

"AISLADOR ELÉCTRICO"

DESCRIPCIÓN

[0001] La presente invención se refiere a un aislador eléctrico, en particular para líneas de alta tensión.

[0002] Como es sabido, en las líneas aéreas de transporte o distribución de energía eléctrica, los conductores eléctricos son transportados por estructuras de reticulado o pilones, cada una de las cuales comprende uno o varios aisladores eléctricos que soportan uno o varios conductores eléctricos aislandolos con respecto al suelo.

[0003] Típicamente, los aisladores están hechos de vidrio o porcelana, pero recientemente los aisladores hechos de materiales poliméricos, por ejemplo, silicona, se están extendiendo, y son particularmente valorados por su ligereza y rendimiento eléctrico.

[0004] Como es sabido, el cuerpo de estos aisladores eléctricos tiene uno o más discos coaxiales al eje principal del aislador, que aumentan su superficie aislante, es decir, la vía de fuga.

[0005] Todos los aisladores eléctricos, independientemente de su construcción, siguen teniendo, a lo largo de su superficie exterior, corrientes de fuga a tierra. Estas corrientes de fuga son sólo de unos pocos microamperios cuando el aislador es nuevo. Sin embargo, las corrientes de fuga pueden aumentar con el tiempo hasta el punto

en que el aislador se vuelve inutilizable.

[0006] En el caso de los aisladores de vidrio y porcelana, las corrientes de fuga elevadas pueden provocar la rotura de los discos. En ese caso, los aisladores deben sustituirse.

[0007] En cambio, en el caso de los aisladores fabricados con materiales poliméricos, la degradación causada por las corrientes de fuga aumenta imperceptiblemente desde el exterior, ya que no se produce el estallido de los discos. Por tanto, puede haber aisladores dañados o muy degradados, pero su identificación no es inmediata y requiere pruebas periódicas de todos los aisladores en una línea.

[0008] Por lo tanto, existe una gran necesidad de mantener controladas las corrientes de fuga de los aisladores para detectar un aumento anormal de estas corrientes antes de que se produzca el fallo completo del aislador y, por lo tanto, cuando todavía es posible intervenir únicamente en el aislador degradado con una intervención de mantenimiento, por ejemplo, lavando el aislador.

[0009] Ya se han propuesto dispositivos de control de la corriente de fuga que pueden instalarse en los aisladores; sin embargo, estos dispositivos deben alimentarse eléctricamente y son muy voluminosos y, por tanto, caros. Dado que deben instalarse en cada uno de los aisladores, su uso ha sido muy reducido.

[0010] El objeto de la presente invención es proponer un aislador eléctrico, en particular para líneas de alta tensión, que sea capaz de proporcionar supervisión de las corrientes de fuga superficiales, pero que esté libre de las limitaciones que sufren los aisladores con dispositivos de supervisión conocidos.

[0011] Esto se consigue con un aislador eléctrico según la reivindicación 1 y un método de control de la corriente de fuga según la reivindicación 18.

[0012] Las reivindicaciones dependientes describen las incorporaciones preferidas o ventajosas de los aisladores eléctricos según la invención.

[0013] Según una incorporación general, los aisladores eléctricos según la presente invención, particularmente adecuados para su uso en una línea de alta tensión, comprenden:

[0014] - un cuerpo aislador que se extiende principalmente a lo largo de un eje aislador entre un primer extremo, apto para ser conectado eléctricamente a un conductor eléctrico de una línea eléctrica, y un segundo extremo, apto para ser conectado eléctricamente a tierra, y

[0015] - al menos un sensor de medición de corriente de fuga al menos parcialmente incrustado en el cuerpo de los aisladores y configurado para medir las corrientes de fuga que circulan por la superficie

del cuerpo de los aisladores.

[0016] De acuerdo con un aspecto de la invención, el sensor es autoalimentable mediante la energía eléctrica producida por las propias corrientes de fuga.

[0017] Más concretamente, el sensor está equipado con medios de almacenamiento para almacenar la energía eléctrica generada por las corrientes de fuga.

[0018] En una incorporación preferida, el sensor comprende medios de transmisión de datos adecuados para transmitir los valores medidos de las corrientes de fuga.

