

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 769 398**

51 Int. Cl.:

H04B 3/56

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.12.2011 PCT/EP2011/073554**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.06.2012 WO12085059**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.12.2011 E 11799708 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.12.2019 EP 2656510**

54 Título: **Circuito de acoplamiento para comunicaciones por línea eléctrica**

30 Prioridad:

22.12.2010 IT VA20100098

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

25.06.2020

73 Titular/es:

STMicroelectronics S.r.l. (100.0%)

Via C. Olivetti, 2

20041 Agrate Brianza MI

72 Inventor/es:

FIGLIOLI, RICCARDO;

CATALIOTTI, ANTONIO;

DI CARA, DARIO y

TINE', GIOVANNI

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 769 398 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

Circuito de acoplamiento para comunicaciones por línea eléctrica

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a interfaces para transceptores y, más particularmente, a arquitecturas de interfaz para acoplar transceptores, o incluso transmisores o receptores únicamente, a líneas eléctricas.

Antecedentes

Los sistemas de comunicación por línea eléctrica ya se utilizan en muchos países para el control remoto y la protección remota de la red eléctrica de baja tensión y para la medición remota del consumo de energía del usuario.

10 La cantidad de datos transferidos para estos fines es limitada. Por lo tanto, la banda CENELEC EN 50065 - 1 "A" reservada para servicios de energía [2], que corresponden a un rango de frecuencia de 5 a 95 kHz, puede garantizar una velocidad de transferencia de datos adecuada [3]. Del mismo modo, en América del Norte y en Japón, los mismos servicios se pueden suministrar con un PLC debido a que la regulación es más permisiva y se pueden usar frecuencias de hasta 525 kHz, es decir, hasta el umbral de transmisión de AM. Otra referencia para los sistemas de PLC es el estándar IEEE 643 - 2004 [4].

15 En los últimos años, los proveedores de energía eléctrica muestran un interés creciente por el uso de la comunicación por línea eléctrica también en la red de media tensión, en lugar de los sistemas de comunicación inalámbricos o GSM. Estos procedimientos de comunicación tienen una débil fiabilidad (particularmente en condiciones climáticas adversas) y altos costos intrínsecos (adicionales). Por otro lado, las soluciones reales para la aplicación de PLC en la red de MT necesitan un acoplador de MT dedicado, capacitivo o inductivo, que debe ser instalado cerca de cada subestación de transformadores de MT / BT (Media Tensión / Baja Tensión).

20 Esta solución es técnicamente efectiva, pero los acopladores de MT actuales no son tan fáciles de instalar dentro del cuadro de distribución de MT existente. Además, la instalación necesita una interrupción de la energía eléctrica.

25 Un problema para la aplicación de PLC en la red de MT es el diseño y la ingeniería del acoplador de MT para la señal del PLC. El acoplador debe tener baja impedancia para la señal del PLC y alta impedancia para la tensión de frecuencia de red. Otros problemas para la aplicación del PLC en la red de MT son el nivel de alta tensión, el comportamiento de los transformadores de potencia y de los cables de potencia a la frecuencia de señal del PLC.

En la literatura científica hay pocos estudios sobre el comportamiento de las líneas eléctricas de media tensión en el rango de frecuencia del PLC [5], [6]. Todas las soluciones comerciales reales utilizan una red de acoplamiento dedicada, capacitiva o inductiva, que tiene que ser instalada en toda la red de MT [7].

30 En 2008, L. Capetta y C. Tomelli, [8], estudiaron la posibilidad de utilizar el divisor capacitivo de un VDS como acoplador de PLC para la red de potencia de MT. Compararon el rendimiento de un acoplador de MT dedicado [7], con el rendimiento de un divisor capacitivo de un VDS de acuerdo con las prescripciones de IEC 61243 - 5. Llegaron a la conclusión de que el divisor capacitivo se puede utilizar para la recepción de la señal del PLC, pero no para la transmisión. Además, en [8] los autores sugieren realizar un receptor de alta impedancia, pero no explican cómo adaptar el receptor al divisor capacitivo para obtener la señal recibida más alta. Finalmente, los autores concluyeron que el divisor capacitivo no se puede usar para la comunicación bidireccional sino solo para la caracterización de la red.

35 Los documentos US 2 756 414 A y EP 1 850 501 A1 representan los documentos más próximos de la técnica anterior.

40 Sumario

Se han encontrado arquitecturas novedosas de interfaces de acoplamiento que pueden ser utilizadas para acoplar transceptores, o incluso transmisores o receptores únicamente, a líneas de energía.

45 Las limitaciones de la técnica conocida de transmisión / recepción se superan brillantemente explotando los divisores de tensión capacitivos que ya están instalados en los cuadros de distribución de MT y están compuestos por los aisladores conectados directamente a las líneas eléctricas y un condensador conectado entre el aislador y tierra. Se acuerdo con el procedimiento novedoso, una inductancia ajustable se conecta en paralelo a un condensador de un divisor de tensión capacitivo o entre los nodos intermedios de dos divisores de tensión, para constituir un circuito resonante sintonizado a la frecuencia de la señal transmitida / recibida, y las señales se transmiten / reciben conectando un transmisor / receptor en paralelo a la inductancia ajustable.

50 También se divulgan arquitecturas novedosas de interfaces de acoplamiento adaptadas para implementar el procedimiento novedoso.

La invención está definida en las reivindicaciones adjuntas.

Breve descripción de los dibujos

- La **figura 1** muestra un esquema de conexión de un sistema de detección de tensión trifásica con indicadores portátiles.
- 5 La **figura 2** es un sistema de detección de tensión con indicador portátil (VDS separable).
La **figura 3** es un sistema de detección de tensión con indicador integrado (VDS integrado).
La **figura 4** es un esquema de conexión de la interfaz de acoplamiento novedosa entre una línea eléctrica de media tensión y el blindaje respectivo.
- 10 La **figura 5** es un esquema de conexión de la nueva interfaz de acoplamiento entre dos líneas eléctricas de media tensión de una línea eléctrica trifásica.
La **figura 6** ilustra cómo conectar una interfaz de acoplamiento novedosa de acuerdo con el esquema de la figura 4.
La **figura 7** ilustra cómo conectar una interfaz de acoplamiento novedosa de acuerdo con el esquema de la figura 5.
- 15 La **figura 8** representa una realización de una nueva interfaz de acoplamiento adaptada para conectarse de acuerdo con el esquema de la figura 6.
La **figura 9** representa un circuito de adaptación de impedancia L - C adaptado para una nueva interfaz conectada de acuerdo con el esquema de la figura 6.
La **figura 10** ilustra cómo realizar una inductancia ajustable fijada por un controlador.
- 20 La **figura 11** ilustra cómo realizar una capacitancia ajustable fijada por un controlador.
La **figura 12** representa un filtro de paso de banda R - C.
La **figura 13** representa una realización de una nueva interfaz de acoplamiento adaptada para conectarse de acuerdo con el esquema de la figura 7.
- 25 La **figura 14** representa un circuito de adaptación de impedancia L - C adaptado para una nueva interfaz conectada de acuerdo con el esquema de la figura 7.

