DISPOSITIVO DE MEDICIÓN DE VOLTAJE Y CORRIENTE EN LÍNEAS DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA

CAMPO DE LA INVENCIÓN

La presente invención está relacionada con dispositivos para la medición de voltaje y corriente en líneas de transmisión de energía eléctrica.

DESCRIPCIÓN DEL ESTADO DE LA TÉCNICA

En las líneas de transmisión y distribución de energía, se hace necesaria la medición de variables eléctricas tales como niveles de corrientes, niveles de tensión y desfases entre otros, para fines de medición, control o protección. Debido a que dichas mediciones se hacen en presencia de altos voltajes, como, por ejemplo, mayores a 1000 V, se requiere la utilización de dispositivos que permitan transformar los niveles de tensión y de corriente de la línea, a pequeñas señales con niveles de magnitud baja, no peligrosos y proporcionales, que pueden ser fácilmente procesadas por un dispositivo electrónico, por un instrumento o por un analizador de energía eléctrica.

Por años las empresas de energía han utilizado transformadores inductivos, que permitan reducir los niveles elevados de tensión y corriente de la red eléctrica, a niveles bajos que pueden ser manejables por los equipos de medida. Dichos equipos son instalados en grupos de tres transformadores de tensión y de tres transformadores de corriente individuales y trabajan utilizando un núcleo magnético saturable. Estos equipos presentan ciertas desventajas, como son la relativa complejidad de su instalación, debido a que son relativamente pesados, por lo que requieren de un soporte especial para su instalación. Además, debido a que utilizan un núcleo magnético cuyo comportamiento es no-lineal, no pueden garantizar la misma exactitud para todo el rango de medida. Adicionalmente, estos transformadores inductivos introducen un desfase en el secundario con respecto al primario, el cual debe ser tenido en cuenta para el proceso de medición.

Actualmente, existen sensores para la medición no convencional de variables eléctricas, los cuales utilizan divisores de tensión y sensores de núcleo de aire y por lo tanto son elementos que presentan una mejor linealidad en comparación a los transformadores inductivos convencionales. Sin embargo, la desventaja de los sensores con núcleos de aire radica en que entregan una pequeña señal de salida del orden de los mili-voltios, por lo cual no son adecuados para medir corrientes pequeñas (menores a 200 Amperios).

Por otro lado, la utilización de divisores de tensión y sensores de núcleo de aire, en presencia de altos voltajes, implica la aparición de altas concentraciones de campo

eléctrico, que produce la aparición de descargas parciales, las cuales deben ser controladas adecuadamente, para evitar daños en el sistema de aislamiento. Adicionalmente, Las pequeñas señales provenientes de los sensores no convencionales, deben ser adecuadamente procesadas y deben ser protegidas de la interferencia generada por el ruido electromagnético.

Por lo tanto, dichos dispositivos en líneas de transmisión de energía pueden ser dispositivos de medición no convencional de corriente y voltaje, como los divulgados en los documentos US3932810A y US5252913A.

El documento US3932810A divulga un dispositivo de medición de corriente y voltaje que tiene un cuerpo de resina, con un conductor dentro de este. Dicho dispositivo incluye elementos de medición de corriente que comprenden: una bobina sin núcleo para detectar la corriente en el conductor; un amplificador operacional conectado a la bobina sin núcleo; y, un núcleo de hierro que tiene un devanado enrollado sobre él. Dicho devanado y el conductor definen conjuntamente un transformador de corriente de saturación, que permite suministrar un voltaje al amplificador operacional. El dispositivo de medición de voltaje y corriente también incluye un divisor de voltaje capacitivo con un amplificador conectado al mismo.

Por su parte, el documento US5252913A divulga un sensor de corriente y voltaje que incluye una bobina de núcleo de aire espaciada a una distancia particular de un conductor, inmersos en un medio dieléctrico. El documento de patente US5252913A también divulga una resistencia de compensación variable conectada entre las terminales de salida de la bobina y una de las terminales de la bobina está conectada a tierra, un divisor de tensión conformado por una resistencia primaria y secundaria está conectado por una primera terminal del divisor de tensión a la terminal de la bobina que está conectada a tierra.

Los anteriores documentos divulgan dispositivos que incorporan en un solo cuerpo la medición del voltaje y la corriente, utilizando sensores con núcleo de aire. La principal desventaja de dichos sensores es que las señales de salida son muy pequeñas, del orden de los mili-voltios y por lo tanto la aplicación de dichos sensores, está delimitada a la medición de grandes corrientes, generalmente mayores a 200 Amperios, ya que estos niveles de corriente permiten la inducción de señales, con magnitudes suficientes para ser medidas por instrumentos o circuitos electrónicos.

Por otro lado, los anteriores documentos no divulgan un sistema que permita controlar las concentraciones de campo eléctrico, para evitar la aparición de descargas parciales y tampoco divulgan un sistema de ajuste y acople para el adecuado tratamiento de las señales de salida.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

La presente invención se refiere a un dispositivo de medición incorporada de voltaje y corriente en líneas de transmisión de energía, que permite medir corrientes pequeñas menores a 200 amperios. Adicionalmente, dicho dispositivo evita introducir desfases en la señal de salida.

