



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 266 867**

51 Int. Cl.:

G01R 31/12 (2006.01)

G01R 31/08 (2006.01)

H04B 3/56 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **03766781 .3**

86 Fecha de presentación : **23.06.2003**

87 Número de publicación de la solicitud: **1516194**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **23.03.2005**

54

Título: **Método y sistema para transmitir una señal de información sobre un cable de energía.**

30

Prioridad: **21.06.2002 NL 1020925**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.03.2007

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.03.2007

73

Titular/es:
**Stichting voor de Technische Wetenschappen
Van Vollenhovenlaan 661
3527 JP Utrecht, NL**

72

Inventor/es: **Steennis, Evert, Frederik;
Wouters, Petrus, Arnoldus, Antonius, Francisca;
Veen, Jeroen y
Van der Wielen, Petrus, Carolina, Johannes, Maria**

74

Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 266 867 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método y sistema para transmitir una señal de información sobre un cable de energía.

La presente invención se refiere a un método y a un sistema para introducir y transmitir una señal de información eléctrica en un cable de potencia portador de tensión y sobre el mismo, el cual comprende al menos uno o varios conductores, un dieléctrico dispuesto alrededor de los conductores y una funda conductora de tierra dispuesta alrededor del dieléctrico.

Los cables de potencia subterráneos o las líneas de potencia se usan para transportar la energía eléctrica desde una central de potencia a un punto de uso. Esto se realiza a diversas tensiones, por ejemplo desde unos 400 kilovoltios para cables de alta tensión hasta unos 200 voltios para cables de baja tensión. Debido a las altas tensiones que se producen en el conductor o en los conductores de los cables de potencia, los conductores están encerrados por un material eléctricamente aislante, al que también se denomina dieléctrico. La envolvente aislante de los conductores está también total o parcialmente encerrada por una funda de tierra o una protección de tierra metálica. Se pueden disponer envolventes protectoras adicionales tales como para estanqueidad al agua, protección mecánica, etc., en el cable y alrededor del mismo.

No sólo cuando un cable de potencia no está en funcionamiento, sino también cuando el cable de potencia está en funcionamiento, es decir, cuando uno o varios de los conductores están en un modo portador de tensión, puede ser útil enviar señales portadoras de información desde un extremo del cable de potencia al otro extremo del cable. Las señales de información se pueden aplicar para fines de diagnóstico del propio cable de potencia, por ejemplo para determinar la calidad del dieléctrico alrededor de los conductores portadores de tensión o para enviar otros datos en un sentido y en otro.

La desventaja de los sistemas conocidos es que las señales de información se introducen por un equipo que está acoplado directamente al conductor o conductores portadores de tensión del cable de potencia. A la vista de las tensiones relativamente altas que se presentan, esto impone unos requisitos muy severos al equipo utilizado para la transmisión.

La desventaja de otros sistemas conocidos es que las señales de información se introducen a través de la envolvente de tierra o funda de tierra, actuando la tierra entre los puntos extremos del cable como conductor de retorno. En este caso, estas señales de información no están protegidas del entorno y por tanto pueden alterar el entorno (gestión de la Compatibilidad Electromagnética, EMC). En algunos cables de potencia además, la envolvente de tierra o la funda de tierra además está puesta a tierra en la mayor parte de la longitud del cable, si no lo es en toda ella, con lo cual la transferencia de la señal no es posible en estos sistemas conocidos, o lo es a duras penas.

El documento GB-A-2 091 976 describe un método para inyectar señales en un cable de potencia. Este sistema necesita un camino de retorno para la señal a través de la tierra eléctrica. La detección de la señal se realiza a través de un condensador, el cual está conectado entre un conductor del cable (la pantalla de tierra en este caso) y la tierra. Por la inyección de la señal se genera una diferencia de tensión entre la pantalla de tierra y la tierra eléctrica.

El documento EEUU-A-4 570 231 describe un sistema descubridor de defectos para localizar los defectos a lo largo de una línea de transmisión de alta tensión. El sistema está acoplado en forma capacitiva a la línea de transmisión.

El documento EEUU-A-6 161 077 describe un método para aplicar la reflectometría en el dominio de tiempos (TDR).

El documento EP 0 978 952 A2 describe un método para introducir señales en un cable de potencia, comprendiendo el cable de potencia un conductor central, una funda de XLPE, cierto número de conductores neutros de tierra y una funda exterior. En el método conocido, la introducción de la señal de información tiene lugar entre los conductores neutros de tierra individuales o bien entre las camisas de los conductores neutros en la camisa exterior de la armadura de hilo de acero.

Las desventajas del sistema conocido es que se necesita entre otras cosas una camisa exterior de armadura de hilo de acero (SWA) en combinación con una camisa de los conductores neutros (funda de tierra) a fin de transmitir la señal de información desde una posición a otra. En esta configuración, se debe colocar por tanto la camisa exterior de la SWA sobre toda la longitud del cable y una señal de interrupción impedirá la transmisión de la señal de información.

Es un objeto de la presente invención proporcionar un método y un sistema con los cuales se obvие al menos una de las desventajas indicadas anteriormente.

El objeto se logra mediante un método y un sistema según las reivindicaciones 1 y 14 respectivamente.

Es un objeto de la presente invención proporcionar un método y un sistema con los cuales se obvien las desventajas indicadas anteriormente y otras, como las desventajas todavía no indicadas de la técnica anterior, y con los cuales se transmiten las señales en todo el cable de potencia sin que se haga contacto directo con los conductores portadores de tensión y sin que las señales alteren el entorno, y sin que las señales sean atenuadas en el caso de una puesta a tierra permanente (prácticamente) de la funda de tierra o de la protección de tierra del cable de potencia.

Según un primer aspecto de la presente invención, se dispone para esta finalidad un método para introducir una señal de información en un cable de potencia, el cual puede estar conectado a una fuente de tensión y el cual comprende al menos uno o más conductores, un dieléctrico dispuesto alrededor de los conductores y una funda conductora de tierra colocada total o parcialmente alrededor del dieléctrico, comprendiendo el método introducir una señal de información de tipo impulso en una primera posición de la funda de tierra a fin de obtener una señal de información de tipo impulso correspondiente sobre el dieléctrico entre los conductores y la funda de tierra. Inyectando un impulso de corriente en la funda de tierra en una primera posición, por ejemplo, un primer extremo de cable, se produce un impulso de tensión en esa posición sobre el aislamiento (el dieléctrico) del cable de potencia. El camino de la corriente se cierra aquí a través de otros componentes en la conexión de alta tensión (en la medida en que se encuentren presentes). El impulso de tensión producido de esta manera en el cable de potencia se desplaza a una segunda posición, por ejemplo a otro extremo del cable, en el cual se puede detectar

el impulso de tensión de una manera conocida en sí misma.

La señal de información es introducida usando una o varias bobinas, e introducida directamente en la funda de tierra y/o en un cable de tierra entre la funda de tierra y la tierra y/o en un cable de tierra entre la fuente de tensión y la tierra, haciendo uso preferiblemente de una o varias bobinas dispuestas en una posición entre la fuente de tensión y la tierra.