Descripción de realizaciones ejemplares

- Las interfaces de acoplamiento novedosas utilizan los Sistemas de Detección de Tensión (VDS) ya disponibles, generalmente instalados en los cuadros de distribución de MT, para inyectar o recibir una señal del PLC. Por lo tanto, no se debe instalar un acoplador de MT dedicado para la comunicación de la línea eléctrica y, por lo tanto, se logra una alta reducción de los costos.
- 30 Los divisores capacitivos son una parte constitutiva del sistema de detección de tensión, instalados típicamente en los cuadros de distribución de media tensión del principal fabricante de electricidad en todo el mundo. De acuerdo con el estándar IEC 61243 - 5 "Trabajo con corriente eléctrica - Detectores de tensión Parte 5: Sistemas de detección de tensión" [1], estos dispositivos deben detectar la presencia o ausencia de tensión en los sistemas eléctricos de CA para tensiones de 1 kV a 52 kV y para frecuencias de 162/3 Hz a 60 Hz. El estándar IEC 61243 - 5 clasifica los sistemas de detección de tensión en: sistemas integrados y sistemas separables. Los primeros son fijos y forman parte integral del equipo en el que están instalados; los segundos tienen un indicador separable que se puede conectar a un sistema de acoplamiento fijo por medio de una interfaz.
- 35 Para cada una de las tres fases de las líneas eléctricas de MT, se conectan un divisor capacitivo y un indicador de tensión. El esquema de conexión de un sistema de detección de tensión trifásica con indicadores separables se muestra en la figura 1. El panel de zócalos **11** se compone de tres zócalos en cada uno de los cuales puede ser insertado un enchufe con el indicador de tensión **4**. Cada zócalo tiene un primer terminal **106** conectado a tierra y un segundo terminal **105** conectado a uno de los tres divisores capacitivos **103**. La capacitancia **104** es la capacitancia equivalente vista desde los terminales **105** y **106**, cuando el enchufe no está conectado.
- 40 La figura 2 muestra el circuito eléctrico para una fase del sistema separable en el que el indicador de tensión separable **4** está conectado al sistema de acoplamiento **2**, cuyos elementos se describirán en detalle en lo que sigue.
- 45

El estándar IEC 61243 - 5 define cinco sistemas VDS separables diferentes. Para cada sistema se establecen las características dimensionales de los zócalos y la disposición de los enchufes. Además, también se definen las características eléctricas del sistema de acoplamiento y el indicador de tensión.

5 La nueva interfaz de acoplamiento permite conectar un transceptor PLC genérico de baja tensión a cualquiera de los diferentes sistemas VDS. El enchufe y el indicador separable, generalmente construidos en un dispositivo único **4**, tiene que ser sustituido por un enchufe del mismo tamaño, a través del cual se inyectará o recibirá la señal. Por lo tanto, la conexión de señal del PLC no necesita ningún cambio dentro del cuadro de distribución de MT, sino solo la desconexión del indicador VDS separable.

10 La interfaz de acoplamiento novedosa puede estar conectada en paralelo a la capacitancia **104**, como el indicador separable de VDS común, o entre el nodo **105** y el nodo correspondiente **105'** (o **105''**).

15 Por el contrario, en el caso de un sistema integrado, el indicador de tensión **12** está incorporado en el cuadro de distribución de MT, como se muestra en la figura 3. La nueva interfaz de acoplamiento se puede utilizar también en el caso de un sistema integrado. En este caso el indicador de tensión **12** tiene que desconectarse y las señales a transmitir pueden ser inyectadas a través del terminal del punto de prueba **13**. El otro terminal del sistema de transmisión / recepción puede estar conectado directamente a la tierra de la subestación transformadora o, en el caso de una línea eléctrica trifásica, al terminal del punto de prueba de una línea de fase diferente.

20 La capacitancia **103** tiene un valor fijo. Una de sus placas está conectada a la barra de bus de MT **1** y la otra placa está disponible para la detección de la tensión. Un dispositivo limitador de tensión **7**, las capacidades de dispersión **8**, los componentes del circuito de medición **9** y un conmutador **10** para producir finalmente un cortocircuito, generalmente se conectan entre la segunda placa y la tierra. El comportamiento capacitivo a la frecuencia de red de todos estos elementos puede modelarse como una capacitancia equivalente **104** (figura 1). Las series de la capacitancia **103** y la capacitancia equivalente **104** constituyen un divisor de tensión, por lo tanto la tensión medida en los zócalos **105** y **106** es proporcional a la tensión de amplitud de la red. La relación de reducción de tensión está determinada por la relación entre los valores de las dos capacitancias.

25 Debido a razones de seguridad, el componente 9 del circuito de medición suele ser una capacitancia de valor fijo elegida con el fin de que tenga una tensión inferior a 100 V en los zócalos **8**. Por lo tanto, la capacitancia equivalente **104** debe tener un valor mayor que la capacitancia del divisor capacitivo **103**.

30 Puesto que la capacitancia equivalente **104** es mayor que la capacitancia del divisor capacitivo **103**, el uso del panel de zócalos VDS **11** para inyectar la señal del PLC no es tan simple. Si un transceptor genérico de baja tensión estuviera conectado directamente a los zócalos, la señal sería cortocircuitada por la capacitancia **104**, y solo una pequeña parte de la señal sería conducida a través del divisor capacitivo **103** al interior del núcleo del cable.

35 Con el fin de evitar esta limitación, de acuerdo con esta invención, se conecta una inductancia ajustable entre los terminales del zócalo para formar un circuito resonante con las capacitancias **103** y **104** sintonizadas a la frecuencia de las señales a transmitir / recibir. Al hacerlo de esta manera, la mayor parte de la energía de una señal a transmitir se enviará a la línea eléctrica y solo una pequeña parte de la misma se dispersará a tierra.

La inductancia ajustable y otros componentes adicionales, que se describen en la presente memoria descriptiva y a continuación, están integrados en una interfaz de acoplamiento, que debe ser conectada entre el transceptor genérico de baja tensión y los zócalos de VDS (sistema de detección de tensión) **105** y **106** o **105'** en el panel frontal del cuadro de distribución.

40 La señal del PLC puede ser inyectada en dos configuraciones: línea - blindaje y línea - línea. Un caso simple de transmisión en la configuración de línea - blindaje entre dos subestaciones transformadoras **15** se muestra en la figura 4. En aras de la simplicidad, no se muestran los dispositivos de protección. Tres cables **14** conectan las dos subestaciones transformadoras. Un transformador de potencia MT / BT **16** está instalado en cada subestación y una segunda línea de MT **17** también está conectada a las barras de bus de MT. El bloque **20** representa el sistema de acoplamiento para una fase realizado como se ha explicado anteriormente. La señal se inyecta entre el núcleo de un cable. **101** y el blindaje **102** conectado a tierra en los extremos de la línea.

En el caso de la configuración línea - línea de la figura 5, en cambio, la señal se inyecta entre el núcleo de dos cables, **101a** y **101b**. El sistema de acoplamiento en este caso utiliza dos divisores capacitivos para cada subestación y una interfaz de acoplamiento que incluye una inductancia ajustable.

50 Las dos configuraciones también se pueden combinar: por ejemplo, transmitir la señal entre dos o tres núcleos de cable en paralelo y usar el tercer núcleo de cable y / o el blindaje como conductor común. El paralelo se realizará solo a la frecuencia de la señal gracias a una interfaz de acoplamiento dedicada.

La interfaz de acoplamiento tendrá un zócalo con la misma disposición sugerida por el estándar para conectarse a la toma correspondiente cuya característica eléctrica y dimensional depende de los diferentes sistemas de indicador de

tensión separable **4**. De esta manera, la interfaz de acoplamiento puede ser conectada simplemente al zócalo y no son necesarias interrupciones de energía para la instalación del sistema de PLC.

5 En el caso de la configuración de línea - blindaje, la interfaz de acoplamiento **200** se conectará entre un terminal de fase **105** y el terminal de tierra **106**, estando de esta manera en paralelo con la capacitancia **104**, como se muestra en la figura 6. La interfaz de acoplamiento **200** también estará conectada por **108** al transceptor **107**, que transmitirá o recibirá la señal del PLC. Una conexión adicional **109** entre la interfaz de acoplamiento **200** y el transceptor **107** es necesaria para conmutar la operación de la interfaz de acoplamiento desde la transmisión Tx a la recepción Rx y viceversa.

