

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 709 893**

51 Int. Cl.:

H04B 17/10 (2015.01)

H04B 17/17 (2015.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.09.2014 PCT/IB2014/064808**

87 Fecha y número de publicación internacional: **31.03.2016 WO16046600**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.09.2014 E 14792882 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.11.2018 EP 3198754**

54 Título: **Sistema de detección de fallos de antenas transmisoras**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
22.04.2019

73 Titular/es:
DAC SYSTEM SA (100.0%)
Vía Cantonale 18
6928 Manno, CH

72 Inventor/es:
CASATI, PIETRO y
BRUSTIA, ANGELO

74 Agente/Representante:
CURELL SUÑOL, S.L.P.

ES 2 709 893 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

Sistema de detección de fallos de antenas transmisoras.

5 **Campo técnico de la invención**

La presente invención se refiere, en general, al campo de las antenas. Más particularmente, la presente invención se refiere a un sistema de detección de fallos de antenas que transmiten señales de televisión y radio.

10 **Comentario técnico**

Las torres usadas para la distribución de señales de televisión y radio están formadas por una pluralidad de antenas que tienen la función de transmitir las señales de televisión y radio en una cierta área geográfica.

15 Cabe la posibilidad de que aparezcan fallos que pueden comprometer, en su totalidad o parcialmente, el funcionamiento de la torre, tales como:

- rayos que impacten en la torre;
- deterioro del rendimiento, provocado por el envejecimiento de componentes de la torre;
- 20 • funcionamiento defectuoso provocado por manipulaciones indebidas.

Con el fin de reparar la torre, es necesario enviar un equipo de técnicos a la propia torre, los cuales deben analizar el fallo, identificar el componente que ha fallado y arreglarlo: esto requiere un espacio de tiempo prolongado y, por lo tanto, los costes de la reparación son también altos.

25 Cabe, además, la posibilidad de que una antena no funcione, pero esto no sea detectado debido a que el fallo quede enmascarado por otras antenas posicionadas cerca de la que ha fallado: en este caso, la señal de televisión no se difunde de manera óptima.

30 Los antecedentes de la técnica incluyen los documentos GB 2 346 292 y US 2005/124304.

Breve resumen de la invención

35 La presente invención se refiere a un sistema de detección de fallos de antenas que transmiten señales de televisión y/o radio según se define en la reivindicación adjunta 1 y por medio de sus formas de realización preferidas descritas en las reivindicaciones dependientes 2 a 8.

40 El solicitante ha observado que el sistema destinado a detectar fallos de acuerdo con la presente invención puede reducir el tiempo requerido para llevar a cabo la reparación, reduciendo, así, los costes de esta última. Además, tiene la ventaja de permitir el mantenimiento de una buena emisión de radiodifusión de la señal de televisión.

45 El solicitante también ha observado que un sistema de monitorización extendido a otras variables, tales como la temperatura, la humedad, el campo electromagnético y la fase eléctrica de la señal en diversos puntos de una torre de telecomunicaciones, permite un diagnóstico temprano y preciso del funcionamiento defectuoso. Los trabajos de reparación se pueden sustituir adecuadamente por un mantenimiento preventivo, con un efecto positivo evidente sobre los costes y la fiabilidad. Además, las intervenciones se pueden efectuar en condiciones de seguridad.

50 El objetivo de la presente invención incluye, también, una torre de radiodifusión de televisión y/o radio según se define en la reivindicación adjunta 9.

Breve descripción de los dibujos

55 Se pondrán de manifiesto otras características y ventajas de la invención a partir de la descripción de una forma de realización preferida y de sus variantes proporcionadas a título de ejemplo, en referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

- 60 - la figura 1 muestra esquemáticamente un sistema de detección de fallos de antenas que transmiten señales de televisión y/o radio de acuerdo con una forma de realización de la invención;
- las figuras 2A-2B muestran esquemáticamente un acoplador direccional usado en la forma de realización de la invención;
- 65 - la figura 3 muestra más detalladamente dos sensores de potencia posicionados en el acoplador direccional de las figuras 2A-2B.

- la figura 4 es un esquema conceptual de una variante de la presente invención que incluye la capacidad de medir la fase eléctrica de la señal así como de los parámetros ambientales.

5 Descripción detallada de la invención

En referencia a la figura 1, se muestra un sistema de detección de fallos 1 de antenas que transmiten señales de televisión y/o radio de acuerdo con una forma de realización de la invención.

10 El sistema de detección incluye:

- una fuente 20 de señales de televisión y/o radio;
- un divisor de potencia 15;
- cuatro acopladores direccionales 10, 11, 12, 13;
- 15 • cuatro antenas transmisoras 5, 6, 7, 8;
- un concentrador de señales 21;
- un módulo de procesado 22.