[0019] Por ejemplo, los medios de transmisión de datos comprenden medios de comunicación inalámbricos, por ejemplo obtenidos por un sistema "Long Range Radio" ("LoRa") (Radio de Largo Alcance).

[0020] Por lo tanto, el concepto detrás de la presente invención es proporcionar un aislador eléctrico que sea capaz de controlar y comunicar su estado de funcionamiento sin una fuente de alimentación externa.

[0021] Los aisladores eléctricos aprovechan el hecho de que los materiales de los que están hechos, si bien son aislantes por naturaleza, permiten sin embargo, cuando están sometidos a alta tensión, incluso cuando son nuevos, que fluyan a tierra corrientes

de fuga superficiales de micro/miliamperios.

[0022] El sensor está así configurado para "captar" estas corrientes de superficie de modo que disponga de energía suficiente para hacer funcionar los circuitos electrónicos de baja potencia necesarios para la medición y la comunicación externa de los valores de corriente de fuga.

[0023] En una incorporación, el sensor comprende una placa electrónica flexible que forma una banda anular colocada coaxialmente al eje de los aisladores o que se extiende a lo largo de una porción lateral cilíndrica del cuerpo de los aisladores, principalmente en la dirección paralela al eje de los aisladores.

[0024] En una incorporación, por ejemplo en la que la placa electrónica flexible forma una banda anular, al menos dos electrodos adecuados para captar las corrientes de fuga superficiales están montados en la placa electrónica flexible en al menos dos puntos axialmente distintos de la superficie exterior del cuerpo de los aisladores, de forma que se detecta una diferencia de tensión proporcional a la intensidad de la corriente de fuga.

[0025] En una variante de incorporación, el sensor comprende dos electrodos de forma anular, por ejemplo, dos bobinados que actúan como antenas, colocados alrededor del cuerpo de los aisladores y separados axialmente, cada uno conectado eléctricamente a un

extremo respectivo de la placa electrónica flexible, que está incrustada en el cuerpo de los aisladores entre los dos electrodos de forma anular.

[0026] En una incorporación preferida, el cuerpo de los aisladores comprende una estructura portante, por ejemplo de fibra de vidrio, y un revestimiento exterior de un material polimérico, como la silicona, que cubre al menos parcialmente la estructura portante.

[0027] El sensor se coloca debajo de dicha cubierta exterior y/o se incrusta en la cubierta exterior, posiblemente con la excepción de los elementos conductores anulares descritos anteriormente, que se enrollan sobre la cubierta exterior.

[0028] En el caso de una placa electrónica anular que lleva los electrodos, estos electrodos se extienden radialmente desde la placa electrónica para rozar la superficie exterior del revestimiento exterior.

[0029] En una incorporación preferida, el sensor comprende además una batería de reserva adecuada para alimentar el sensor en ausencia de energía eléctrica en el conductor eléctrico.

[0030] Por lo tanto, el sensor permite su funcionamiento incluso cuando la línea no está alimentada, por ejemplo inmediatamente después de la instalación o durante interrupciones de la línea, mediante una reserva de energía, como por ejemplo con una pila de

botón de litio. De este modo, pueden enviarse señales de alarma.

[0031] Por ejemplo, la batería de reserva puede dimensionarse para tener una vida útil de 30 años con una transmisión de emergencia al día.

[0032] Si, por el contrario, la línea está alimentada, la alimentación es proporcionada por la corriente de fuga superficial.

[0033] En una incorporación, el sensor puede activarse, por ejemplo en el momento de la instalación, mediante un sistema de comunicación inalámbrica de corto alcance, por ejemplo basado en la tecnología RFID.

[0034] Al activarse la línea, la energía para el control y la transmisión se extrae de las corrientes de fuga de superficie. La energía de la batería de almacenamiento se reserva así para situaciones de emergencia con una línea que no está alimentada.

[0035] Tras la activación, el sensor puede monitorizar y transmitir las corrientes de fuga de forma continua o a intervalos de tiempo configurables.

