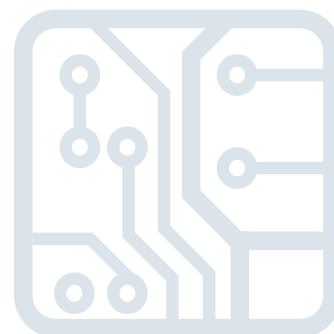
En la Alta frecuencia muy a menudo se encuentran resistencias de onda de referencia de 50 Ω oder 75 Ω .

Sobre la base de las propiedades de las ondas, la tecnología de alta frecuencia, como la óptica, se ocupa de los fenómenos de reflexión. El comportamiento de los componentes ya no se describe por impedancias discretas, sino por consideraciones técnicas del sistema en forma de los llamados parámetros de dispersión, o parámetros S para abreviar. En general, el análisis de las señales suele tener lugar en el dominio de la frecuencia. Esto significa que cuando se visualizan las señales, el eje de tiempo no se utiliza como eje X, como se muestra en la Figura 4, sino que las frecuencias respectivas están en el eje X y sus amplitudes en el eje Y.

Elementos de calibración típicos

En la calibración eléctrica, primero se distingue entre medición y generación en relación con el objeto a calibrar. En el caso de generación, la calibración se realiza con instrumentos de medición de referencia. Con respecto a la incertidumbre, en este caso no se puede tener en cuenta la resolución del objeto a calibrar, ya que las fuentes por definición no tienen resolución. La indicación que se encuentra frecuentemente en las fuentes de alimentación, asociada a una resolución, representa una dirección de medición y se calibra por separado como una función de medición adicional de la fuente. Para los instrumentos de medición puros, la calibración se realiza utilizando fuentes de referencia o por comparación con otro instrumento de medición de referencia conectado. En ambos casos, la resolución del objeto de calibración debe tenerse en cuenta como contribución adicional a la incertidumbre durante la calibración.

Calibración de
instrumentos
de medición
eléctricos
antes de Testo
Servicios
Industriales



KNOW-HOW

Enfoque en las variables medidas: Electricidad.



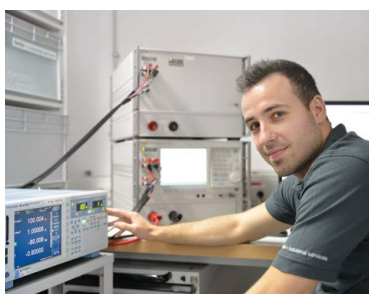
Multímetro digital, pinzas de corriente, fuentes de alimentación

Objetos clásicos de la tecnología de baja frecuencia con los que se calibran sobre todo variables de corriente continua y alterna. Dependiendo de la clase de precisión, se utilizan diferentes métodos elaborados para ello.



Componentes de alta frecuencia

Diferentes terminaciones de línea, cables, atenuadores o incluso filtros pueden ser entendidos aquí. La calibración de estos objetos se realiza con la ayuda de un llamado analizador de red. Esto se utiliza para determinar la consideración técnica del sistema previamente explicada de los componentes en forma de parámetros S.



Medidores de potencia

Los medidores de potencia se ocupan principalmente de la medición de cantidades alternas, como la corriente y el voltaje, pero también de su relación de fase entre sí y de las cantidades resultantes de potencia activa y reactiva.

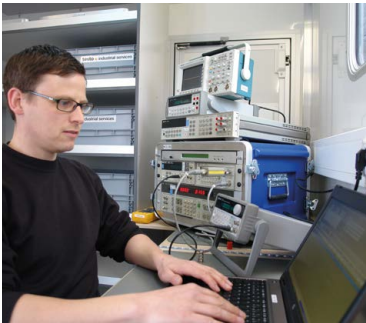


Normas de resistencia

La calibración de los patrones de referencia se realiza mediante medición directa o mediante el procedimiento de sustitución. Con la medición directa, se aplica una corriente de prueba conocida se mide la caída de tensión. En la medida en que se requiera una precisión muy alta, se efectúa mediante la calibración con el método de sustitución. Esto significa que se establece una referencia conocida en comparación con el estándar desconocido que se va a calibrar.

KNOW-HOW

Enfoque en las variables medidas: Electricidad.



Osciloscopios

Estos son tipos de dispositivos que permiten la representación temporal de la tensión alterna hasta una frecuencia de corte específica. Para la calibración de estos dispositivos se examinan, por un lado, variables alternas, pero también, dependiendo de la frecuencia de corte requerida, se aplican métodos típicos de alta frecuencia.

La determinación de la frecuencia de corte o de la impedancia de onda especificada de la conexión son dos magnitudes medidas típicas de alta frecuencia en el rango de calibración del osciloscopio.

Autor

Dr. Matthias Ohlrogge

Director Técnico Laboratorios Eléctricos



Medidores
eléctricos



Documento de
acreditación

CONTACTO

Testo Industrial Services empresarial S.A.U.
Pl La Bailleta C/ B, nº 5
ES-08348 Cabrils (Barcelona)

Fon. +34 93 2659-311
E-Mail: info@testotis.es