De la manera anteriormente indicada, se puede transmitir datos entre dichas posiciones de una manera simple a través de la funda de tierra, sin que el equipo requerido para este fin esté expuesto a las tensiones eléctricas elevadas de la fuente de tensión, sin que las señales transmitidas alteren el entorno y sin que las señales transmitidas sean atenuadas en el caso de una puesta a tierra (prácticamente) permanente de la funda de tierra o de la protección de tierra del cable de potencia.

En una realización particular preferida, los datos comprenden una información que se usa para la comunicación de datos generales entre los extremos del cable.

En otra realización preferida, los datos comprenden una información que se usa para sincronizar el tiempo entre la primera posición y el emplazamiento en el que se reciben los datos, que es la segunda posición. Un impulso de tipo escalón (con un tiempo de elevación máximo factible, cuya factibilidad depende de las variables del sistema) se introduce aquí en una primera posición, a continuación de lo cual este escalón de tensión se traduce en un impulso de tipo escalón, el cual llega a la segunda posición algún tiempo más tarde. Diferencia de tiempo entre la inyección del impulso en la primera posición y la recepción del impulso en la segunda posición corresponde al tiempo de desplazamiento del impulso a través del cable de potencia (más el tiempo requerido para la inyección del impulso en la primera posición y para la detección del impulso en la segunda posición). Es posible de este modo sincronizar relojes entre sí en la primera y en la segunda posición, teniendo en cuenta esta diferencia en el tiempo de desplazamiento.

La precisión requerida de la sincronización del tiempo determina con que frecuencia se deben repetir los impulsos de sincronización de tiempo. Con los actuales osciladores de cristal es posible una sincronización de tiempo de varias decenas de nanosegundos con una frecuencia de repetición de aproximadamente un impulso de sincronización de tiempo por segundo. Esto proporciona la opción de localizar los defectos que se producen en el cable con la precisión de aproximadamente el 1% de la longitud del cable. Esto se debe a que estos defectos generan por sí mismos impulsos de tensión, cuya diferencia en el momento de llegada a la primera y a la segunda posición, junto con los tiempos de reloj que son conocidos con una precisión determinada a través de la sincronización del tiempo, son características para la localización del defecto.

En una realización preferida adicional, los datos comprenden información que se envía en la primera posición una vez haya transcurrido un tiempo fijo desde la llegada de un impulso de tensión a esta primera posición, viniendo este impulso de un defecto en el propio cable de potencia. Este defecto ha dado también un impulso de tensión en la segunda posición. El instante de llegada de este impulso de tensión

a la segunda posición, junto con el instante de llegada de esta información transmitida desde la primera posición, proporciona la posibilidad de calcular el emplazamiento del defecto.

Según otro aspecto de la presente invención, se proporciona un sistema de introducir una señal de información eléctrica en un cable de potencia que puede ser conectado a una fuente de tensión y el cual comprende al menos uno o varios conductores, un dieléctrico dispuesto alrededor de los conductores y una funda conductora de tierra dispuesta total o parcialmente alrededor del dieléctrico, que comprende:

- medios de introducción para introducir una señal de información de tipo impulso en la funda de tierra en una primera posición, produciendo con ello una señal de información de tipo impulso correspondiente sobre el dieléctrico entre los conductores y la funda de tierra, cuya señal se propaga a una segunda posición.

Los medios de introducción comprenden preferiblemente una o varias bobinas, las cuales se colocan próximas a la funda de tierra, al cable de tierra y/o a la línea entre la fuente de tensión y la tierra, y con las cuales se puede introducir un impulso de corriente. Este impulso de corriente causa un impulso de tensión correspondiente sobre el dieléctrico del cable de potencia sin hacer contacto de esta manera con las partes portadoras de tensión del cable de potencia.

En realizaciones particulares se disponen medios aumentadores de la impedancia, preferiblemente uno o más elementos que contengan ferritas, con lo cual se puede aumentar localmente la impedancia en uno o más cables de tierra de tal manera que el impulso de corriente en la funda de tierra dé lugar a un impulso de tensión correspondiente y medible sobre el dieléctrico del cable de potencia. Sin estos medios aumentadores de la impedancia, se podría generar el impulso de corriente en el circuito defectuoso sin que con él se generara un correspondiente impulso de tensión en el dieléctrico.

Para la determinación anteriormente indicada de, por ejemplo, la posición de las irregularidades de un conductor, cuyas irregularidades dan lugar a una descarga parcial en el cable de potencia, en una realización adicional el sistema comprende también unos medios de detección para detectar los impulsos de tensión que se propagan a lo largo del cable de potencia. Estos impulsos de tensión pueden ser el resultado de los impulsos de corriente introducidos por los medios de introducción, pero pueden ser también el resultado de las descargas parciales anteriormente mencionadas.

Para una determinación precisa de la posición de una irregularidad, el sistema comprende en una realización preferida adicional unos primeros o respectivamente segundos medios de registro de tiempo y unos medios de sincronización de tiempo situados en la primera y en la segunda posición a fin de sincronizar los medios de registro del tiempo cada uno respecto al otro usando una señal de información introducida en la funda a tierra.

Otras ventajas, características y detalles de la invención resultarán obvios a partir de la siguiente descripción de un número de realizaciones preferidas de la misma. Se hace referencia en la descripción a las figuras, en las cuales:

la Figura 1 muestra una vista parcialmente desprendida de un cable de potencia;

la Figura 2 muestra una vista esquemática de una primera realización preferida de un sistema según la invención;

la Figura 3 muestra una vista esquemática de una segunda realización preferida de un sistema según la invención;

la Figura 4 muestra una vista esquemática de una tercera realización preferida de un sistema según la invención;

la Figura 5 muestra una vista esquemática de una cuarta realización preferida de un sistema según la invención;

la Figura 6 muestra una vista esquemática de una realización preferida adicional de un sistema de medición multilateral según la invención en un cable con derivación; y

la Figura 7 muestra una vista esquemática de otra realización preferida adicional de un sistema de medición multilateral según la invención en un cable con derivación.

La Figura 1 muestra, a título de ejemplo, un cable 1 de alta tensión. En la realización anterior se han situado tres conductores 2 en el centro del cable 1 de alta tensión. Una alternativa que se produce con frecuencia (no representada) es un cable con un conductor. El cable puede contener generalmente uno o varios conductores. Los conductores están conectados a una red de alta tensión o de baja tensión. Alrededor de los conductores se disponen una o dos capas 3 y/o 4 de material aislante centradas. Las capas 3 y 4 de material aislante forman el dieléctrico del cable. Dispuestas alrededor de la capa aislante externa está una funda de tierra o protección de tierra 5, la cual está conectada al cable 7 de tierra de la red eléctrica. La funda de tierra puede estar dispuesta todo alrededor del aislamiento. También se produce el encerramiento parcial del aislamiento por la protección 5 de tierra. Se observa que el término "protección de tierra" se entiende con el significado de todas las posibles realizaciones de una tierra de cable, tales como un cable de tierra, una funda de tierra que incluye el aislamiento totalmente o sólo parcialmente y que consiste en hilos entrelazados (por ejemplo hilos de cobre) o una capa metálica maciza, etc.