Por lo tanto, la presente invención comprende: un conductor eléctrico primario que forma una pluralidad de espiras, conectado en serie con la línea de tensión, donde por el conductor eléctrico primario circula una corriente eléctrica proveniente de la línea de tensión. Dicho dispositivo además comprende una bobina con al menos dos terminales, que rodea el conductor eléctrico primario, donde la bobina está configurada para inducir un voltaje proporcional a la magnitud de la corriente eléctrica que circula por el conductor eléctrico primario, y un divisor de tensión conectado al conductor eléctrico primario y a tierra. Dicho divisor de tensión está configurado para suministrar un voltaje proporcional al voltaje del conductor eléctrico respecto a tierra. Adicionalmente, el dispositivo de medición de voltaje y corriente también incluye una impedancia conectada a al menos una de las al menos dos terminales de la bobina y una impedancia conectada al terminal de salida del divisor.

Adicionalmente, la presente invención permite disminuir la interferencia de ruido electromagnético en la señal de salida.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

La FIG. 1 ilustra un dispositivo de medición de voltaje y corriente en líneas de transmisión de energía que incluye un conductor eléctrico primario que forma una espira, conectado en serie con la línea de tensión, y una bobina de núcleo de aire, que rodea el conductor eléctrico primario, donde el conductor se conecta a un divisor de tensión. Tanto dicho divisor de tensión como la bobina, se conectan a un circuito electrónico.

La FIG. 2 ilustra el diseño esquemático de un dispositivo de medición de voltaje y corriente en líneas de transmisión de energía que incluye un conductor eléctrico primario que forma una pluralidad de espiras, conectado en serie con la línea de tensión, y una bobina acoplada magnéticamente al conductor eléctrico primario que físicamente rodea dicho conductor, donde el conductor se conecta a un divisor de tensión y, tanto el divisor de tensión como la bobina se conectan a un circuito electrónico.

La FIG. 3 ilustra un dispositivo de medición de voltaje y corriente en líneas de transmisión de energía que incluye un conductor eléctrico primario que forma una espira, conectado en serie con la línea de tensión, y una bobina que rodea el conductor eléctrico primario, donde el conductor eléctrico primario se conecta a un divisor de tensión y tanto el divisor de tensión como la bobina, se conectan a un circuito electrónico.

La FIG. 4 ilustra una vista en isométrico de un dispositivo de medición de voltaje y corriente en líneas de transmisión de energía que incluye un conductor eléctrico primario que forma una pluralidad de espiras, y una bobina, que rodea el conductor eléctrico primario, donde el conductor también rodea la bobina.

La FIG. 5 ilustra tres dispositivos de medición de voltaje y corriente conectados en diferentes líneas de transmisión de energía, donde cada uno de dichos dispositivos está conectado a un circuito electrónico.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

La presente invención se refiere a un dispositivo de medición de voltaje y corriente (100), que permite realizar mediciones en líneas de tensión, donde dicho dispositivo permite medir voltajes y corrientes obteniendo mediciones lineales en un rango amplio de trabajo y permite medir corrientes muy pequeñas, como por ejemplo, corrientes menores a 200 amperios.

El dispositivo de la presente invención permite medir corrientes con un amplio rango de valores. El rango de medida de corriente va desde un Amperio hasta los cientos o miles de Amperios. Respecto al sensor de tensión, este puede operar en baja, media o alta tensión.

Particularmente, el dispositivo de medición de voltaje y corriente (100) en líneas de transmisión de energía, que comprende un conductor eléctrico primario (1) que forma una pluralidad de espiras, conectado en serie con la línea de tensión, donde por el conductor eléctrico primario (1) circula una corriente eléctrica proveniente de la línea de tensión y una bobina (2) con al menos dos terminales, que rodea el conductor eléctrico primario (1), donde en la bobina (2) se induce un voltaje proporcional a la magnitud de la corriente eléctrica que circula por el conductor eléctrico primario (1). Dicho dispositivo también incluye un divisor de tensión (3) conectado al conductor eléctrico primario (1) y a tierra (9).

Para el entendimiento de la presente invención, se entenderá por líneas de alta tensión, a líneas por donde circula energía eléctrica con un voltaje superior a 52 kV, y por líneas de media tensión, se entenderán las líneas por donde circula energía eléctrica con un voltaje

entre 1 kV y 52 kV. Finalmente, por líneas de baja tensión, se entenderán aquellas líneas por donde circula energía eléctrica con un voltaje inferior a 1 kV.

Particularmente, el divisor de tensión (3) está configurado para suministrar un voltaje proporcional al voltaje del conductor eléctrico primario (1) respecto a tierra (9). Además, el dispositivo de medición de voltaje y corriente, también incluye una primera impedancia (5) conectada al menos a uno de los terminales (2a, 2b) de la bobina (2).