[0036] La invención también se refiere a un método para medir las corrientes de fuga superficiales en un aislador eléctrico, en particular para líneas de alta tensión, que en una incorporación comprende los pasos de:

[0037] - incrustar un sensor de medición de corriente de fuga al menos parcialmente en el cuerpo de los aisladores, estando el sensor configurado para medir las corrientes de fuga que circulan por la superficie del cuerpo de los aisladores;

[0038] - alimentar eléctricamente el sensor con la energía eléctrica producida por las propias corrientes de fuga.

[0039] Según un aspecto de la invención, el método consiste en transmitir los valores de corriente de fuga medidos a una unidad receptora remota.

[0040] Otras características y las ventajas de los aisladores eléctricos según la invención se harán fácilmente evidentes a partir de la siguiente descripción de las incorporaciones ejemplares preferidas de la misma, proporcionadas puramente a modo de ejemplos no limitantes, con referencia a las figuras adjuntas, en las que:

[0041] - La Fig. 1 ilustra esquemáticamente un ejemplo de los aisladores eléctricos según la invención;

[0042] - La Fig. 2 es una vista en perspectiva de una parte de un aislador eléctrico según la invención, en una incorporación variante;

[0043] - La Fig. 2a es una vista en perspectiva de la parte de los aisladores de la Fig. 2, en la que se ha retirado la cubierta

aislante para mostrar la configuración del sensor de medición de la corriente de fuga;

[0044] - La Fig. 3 es un diagrama de bloques del sensor de medición de la corriente de fuga de los aisladores eléctricos, en una incorporación;

[0045] - La Fig. 4 es un diagrama de bloques del sensor de medición de la corriente de fuga de los aisladores eléctricos, en una incorporación variante;

[0046] - La figura 5 es una representación simplificada de una placa electrónica flexible del sensor de medición de corriente de fuga, en una incorporación, antes de que se envuelva alrededor del cuerpo aislador; y

[0047] - La figura 6 es una representación esquemática de una línea eléctrica aérea, cuyos aisladores eléctricos según la invención comunican datos a una pasarela, que está conectada a un servidor remoto.

[0048] En la siguiente descripción, a los elementos comunes a las diferentes incorporaciones de aisladores se les asignan los mismos números de referencia.

[0049] En los dibujos adjuntos, un aislador eléctrico según la invención se ha designado en su conjunto con 1; 1000. Por ejemplo,

el aislador eléctrico es adecuado para funcionar en líneas eléctricas de alta tensión de 50 Hz y 60 Hz.

[0050] El aislador eléctrico 1; 1000 comprende un cuerpo aislador 10 que se extiende principalmente a lo largo de un eje aislador X entre un primer extremo 10a, adecuado para ser conectado eléctricamente a un conductor eléctrico 2 de una línea eléctrica aérea 4, y un segundo extremo 10b, adecuado para ser conectado eléctricamente a tierra.

[0051] El aislador eléctrico 1 está equipado con al menos un sensor 12; 120 para medir corrientes de fuga, o corrientes superficiales, al menos parcialmente incrustado en el cuerpo del aislador 10 y configurado para medir corrientes de fuga que circulan sobre la superficie del cuerpo del aislador.

[0052] En una incorporación, el cuerpo aislador comprende una estructura de soporte de carga 101, por ejemplo hecha de fibra de vidrio, y una cubierta exterior 102 hecha de material polimérico, por ejemplo, silicona, que cubre al menos parcialmente la estructura de soporte de carga 101.

[0053] El sensor 12; 120 comprende al menos un electrodo 16; 160 adecuado para capturar las corrientes de fuga superficial que fluyen a lo largo de la cubierta exterior 102 y una placa electrónica 14; 140 conectada al menos un electrodo 16; 160 y que comprende todos

los circuitos y componentes electrónicos necesarios para procesar las señales eléctricas detectadas por medio del al menos un electrodo y posiblemente recibidas de otros sensores, transmitir datos a una unidad receptora externa y almacenar la energía eléctrica requerida para autoalimentar el sensor, como se describirá más adelante.

[0054] Para recoger las corrientes de fuga, el al menos un electrodo 16; 160 ofrece a la corriente de fuga una impedancia de entrada (por ejemplo, igual a 50 kOhm) mucho menor que la del circuito de superficie ofrecido por la capa de aire-aislador en el sector del aislador afectado por el al menos un electrodo 16; 160 o entre dos electrodos 160 (Fig. 2, 2a).