10 En el caso de la configuración línea - línea, la interfaz de acoplamiento **300** se conectará entre zócalos de dos fases **105**, como se muestra en la figura 7.

Otro terminal adicional **110** se utiliza para conectar a tierra la interfaz de acoplamiento.

Finalmente la señal del transceptor estará conectada por **108** a la interfaz de acoplamiento **300**. La señal del conmutador Tx / Rx generada por el transceptor también estará conectada por **109** a la interfaz de acoplamiento.

15 Una realización de la interfaz de acoplamiento de línea - blindaje **200** se muestra en la figura 8. Los terminales de línea **205** y **206** están conectadas con un enchufe de tamaño estándar, como el del enchufe indicador separable 4 de la figura 1, a las tomas **105** y **106**. Un dispositivo limitador de tensión **204** está conectado a los terminales **205** y **206** para proteger la tarjeta electrónica de transitorios de tensión severos. El dispositivo limitador de tensión **204** debe ser elegido para que tenga una baja capacitancia para evitar un cortocircuito en la señal de comunicación.

20 Se diseñó un circuito diferente para los dos casos: transmisión y recepción. La selección del circuito deseado se realiza mediante los conmutadores **212** y **213**. Estos conmutadores están controlados por la señal de conmutación Tx / Rx **109** del transceptor. La señal de conmutación Tx / Rx **109** que llega del transceptor tiene que estar conectada al terminal de interfaz de acoplamiento **209**. En el caso de la configuración de línea - blindaje, la señal del PLC está referida a tierra, por lo tanto, el terminal **208b** tiene que estar conectado a tierra.

25 Cuando los conmutadores **212** y **213** son conmutados a la posición Tx, la señal transmitida por el transceptor es amplificada por el amplificador **201** y a continuación aplicada al circuito de adaptación de impedancia **202**. El objetivo del circuito **202** es hacer coincidir la impedancia vista por el amplificador con su impedancia de salida. Como ejemplo, en la figura 9 se muestra una forma sencilla de realizar el circuito de adaptación de impedancia, con componentes pasivos. Las inductancias **202c**, **202b** y la capacitancia **202a** serán de valor ajustable. Se puede obtener una versión más simple del circuito de adaptación de impedancia sin la inductancia **202c**.

30 La inductancia ajustable **203** tiene que ser ajustada con el fin de estar en resonancia a la frecuencia de la señal con la capacitancia **104**. El grupo paralelo formado por la inductancia **203** y la capacitancia **104** se convierte de esta manera en una alta impedancia para la señal del PLC, que ya no será cortocircuitada por la capacitancia **104** a tierra. Por lo tanto, una porción más alta de la señal cruzará el divisor capacitivo **103** y alcanzará el núcleo **101** del cable.

35 Un ejemplo para obtener una inductancia de valor variable es conectar en serie o en paralelo varias inductancias de diferente valor. Las inductancias que no deben conectarse deben estar en cortocircuito. En la figura 10 se muestra un posible circuito para obtener una inductancia ajustable, útil para la interfaz de acoplamiento. Numerosas inductancias **401**, **402**, **403**... **4xx** están conectados en serie y pueden ser cortocircuitadas por los conmutadores controlados **501**, **502**, **503**... **5xx**.

De la misma manera, es posible realizar una capacitancia de valor variable utilizando capacitancias de diferentes valores conectados en serie. Otra forma posible es conectar las inductancias o las capacitancias en paralelo. En la figura 11 se muestra la configuración paralela con capacitancias de diferente valor. Se puede obtener fácilmente una combinación de las dos soluciones y, por esta razón, no se muestra en las figuras.

45 Cuando el transceptor está en modo de recepción, los conmutadores **212** y **213** son conmutados a la posición Rx y la inductancia ajustable **214** está en paralelo con los terminales de línea **205** y **206**.

La inductancia **214** así como la inductancia **203** en transmisión, también tienen una tarea suplementaria: la tensión a la frecuencia de la red está en cortocircuito en los terminales de entrada **205** y **206** gracias al muy bajo valor de las inductancias **214** y **203** a la frecuencia de red y sus armónicos. El filtro de paso de banda **215** filtra ambas frecuencias altas perturbadoras y los componentes residuales de baja frecuencia.

50 Como ejemplo en la figura 12 se muestra un filtro de paso de banda simple realizado con componentes pasivos. La señal recibida y filtrada es entonces almacenada y amplificada por el amplificador **216** y finalmente recibida por el transceptor, conectado a los terminales **208a** y **208b**.

El esquema eléctrico de la interfaz de acoplamiento línea - línea **300** se muestra en la figura 13. Los terminales **305a** y **305b** están conectados a los zócalos de dos fases **105**, otro terminal **110** está conectado a tierra. Un dispositivo limitador de tensión **204** está conectado entre cada uno de los dos terminales **305a** y **305b** y tierra, para proteger la tarjeta electrónica de transitorios de tensión. Los conmutadores **312**, **313a** y **313b** seleccionan el circuito de transmisión o recepción. Los conmutadores son controlados por la señal del conmutador Tx / Rx recibida por el transceptor.

Cuando los conmutadores se conmutan a la posición Tx, la señal transmitida por el transceptor es amplificada por el amplificador **301**. La salida del amplificador está conectada a un circuito de adaptación de impedancia **302**.

Una realización del circuito de adaptación de impedancia con componentes pasivos se muestra en la figura 14. Se puede obtener una versión más simple del circuito de adaptación de impedancia sin las inductancias **302c** y **302e**. Un transformador de aislamiento **302d** está conectado entre el terminal **a** y la tierra, con el fin de convertir la señal de un extremo único a diferencial. La señal generada desde el transceptor, de hecho, se refiere a tierra. La señal de salida del circuito de adaptación de impedancia (**Vcb**), por el contrario, tiene que ser diferencial, para ser enviada a los dos terminales de línea **305a** y **305b** conectados a los zócalos de fase **105**. Las inductancias ajustables **303a** y **303b** están conectadas en los dos terminales **305a** y **305b**. Cada una de estas dos inductancias tiene que ser ajustada para conducir una parte más grande de la señal al núcleo del cable y reducir la parte de la señal en cortocircuito a tierra al constituir un circuito resonante junto con la capacitancia conectada al mismo.

Cuando el transceptor está en recepción, los conmutadores **312**, **313a** y **313b** son conmutados a Rx. Las inductancias **314a** y **314b** se ajustan para estar en resonancia con la impedancia equivalente vista desde los terminales **305a** y **305b** y la tierra. La señal diferencial recibida es filtrada por un filtro de paso de banda **315**, que puede ser el de la figura 12. La señal filtrada se almacena y amplifica mediante un amplificador diferencial **316** y finalmente es recibida por el transceptor, conectado a los terminales **208a** y **208b**.