Alrededor de la protección 5 de tierra se disponen capas protectoras 6 adicionales para proteger el cable contra los efectos químicos y mecánicos adversos del exterior. Estas capas adicionales son concebibles pero no se aplican en absoluto en todos los casos. El cable de potencia 1 tiene una longitud de varias decenas de metros a decenas de kilómetros.

La Figura 2 muestra una primera realización preferida del sistema. En el(los) conductor(es) del cable 1 de potencia existe una tensión alterna comprendida entre 200 V y 400 kV. La frecuencia de esta tensión alterna es la frecuencia de la red (ejemplos: 50 Hz en Europa, 60 Hz en los EEUU) o bien la frecuencia típica asociada con una fuente de tensión que se encuentra disponible a fin de ensayar el cable (por ejemplo 0,1 Hz o una tensión oscilante). Como puede verse en la figura 2, el cable está conectado a un componente 10 de la red. El componente 10 de la red puede ser un transformador y/u otro cable de potencia o cualquier otro componente de la red portador de tensión.

Las fundas de tierra de los cables de potencia están habitualmente puestas a tierra en sus extremos con un cable de tierra. En el caso de que un cable no esté desconectado de la red eléctrica y exista por tanto una

situación en línea, es posible usar este cable de tierra y la funda de tierra del cable conectado al mismo para diversas finalidades, incluyendo la comunicación de datos y la sincronización del tiempo, como se describirá a continuación.

La Figura 2 muestra como se coloca una bobina SP alrededor del cable 7 de tierra, donde el cable 7 de tierra está conectado eléctricamente a la funda 5 de tierra. La bobina SP inyecta un impulso corto de corriente en el cable 7 de tierra, el cual aporta un impulso de tensión correspondiendo con el mismo (flecha V) sobre el dieléctrico del cable 1 de potencia, puesto que está cerrado el camino de la corriente a través de los otros componentes (componente 10 de red y análogos) de la conexión de alta tensión (en la medida en que estén presentes). El impulso de tensión así producido se desplaza a una segunda posición, por ejemplo, en el otro extremo del cable, donde se puede detectar el impulso de tensión de una manera conocida en sí misma.

Esto significa que se puede transmitir un impulso a través del cable de potencia, con lo cual el cable de potencia se encuentra opcionalmente sometido a alta tensión, sin que aquí exista un contacto directo entre las partes portadoras de alta tensión y las partes que introducen el impulso en el cable de potencia. Para la introducción del impulso no se requiere por sí mismo por tanto (dependiendo de las condiciones locales con respecto a la realización del extremo del cable y de los otros componentes de alta tensión y dependiendo de las directrices locales en cuanto a la seguridad es concebible que durante la disposición y después del uso, durante la retirada de la bobina se debe desconectar la tensión de alimentación) que los conductores del cable de potencia tengan que ser desconectados de la tensión.

La Figura 3 muestra otra realización en la cual la bobina SP está colocada alrededor de la línea 12 entre la fuente de potencia 10 y la tierra. Según lo descrito anteriormente, se puede introducir un impulso de corriente usando la bobina SP, cuyo impulso produce un impulso de tensión (V) sobre el dieléctrico del cable de potencia.

La Figura 4 muestra una realización adicional. Además del cable 7 de tierra se aplica un cable adicional 9 de tierra (segundo, tercero, etc.). Cuando la bobina SP está colocada actualmente alrededor del cable 7 de tierra, se crea un segundo circuito mediante el cable 9 de tierra (línea de trazo discontinuo) puesto que la impedancia de los componentes tales como el componente 10 de la red es habitualmente mayor que la impedancia del camino de la corriente a través del cable 9 de tierra. A fin de producir todavía un impulso de tensión suficientemente grande sobre el dieléctrico, se puede interrumpir el circuito de la derecha abriéndolo. También es posible disponer los elementos aumentadores de la impedancia 11, preferiblemente en forma de uno o más núcleos de ferrita. Éstos dan como resultado que el impulso de corriente inyectado en el cable 7 de tierra produce un impulso de alta tensión en el cable 1 de potencia a través de la línea 12 de tal modo que se puede medir en el otro extremo.

La Figura 5 muestra una realización adicional en la cual la bobina SP está colocada alrededor de la funda 5 de tierra mientras que la funda 5 de tierra está puesta a tierra sobre el lado de esta bobina SP no correspondiente al componente (10) de red.

Otra realización preferida se refiere a la diagnosis del dieléctrico en la que se hace uso de la transmisión de la señal de información entre dichas posiciones. Como consecuencia de las posibles irregularidades en el dieléctrico del cable de potencia, por ejemplo en la posición de un defecto del dieléctrico del cable de potencia, un defecto del dieléctrico de los empalmes de cable o un defecto del dieléctrico de los extremos de cable y de las relativamente altas tensiones que se producen en el conductor, pueden producirse en cualquier caso las así llamadas descargas parciales. Las descargas parciales pueden dar lugar eventualmente a la pérdida de la calidad del cable. Las descargas parciales son frecuentemente las precursoras de las descargas completas, o roturas, por las cuales el cable funciona mal y debe ser puesto fuera de funcionamiento hasta después de su reparación.

Cada descarga parcial produce un pequeño impulso de tensión (o impulso de corriente) del orden de varios milivoltios a varios voltios, característicamente entre 10 mV y 10000 mV. La duración del impulso de tensión es muy corta, menos de 1 microsegundo. Característicamente entre 10 y 1000 ns.

Los impulsos de tensión o los cambios de tensión generados por las descargas parciales se propagan habitualmente en ambas direcciones del conductor desde la posición de la descarga parcial. La mitad del impulso de tensión se propaga a un primer extremo de cable y la otra mitad se propaga al otro extremo de cable. Ambos impulsos de tensión se desplazan a través del conductor a una velocidad que es prácticamente igual a la velocidad de la luz (aproximadamente del 50% al 80% de 300.000 km/s). Se puede usar la diferencia en el tiempo de llegada de las señales de los dos impulsos a una primera y a una segunda posición, por ejemplo en ambos extremos del cable, para determinar la posición de la irregularidad que causa esta descarga parcial. En el caso de una medición por los dos lados, se miden dos señales de impulso que están originadas por la misma irregularidad, se mide una primera señal de impulso en una primera posición usando un sensor y se mide el segundo impulso en la segunda posición usando un sensor. En base a la diferencia en el tiempo de llegada de las dos señales de impulso, las características de propagación ya conocidas del cable (tales como la velocidad de propagación de las señales de impulso) y la ya conocida o desconocida longitud del cable, se puede determinar la posición de las irregularidades respectivamente en sentido absoluto o relativo.

Es crucial para la determinación precisa de las posiciones de las irregularidades en el dieléctrico o en el material aislante de cables de potencia, de los empalmes de cables y de los extremos de cables la precisión del registro del tiempo en el cual se registran los tiempos de llegada de las señales de impulso causadas por una descarga parcial. Es conocido el uso de los datos de tiempo (Coordenadas Universales de Tiempo) que hace disponibles el Sistema Global de Posicionamiento (GPS) o de relojes atómicos de muy elevada precisión para permitir un registro de tiempo con una precisión del orden de magnitud de varios(as) (decenas de) nanosegundos. Sin embargo, la aplicación de la sincronización del tiempo GPS es cara y es necesaria una antena exterior en cada extremo de cable que permita recibir las señales de reloj de GPS requeridas. También se ha encontrado que el uso de relojes

atómicos es caro, y esto ha impedido su uso a gran escala.