20 El sistema de detección 1 se posiciona parcialmente en una torre de radiodifusión de señales de televisión a una altura elevada, por ejemplo, a por lo menos 80 metros; la torre de radiodifusión de señales de televisión se posiciona, ventajosamente, en emplazamientos geográficos seleccionados (típicamente, en una montaña), para cubrir un área geográfica lo más amplia posible y prestar servicio, por lo tanto, al mayor número de usuarios. En particular, el módulo de procesado 22 y la fuente 20 se posicionan en una estructura cerrada posicionada en tierra junto a la torre de radiodifusión de señales de televisión, mientras que el divisor de potencia 15, los
25 acopladores direccionales 10, 11, 12, 13, las antenas transmisoras 5, 6, 7, 8 y el concentrador de señales 21 se posicionan en la torre de radiodifusión de señales de televisión, a una altura como mínimo igual a 80 metros.

30 La fuente 20 es tal que genera una señal de STV, de tipo televisión y/o radio. Por ejemplo, la señal de televisión es de tipo digital terrestre y ocupa las bandas de frecuencia de tipo VHF (170 Mhz y 250 Mhz) o de tipo UHF (entre 250 Mhz y 900 Mhz), mientras que la señal de radio ocupa la banda de frecuencia de tipo FM (en el intervalo de 87.5 Mhz y 108 Mhz). Para simplificar, en lo sucesivo se hará referencia únicamente a la señal de televisión, pero pueden aplicarse consideraciones similares en el caso de señales de radio y en el caso de señales de televisión y radio.

35 El divisor de potencia 15 es un dispositivo pasivo que incluye un puerto de entrada y cuatro puertos de salida. El puerto de entrada del divisor de potencia 15 está conectado con la fuente de señales 20, y los cuatro puertos de salida están conectados, respectivamente, con los cuatro acopladores direccionales 10, 11, 12, 13. En particular, el divisor de potencia es tal que recibe la señal de radiodifusión de STV y es tal que genera, en función de esto, una primera señal de entrada de televisión Si1, una segunda señal de entrada de televisión Si2, una tercera
40 señal de entrada de televisión Si3, y una cuarta señal de entrada de televisión Si4. Cada una de las cuatro señales de entrada de televisión Si1, Si2, Si3, Si4 es también una señal de tipo televisión que es igual a la señal de televisión de STV, pero tiene un nivel de potencia inferior, en particular una fracción de la potencia de la señal de televisión de STV. Los niveles de potencia de las cuatro señales de entrada de televisión Si1, Si2, Si3, Si4 pueden ser iguales entre sí o diferentes; por ejemplo, en el primer caso, cada una de las señales de entrada de
45 televisión Si1, Si2, Si3, Si4 tiene un nivel de potencia que es una cuarta parte del nivel de potencia de la señal de televisión de STV.

50 Cada uno de los acopladores direccionales 10, 11, 12, 13 tiene un puerto de entrada conectado con el divisor de potencia 15, un puerto de entrada/salida conectado con una antena respectiva 5, 6, 7, 8 y dos puertos de salida asociados al concentrador de señales 21. Cada uno de los acopladores direccionales 10, 11, 12, 13 tiene la función de tomar una parte de la potencia recibida en el puerto de entrada y una parte de la potencia recibida en el puerto de entrada/salida: esto permite monitorizar la potencia en sentido de avance y reflejada presente en las líneas de alimentación coaxial respectivas conectadas a las antenas 5, 6, 7, 8, con el fin de detectar e identificar un deterioro o un fallo de las antenas 5, 6, 7, 8, un fallo de los cables de conexión entre las antenas 5, 6, 7, 8 y los acopladores direccionales respectivos 10, 11, 12, 13, o un fallo del divisor de potencia 15, según se explicará de forma más detallada posteriormente en la presente memoria. Más particularmente, cada uno de los acopladores direccionales 10, 11, 12, 13 es tal que acopla la señal recibida en el puerto de entrada con la señal transmitida en el puerto de entrada/salida y transmitida en el primer puerto de salida. Además, cada uno de los acopladores direccionales 10, 11, 12, 13 es tal que acopla la señal recibida en el puerto de entrada/salida con la
60 señal transmitida en el segundo puerto de salida.