Por otro lado, el dispositivo de medición de voltaje y corriente (100) puede incluir un circuito electrónico (4). Dicho circuito electrónico (4) se conecta a la primera impedancia (5), al divisor de tensión (3) y a al menos uno de los terminales (2a) o (2b) de la bobina (2), donde la primera impedancia (5) ajusta el voltaje que es inducido en la bobina (2); y el circuito electrónico (4) lee dicho voltaje ajustado y también lee el voltaje entregado por el divisor de tensión (3).

El conductor eléctrico primario (1), puede estar formado por un material conductor como el cobre, el cual debe estar recubierto por un material dieléctrico y además puede estar formado por una pluralidad de espiras. Para el entendimiento de la presente invención, se entenderá por pluralidad de espiras a más de una espira. Por otro lado, la bobina (2) por su parte puede estar formada por un alambre o un hilo de algún material conductor como el cobre, el cual puede ser un hilo conductor y estar recubierto por un material aislante (7) por ejemplo por medio de un barniz dieléctrico. Dicho hilo conductor puede ser enrollado alrededor de un núcleo de aire, formando la bobina (2) la cual tiene un centro y una directriz. Las espiras del conductor eléctrico primario pasan a través de la directriz de la bobina (2).

La corriente que circula por el conductor eléctrico primario (1), induce en los terminales de la bobina (2) un voltaje de salida proporcional a la magnitud de la corriente eléctrica. En la presente invención, que la bobina (2) sea de un núcleo de aire permite que el sensor tenga una respuesta lineal garantizando la exactitud en un rango amplio de trabajo que va desde 1 a 1000 A. También, dicha linealidad permite que el sensor pueda ser utilizado tanto en aplicaciones de medida como en protección. Además, la utilización de un núcleo de aire, en conjunto con el circuito electrónico (4) garantiza que no se produzcan desfases en la señal de salida con respecto a la entrada.

Adicionalmente, la pluralidad de espiras en el conductor eléctrico primario (1), en combinación con las espiras de la bobina (2) posibilita aumentar la inductancia mutua, lo que permite que ante la circulación de una corriente pequeña en el conductor eléctrico primario (1), se obtenga un voltaje de salida con magnitudes del orden de los voltios, facilitando la medición de corrientes pequeñas menores a 200 amperios.

Además, dada la baja potencia de la señal de salida, se aumenta la seguridad de un usuario en caso de que los terminales de dicha bobina sean cortocircuitados en una operación de instalación o mantenimiento. Los terminales de salida de la bobina (2) se conectan a una impedancia, que permite ajustar el voltaje de salida al valor exacto esperado, para luego enviar la señal al circuito electrónico.

Adicionalmente, el hecho de usar una bobina de aire, reduce los costos de manufactura debido a que no requiere un núcleo magnético, y además, dicha bobina de aire se puede abrir y disponer alrededor del conductor eléctrico (1), sin necesidad de partir el conductor. Haciendo referencia a la FIG. 1, la medición del voltaje se realiza utilizando un divisor de tensión (3), que puede estar compuesto de dos impedancias fijas conectadas en serie y en el cual uno de los extremos está conectado al conductor eléctrico primario (1) y el otro extremo está conectado a un punto de tierra.

En el punto de unión de las dos impedancias fijas se obtiene un voltaje con respecto a tierra, que es proporcional al voltaje presente en el conductor eléctrico primario (1) con respecto a tierra. La utilización de un divisor de tensión (3) con impedancias fijas, permite que el sensor tenga una respuesta lineal garantizando la exactitud en un rango amplio de trabajo que puede abarcar la baja, la media y la alta tensión. También, dicha linealidad permite que el sensor de la presente invención pueda ser utilizado tanto en aplicaciones de medida de corriente y voltaje como en protección. Además, la utilización de un divisor de tensión (3), garantiza que no se produzcan desfases en la señal de salida con respecto a la entrada. Adicionalmente, el divisor de tensión (3) puede estar diseñado para que entregue un voltaje pequeño del orden de los voltios. La baja potencia de la señal de salida, aumenta la seguridad de un usuario en caso de que los terminales de salida del divisor sean cortocircuitados en una operación de instalación o mantenimiento.

Las impedancias que componen el divisor de tensión (3) pueden ser resistivas o capacitivas. El hecho de que el divisor de tensión (3) sea resistivo presenta algunas ventajas técnicas; un divisor de tensión resistivo tiene menores dimensiones radiales en comparación con uno capacitivo, lo que permite acoplar el dispositivo de medición de la presente invención en lugares con más difícil accesibilidad, y además, facilita su ensamble.

Los terminales de salida del divisor de tensión (3) se conectan a una impedancia, que permite ajustar el voltaje de salida al valor exacto esperado, para luego enviar la señal al circuito electrónico.