La Figura 6 muestra que un detector 8 (consistente, por ejemplo en una bobina SP-O receptora de impulsos, la cual se puede colocar como se muestra, delante de la bobina SP en las Figuras 2, 3, 5 ó 5, y un aparato de registro tal como un digitalizador conectado a la misma) está conectado en las inmediaciones de la primera posición A a una unidad 11 registradora de tiempo, y que un detector 13 está conectado en las inmediaciones de la segunda posición B a una unidad 14 registradora de tiempo. Estas unidades registran los instantes de llegada de las señales de impulso que llegan respectivamente a las posiciones A y B.

La determinación de la posición en la cual tiene lugar la irregularidad se realiza de la manera siguiente. Como resultado de una descarga parcial P en el cable 1, una primera señal de impulso S_A se desplaza a la izquierda en la dirección de la primera posición A y una segunda señal impulso S_B se desplaza a la derecha en la dirección de la segunda posición B. Ambas señales de impulso se desplazan a una velocidad conocida. Una vez han llegado, las señales de impulso S_A y S_B son detectadas por los respectivos detectores 8 y 13. Los instantes en los que se detectan las señales de impulso S_A y S_B son entonces registrados por las respectivas unidades 11 y 14 registradoras de tiempo. Con esta finalidad, las unidades registradoras de tiempo proporcionan a las señales de impulso detectadas una etiqueta de tiempo o sello de tiempo, con el cual se puede determinar el momento de llegada y la progresión de las señales en el tiempo. Se puede almacenar la señal dotada de una etiqueta de tiempo en un medio aleatorio o, usando el método de comunicación a tratar más adelante, se puede introducir como impulso de información en el dieléctrico del cable de potencia y transmitir a través de la funda de tierra del cable a una unidad central de almacenamiento. La diferencia de tiempo DT se puede determinar a partir de las diferencias en los tiempos de llegada así registrados de las dos señales de impulso. A partir de la diferencia de tiempo DT, la velocidad de propagación conocida de las señales de impulso en el conductor y la ya conocida longitud l del cable, se puede determinar la posición de la irregularidad P con una precisión de 1-100 m (dependiendo de la longitud total l del cable l). Si no se conoce la longitud del cable, se puede determinar entonces la posición de la irregularidad en un sentido relativo.

Lo anterior indica que la detección y el registro del tiempo de las señales de impulso se realizan por sistemas de detección y de registro que funcionan independientemente. Para una determinación precisa de los instantes en los que llegan las señales de impulso a las diferentes posiciones, se debe sincronizar las unidades de registro la una respecto a la otra. Se puede realizar esta sincronización de manera totalmente independiente de la determinación de la posición, por ejemplo realizando el registro del tiempo antes o después de la determinación de la posición. Sin embargo, también se puede realizar la sincronización durante la determinación de la posición.

La sincronización tiene lugar inyectando un impulso de tensión de sincronización de tiempo en el extremo A del cable por medio de una bobina SP, tal como se describió anteriormente. Este impulso de tensión TP de sincronización de tiempo se desplaza al extremo opuesto B del cable, exactamente igual que los

impulsos de tensión anteriormente establecidos que procedían de la descarga parcial. El impulso de tensión TP de sincronización de tiempo se puede medir en el extremo B del cable con el mismo detector 13 con el que se midió la señal S_B de impulso. Cuando se repite la inyección de impulso en la posición A con un intervalo de tiempo predeterminado, se detectará el impulso de sincronización de la posición B con el mismo intervalo. Esto permite sincronizar la unidad 14 de registro de tiempo en la posición B con la unidad 11 de registro de tiempo de la posición A. Aquí se supone que las unidades de registro de tiempo son estables durante el intervalo de tiempo entre dos impulsos de sincronización, de tal manera que se puede realizar el registro de tiempo con suficiente precisión. Después de que las unidades de registro de tiempo hayan sido así sincronizadas la una con la otra, y de que las etiquetas de tiempo de las señales de impulso S_A y S_B recibidas o todavía por recibir se puedan comparar por consiguiente la una con la otra, se puede determinar con precisión las diferencias entre los tiempos de llegada de las señales de impulso. Sincronizando las unidades de registro de tiempo y permitiendo de esta manera una determinación suficientemente precisa de las diferencias en tiempo de llegada, se puede prescindir de relojes especiales de gran precisión, como los anteriormente mencionados del sistema GPS. Es posible que sean suficientes relojes relativamente simples conocidos en el campo, o incluso contadores conocidos en el campo, puesto que lo que importa no es el tiempo absoluto sino sólo el tiempo relativo con respecto a los tiempos de sincronización.

La Figura 7 muestra otra realización preferida de la invención. En esta realización, se dispone un detector 13 y una unidad 14 registradora de tiempo en el extremo de la derecha B del cable 1. El detector 13 detecta la señal de impulso S_B , la cual se ha desplazado a la derecha, en un punto en el tiempo T_C y la unidad 14 registradora de tiempo proporciona a esta señal de impulso S_B una etiqueta de tiempo de la cual se puede deducir el tiempo T_C de llegada de la señal de impulso S_B . La señal de impulso S_A que se desplaza hacia la izquierda es recibida por un detector 8. El detector entonces hace funcionar un contestador 15 que envía de vuelta un impulso de sincronización TP a la posición B a través de una bobina SP en un punto del tiempo T_b . El detecto 13 entonces detecta la llegada del impulso de sincronización TP, en cuyo momento el miembro de registro 14 proporciona al impulso TP de sincronización recibido una etiqueta de tiempo. La unidad 14 registradora de tiempo se conecta a un ordenador (no representado) (donde se

entiende que un ordenador significa un dispositivo de procesamiento electrónico). El ordenador determina el instante de llegada T_a de la primera señal S_A de impulso de tensión en base al tiempo de desplazamiento del impulso de sincronización TP, donde el tiempo de llegada de la primera señal S_A de impulso a la posición A es el mismo que el tiempo de llegada del impulso de sincronización TP a la posición B menos el tiempo de desplazamiento del impulso de sincronización (igual a la longitud predeterminada l del cable dividida por la velocidad de propagación del impulso a través del cable) y menos un tiempo de retraso preestablecido (Dt) que es igual al tiempo que transcurre entre la recepción de la primera señal de tensión en la posición A y el envío del impulso de sincronización con el transpondedor 15. Una vez se conocen los tiempos de llegada de la primera y de la segunda señales de impulso, se puede determinar la posición de la irregularidad que causa la descarga parcial de la manera anteriormente descrita.

También se pueden usar los impulsos de sincronización para la comunicación de datos entre los dos extremos del cable, por ejemplo enviando y recibiendo impulsos adicionales con un ritmo específico después del impulso de sincronización. Se pueden usar estos datos, por ejemplo, para un ajuste adicional del equipo de medida en ambos extremos del cable de potencia o para enviar los resultados del proceso de etiquetado del tiempo a un extremo concreto del cable, donde los resultados pueden ser procesados adicionalmente.