[0055] Los electrodos 16; 160 pueden estar hechos de diversas formas y materiales y pueden tener un límite superior de resistividad, por ejemplo un orden de magnitud inferior al del material utilizado como aislante, que para silicona y fibra de vidrio está entre 10^{12} y $10^{14} \Omega\text{m}$, y como límite inferior de resistividad, la resistividad de los metales conductores.

[0056] Estos valores proporcionan una ruta de impedancia más baja para la corriente de fuga en el circuito de entrada del sensor.

[0057] En una incorporación mostrada en la Fig. 1, el sensor 12 está colocado debajo de la cubierta exterior y/o está incrustado en la

cubierta exterior. El sensor 12 está así completamente protegido de los elementos y la suciedad.

[0058] En una incorporación, el al menos un electrodo 16; 160 tiene una forma anular y está dispuesto coaxialmente al eje del aislador X.

[0059] En una incorporación, el sensor 12; 120 comprende dos electrodos de forma anular 16; 160 espaciados axialmente a lo largo del eje X del aislador de manera que detecten una diferencia de voltaje proporcional a la intensidad de la corriente de fuga.

[0060] En una incorporación mostrada en la Fig. 1, el sensor 12 comprende una placa electrónica flexible 14 que forma una banda anular 14' posicionada coaxialmente al eje X del aislador. La banda anular 14' tiene una impedancia de entrada menor que la del material de la cubierta exterior 102.

[0061] Sobre la placa electrónica flexible 14 se montan al menos dos filas paralelas de electrodos 16 aptos para captar las corrientes de fuga superficiales en al menos dos puntos axialmente distintos, de manera que se detecte una diferencia de tensión proporcional a la intensidad de la corriente de fuga.

[0062] Por ejemplo, los electrodos 16 se extienden radialmente desde la placa electrónica flexible 14 de manera que rozan la superficie exterior del aislador. Los electrodos 16 de la misma fila pueden

estar conectados eléctricamente entre sí para formar un único electrodo de forma anular, por ejemplo mediante una pintura conductora.

[0063] La placa electrónica flexible 14 soporta todos los circuitos y componentes electrónicos necesarios para procesar las señales eléctricas detectadas por medio de los electrodos, transmitir datos a una unidad receptora externa y almacenar la energía eléctrica necesaria para autoalimentar el sensor, tal como se describirá a continuación.

[0064] En una variante de incorporación ilustrada en las figuras 2 y 2a, el sensor 120 comprende al menos un par de electrodos 160 dispuestos sobre la superficie del cuerpo aislador 10 y espaciados axialmente entre sí. Cada electrodo 160 forma un devanado en espiral sobre la cubierta exterior, coaxialmente al eje del aislador, de manera que forma una antena. Por ejemplo, cada electrodo 160 se obtiene con un devanado de un hilo conductor, por ejemplo de acero inoxidable o de silicona semiconductor.

[0065] Estas antenas son capaces de captar tanto las cargas eléctricas superficiales como el campo eléctrico en el aire. Un terminal de cada electrodo 160 está conectado eléctricamente, por ejemplo mediante un tornillo 162, a una placa electrónica 140 incrustada en, o colocada debajo de, la cubierta exterior. Como se mencionó anteriormente, la placa electrónica 140 comprende todos

los circuitos y componentes electrónicos necesarios para procesar las señales eléctricas detectadas por medio de los electrodos 160 y posiblemente proporcionadas por otros sensores, como se describe más adelante, para la transmisión de datos a una unidad receptora externa, y para almacenar la energía eléctrica requerida para autoalimentar el sensor, como se describirá más adelante.

[0066] En esta incorporación, la placa electrónica 140, que puede estar hecha de un material flexible para adaptarse a la curvatura de la superficie cilíndrica del cuerpo aislador 10, se extiende principalmente paralela al eje X de los aisladores.