65 En referencia al primer acoplador direccional 10, el mismo incluye el puerto de entrada PI1 para recibir en la entrada la primera señal de entrada de televisión Si1 e incluye un puerto de entrada/salida PIO1 para generar como salida una primera señal de salida de televisión So1 igual a la primera señal de entrada de televisión Si1, con un nivel de potencia ligeramente inferior debido a una pequeña atenuación que experimenta la señal de televisión entre el puerto de entrada PI1 y el puerto de entrada/salida PIO1. Por otra parte, el puerto de

5 entrada/salida PIO1 es tal que recibe la señal reflejada de la primera antena 5, tal como se explicará de forma más detallada posteriormente en la presente memoria. El primer acoplador direccional 10 incluye, además, un primer sensor de potencia 40 para medir la primera potencia directa Pd1 transmitida hacia la antena 5, y generar una primera señal de voltaje analógica S_{Pd1} indicativa del valor de la primera potencia directa Pd1: en caso de que el primer sensor de potencia 40 detecte que el valor de la primera potencia directa Pd1 es inferior a un primer valor de referencia, esto significa que se ha producido un fallo en un punto anterior al primer sensor de potencia 40, tal como un fallo del divisor de potencia 15 o del cable de conexión entre el divisor de potencia 15 y el primer acoplador direccional 10 o la fuente 20, por ejemplo, en caso de ausencia de fallo el valor de la primera potencia directa Pd1 es igual a 3000 W.

10 El primer acoplador direccional 10 incluye, además, un segundo sensor de potencia 41 para medir la primera potencia reflejada Pr1 que es reflejada por la antena 5, y generar una segunda señal de voltaje analógica S_{Pr1} indicativa del valor de la primera potencia reflejada Pr1: en el caso en el que el segundo sensor de potencia 41 detecte que el valor de la primera potencia reflejada Pr1 es mayor que un segundo valor de referencia, esto significa que se ha producido un fallo en un punto junto al segundo sensor de potencia 41, tal como un fallo de la antena 5 o del cable de conexión entre el primer acoplador direccional 10 y la antena 5. Por ejemplo, en caso de ausencia de fallo, el valor de la primera potencia reflejada Pr1 es igual a 200 W. Es bien sabido que una parte de la potencia asociada a la primera señal de entrada de televisión Si1 es irradiada realmente por la antena 5 en forma de campo electromagnético transmitido que es portador de una primera señal de televisión de entrada Sd1: la potencia asociada a la primera señal de televisión de entrada Si1 se indicará posteriormente con "potencia directa Pd1". Una parte (menor) de la potencia transmitida de la primera señal de televisión de entrada Si1 es reflejada, en cambio, de vuelta desde la antena debido a la desadaptación entre la impedancia de la línea de alimentación a la antena 5 y la impedancia de la antena 5: esta parte se señalará posteriormente con "potencia reflejada Pr1".

25 Las consideraciones anteriores en relación con el primer acoplador direccional 10 se pueden realizar de una manera similar sobre el segundo acoplador direccional 11, el tercer acoplador direccional 12 y el cuarto acoplador direccional 13. En particular, el segundo acoplador direccional 11 es tal que recibe en la entrada la segunda entrada de señal de televisión Si2, y es tal que genera, como salida, una segunda señal de televisión de salida So2 obtenida a partir de la segunda señal de entrada de televisión Si2; además, el segundo acoplador direccional 11 incluye un primer sensor de potencia para medir la segunda potencia directa Pd2 transmitida hacia la antena 6, e incluye un segundo sensor de potencia para medir la segunda potencia reflejada Pr2 que se refleja desde la antena 6. El tercer acoplador direccional 12 es tal que recibe en la entrada la tercera señal de televisión de entrada Si3, y es tal que genera, como salida, una tercera señal de televisión de salida So3 obtenida a partir de la tercera señal de televisión de entrada Si3; además, el tercer acoplador direccional 12 incluye un primer sensor de potencia para medir la tercera potencia directa Pd3 transmitida hacia la antena 7, e incluye un segundo sensor de potencia para medir la tercera potencia reflejada Pr3 que se refleja desde la antena 7. El cuarto acoplador direccional 13 es tal que recibe en la entrada la cuarta señal de televisión de entrada Si4, y es tal que genera, como salida, una cuarta señal de televisión de salida So4 obtenida a partir de la cuarta señal de entrada de televisión Si4; además, el cuarto acoplador direccional incluye un primer sensor de potencia para medir la cuarta potencia directa Pd4 transmitida hacia la antena 8, e incluye un segundo sensor de potencia para medir la cuarta potencia reflejada Pr4 que se refleja desde la antena 8.

45 La primera antena transmisora 5 está conectada con el primer acoplador direccional 10, es tal que recibe la primera señal de televisión de salida So1 y, en función de ella, es tal que irradia una onda electromagnética que es portadora de una primera señal de televisión de radiodifusión Sd1.