Referencias

1. [1] IEC 61243 - 5 "Trabajo con corriente eléctrica - Detectores de tensión Parte 5: Sistemas de detección de tensión (VDS)", 2002.
2. [2] EN 50065 - 1 "Señalización en instalaciones eléctricas de baja tensión en el rango de frecuencia de 3 a 148,5 kHz - Parte 1: Requisitos generales, bandas de frecuencia y perturbaciones electromagnéticas. "EN 50065 - 1: 1991, Enmienda A1: 1992 a EN 50065 - 1: 1991; Enmienda A2: 1995 a EN 50065 - 1: 1991; Enmienda A3: 1996 a EN 50065 - 1: 1991.
3. [3] P.A.A.F. Wouters, P.C.J.M. van der Wielen, J. Veen, P. Wagenaars, E.F. Steennis, "Efecto de la impedancia de carga del cable en los esquemas de acoplamiento para la comunicación de la línea de potencia de MT", IEEE Trans. Power Del., Vol. 20, no. 2, págs. 638 - 645, abr. 2005.
4. [4] IEEE Standards - 643TM Guía IEEE para aplicaciones de portadora de línea eléctricas, IEEE Std. 643, 8 de junio, 2005.
5. [5] A.Cataliotti, A.Daidone, G.Tine, "Comunicaciones de línea eléctrica en un sistema de media tensión: Caracterización de cables de MT", Transacciones IEEE en el suministro de energía, vol. 23, n. 4 de octubre de 2008.
6. [6] A.Cataliotti, A.Daidone, G.Tine, "Un modelo de cable de media tensión para la comunicación de la línea eléctrica", IEEE Transactions on Power Delivery, vol. 24, n. 1, pp. 129 - 135, enero de 2009.
7. [7] R. Benato, R. Caldon, F. Cesena, "Aplicación de la protección basada en el operador de la línea de distribución para evitar la isla de DG: un procedimiento de investigación", Actas de la Conferencia de Power Tech IEEE, vol. 3, 23 - 26 de junio de 2003 Bolonia.
8. [8] L. Capetta, C. Tornelli: "L'evoluzione del Sistema T&D - Metodiche di comunicazione per el monitoraggio, il controllo e le protezioni delle reti di distribuzione" Febrero de 2008 Cesi Ricerca.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Interfaz de acoplamiento (200, 300) para acoplar un transceptor de señal de comunicación (107) de señales de comunicación en una banda de frecuencia de transmisión a entre un divisor de tensión capacitivo (103, 104) conectado entre una línea eléctrica y tierra o entre nodos intermedios de dos divisores de voltaje capacitivos, estando conectado cada uno de los divisores entre una línea eléctrica respectiva y tierra, pudiendo conectarse eléctricamente la citada interfaz en paralelo a un condensador (104) del citado divisor de tensión capacitivo (103, 104) o entre los citados nodos intermedios de los dos divisores de tensión capacitivos, **caracterizado en que** comprende:

10 un trayecto de transmisión que incluye al menos una inductancia ajustable (203) de un valor adaptado para constituir, junto con el citado condensador (104) o con la capacitancia entre los citados nodos intermedios, un circuito resonante paralelo L - C que resuena en la citada banda de frecuencia de transmisión de señales de comunicación del citado transceptor y un circuito de adaptación de impedancia (202) conectado aguas arriba y eléctricamente en paralelo a la citada inductancia ajustable (203) adaptado para hacer coincidir la impedancia de salida del citado transceptor de señal de comunicación con la impedancia del citado

15 circuito resonante paralelo de L - C;

un trayecto de recepción que tiene al menos una segunda inductancia ajustable (214) idéntica a la citada primera inductancia ajustable (203) y un filtro de paso de banda (215) conectado aguas abajo y eléctricamente en paralelo a la citada segunda inductancia ajustable (214), adaptado para filtrar todas las señales a

20 medios de conmutación (10, 212, 213) adaptados para conectar el citado condensador (104) o la capacitancia entre los citados nodos intermedios eléctricamente en paralelo a la citada primera (203) o segunda (214) inductancia y conectar el transceptor de señal de comunicación (107) al citado trayecto de transmisión o a el citado trayecto de recepción.
- 25 2. La interfaz de acoplamiento de la reivindicación 1, que comprende además

un primer amplificador (201) conectado en el citado trayecto de transmisión inmediatamente aguas abajo del citado transceptor de señal de comunicación (107); y

un segundo amplificador (216) conectado en el citado trayecto de recepción inmediatamente aguas arriba del citado transceptor de señal de comunicación (107).
- 30 3. La interfaz de acoplamiento de la reivindicación 1 o 2, adaptada para ser conectada entre nodos intermedios de dos divisores de tensión capacitivos (103, 104) de líneas eléctricas respectivas, que comprende dos inductancias ajustables idénticas (303a, 303b) conectadas en el citado trayecto de transmisión entre un nodo de salida respectivo del trayecto de transmisión y tierra, estando referido el citado circuito de adaptación de impedancia (302) a uno de los citados nodos de salida.
- 35 4. La interfaz de acoplamiento de la reivindicación 1 o 2, adaptada para ser conectada entre nodos intermedios de dos divisores de tensión capacitivos (103, 104) de líneas eléctricas respectivas, que comprende dos inductancias ajustables idénticas (314a, 314b) conectadas en el citado trayecto de recepción entre un nodo de salida respectivo del trayecto de transmisión y tierra, estando referido el citado filtro de paso de banda (215) a uno de los citados nodos de salida.
- 40 5. La interfaz de acoplamiento de la reivindicación 3, en la que el citado circuito de adaptación de impedancia (302) comprende un transformador (302d), cuyo devanado primario está conectado a un nodo de entrada del trayecto de transmisión y es referido a tierra, y cuyo devanado secundario está aislado galvánicamente del citado devanado primario y comprende una red L - C ajustable.
- 45 6. La interfaz de acoplamiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en la que la citada interfaz de acoplamiento está integrada en una placa de interfaz monolítica que tiene un par de terminales de entrada adaptados para ser acoplados a un transceptor, un par de terminales de salida adaptados para ser conectados entre la citada línea eléctrica y tierra o entre los citados nodos intermedios de dos divisores de tensión capacitivos, y un terminal para conectarse a tierra.
- 50 7. Un procedimiento de transmisión / recepción de señales en una banda de frecuencia de transmisión por una línea eléctrica que tiene solo un divisor de tensión capacitivo (103) conectado entre una línea eléctrica y tierra o al menos dos divisores de tensión capacitivos conectados cada uno entre una línea eléctrica y tierra respectivas, que comprende el paso de:

conectar la interfaz de acoplamiento (200, 300) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores;

conectar un transceptor de señal de comunicación (107) a la citada interfaz de acoplamiento (200, 300); y transmitir / recibir señales a través de la línea eléctrica utilizando el citado transceptor de señal de comunicación (107).

8. Un sistema de transmisión / recepción de señales a través de líneas eléctricas, que comprende:

5 bien un divisor de tensión capacitivo (103) conectado directamente entre una línea eléctrica y tierra o dos divisores de tensión capacitivos, cada uno conectado directamente entre una línea eléctrica y tierra respectivas;

10 una interfaz de acoplamiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, conectada eléctricamente en paralelo a un condensador (104) del citado divisor de tensión capacitivo (103) o entre nodos intermedios de los dos divisores de tensión capacitivos.