Cuando una corriente eléctrica circula por una línea de tensión (11), esta circula por el conductor eléctrico primario (1), y posteriormente en la bobina (2) se induce un voltaje

proporcional a la magnitud de la corriente eléctrica que circula por el conductor eléctrico primario (1). El divisor de tensión (3) suministra un voltaje al circuito electrónico (4), proporcional al voltaje del conductor eléctrico primario (1) respecto a tierra, mientras que, y como se mencionó anteriormente, la primera impedancia (5) realiza ajustes de calibración de la medición de la corriente, por medio de un ajuste en el voltaje inducido en la bobina (2). Luego, el circuito electrónico (4) obtiene dos señales de voltaje; una proporcional a la corriente que fluye por el conductor y la otra proporcional al voltaje entre el conductor eléctrico primario (1) y tierra.

Particularmente, el circuito electrónico (4) recibe los voltajes enviados tanto por el divisor de tensión (3), como por la bobina (2) y les realiza un tratamiento de señal. Para el entendimiento de la presente invención se entenderá por tratamiento de una señal, o de un voltaje, el realizar operaciones con dicho valor de voltaje o de señal para así poder medir el voltaje y/o la corriente de la línea de tensión (11).

El circuito electrónico (4) puede comprender al menos dos amplificadores operacionales que pueden ser de alta precisión, en donde dichos amplificadores operacionales se usan para el acople de impedancia de las señales provenientes de la bobina (2) y el divisor de tensión (3). La salida de cada amplificador operacional está conectada con un filtro pasa bajas que puede ser de primer orden o superior, lo que permite reducir el ruido de una señal proveniente del conductor eléctrico (1), y así obtener mediciones de los voltajes y corrientes con un nivel de ruido aceptable según los requerimientos deseados. Dicho circuito electrónico (4) también puede tener otros filtros en etapas posteriores, los cuales permiten obtener una mejor medición. Adicionalmente, dichos filtros evitan un fenómeno llamado *aliasing*.

Específicamente, el primer filtro es un filtro de primer orden que permite filtrar las señales de voltaje que viene del divisor de tensión (3). El segundo filtro es de segundo orden y permite filtrar las señales de voltaje que provienen de la bobina (2). Lo anterior se debe a que las bobinas de núcleo aire, como por ejemplo, las bobinas de Rogowski tienen una respuesta que depende de la frecuencia, por lo tanto, es debido filtrar las señales fuera de banda.

En otra modalidad de la invención, la configuración de filtros puede ser un conjunto de filtros anti-aliasing, los cuales pueden estar conectados a un un circuito de monitoreo de calidad de la energía eléctrica, el cual hace mediciones de la energía activa, reactiva y aparente, frecuencia, ángulo de fase, distorsión armónica total de voltaje (*voltage total harmonic distortion* (*VTHD*), distorsión armónica total de corriente (*current total harmonic distortion* (*ITHD*), factor de potencia y *SWELL* monitoring; en sistemas polifásicos, las variables pueden ser obtenidas de manera total, o por fase. Adicionalmente, dicho circuito

electrónico (4) puede estar conectado a un microcontrolador. El microcontrolador permite escalar los datos provenientes del circuito electrónico (4) por medio de unas constantes de conversión. Dichas constantes de conversión son relativas a las relaciones de transformación del voltaje y la corriente.

Haciendo referencia a la FIG. 1, el dispositivo de medición de voltaje y corriente (100) incluye una bobina (2) la cual es una bobina de núcleo de aire que tiene una forma de toroide con un centro y una directriz. Por su parte, el conductor eléctrico primario (1) se introduce por la directriz de la bobina (2). En dicha FIG. 1, el conductor eléctrico primario (1) forma una espira alrededor de la bobina (2) y tiene dos extremos, un primer extremo y un segundo extremo, en donde cada uno de los extremos se conectan con una línea de tensión (11) por donde circula una corriente eléctrica. Para el entendimiento de la presente invención, se entenderá por una línea de transmisión de energía a una línea de tensión (11).

En dicha FIG. 1, al conductor eléctrico primario (1) se conecta un divisor de tensión (3) el cual está conformado por dos impedancias, una primera impedancia (Z1) conectada al conductor eléctrico primario (1) y una segunda impedancia (Z2), en donde la segunda impedancia está conectada a tierra (9). Dicho divisor de tensión (3) está conectado a un circuito electrónico (4), y suministra un voltaje proporcional al voltaje del conductor eléctrico primario (1) respecto a tierra (9), llevándolo así al circuito electrónico (4) para su tratamiento.

Adicionalmente, la bobina (2) del dispositivo de medición de voltaje y corriente (100) de la FIG. 1 tiene dos terminales las cuales se conectan al circuito electrónico (4), en donde, entre dichas terminales se conecta una primera impedancia Z4 (5). Donde dicha primera impedancia Z4 (5) permite ajustar el voltaje de salida de la bobina (2).

Cuando el divisor de tensión (3) está conformado por dos impedancias (Z1 y Z2), la primera impedancia (Z1) puede ser una resistencia de alta tensión mientras que la segunda impedancia (Z2) puede ser una resistencia de baja tensión. Los valores de Z1 y Z2 se seleccionan de tal forma que la señal de salida tenga un nivel adecuado para su tratamiento.