50 De manera similar, la segunda antena transmisora 6 está conectada con el segundo acoplador direccional 11, es tal que recibe la segunda señal de televisión de salida So2 y, en función de ella es tal que irradia una onda electromagnética que es portadora de una segunda señal de televisión de radiodifusión Sd2. La tercera antena transmisora 7 está conectada con el tercer acoplador direccional 12, es tal que recibe la tercera señal de salida de televisión So3 y, en función de ella, es tal que irradia una onda electromagnética que es portadora de una tercera señal de televisión de radiodifusión Sd3. La cuarta antena transmisora 8 está conectada con el cuarto acoplador direccional 13, es tal que recibe la cuarta señal de televisión de salida So4 y, en función de ella, es tal que irradia una onda electromagnética que es portadora de una cuarta señal de televisión de radiodifusión Sd4. El concentrador de señales 21 está conectado con los cuatro acopladores direccionales 10, 11, 12, 13 y tiene la función de captar las señales de voltaje analógicas generadas por los sensores de potencia colocados en el interior de los cuatro acopladores direccionales 10, 11, 12, 13. El concentrador de señales 21 tiene también la función de llevar a cabo una conversión de las señales de voltaje analógicas de analógico a digital. En particular, el concentrador de señales 21 es tal que recibe las señales de voltaje analógicas indicativas de los valores de las potencias directas Pd1, Pd2, Pd3, Pd4 y de las potencias reflejadas Pr1, Pr2, Pr3, Pr4 y, en función de ellos, está dispuesto para generar una señal digital multiplexada Smx que es portadora de valores digitales indicativos de la potencia directa Pd1, Pd2, Pd3, Pd4 y de las potencias reflejadas Pr1, Pr2, Pr3, Pr4.

65 El módulo de procesado 22 es tal que recibe la señal digital multiplexada Smx que es portadora de los valores digitales indicativos de las potencias directas Pd1, Pd2, Pd3, Pd4 y de las potencias reflejadas Pr1, Pr2, Pr3, Pr4,

está dispuesto para comparar los valores digitales indicativos de las potencias directas Pd1, Pd2, Pd3, Pd4, y de las potencias reflejadas Pr1, Pr2, Pr3, Pr4 con valores de referencia respectivos. Cuando uno o más valores digitales indicativos de las potencias directas Pd1, Pd2, Pd3, Pd4 son inferiores a los valores de referencia respectivos, o en el caso de que uno o más valores digitales indicativos de las potencias reflejadas Pr1, Pr2, Pr3, Pr4 sean mayores que sus valores de referencia respectivos, el módulo de procesado 22 está dispuesto para generar una señal de alarma Ps indicativa de un fallo de una o más entre las antenas 5, 6, 7, 8 o un fallo de uno o más cables de conexión entre las antenas 5, 6, 7, 8 y los sensores respectivos 5, 6, 8, o un fallo de la fuente 20 o un fallo del divisor de potencia 15. El módulo de procesado 22 incluye una memoria para almacenar los valores de referencia de las potencias directas Pd1, Pd2, Pd3, Pd4 y de las potencias reflejadas Pr1, Pr2, Pr3, Pr4.

Preferentemente, el módulo de procesado está conectado con una pantalla local que representa las antenas 5, 6, 7, 8 y los valores medidos por los sensores en los acopladores direccionales 10, 11, 12, 13.

En referencia a las figuras 2A-2B, se muestra más detalladamente el acoplador direccional 10 usado en el sistema de detección 1. El cuerpo del acoplador direccional 10 está realizado con material metálico: esto permite obtener un blindaje contra la interferencia de ondas electromagnéticas, que pueden deteriorar la medición de la primera potencia directa Pd1 llevada a cabo por el sensor de potencia 40 y la medición de la potencia reflejada Pr1 en primer lugar llevada a cabo por el sensor de potencia 41. El acoplador direccional 10 incluye un conductor exterior 31 de forma esencialmente cilíndrica y un conducto interior 32 de forma esencialmente cilíndrica (no mostrados en las figuras 2A-2B, y mostrados esquemáticamente en la figura 3), siendo el conductor interior 32 coaxial con respecto al conductor exterior 31. El acoplador direccional 10 incluye el puerto de entrada PI1 que se materializa con una abertura de forma esencialmente circular a la cual está conectado el conector de un cable coaxial que es portador de la primera señal de televisión de entrada Si1, e incluye la entrada/salida PIO1 que se realiza con una abertura de forma esencialmente circular a la cual está conectado el conector de un cable coaxial que es portador de la primera señal de televisión de salida So1.