[0067] En una incorporación, los dos electrodos 16; 160 están desprovistos de una conexión a tierra fija. De esta manera, el sensor 12; 120 permanece fluctuante y, por lo tanto, si hay sobretensiones, el sensor no está sujeto a una diferencia de potencial importante y, por lo tanto, no se daña.

[0068]

En una incorporación ilustrada en la Fig. 2, los electrodos 160 están colocados debajo de varios discos aisladores 102', 102'' de manera que cada uno de ellos esté protegido de los agentes atmosféricos. Para recoger mejor las corrientes de fuga, los dos electrodos 160 están espaciados axialmente de manera que dos o más discos aisladores se interponen entre ellos, como se muestra en las Fig. 2 y 2a.

[0069] La Fig. 3 es un diagrama de bloques de los elementos funcionales del sensor 12; 120, según una posible incorporación.

[0070] El núcleo del sensor 12; 120 es un microcontrolador 20 que gestiona el funcionamiento del sensor y la comunicación de los datos al exterior.

[0071] En una incorporación, el sensor 12; 120 puede estar provisto de medios de acoplamiento eléctricos y mecánicos 22 para el cuerpo aislador 10.

[0072] Por ejemplo, estos medios de acoplamiento 22 comprenden los electrodos 16 que también realizan, además de la función de captar las corrientes de fuga superficiales, una función mecánica de bloqueo del sensor 12 en su lugar, ya que estos electrodos 16 están incrustados en la cubierta exterior hecha de material polimérico.

[0073] El sensor 12; 120 puede estar equipado con medios de protección electrónicos 24 adecuados para proteger el sensor de picos de tensión/corriente, por ejemplo generados por rayos.

[0074] La corriente de fuga captada por los bornes eléctricos 16 es gestionada por un conmutador 26 que, de manera controlada por el microcontrolador 20, desvía alternativamente la corriente hacia un módulo electrónico de medida de corriente 28 o hacia medios de

almacenamiento de energía 32, por ejemplo obtenidos mediante uno o varios condensadores. Puede haber un circuito rectificador 30 antes del conmutador 26 o a la entrada de los medios de almacenamiento de energía 32.

[0075] Los medios de almacenamiento de energía 32 están controlados por un módulo de gestión de energía 34, que a su vez está conectado operativamente al microcontrolador 20.

[0076] El microcontrolador 20 está configurado para gestionar un transpondedor RFID 36 y una lógica de temporización 38.

[0077] El transpondedor RFID 36 puede utilizarse para identificar el aislador eléctrico 1 y/o el sensor 12; 120 y puede habilitarse para lectura/escritura para cambiar los parámetros de inicialización del sensor 12; 120. Si se suministra con batería, el transpondedor RFID también puede utilizarse para habilitar/configurar las funciones de supervisión del sensor 12; 120, por ejemplo en el momento de la instalación. Si está provisto de una batería, el transpondedor RFID también puede utilizarse para habilitar/configurar las funciones de supervisión del sensor 12; 120, por ejemplo en el momento de la instalación. Esto permite, por ejemplo, detectar y transmitir la geolocalización de los aisladores.

[0078] El sensor 12; 120 también puede comprender una batería de reserva 40 que está operativamente conectada al módulo de gestión

de energía 34.

[0079] A continuación se describirán con más detalle algunos de los componentes funcionales del sensor 12, de acuerdo con la incorporación ilustrada en el diagrama de bloques de la Fig. 4, en el que los elementos comunes o equivalentes a los mostrados en la Fig. 3 se indican con los mismos números de referencia.

[0080] Durante el funcionamiento normal de los aisladores, las corrientes de fuga fluyen sobre la superficie de la cubierta exterior 102.

[0081] El módulo electrónico de medición de corriente 28 mide las corrientes de fuga. El perfil de muestreo, los tiempos de detección y la precisión pueden personalizarse en función de la capacidad de almacenamiento de energía. Por ejemplo, el intervalo de tiempo entre una medición y la siguiente puede ser de aproximadamente 1 minuto. La frecuencia de muestreo y la frecuencia de transmisión de datos pueden ajustarse, por ejemplo, mediante el transpondedor RFID o el módulo "LoRa".