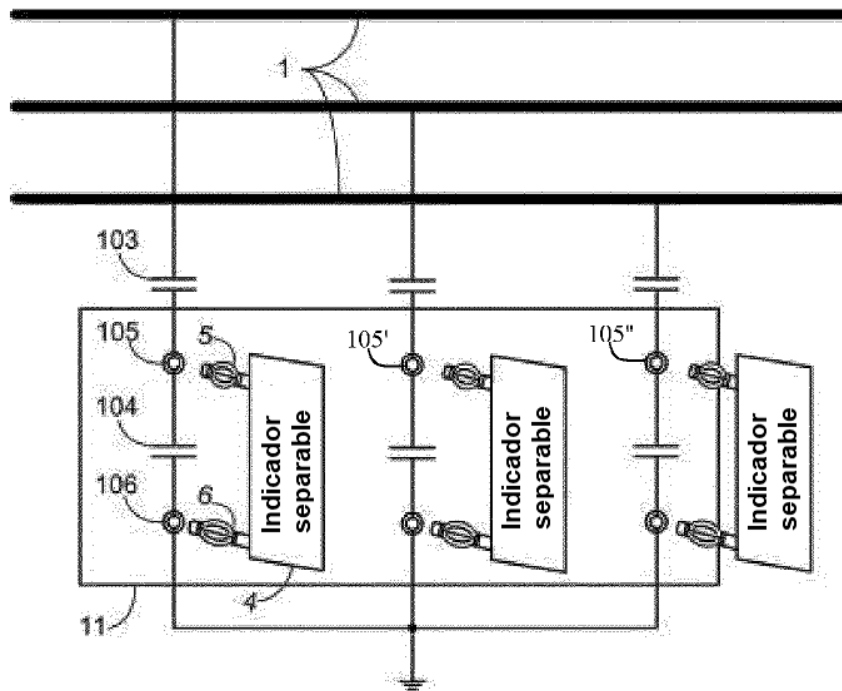


FIG. 1

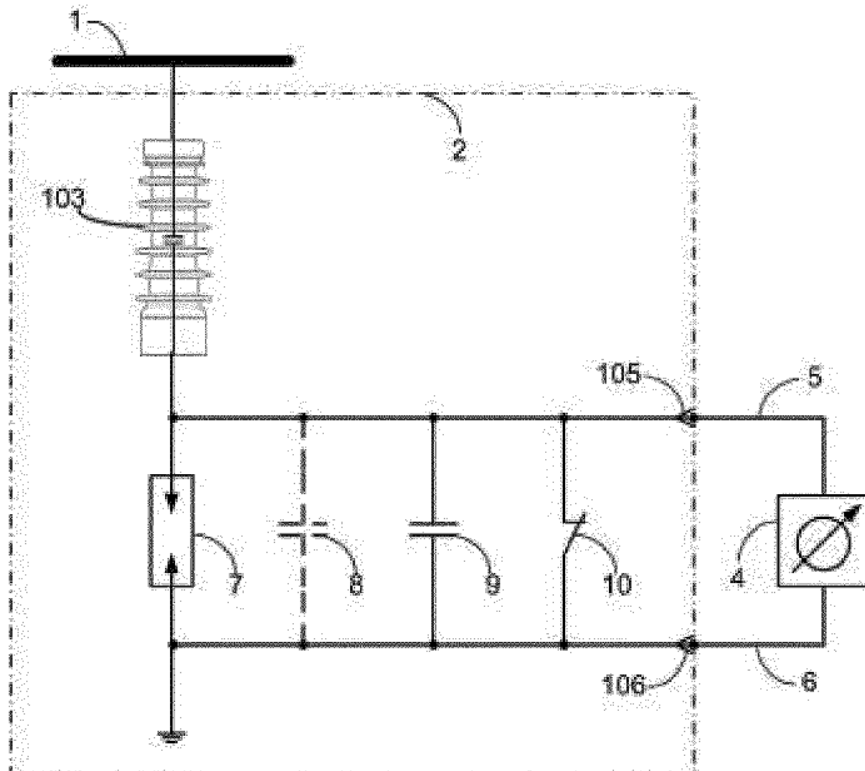


FIG. 2

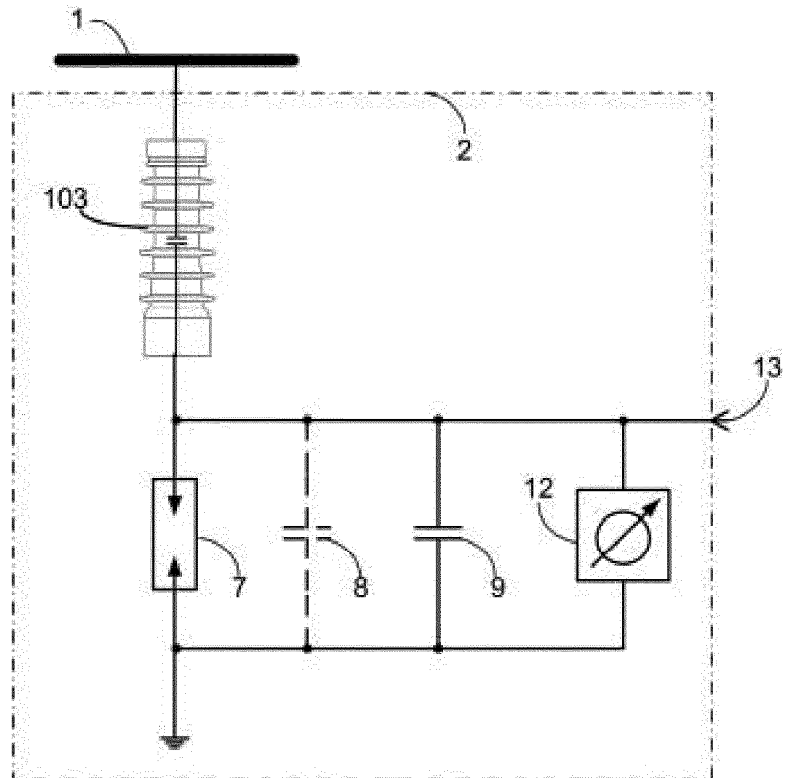


FIG. 3

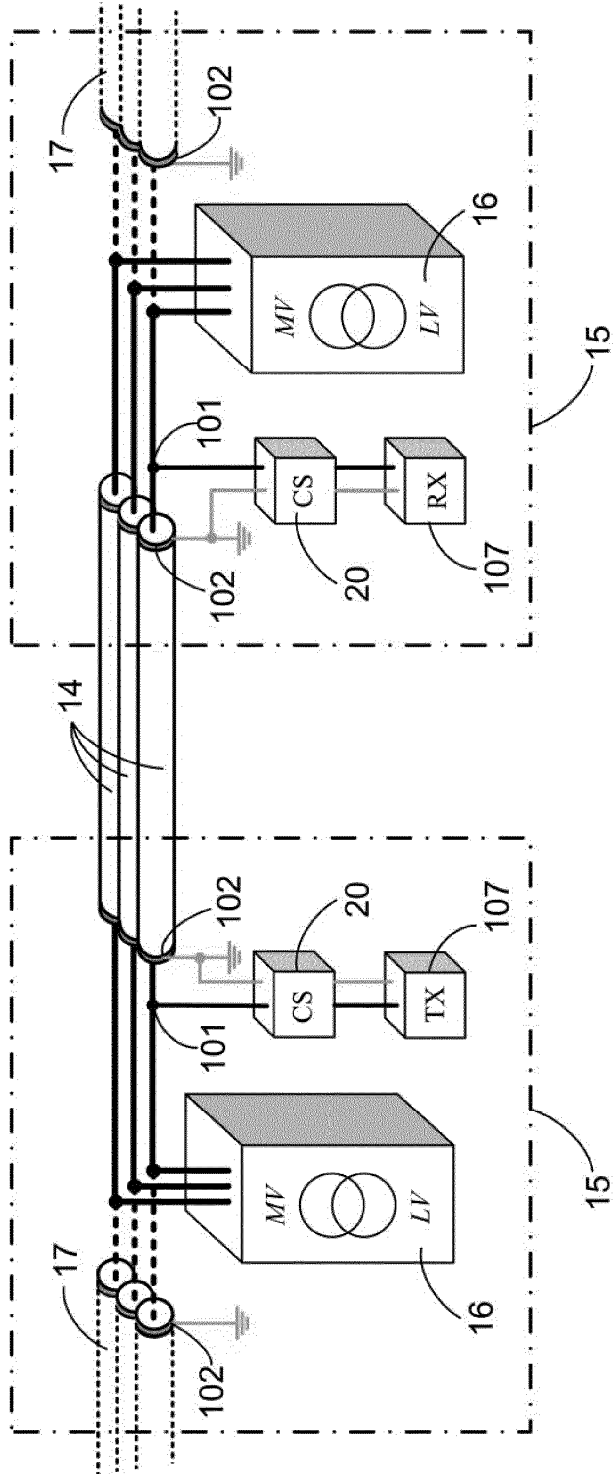