Por otro lado, y haciendo referencia a la FIG. 2, se ilustra un diagrama del dispositivo de medición de voltaje y corriente (100), el cual está conectado en serie a una línea de transmisión, que alimenta diversas cargas. Además, el conductor eléctrico primario (1) es una bobina con unas terminales (10). Por otro lado, en dicha FIG. 2 se muestran tres formas en las que el divisor de tensión (3) puede estar configurado: una primera configuración (3a), correspondiente a dos impedancias conectadas en serie, una primera impedancia (Z1) y una segunda impedancia (Z2), como en el dispositivo de medición de voltaje y corriente (100) de la FIG. 1. En dicha primera configuración (3a),

preferiblemente la primera impedancia (Z1) y la segunda impedancia (Z2) tienen una relación suficientemente exacta.

Una segunda configuración (3b), es una configuración T conformada por una primera impedancia (Z1) conectada a una segunda impedancia (Z2) y una tercera impedancia (Z3) conectada entre la primera impedancia (Z1) conectada a una segunda impedancia (Z2). En dicha configuración aumenta la impedancia de entrada (la tercera impedancia (Z3) se suma) del amplificador operacional del circuito electrónico (4) que recibe la señal.

Por otro lado, la tercera configuración (3c) es una configuración conformada por una primera impedancia (Z1) conectada a una segunda impedancia (Z2) y una tercera impedancia (Z3) conectada en paralelo con una segunda impedancia (Z2). En dicha configuración, si la tercera impedancia (Z3) fuese variable, permitiría un ajuste adecuado de la relación entre la primera impedancia (Z1) y la segunda impedancia (Z2), lo cual ayudaría a ajustar el dispositivo de medición de voltaje y corriente en líneas de transmisión de energía después de su ensamble.

Por su parte, en dicha FIG. 2 también se muestran tres formas en las que la primera impedancia (5) puede estar configurada por: una primera configuración (5a) correspondiente a una primera impedancia (5) correspondiente a una impedancia (Z4) conectada en serie entre una terminal (2a o 2b) de la bobina (2) y el circuito electrónico (4). Dicha configuración (5a) permite realizar mediciones de la corriente eléctrica que circula por la línea de tensión (11), donde dicha línea de tensión (11) está conectada con una terminal (10) del conductor eléctrico primario (1). Adicionalmente, dicha configuración puede servir en los casos en que se usan transformadores de corriente, por ejemplo, la impedancia (Z4) puede ser una resistencia de un valor muy pequeño (una resistencia Shunt). En dicho caso, el circuito electrónico (4) percibe una pequeña caída de tensión en la impedancia (Z4) y a partir de allí, calcula la corriente. Además, si la bobina (2) fuese una bobina de núcleo de aire o Rogowski, la impedancia (Z4) puede aumentar la impedancia de la entrada del amplificador operacional del circuito electrónico (4) que recibe la señal.

Una segunda configuración (5b) de primera impedancia (5) resistiva correspondiente a una impedancia (Z4) conectada en paralelo a la bobina (2) y conectada al circuito electrónico (4). Dicha configuración (5b) permite realizar mediciones de la corriente que circula por la línea de tensión (11). Además, si en esta configuración la impedancia (Z4) es una resistencia variable, esta puede ayudar a ajustar la tensión inducida en la bobina (2) cuando esta es una bobina de núcleo de aire o una bobina de Rogowski.

La tercera configuración (5c) de primera impedancia (5), corresponde a una impedancia (Z4) conectada en paralelo a la bobina (2) y el circuito electrónico (4), y una impedancia (Z5) conectada a la bobina (2) y al circuito electrónico (4). Dicha configuración permite realizar mediciones de la corriente que circula por la línea de tensión (11). Adicionalmente, dicha configuración puede servir en los casos en que se usan transformadores de corriente, por ejemplo, la impedancia (Z4) puede ser una resistencia de un valor muy pequeño (una resistencia *Shunt*).

En dicho caso, el circuito electrónico (4) percibe una pequeña caída de tensión en la impedancia (Z4) y a partir de allí, calcula la corriente. Además, si la bobina (2) fuese una bobina de núcleo de aire o Rogowski, la impedancia (Z4) puede ajustar el voltaje inducido en la bobina (2). El papel de la impedancia (Z5) es aumentar la impedancia de entrada del amplificador operacional del circuito electrónico (4) que recibe la señal.

Para el entendimiento de la presente invención, se entenderá por ruido eléctrico a todas aquellas señales de interferencias eléctricas no deseadas, y que se unen a la señal principal, o útil, de tal manera que pueden alterar dicha señal principal produciendo efectos que pueden ser más o menos perjudiciales o alterando el valor de la señal.