El acoplador direccional 10 incluye, además, un primer elemento esencialmente cilíndrico 35 que tiene una abertura de forma esencialmente circular, la cual materializa un primer puerto de salida PO2, que está conectado mecánicamente al conector 30 de un cable blindado 33 el cual es portador de la primera señal de voltaje analógica S_{Pd1} indicativa del valor de la primera potencia directa Pd1 medida a partir del primer sensor de potencia 40; además, el acoplador direccional 10 incluye un segundo elemento esencialmente cilíndrico 36 que presenta una abertura de forma esencialmente circular, que materializa un segundo puerto de salida PO3, el cual está conectado mecánicamente al conector 31 de un cable blindado 32 el cual es portador de la segunda señal de voltaje analógica S_{Pr1} indicativa del valor de la primera potencia reflejada Pr1 medida a partir del segundo sensor de potencia 41. El cable blindado que es portador de la primera señal de voltaje analógica S_{Pd1} y de la segunda señal de voltaje analógica S_{Pr1} , por ejemplo, el cable Belden 9844, el cual incluye cuatro conductores de cobre metálicos trenzados por pares, que están envueltos por una hoja de material conductor, y que tiene la función de apantallamiento contra ondas electromagnéticas.

Puede observarse, también, que el primer elemento esencialmente cilíndrico 35 incluye el primer sensor de potencia 40 el cual detecta la primera potencia directa Pd1 y el segundo elemento esencialmente cilíndrico 36 incluye el segundo sensor de potencia 41 el cual detecta la primera potencia reflejada Pr1.

Ventajosamente, en referencia a la figura 3, el primer sensor de potencia 40 incluye:

- un hilo metálico conductor 42;
- dos cables coaxiales 45, 46, en los cuales un primer extremo del cable coaxial 45 está conectado en un primer extremo del hilo metálico conductor 42 y un primer extremo del cable coaxial 46 está conectado a un segundo extremo del hilo metálico conductor 42;
- un primer diodo d1 que tiene el terminal de ánodo conectado a un segundo extremo del cable coaxial 45;
- un primer resistor R1 que tiene un primer terminal conectado a un segundo extremo del cable coaxial 46 y que tiene un segundo terminal conectado a tierra;
- un amplificador 64 que tiene un terminal de entrada conectado al terminal de cátodo del primer diodo D1 y que tiene un terminal de salida;
- un filtro paso-bajo 65 que tiene un terminal de entrada conectado al terminal de salida del amplificador 64 y que tiene un terminal de salida conectado al primer puerto de salida PO2.

El hilo metálico conductor 42 es tal que captura una parte de la primera potencia directa Pd1 transmitida a la antena 5 y es tal que genera, en función de ella, una primera señal de corriente I1 proporcional al valor de la primera potencia directa Pd1. El cable coaxial 45 es tal que es portador de la primera señal de corriente I1; en este caso, el primer diodo D1 es tal que entra en conducción, generando en un terminal de cátodo una primera

señal de voltaje V1. Por ejemplo, la primera señal de voltaje V1 tiene valores entre 0 y 2 V. El amplificador 64 es tal que recibe la primera señal de voltaje V1 y es tal que genera, en función de ella, una primera señal de voltaje amplificada V1A. El filtro paso-bajo 65 es tal que recibe la primera señal de voltaje amplificada V1A, es tal que lleva a cabo un filtrado paso-bajo y es tal que genera la primera señal de voltaje analógica S_{Pd1} indicativa del valor de la primera potencia directa Pd1. Por ejemplo, la primera señal de voltaje analógica S_{Pd1} tiene valores entre 0 y 10 V.

De manera similar, en referencia a la figura 3, el segundo sensor de potencia 41 incluye:

- un hilo metálico conductor 43;
- dos cables coaxiales 47, 48, en los cuales un primer extremo del cable coaxial 47 está conectado en un primer extremo del hilo metálico conductor 43, y un primer extremo del cable coaxial 48 está conectado a un segundo extremo del hilo metálico conductor 43;
- un segundo resistor R2 que tiene un primer terminal conectado a un segundo extremo del cable coaxial 47 y que tiene un segundo terminal conectado a tierra;
- un segundo diodo D2 que tiene el terminal de ánodo conectado a un segundo extremo del cable coaxial 48;
- un amplificador 63 que tiene un terminal de entrada conectado al terminal de cátodo del segundo diodo D2 y que tiene un terminal de salida;
- un filtro paso-bajo 63 que tiene un terminal de entrada conectado al terminal de salida del amplificador 63 y que tiene un terminal de salida conectado al segundo puerto de salida PO3.

El hilo metálico conductor 43 es tal que captura una parte de la primera potencia Pr1 reflejada por la antena 5 y es tal que genera, en función de ella, una segunda señal de corriente I2 proporcional al valor de la primera potencia reflejada Pr1. El cable coaxial 48 es tal que transporta la segunda señal de corriente I2; en este caso, el segundo diodo D2 es tal que entra en conducción, generando en un terminal de cátodo de la segunda señal de voltaje V2. Por ejemplo, la segunda señal de voltaje V2 tiene valores entre 0 y 2 V. El amplificador 63 es tal que recibe la segunda señal de voltaje V2 y es tal que genera, en función de ella, una segunda señal de voltaje amplificada V2A. El filtro paso-bajo es tal que recibe la segunda señal de voltaje amplificada V2A, es tal que lleva a cabo un filtrado paso-bajo y es tal que genera la segunda señal de voltaje analógica S_{Pr1} indicativa del valor de la primera potencia reflejada Pr1. Por ejemplo, la segunda señal de voltaje analógica S_{Pr1} tiene valores entre 0 y 10 V.