FIG. 4

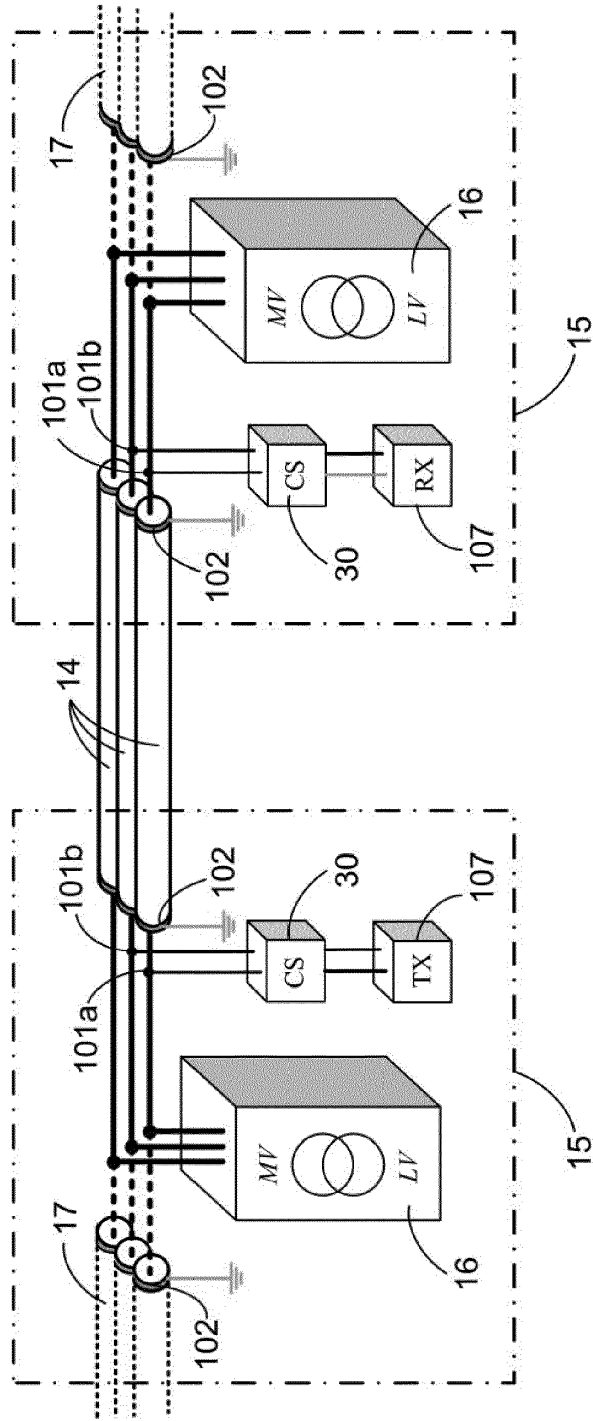


FIG. 5

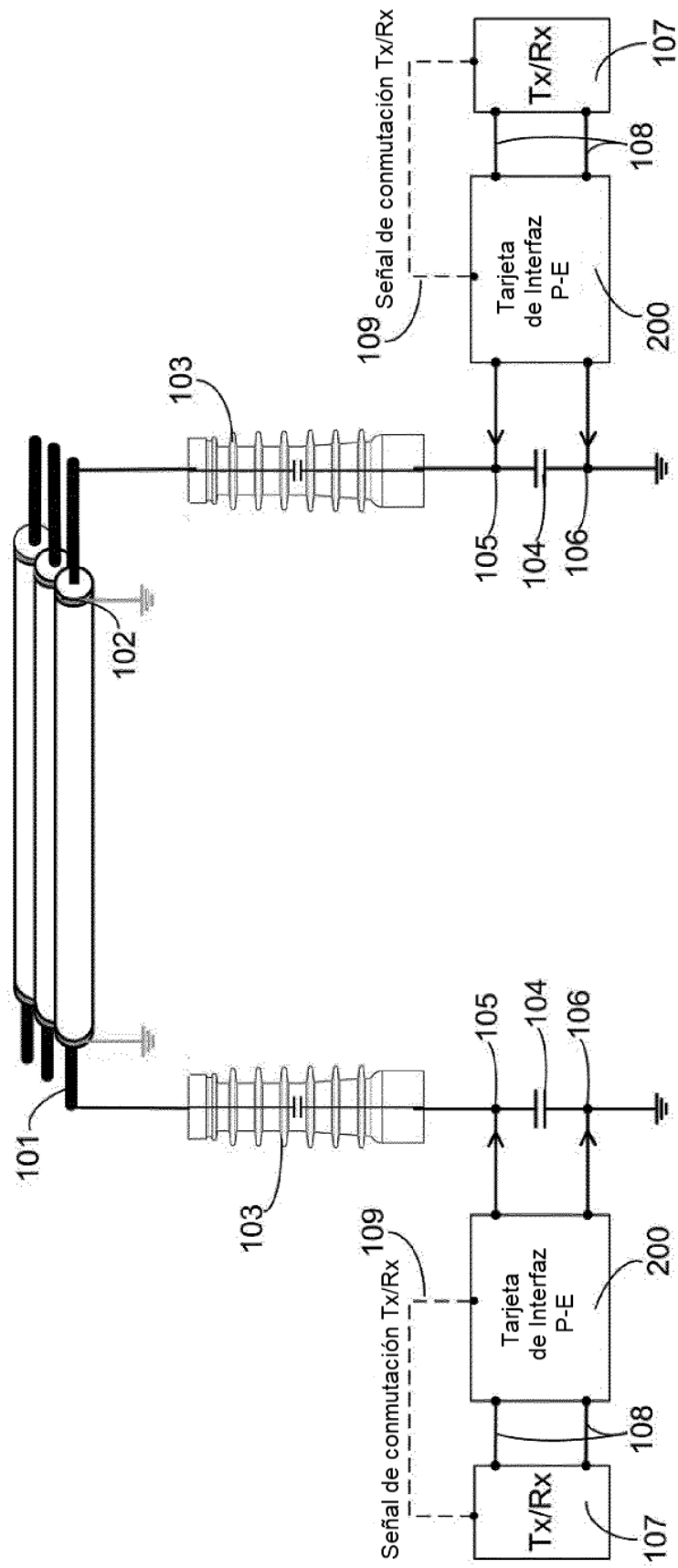


FIG. 6

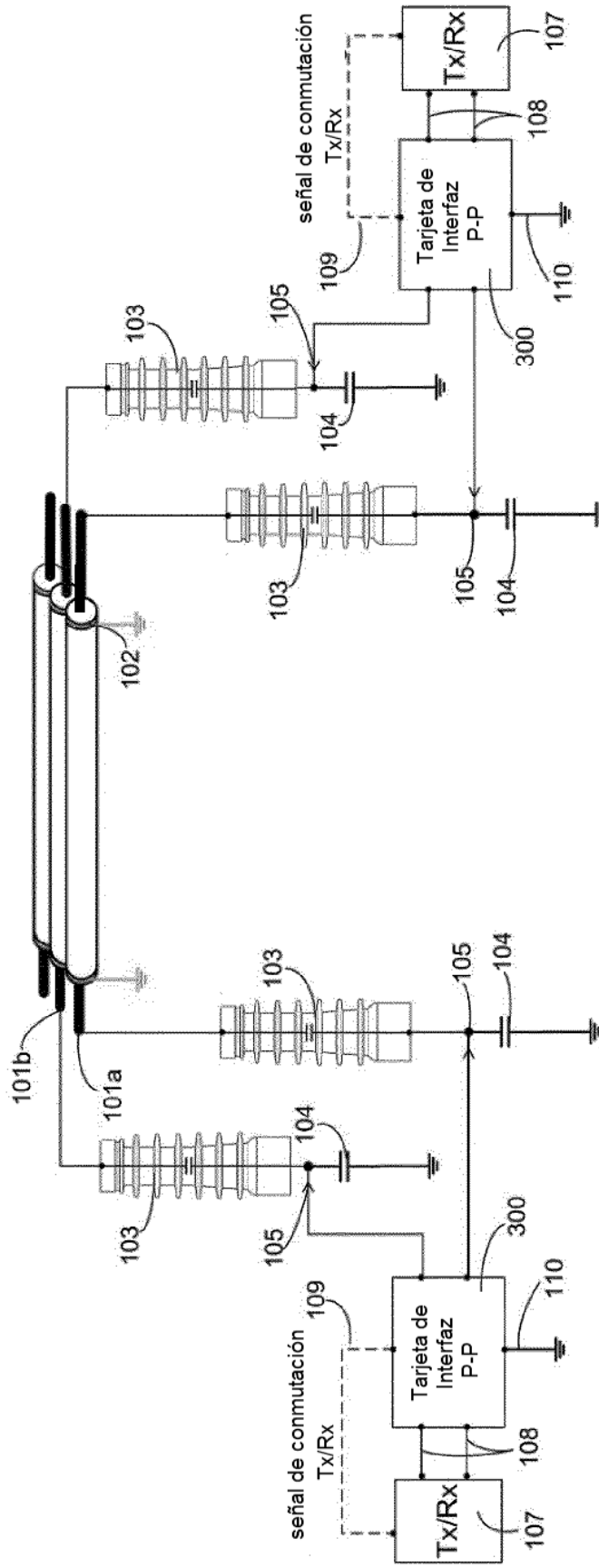


FIG. 7