[0082] En algunas incorporaciones, se pueden proporcionar dos opciones de medición:

[0083] - corriente media, que es la corriente de fuga media que fluye a través de los aisladores durante el periodo de muestreo;

[0084] - corriente instantánea, que es la intensidad de corriente en el momento del muestreo.

[0085] Como se ha mencionado anteriormente, el microcontrolador 20 gestiona la transmisión de datos a una unidad receptora externa, por ejemplo una pasarela 60 (Fig. 6), que a su vez está conectada a la Nube.

[0086] En una incorporación, la transmisión de datos está implementada por un módulo de comunicación 202, gestionado por el microcontrolador 20, por ejemplo basado en un protocolo de comunicación "LoRa", que permite la transmisión con bajo consumo de energía hasta una distancia de un radio de 2-5 km dependiendo de las condiciones ambientales y topográficas de la zona de instalación de los aisladores.

[0087] Los medios de protección electrónica 24 están configurados para proteger el sensor de eventos eléctricos importantes, por ejemplo, rayos, que pueden superar la resistencia del aislador y el sensor y de la IMU a situaciones de gran tensión mecánica y sobrecalentamiento, causando daños en el aislador y/o el sensor.

[0088] Tal como se muestra en el diagrama de bloques de la Fig. 4, en algunas incorporaciones, los aisladores eléctricos 1 están equipados con sensores adicionales. Estos sensores adicionales pueden estar soportados por la misma placa electrónica flexible 14;

140 y/o pueden estar controlados por el mismo microcontrolador 20 que gestiona la monitorización de la corriente de fuga. Además, los sensores adicionales también pueden estar conectados operativamente al módulo de gestión de la energía 34.

[0089] Estos sensores adicionales pueden incluir un sensor de temperatura 42. La temperatura de los aisladores puede utilizarse como parámetro de envejecimiento y/o para detectar situaciones críticas. Dado que el sensor de medición de corriente de fuga 10 no genera calor apreciable, la temperatura medida está estrechamente relacionada con la temperatura del aislador en las proximidades del sensor de medición de corriente de fuga.

[0090] Los sensores adicionales pueden incluir un sensor de posición 44. La posición (especialmente los ángulos de inclinación) de los aisladores puede ser una indicación de anomalías mecánicas. Este sensor de posición 44 también puede ser gestionado por la electrónica del sensor de medición de corriente de fuga 12.

[0091] Los sensores adicionales pueden incluir una galga extensométrica 46 para controlar posibles tensiones mecánicas en los aisladores. Esta galga extensométrica 46 también puede ser gestionada por la electrónica del sensor de medición de corriente de fuga 12.

[0092] El sensor 12; 120 descrito anteriormente es capaz de

interceptar corrientes superficiales muy bajas, por ejemplo 5-10 microamperios, debido a sus elementos conductores.

[0093] Como se ha explicado anteriormente, estas corrientes superficiales pasan a un circuito de entrada del circuito electrónico del microprocesador. El circuito de entrada está configurado para rectificar la forma sinusoidal de la corriente de fuga, por ejemplo mediante un puente rectificador con circuitos electrónicos comerciales adecuados, a fin de obtener una corriente continua utilizada para cargar progresivamente una batería de condensadores de almacenamiento de energía, por ejemplo con una capacidad de 1,2 microfaradios.

[0094] Esta energía se acumula progresivamente hasta alcanzar un umbral que el microprocesador considera suficiente para permitir al sensor procesar y transmitir, por ejemplo mediante el envío de un mensaje LORA, la información recibida de los distintos sensores (por ejemplo información de temperatura, carga mecánica de los aisladores, orientación del aislador, tiempo de carga del condensador, y/u otra información que se considere útil).

[0095] En una incorporación, si la energía almacenada es superior a la necesaria para realizar dichas transmisiones periódicas, por ejemplo dos veces al día, el exceso de energía se almacena en una batería de reserva. En el caso de una línea sin alimentación, la batería de reserva puede permitir que el sensor continúe

transmitiendo información durante un cierto período de tiempo.