Por otro lado, y en una modalidad de la invención, la bobina (2), el conductor eléctrico primario (1) y el divisor de tensión (3) pueden estar recubiertos por un dieléctrico. Dicho dieléctrico (6) es un material aislante que permite aislar eléctricamente tanto el conductor eléctrico primario (1), la bobina (2) y el divisor de tensión (3). Además, dicho dieléctrico (6) puede ser un material que se selecciona del grupo conformado por líquidos dieléctricos, gases dieléctricos (SF6), materiales sólidos dieléctricos, materiales equivalentes conocidos por una persona medianamente versada en la materia o combinación de las anteriores. Adicionalmente, la bobina (2) puede estar recubierta por un material aislante (7), lo que permite aislar eléctricamente el conductor eléctrico primario (1) de la bobina (2).

Además, el material aislante (7) que recubre la bobina (2) puede estar recubierto por un material compuesto (8), el cual se puede seleccionar del grupo conformado por materiales conductores o semiconductores como el aluminio, galio, silicio, papel con partículas de grafito, papel con partículas de carbón, latón, etc., y/o combinación de las anteriores. Dicho material compuesto (8) permite reducir las concentraciones de campo eléctrico en el dispositivo (100), para evitar descargas parciales y para reducir los efectos de ruido electromagnético. En caso que se utilicen materiales conductores, estos preferiblemente no forman una espira cerrada alrededor de la bobina (2), porque se pueden producir corrientes que circulen por el material conductor, interfiriendo con la seguridad y el adecuado funcionamiento del sensor de la presente invención.

Haciendo referencia a la FIG. 3, el dispositivo de medición de voltaje y corriente (100) incluye una bobina (2) la cual es una bobina de núcleo de aire, que tiene una forma de toroide con un centro y una directriz. Por su parte, el conductor eléctrico primario (1) se introduce por la directriz de la bobina (2). En dicha FIG. 3, el conductor eléctrico primario (1) forma una pluralidad de espiras alrededor de la bobina (2) y tiene dos extremos, un primer extremo y un segundo extremo, en donde cada uno de los extremos es conectado a una línea de tensión (11) por donde circula una corriente eléctrica.

En dicha FIG. 3, al conductor eléctrico primario (1) se conecta un divisor de tensión (3), el cual está conformado por dos impedancias, una primera impedancia (Z1) conectada al conductor eléctrico primario (1) y a una segunda impedancia (Z2), en donde la segunda impedancia (Z2) está conectada a tierra (9). Dicho divisor de tensión (3) está conectado a un circuito electrónico (4), y suministra un voltaje proporcional al voltaje del conductor eléctrico primario (1) respecto a tierra (9), llevándolo así al circuito electrónico (4) para su tratamiento de señal de voltaje. Adicionalmente, en dicho divisor de tensión (3) la primera impedancia (Z1) puede tener un valor mayor a la segunda impedancia (Z2), lo que permite que el voltaje que se mide en el circuito electrónico (4) en el divisor de tensión (3) sea una fracción del voltaje de la línea de tensión, lo cual permite obtener valores de voltaje que permitan su tratamiento.

Adicionalmente, la bobina (2) del dispositivo de medición de voltaje y corriente (100) de la FIG. 3 tiene dos terminales las cuales se conectan al circuito electrónico (4), en donde, entre dichas terminales (2a, 2b) se conecta una primera impedancia (5). Donde dicha primera impedancia Z4 (5) permite ajustar el voltaje de salida de la bobina (2). Dicho dispositivo de medición de voltaje y corriente (100) incluye además, una segunda impedancia conectada entre la conexión del divisor de tensión (3) y el circuito electrónico (4), donde dicha segunda impedancia (Z6) se conecta a tierra (9). Particularmente, dicha impedancia (Z6) puede ser una impedancia variable, la cual permite un ajuste adecuado según los requerimientos del voltaje de salida del divisor de voltaje.

Adicionalmente, dicho dispositivo de medición de voltaje y corriente (100) de la FIG. 3 incluye un dieléctrico (6) el cual recubre el conductor eléctrico primario (1), el divisor de tensión (3), y la primera impedancia (5). Dicho dieléctrico (6) está ilustrado como una línea punteada que encierra al dispositivo de medición de voltaje y corriente (100).

Por otro lado, y según la FIG. 3, el conductor eléctrico primario (1) está insertado en la directriz de la bobina (2), y entre la bobina (2) y el conductor eléctrico primario (1) hay una distancia (D1) desde la superficie del conductor eléctrico primario (1) y una superficie interna de la bobina (2). El efecto técnico de la distancia (D1) es garantizar el aislamiento

entre la bobina (2) y el conductor eléctrico primario (1). Dicha distancia (D1) se selecciona, dependiendo del nivel de tensión bajo el cual operará el equipo.

Haciendo referencia a la FIG. 4, se ilustra una modalidad de la invención correspondiente al dispositivo de medición de voltaje y corriente (100) de la FIG. 3, con la diferencia que el conductor eléctrico (1) pasa por el centro de la bobina (2), y forma una pluralidad de espiras alrededor de la directriz de dicha bobina (2). En dicha FIG. 4, el conductor eléctrico (1) correspondiente a un devanado primario, por cada vuelta que da una espira del conductor eléctrico (1) dentro de la bobina (2), se amplifica el campo magnético generado y con ello se induce un mayor voltaje en la bobina (2).