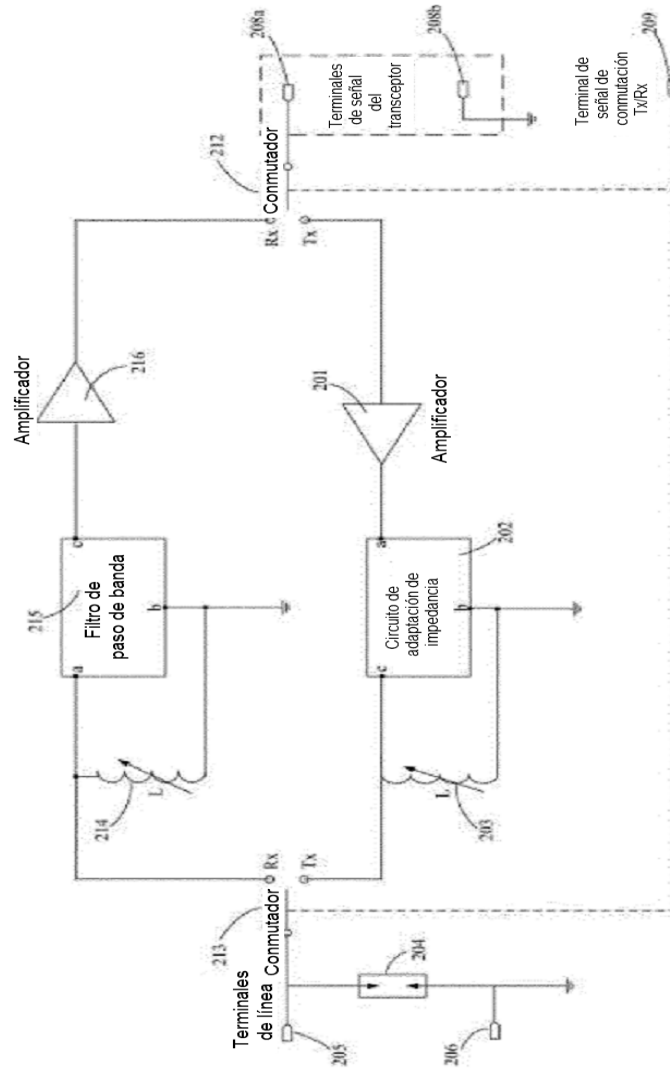


FIG. 8

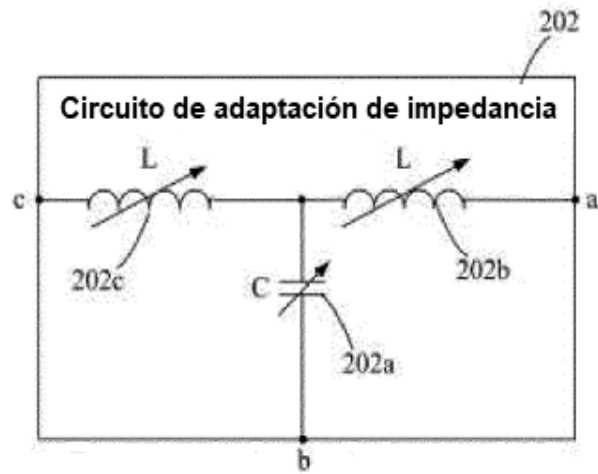


FIG. 9

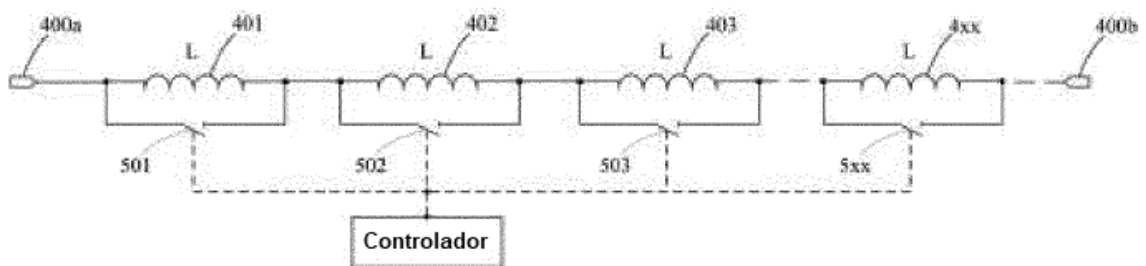


FIG. 10

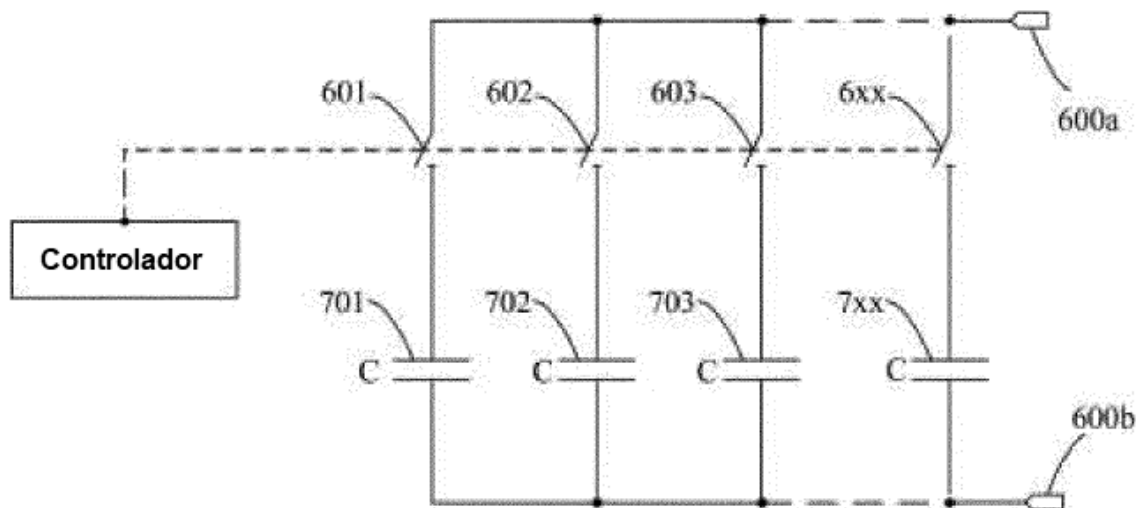