[0096] Cabe señalar que, dado que las corrientes disponibles pueden ser del orden de los microamperios, la electrónica del sensor está dimensionada para funcionar con energías del orden de los millijoules. Un valor de referencia para objetos industrialmente producibles puede ser de 3 mJ para la energía necesaria para que el sensor realice operaciones relacionadas con una sesión de trabajo, como por ejemplo: encendido, carga, procesamiento, comunicación y apagado.

[0097] Como se ha mencionado anteriormente, la corriente superficial, que fluye dentro del sensor, carga la batería del condensador. En una incorporación, el circuito de carga del condensador, al alcanzar la energía mínima necesaria para que el sensor se autoalimente, envía una señal al microcontrolador y lo despierta. A continuación, el microcontrolador puede realizar las operaciones de monitorización de las señales procedentes de los sensores, por ejemplo del acelerómetro y del sensor de temperatura, prepara un mensaje que contiene la información sobre el estado de los aisladores y lo envía, por ejemplo, a través de la radio LoRa integrada en el sensor.

[0098] Por ejemplo, una capacitancia de 22 microfaradios (μF) cargada a 18V puede utilizarse para una energía de 3 mJ.

[0099] Las pruebas de campo y de laboratorio confirman que, en relación con la corriente de fuga superficial, el circuito línea-aisladores-tierra actúa principalmente como generador de corriente y, por tanto, carga los condensadores de autoalimentación con corriente constante. Por lo tanto, el tiempo de carga es proporcional a la corriente de fuga. Con este supuesto, el tiempo entre dos transmisiones consecutivas es una medida válida de la cantidad de carga eléctrica total que circula entre las dos transmisiones. En este caso, la pasarela receptora procesa los tiempos y valores de corriente pertinentes.

[00100] En los casos en los que el sensor está provisto de una batería recargable, por ejemplo para utilizar el sensor incluso en situaciones en las que hay un corte de energía en la línea, un dispositivo, como un Reloj en Tiempo Real (RTC) puede permitir al sensor estimar el tiempo transcurrido entre las dos transmisiones y proporcionar de forma autónoma los valores de corriente de fuga.

[00101] A partir de la descripción anterior, es evidente cómo los aisladores eléctricos propuestos permiten resolver el problema técnico subyacente a la invención.

[00102] El sensor de medición de corriente de fuga se autoalimenta mediante las propias corrientes de fuga y, por lo tanto, no requiere una conexión a una línea eléctrica ni el uso de voluminosas baterías, que son propensas a descargarse, o paneles fotovoltaicos.

[00103]De este modo, el sensor está especialmente miniaturizado y no afecta a la huella de los aisladores. El sensor está totalmente protegido al estar incrustado en la cubierta exterior o, en el caso de los electrodos envueltos en la cubierta exterior, están colocados debajo de los discos aisladores y, por tanto, protegidos por ellos.

[00104]El costo del sensor no afecta significativamente el costo total del aislador y, por lo tanto, todos los aisladores pueden estar equipados con el sensor.

[00105]El sensor permite un seguimiento constante y preciso de las corrientes de fuga y, por tanto, de la degradación del rendimiento de los aisladores y permite supervisar el estado de mantenimiento de la línea.

[00106]Por ejemplo, si se detecta que todo un lote de aisladores presenta corrientes de fuga superiores a las normales, puede que sea necesario lavar toda la línea con hidrolimpiadoras para eliminar los depósitos superficiales que provocan microdescargas. En la actualidad, los aisladores eléctricos se lavan un par de veces al año. Con los aisladores según la invención, es posible saber con precisión cuándo debe realizarse el lavado. Puede resultar, por ejemplo, que el lavado no sea necesario o que, por el contrario, una línea deba lavarse varias veces al año o que sólo haya que lavar una sección de la línea y no toda la línea.

[00107] De este modo, el mantenimiento de una línea se simplifica considerablemente.

[00108] Con el fin de satisfacer necesidades contingentes, un experto en la materia puede realizar una serie de cambios, adaptaciones y sustituciones de elementos por otros funcionalmente equivalentes a las incorporaciones de los aisladores eléctricos según la invención, sin apartarse del alcance de las reivindicaciones siguientes. Cada una de las características descritas como pertenecientes a una posible incorporación puede obtenerse independientemente de las demás incorporaciones descritas.