Obsérvese que el primer diodo D1 está conectado con el cable coaxial 45 posicionado en la parte superior, mientras que el segundo diodo D2 está conectado con el cable coaxial 48 posicionado abajo, o el primer diodo D1 está conectado de una manera asimétrica con respecto al segundo diodo D2: esto permite generar la primera señal de corriente I1 proporcional solamente al valor de la primera potencia directa Pd1 (lo cual significa que I1 no depende del valor de la primera potencia reflejada Pr1), y permite generar la segunda señal de corriente I2 proporcional solamente al valor de la primera potencia reflejada Pr1 (lo cual significa que I2 no depende del valor de la primera potencia directa Pd1). Consecuentemente, la primera señal de voltaje analógica S_{Pd1} es proporcional solamente al valor de la primera potencia directa Pd1, mientras que la segunda señal de voltaje analógica S_{Pr1} es proporcional solamente al valor de la primera potencia reflejada Pr1.

Obsérvese que las figuras 1, 2A, 2B muestran que los acopladores direccionales 10, 11, 12, 13 están separados de las antenas 5, 6, 7, 8 y por el divisor de potencia 15, aunque son posibles otras variantes.

Según una primera variante, los acopladores direccionales 10, 11, 12, están integrados, respectivamente, en las antenas 5, 6, 7, 8. En este caso, en referencia, por ejemplo, a la antena 5, esta incluye un puerto de entrada para recibir la primera señal de televisión de entrada Si1, incluye un primer puerto de salida (similar al puerto PO2) para proporcionar la primera señal de voltaje analógica S_{Pd1} indicativa del valor de la primera potencia directa Pd1 e incluye un segundo puerto de salida (similar al puerto PO3) para proporcionar la segunda señal de voltaje analógica S_{Pr1} indicativa del valor de la primera potencia reflejada Pr1. Pueden efectuarse consideraciones similares para las antenas 6, 7, 8, que incluyen, cada una de ellas, un puerto de entrada para recibir una señal de televisión de entrada y dos puertos de salida para proporcionar las señales de voltaje analógicas indicativas de la potencia de la potencia directa y reflejada. De acuerdo con una segunda variante, los acopladores direccionales 10, 11, 12, 13 están integrados en el divisor de potencia 15. En este caso, el divisor de potencia 15 incluye, además, cuatro puertos de salida para proporcionar las señales de voltaje analógicas indicativas de la potencia directa Pd1, Pd2, Pd3, Pd4 e incluye, además, cuatro puertos de salida para proporcionar las señales de voltaje analógicas indicativas de la potencia reflejada Pr1, Pr2, Pr3, Pr4.

A continuación se describirá un primer funcionamiento del sistema de detección de fallos 1, en referencia también

a la figura 1.

En el instante de tiempo inicial t_0 no existe ningún fallo en la torre de radiodifusión de señales de televisión en la que está instalado el sistema de detección 1.

En el instante de tiempo t_1 (que sigue a t_0) se realiza una comprobación de un fallo en la antena 5: esto provoca un incremento considerable del valor de la primera potencia reflejada Pr1 detectada por el segundo sensor de potencia 41 posicionado en el primer acoplador direccional 10. En particular, el segundo sensor de potencia 41 genera la segunda señal de voltaje analógica S_{Pr1} indicativa de la primera potencia reflejada Pr1 en relación con la primera antena 5. El concentrador 21 recibe el valor VAR1 indicativo de la primera potencia reflejada Pr1 en relación con la primera antena 5, recibe los valores de voltaje analógicos indicativos de las potencias reflejadas Pr2, Pr3, Pr4 en relación con las antenas 6, 7, 8 y de las potencias directas Pd1, Pd2, Pd3, Pd4 en relación con las antenas 5, 6, 7, 8 y genera la señal multiplexada digital Smx que es portadora de un valor digital VD_{r1} indicativo de la primera potencia reflejada Pr1 y de valores digitales indicativos de la potencia reflejada Pr2, Pr3, Pr4 y de las potencias directas Pd1, Pd2, Pd3, Pd4.