Es decir, en la bobina (2) se induce un voltaje proporcional a la magnitud de la corriente eléctrica que circula por el conductor eléctrico (1), donde cada espira del conductor eléctrico (1) aumenta el voltaje inducido; es decir, entre mayor sea la cantidad de espiras; mayor será la inductancia mutua entre la bobina (2) y el conductor (1) aumentando a su vez el voltaje inducido. Lo anterior, resulta útil para la medición de corrientes pequeñas, particularmente, corrientes inferiores a 200 A. Adicionalmente, dicha FIG. 4 el dispositivo incluye un soporte que permite mantener en una sola posición a la bobina (2).

Por otro lado, y haciendo referencia a la FIG. 5 se ilustran tres dispositivos de medición de voltaje y corriente (100), un primer dispositivo (100a), un segundo dispositivo (100b) y un tercer dispositivo (100c), en donde cada uno de dichos dispositivos es como los dispositivos de la modalidad de la FIG. 3. Dichos dispositivos (100a, 100b, 100c) pueden estar conectados a tres diferentes líneas de tensión en donde cada una envía señales a un circuito electrónico (4) que permite medir el voltaje, la corriente y otras variables eléctricas de las líneas de tensión, en el tiempo como por ejemplo potencia, energía, factor de potencia, frecuencia, distorsión armónica en voltaje y corriente, ángulos entre voltajes y corrientes, entre otras.

Adicionalmente, y haciendo referencia a dicha FIG. 5, el circuito electrónico (4) puede estar conectado mediante una comunicación inalámbrica (12) a un equipo de usuario (13), donde en dicho equipo de usuario (13) se pueden obtener y almacenar las señales de voltaje, corriente y demás variables de las líneas de tensión, de forma remota, obtenidos por cada uno de los dispositivos de medición de voltaje y corriente (100a, 100b, 100c), donde dichas señales corresponden a las señales acondicionadas por el circuito electrónico (4).

Dicha comunicación inalámbrica (12) se puede realizar mediante módulos de comunicaciones que se seleccionan del grupo conformado por Bluetooth, WiFi, Radio Frecuencia RF (por las siglas en inglés de Radio Frequency), UWB (por las siglas en inglés de Ultra Wide Band), GPRS, Konnex o KNX, DMX (por sus siglas en inglés, Digital

MultipleX), WiMax y tecnologías de comunicación inalámbricas equivalentes que sean conocidas por una persona medianamente versada en la materia y combinaciones de las anteriores.

Adicionalmente, el equipo de usuario (13) puede ser un dispositivo que procesa datos, por ejemplo, microcontroladores, micro procesadores, DSCs (Digital Signal Controller por sus siglas en inglés), FPGAs (Field Programmable Gate Array por sus siglas en inglés), CPLDs (Complex Programmable Logic Device por sus siglas en inglés), ASICs (Application Specific Integrated Circuit por sus siglas en inglés), SoCs (System on Chip por sus siglas en inglés), PSoCs (Programmable System on Chip por sus siglas en inglés), computadores, servidores, tabletas, celulares, celulares inteligentes, generadores de señales y equipo de usuario (13) conocidos por una persona medianamente versada en la materia y combinaciones de estas.

Además, la información enviada por el módulo de comunicaciones, se puede enviar a un servidor o a un servidor web, el cual permite almacenar la información proveniente de, al menos un dispositivo, de medición de voltaje y corriente (100).

EJEMPLO 1

Haciendo referencia a la FIG. 3, se realizó un dispositivo de medición de voltaje y corriente (100) que comprende una bobina (2) la cual es una bobina de núcleo de aire, que tiene una forma de toroide con un centro y una directriz. Dicha bobina (2) tenía las siguientes especificaciones: bobina de núcleo de aire formada de alambre de cobre o aluminio.

Por su parte, un conductor eléctrico primario de cobre (1) está dentro de la directriz de la bobina (2) con una pluralidad de espiras.

En dicho EJEMPLO 1, al conductor eléctrico primario (1) se le conectó un divisor de tensión (3) el cual está conformado por dos resistencias, una primera resistencia (Z1), fija, de alta tensión conectada al conductor eléctrico primario (1) y una segunda resistencia (Z2), fija, de baja tensión, en donde la segunda resistencia está conectada a tierra (9). Dicho divisor de tensión (3) está conectado a un circuito electrónico (4), con las siguientes características: Acople de impedancias, filtros anti-aliasing, conversor analógico digital y un analizador de señales.

Adicionalmente, la bobina (2) tiene dos terminales (2a, 2b) las cuales se conectan al circuito electrónico (4), en donde, entre dichas terminales (2a, 2b) se conecta una primera impedancia (5). Donde dicha primera impedancia (5) corresponde a una cuarta resistencia (Z4). Dicho dispositivo de medición de voltaje y corriente (100) incluye

además, una segunda impedancia conectada entre la conexión del divisor de tensión (3) y el circuito electrónico (4), donde dicha segunda impedancia es una resistencia (Z6) que se conecta a tierra (9).