FIG. 11

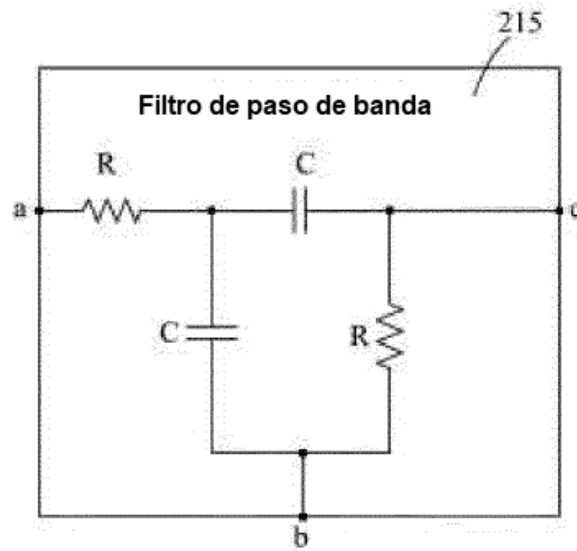


FIG. 12

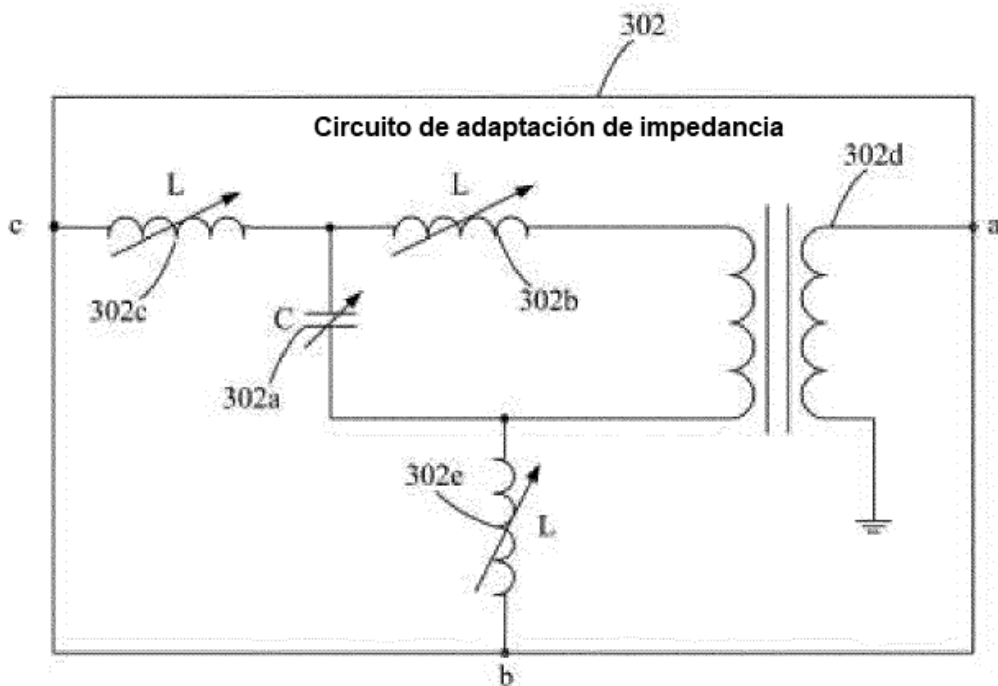


FIG. 14

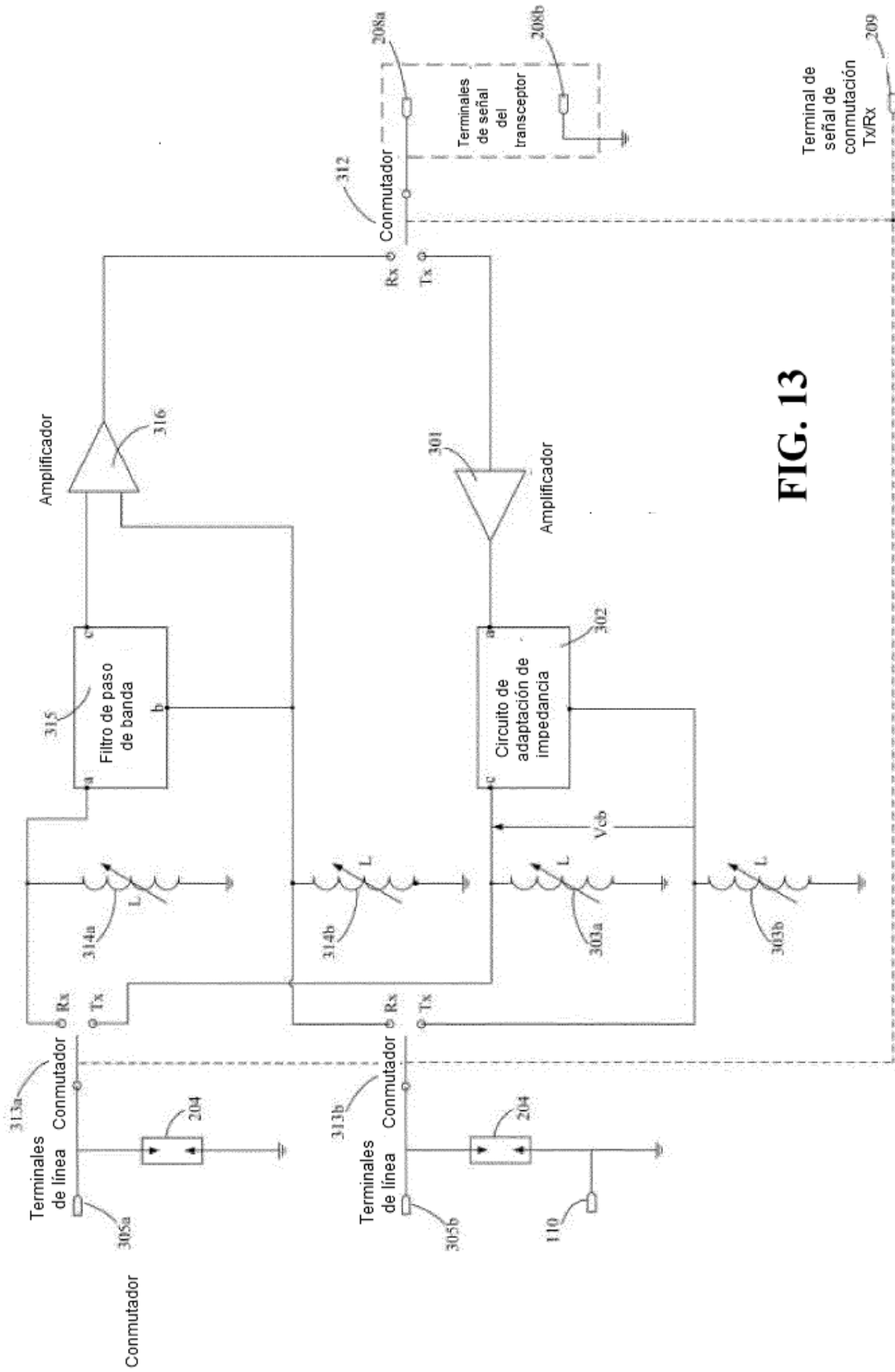


FIG. 13