El módulo de procesado 22 recibe la señal multiplexada digital Smx y extrae de ella el valor digital VD_{r1} indicativo de la primera potencia reflejada Pr1, los valores digitales indicativos de las potencias reflejadas Pr2, Pr3, Pr4, y de las potencias directas Pd1, Pd2, Pd3, Pd4. Posteriormente, el módulo de procesado 22 lleva a cabo la comparación del valor digital del primer VD_{r1} indicativo de la primera potencia reflejada pr1 con un primer valor de referencia V_{r1} , y detecta que el valor digital VD_{r1} es mayor que el primer valor de referencia V_{r1} ; además, el módulo de procesado 22 lleva a cabo la comparación de los valores digitales indicativos de las potencias reflejadas Pr2, Pr3, Pr4 y de las potencias directas Pd1, Pd2, Pd3, Pd4 con valores de referencia respectivos, y detecta que los valores digitales indicativos de las potencias reflejadas Pr2, Pr3, Pr4 son menores que valores de referencia respectivos y los valores digitales de las potencias directas pd1, pd2, pd3, pd4 son mayores que valores de referencia respectivos: esto indica que se produjo solamente un fallo, y que este fallo está posicionado en un punto posterior al primer acoplador direccional 10, o, más bien, en el cable que conecta el primer acoplador direccional 10 con la antena 5 o en la misma antena 5. A continuación, el módulo de procesado 22 genera la señal de alarma s_{a1} indicativa de un fallo de la antena con la antena 5. De esta manera, es posible detectar rápidamente la presencia del fallo, y también es posible detectar el tipo de fallo, facilitando así el trabajo de reparación por parte de los técnicos.

A continuación sigue una descripción de un segundo funcionamiento del sistema de detección de fallos 1, en referencia a la Figura 1.

En el instante de tiempo inicial t_0' no existe ningún fallo en la torre de radiodifusión de la señal de televisión en la que está instalado el sistema de detección 1.

En el instante de tiempo t_1' (que sigue a t_0') se produce un fallo parcial del divisor de potencia 15 que podría afectar a la primera señal de entrada de televisión si1: esto provoca una reducción significativa del valor de la primera potencia directa pd1 detectada por el primer sensor de potencia 40 posicionado en el primer acoplador direccional 10, y provoca, también, una reducción considerable del valor de la primera potencia reflejada pr1 detectada por el segundo sensor de potencia 41 posicionado en el primer acoplador direccional 10. En particular, el primer sensor de potencia 40 genera la primera señal de voltaje analógica s_{pd1} que tiene un valor indicativo de la primera potencia directa Pd1 asociada a la primera antena 5. El concentrador de señales 21 recibe el valor vad1 indicativo de la primera potencia directa vad1 vinculada a la primera antena 5, recibe los valores analógicos de voltaje indicativos de la potencia directa Pd2, Pd3, Pd4, vinculado a las antenas 6, 7, 8 y de la potencia reflejada Pr1, Pr2, Pr3, Pr4 vinculada a las antenas 5, 6, 7, 8, y genera la señal digital multiplexada Smx que es portadora de un valor digital VD_{d1} indicativo de la primera potencia directa pd1 y valores digitales indicativos de las potencias directas Pd2, Pd3, Pd4 y de las potencias reflejadas Pr1, Pr2, Pr3, Pr4.

El módulo de procesado 22 recibe la señal digital multiplexada smx y extrae de ella el valor digital vdd1 indicativo de la primera potencia directa Pd1, los valores digitales indicativos de las potencias directas Pd2, Pd3, Pd4 y las potencias reflejadas Pr1, Pr2, Pr3, Pr4. Posteriormente, el módulo de procesado 22 lleva a cabo la comparación del valor digital VD_{d1} indicativo de la primera potencia directa Pd1 con un segundo valor de referencia Vr2, y detecta que el valor digital VD_{d1} es menor que el segundo valor de referencia Vr2; además, el módulo de procesado 22 lleva a cabo la comparación de los valores digitales indicativos de las potencias directas Pd2, Pd3, Pd4 y las potencias reflejadas Pr1, Pr2, Pr3, Pr4 con valores de referencia respectivos, y detecta que los valores digitales indicativos de las potencias directas Pd2, Pd3, Pd4 son mayores que los valores de referencia, y los valores digitales de las potencias reflejadas Pr1, Pr2, Pr3, Pr4 son menores que los valores de referencia respectivos: lo cual indica que se produjo solamente un fallo, y ese fallo está situado en un punto anterior al primer acoplador direccional 10, o, más bien, en el divisor de potencia 15 o en la línea de conexión entre el divisor de potencia 15 y el primer acoplador direccional 10 o en la fuente 20. A continuación, el módulo de procesado 22 genera la señal de alarma s_{a1} indicativa de un fallo del divisor de potencia 15 o del cable de conexión entre el divisor de potencia 15 y el primer acoplador direccional 10 o la fuente 20. De esta manera, es posible detectar rápidamente la presencia del fallo, y también es posible detectar el tipo de fallo, facilitando el

trabajo de reparación por parte de los técnicos.