También es posible incluir datos de control en las señales de información para controlar las subestaciones a las cuales se conecta el cable de potencia, o datos sobre el propio cable de potencia. Por ejemplo, cuando se produce una perturbación en una subestación de la red eléctrica externa, se puede enviar datos relativos a la naturaleza, tamaño y análogos de esta perturbación a través de la funda de tierra del cable de potencia sin que por ello haya que eliminar la tensión del cable de potencia. Estos datos pueden hacer entonces que un operador tenga que reparar la subestación en cuestión. También es posible enviar de vuelta datos a la subestación con el propósito de controlar la subestación para ver si se ha reparado la perturbación. Se puede omitir de esta manera las conexiones de teléfono fijo frecuentemente usadas con las subestaciones en la práctica para esta finalidad.

La presente invención no se limita a las realizaciones preferentes de la misma anteriormente descritas. Los derechos buscados se definen mediante las reivindicaciones siguientes, dentro del objeto de las cuales se pueden contemplar muchas modificaciones.

REIVINDICACIONES

1. Método para introducir una señal de información en un cable de potencia (1), el cual puede estar conectado a un suministro de tensión (10) y el cual comprende al menos uno o más conductores (2), un dieléctrico (3, 4) dispuesto alrededor de los conductores y una funda conductora (5) de tierra colocada total o parcialmente alrededor del dieléctrico, comprendiendo el método introducir una señal de información en una primera posición (A) del cable de potencia para producir una señal de información correspondiente que se propaga a una segunda posición (B) del cable de potencia, **caracterizado** porque la etapa de introducir una señal de información en el cable de potencia comprende introducir una señal de información de tipo impulso (TP) en una primera posición de la funda (15) de tierra a fin de producir una señal de información de tipo impulso correspondiente sobre el dieléctrico (3, 4) entre el uno o más conductores y la funda de tierra del cable de potencia, cuya señal de información correspondiente se propaga en el dieléctrico del cable de potencia a una segunda posición (B).

2. Método según la reivindicación 1, en el que la etapa de introducir una señal de información en la funda (5) de tierra comprende inyectar un impulso de corriente en la funda de tierra, produciendo un impulso de tensión (V) sobre el dieléctrico del cable de potencia.

3. Método según la reivindicación 2, en el que inyectar el impulso de corriente en la funda de tierra y cerrar el camino de la corriente a través de otros componentes del suministro de tensión produce el impulso de tensión sobre el dieléctrico.

4. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en el que introducir una señal de información de tipo impulso en el cable de potencia comprende introducir la señal de información directamente en la funda (5) de tierra, en un cable (7) de tierra entre la funda de tierra y la tierra y/o en una línea entre la fuente de tensión y la tierra.

5. Método según la reivindicación 4, que comprende las etapas de disponer una o varias bobinas (5p) en una posición próxima a la funda (5) de tierra, al cable (7) de tierra y/o a la línea entre la fuente de tensión y la tierra de forma que se inyecta un impulso de corriente que produce un impulso de tensión sobre el dieléctrico sin contacto con dichos uno o más conductores del cable de potencia.

6. Método como el de cualquiera de las reivindicaciones 1-5, que comprende transmitir datos entre dichas posiciones a través del cable de potencia.

7. Método como el de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que los datos generales comprenden datos de control o datos sobre el propio cable de potencia.

8. Método como el de cualquiera de las reivindicaciones 1-7, que comprende la sincronización del tiempo entre la primera y la segunda posición.

9. Método según la reivindicación 8, que comprende transmitir periódicamente una señal de información de sincronización a un intervalo de tiempo predeterminado y sincronizar periódicamente los medios de registro del tiempo dispuestos en las proximidades de la primera y de la segunda posición usando la señal de sincronización transmitida periódicamente.

10. Método según la reivindicación 8 ó 9, que comprende diagnosticar el dieléctrico en base a la transmisión de la señal de información entre dichas posiciones.

11. Método como el de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el cable de potencia comprende una o más derivaciones.

12. Método como el de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende introducir la señal de información cuando uno o varios de los conductores están en modo portador de tensión.

13. Método como el de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la fuente de tensión (10) es una central de una red eléctrica externa.

14. Sistema para introducir una señal de información eléctrica en un cable (1) de potencia que está conectado a un suministro (10) de tensión que incluye una fuente de tensión y el cual comprende al menos uno o varios conductores (2), un dieléctrico (3, 4) dispuesto alrededor de los conductores y una funda conductora (5) de tierra dispuesta total o parcialmente alrededor del dieléctrico, que comprende:

- medios de introducción (5p) para introducir una señal de información en una primera posición (A) en el cable de potencia (1), produciendo en él una señal de información correspondiente, la cual se propaga a una segunda posición en el dieléctrico del cable de potencia (1),

caracterizado porque los medios de introducción están dispuestos para introducir una señal de información en la primera posición (A) de la funda (5) de tierra a fin de producir una señal de información de tipo impulso correspondiente sobre el dieléctrico entre el uno o más conductores (2) y la funda (5) de tierra del cable (1) de potencia, cuya señal de información correspondiente se propaga sobre el dieléctrico (3, 4) del cable de potencia a la segunda posición.

15. Sistema según la reivindicación 14, en el que los medios de introducción están dispuestos para inyectar un impulso de corriente en la funda de tierra, produciendo un impulso de tensión (V) sobre el dieléctrico del cable de potencia.

16. Sistema según la reivindicación 15, en el que el suministro (10) de tensión incluye un cable de tierra entre la funda de tierra y la tierra y/o una línea entre la fuente de tensión y la tierra y donde los medios de introducción están realizados de manera que inyectan el impulso de corriente directamente en la funda de tierra, en dicho cable de tierra y/o en dicha línea.

17. Sistema según las reivindicaciones 14-16, en el que los medios de introducción comprenden una o varias bobinas (5p) colocadas próximas a la funda de tierra, al cable de tierra y/o a la línea entre la fuente de tensión y la tierra de forma que introducen un impulso de corriente que produce un impulso de tensión sobre el dieléctrico sin contacto con dichos uno o más conductores del cable de potencia.

18. Sistema como el de cualquiera de las reivindicaciones 14-17, que comprende medios (11) para aumentar la impedancia, con los cuales se puede aumentar localmente la impedancia en uno o varios cables de tierra de tal manera que la señal de información a introducir origina una señal de información correspondiente de tipo impulso particularmente en el dieléctrico del cable de potencia.

19. Sistema como el de la reivindicación 18, en el que los medios para aumentar la impedancia comprenden uno o varios elementos de ferrita (11) dis-

puestos en el(los) cable(s) de tierra correspondiente(s).

20. Sistema como el de cualquiera de las reivindicaciones 14-19, que comprende también medios de detección (8) para detectar los impulsos de tensión propagados a lo largo del cable de potencia.

21. Sistema como el de cualquiera de las reivindicaciones 14-20, que comprende unos primeros y respectivamente unos segundos medios (14) de registro del tiempo y unos medios de sincronización situados en la primera y en la segunda posición con la finalidad de sincronizar los medios de registro del tiempo los unos respecto a los otros usando una señal de información introducida en la funda de tierra.