Adicionalmente, dicho dispositivo de medición de voltaje y corriente (100) de la FIG. 3 incluye un dieléctrico (6) el cual recubre el conductor eléctrico primario (1), el divisor de tensión (3), y la primera impedancia (5). Dicho, dieléctrico (6) es resina epóxica.

Con el dispositivo se logró medir variables eléctricas como: voltaje, corriente, potencia, energía, frecuencia, factor de potencia, ángulos de desfase, factores de distorsión armónica, etc. Este dispositivo sirvió para monitorear sistemas eléctricos de una amplia gama de corrientes y voltajes. Inclusive sistemas de corrientes bajas, es decir, entre 1 y 5 Amperios; y voltajes altos, es decir, de más de 1000 voltios.

EJEPLO 2

Haciendo referencia a la FIG. 3, se realizó un dispositivo de medición de voltaje y corriente (100) que comprende una bobina (2) la cual es una bobina de núcleo de aire, que tiene una forma de toroide con un centro y una directriz. Dicha bobina (2) tenía las siguientes especificaciones: bobina de núcleo de aire formada de alambre de cobre que forma una totalidad de 1000 espiras alrededor del núcleo de aire.

Por su parte, un conductor eléctrico primario de cobre (1) está dentro de la directriz de la bobina (2) con una pluralidad de 10 espiras. En dicho ejemplo, la bobina (2) induce un voltaje superior a los 0.225 Voltios cuando por el conductor eléctrico primario (1) fluye una corriente de 20 Amperios.

En dicho EJEMPLO 1, al conductor eléctrico primario (1) se le conectó un divisor de tensión (3) el cual está conformado por dos resistencias, una primera resistencia (Z1), con un valor de 200 Mega Ohmios, de alta tensión, conectada al conductor eléctrico primario (1) y una segunda resistencia (Z2), con un valor de 100 kilo Ohmios, de baja tensión, en donde la segunda resistencia está conectada a tierra (9) y a la primera resistencia (Z1). Sobre la segunda resistencia (Z2) recae un voltaje superior a los 1.88V respecto a tierra (9), cuando el voltaje del conductor eléctrico primario (1) respecto a tierra (9) es de 7621 V.

Dicho divisor de tensión (3) está conectado a un filtro para eliminar ruidos de alta frecuencia y a un circuito electrónico (4), con las siguientes características: un circuito electrónico provisto de acople de impedancias con amplificadores operacionales de alta precisión, dos filtros anti-*aliasing* con frecuencia de corte en los 7 kHz, un conversor analógico digital con una tasa de muestreo de 8000 muestras por segundo, un analizador de señales un microcontrolador y un módulo de comunicación GPRS.

Adicionalmente, la bobina (2) tiene dos terminales, los cuales se conectan al circuito electrónico (4), en donde, entre dichas terminales se conecta una primera impedancia (5). Dicha primera impedancia (5) corresponde a una cuarta resistencia (Z4). Dicha cuarta resistencia (Z4) puede ser variable o puede ser un potenciómetro con un valor de 500 Ohmios. Dicha cuarta resistencia (Z4) se puede ajustar hasta que el voltaje inducido en la bobina (2) sea igual 0.225 V. Dicho dispositivo de medición de voltaje y corriente (100) incluye, además, una segunda impedancia conectada entre la conexión del divisor de tensión (3) y el circuito electrónico (4), donde dicha segunda impedancia es una resistencia (Z6) que se conecta a tierra (9). La resistencia (Z6) puede ser variable o puede ser un potenciómetro con un valor de un Mega Ohmio. La resistencia (Z6) se debe variar hasta que el voltaje que recae en la resistencia (Z2) respecto a tierra sea igual 1.88 V.

Adicionalmente, haciendo referencia a la FIG. 3, dicho dispositivo de medición de voltaje y corriente (100) incluye un dieléctrico (6) el cual recubre el conductor eléctrico primario (1), el divisor de tensión (3), y la primera impedancia (5). Dicho, dieléctrico (6) es resina epóxica.

Con dicho dispositivo se logró medir variables eléctricas en una línea de media tensión como voltaje, corriente, potencia, energía, frecuencia, factor de potencia, etc. Dada la linealidad del divisor resistivo y la bobina (2) de núcleo de aire, el rango de medida es más amplio en comparación con aquellos sensores que tienen núcleos magnéticos embebidos. Además, la pluralidad de espiras del conductor eléctrico primario (1) permitió aumentar la inductancia mutua del sensor, lo cual permitió medir corrientes bajas, por ejemplo 20 Amperios.

Se debe entender que la presente invención no se halla limitada a las modalidades descritas e ilustradas, pues como será evidente para una persona versada en el arte, existen variaciones y modificaciones posibles que no se apartan del espíritu de la invención, el cual solo se encuentra definido por las siguientes reivindicaciones.