22. Sistema como el de las reivindicación 21, en el que los medios de introducción están adaptados para introducir la señal de información periódicamente

con un intervalo de tiempo predeterminado y los medios de sincronización están adaptados para sincronizar periódicamente los primeros y segundos medios de registro del tiempo.

23. Sistema como el de las reivindicación 21 ó 22, en el que los medios de introducción (5p), los medios de detección (8) y los medios (14) de registro del tiempo están adaptados para determinar las posiciones de las irregularidades que originan las descargas parciales en el dieléctrico del cable de potencia.

24. Sistema como el de cualquiera de las reivindicaciones 14-23, en el que la fuente de tensión es una central de una red eléctrica externa.

25. Sistema o método como el de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la tensión de los cables portadores de tensión está comprendida en el intervalo de 200 V a 400 kV.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

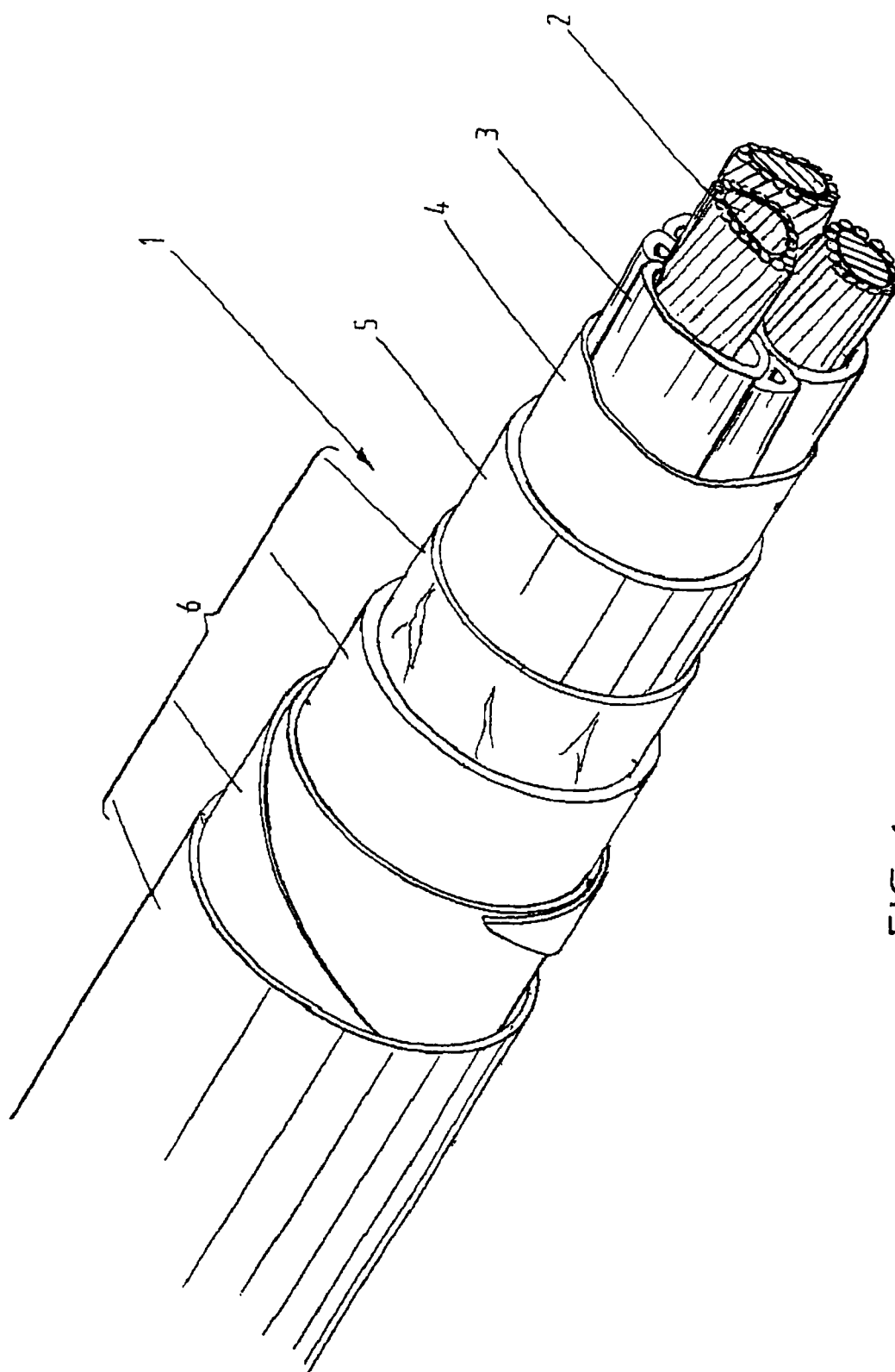


FIG. 1

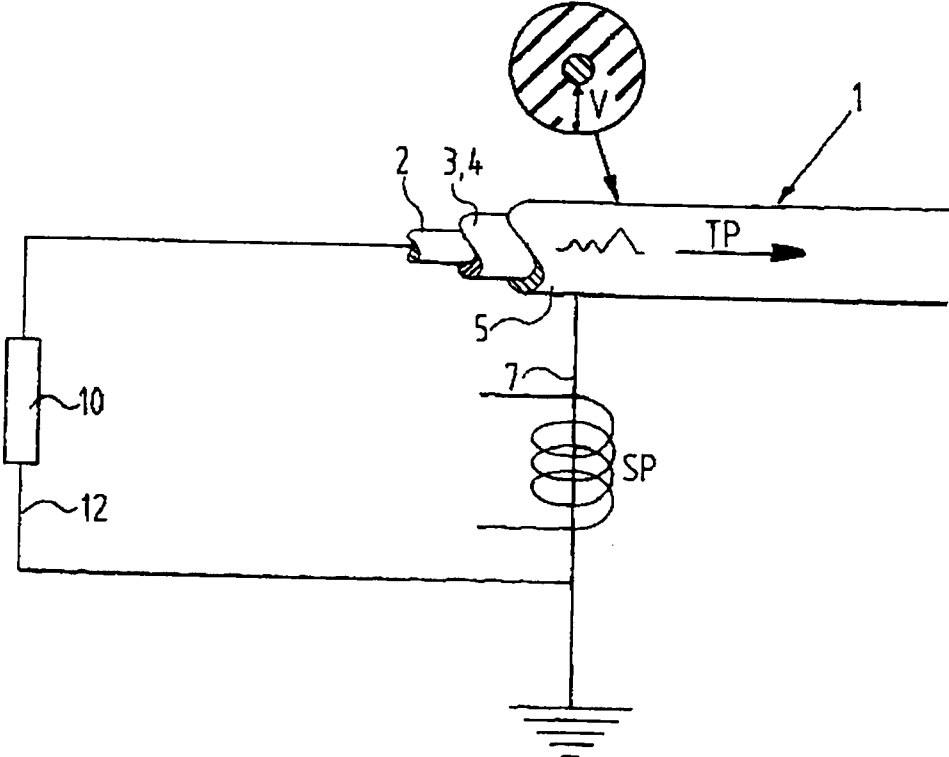


FIG. 2

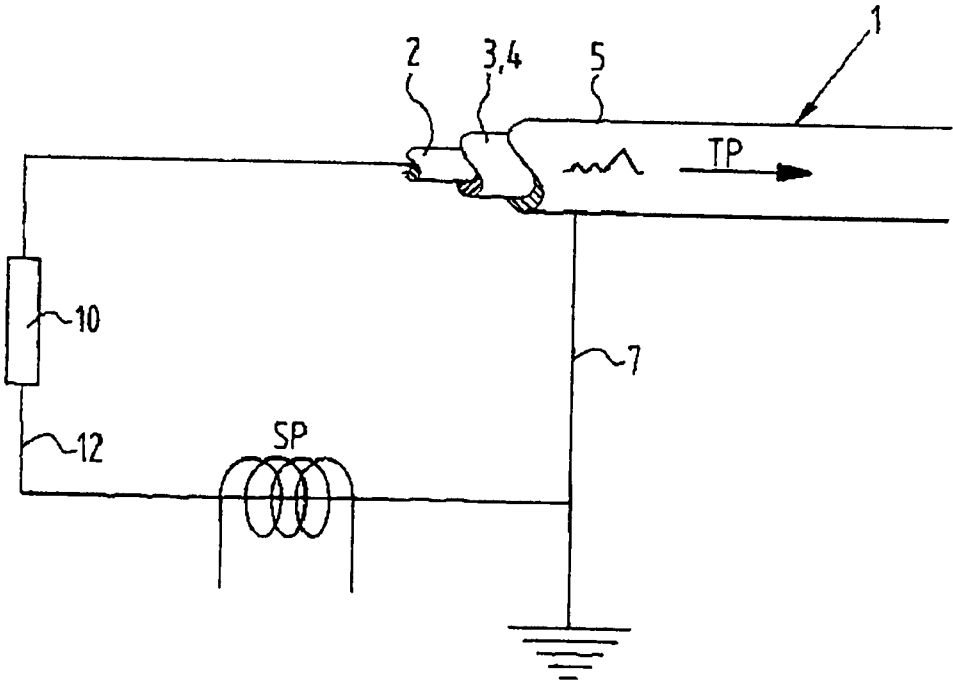


FIG. 3

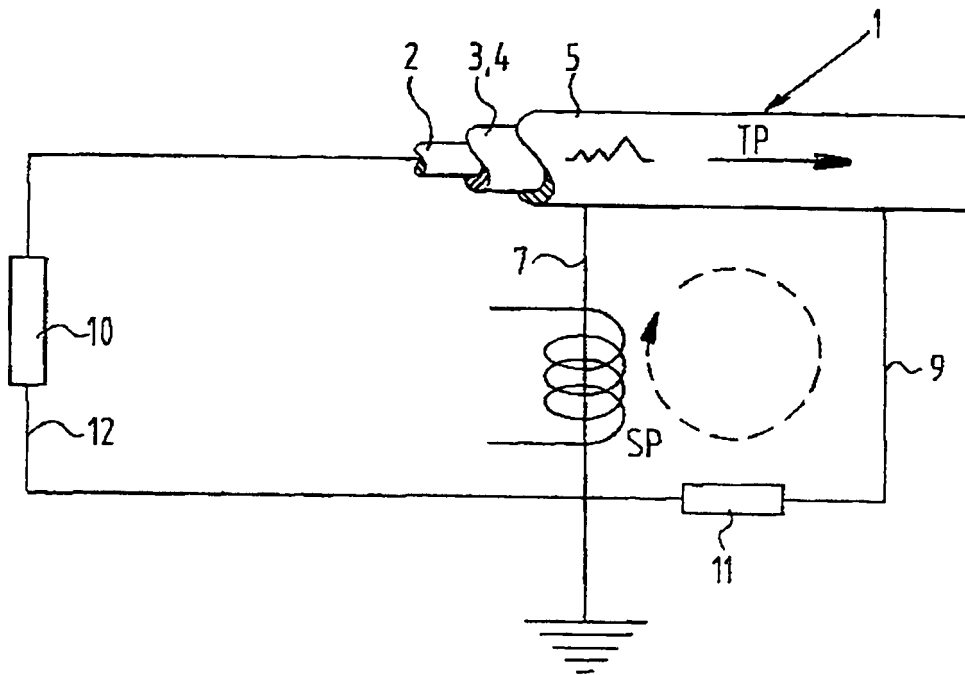


FIG. 4

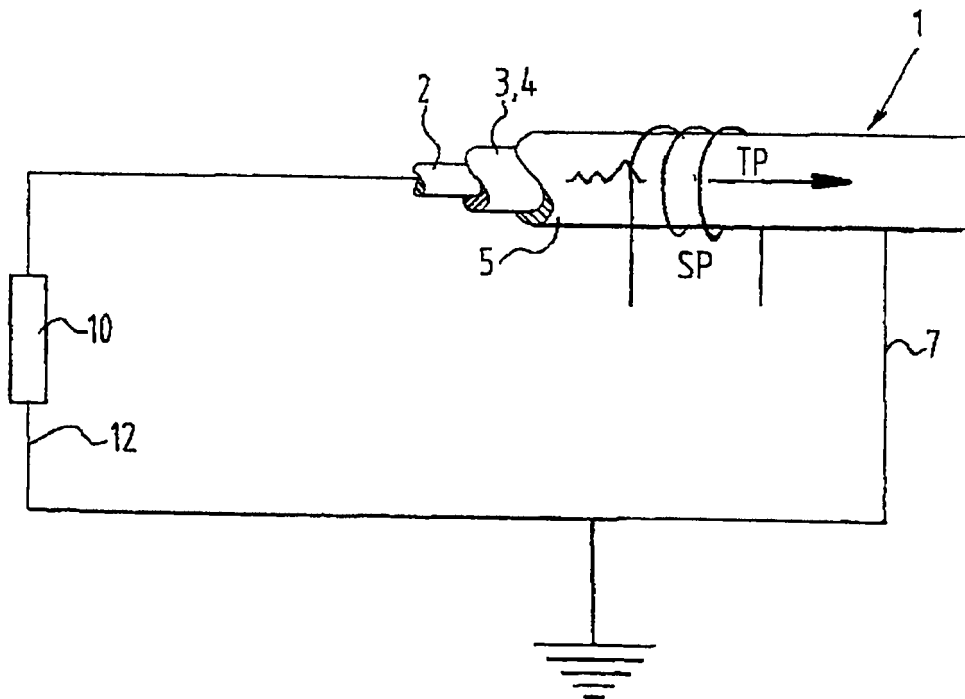


FIG. 5

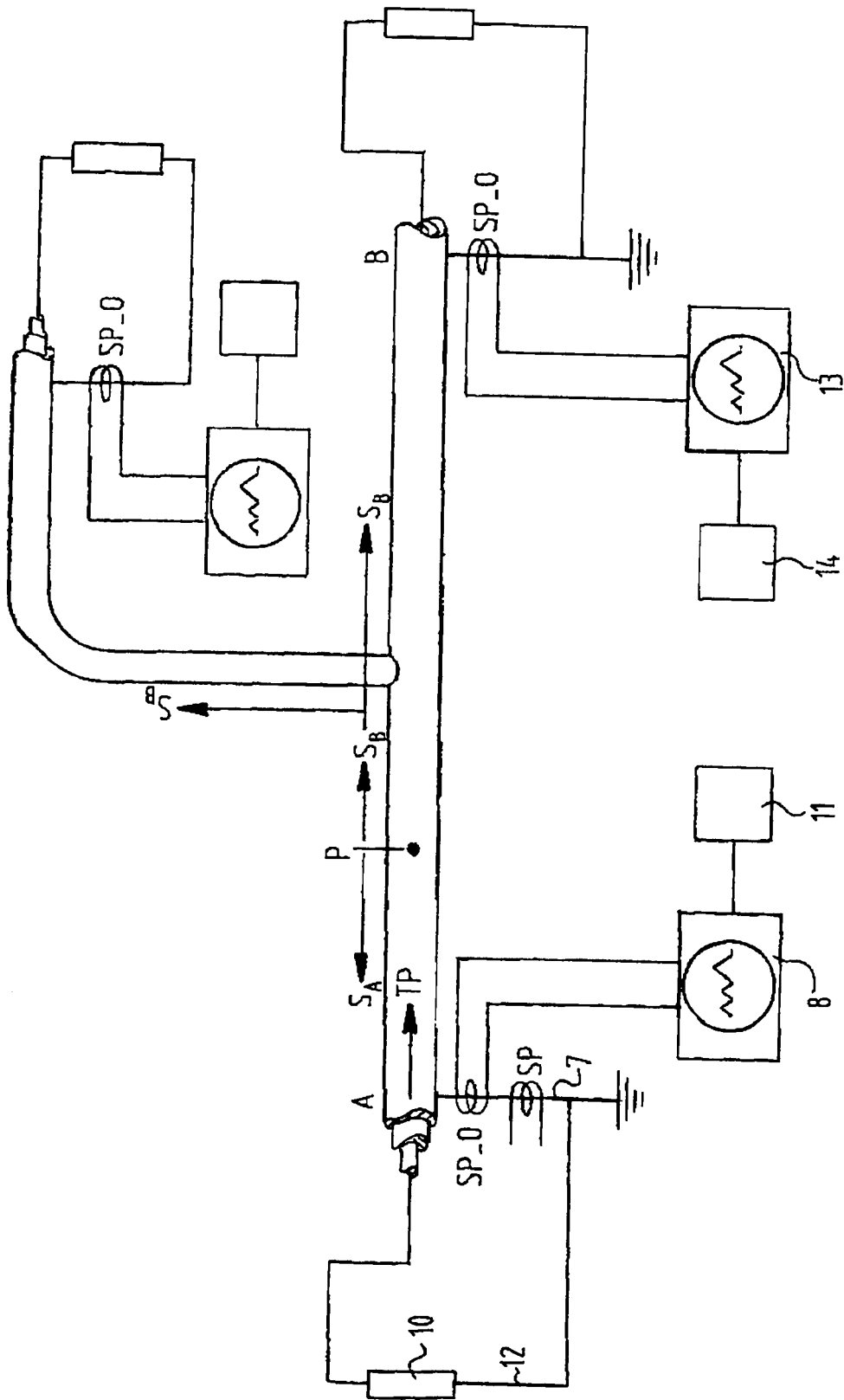


FIG. 6

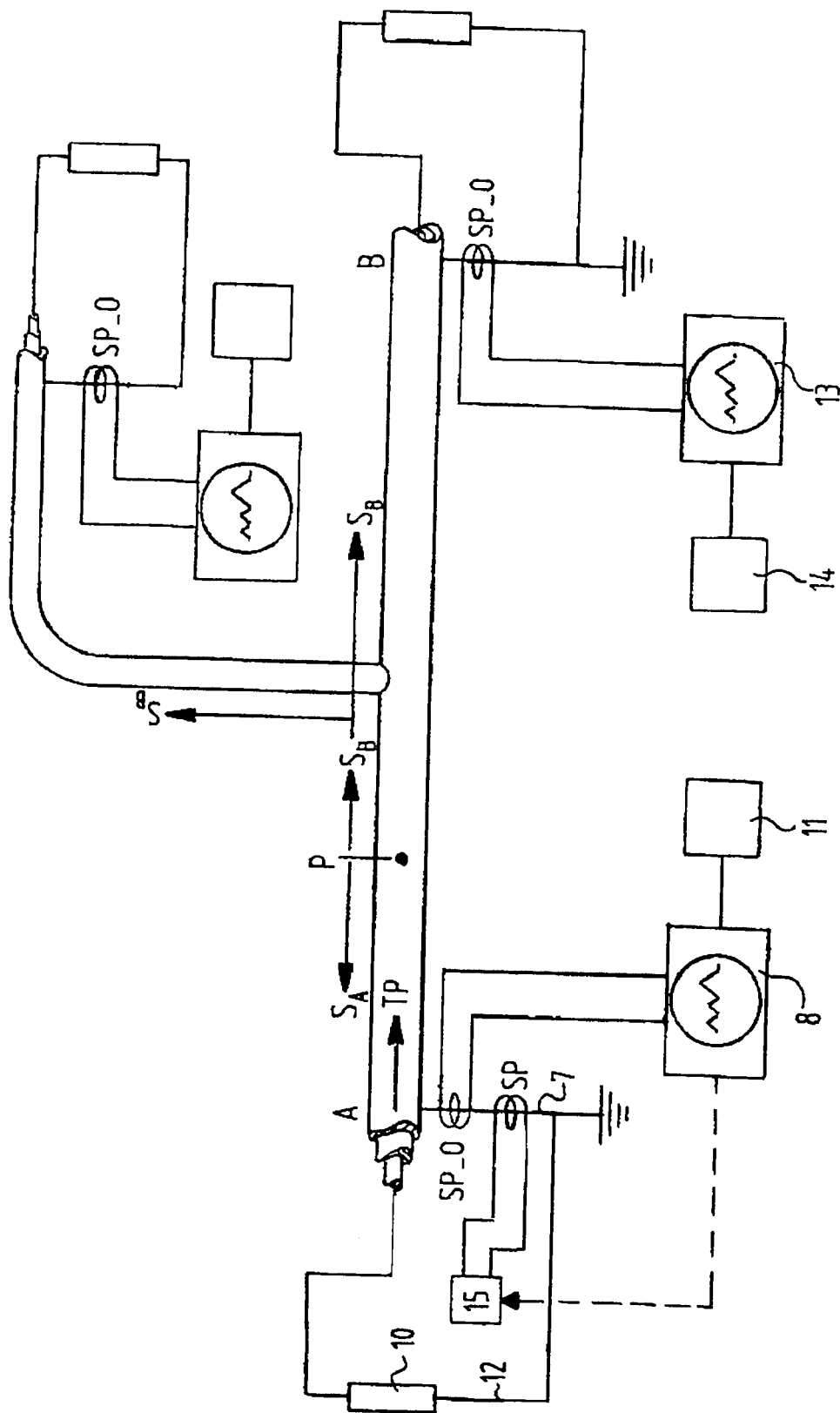


FIG. 7