Preferentemente, el modelo de procesado 22 es tal que genera la señal de alarma s_{al} que tiene un valor lógico alto para indicar que se ha producido un fallo cuando este persiste durante un intervalo de tiempo dado (por ejemplo, cinco minutos).

La figura 4 ilustra esquemáticamente una variante de la presente invención, que incluye los medios técnicos para medir otras variables ambientales además de la medición de la ROS, tales como la temperatura, la humedad y el campo electromagnético. Esta variante también puede medir la fase eléctrica de la señal de UHF o VHF presente para diversas antenas y/o divisores de potencia de una torre de telecomunicaciones.

Aunque si la medición local y continua de la ROS, tal como se acaba de ilustrar ahora, permite un control preciso y fiable, la calidad demanda cada vez más avances en cuanto a la fiabilidad y la seguridad requeridas por los operadores, que justifican, en muchos casos las mediciones más completas.

La figura 4 ilustra, para simplificar el dibujo, solamente un punto de medición 10. Evidentemente, la invención no se limita a este ejemplo, y, en una forma de realización, puede incluir una pluralidad de puntos de medición según se ha descrito, posicionados en diversos puntos escogidos estratégicamente de una torre de medición, por ejemplo en las antenas, y los divisores de potencia. Eso significa que el concentrador de señales de unidades 21 estará equipado con una pluralidad de unidades receptoras 102 y unidades de transmisión 103, para prestar servicio a todos los puntos de medición. Los números de referencia ya usados en las figuras previas indican elementos idénticos o funcionalmente equivalentes a lo descrito anteriormente.

El dispositivo de medición 10a, funcionalmente equivalente a los acopladores 1 mostrados en la figura 1, está equipado, tal como se describirá de forma más detallada posteriormente, para medir la relación de onda estacionaria (VSWR) en el punto de instalación. Con este fin, incluye dos acopladores direccionales DC1 y DC2 para capturar la señal directa que viaja desde el transmisor 20 a la antena (FWD), y la reflejada por esta última (REV).

Los acopladores direccionales DC1 y DC2 se pueden realizar con los elementos conductores alojados en el espacio de propagación, según se representa en la figura 3, o mediante cualquier otro dispositivo conocido.

Preferentemente, el dispositivo 10a puede procesar directamente las señales directas y reflejadas y obtener la relación de onda estacionaria por medio de un circuito de ganancia de medición 82, a saber, un circuito capaz de generar una señal de salida igual a la relación entre las dos señales de entrada. Este resultado se puede obtener, por ejemplo, a través del circuito monolítico AD8302 fabricado por la compañía Analog Devices, u otros medios funcionalmente equivalentes.

El valor de la ROS en la salida del circuito 82 es procesado, a continuación, por una interfaz 85 y transmitido al concentrador de señales 21 mediante un enlace 95. La conexión 95 se puede realizar con cualquier técnica adecuada, analógica o digital, o sobre cable coaxial blindado, fibra óptica, o cualquier otro medio de transmisión capaz de garantizar la demanda de inmunidad a las interferencias electromagnéticas. En este sentido, los cables coaxiales y las fibras ópticas ofrecen buenas características.

El dispositivo de medición 10a incluye, además, preferentemente, uno o más sensores de tipo ambiental 89 que detectan magnitudes de interés diagnóstico, no relacionadas de manera necesaria directamente con la línea de transmisión. Dichos sensores pueden incluir sensores de temperatura, sensores de humedad o sensores de campo electromagnético. Los datos sobre temperatura y humedad se pueden usar para el control de plantas ornamentales, cuando haya presencia de las mismas, y para identificar la infiltración de lluvia o humedad. Los datos del campo electromagnético se usan también para organizar acciones que se ajusten a las normativas de seguridad.

Los sensores medioambientales 89 también pueden incluir sensores de carga mecánica, por ejemplo, células de carga o "galgas extensiométricas", para medir los esfuerzos estáticos y dinámicos impuestos sobre la estructura de la torre o de las antenas. Los valores de los sensores ambientales son procesados por el circuito de interfaz 85 y transmitidos al concentrador 21 a través de la conexión 95.

La medición de la fase eléctrica es otro parámetro de gran importancia con vistas a la obtención de diagnósticos. En el ejemplo ilustrado, esta se lleva a cabo por medio de un detector de fase 84 que compara la fase de la señal directa con una señal de fase de referencia REF. La señal de fase de referencia se transmite al dispositivo 10a por medio de un enlace independiente de la línea de transmisión, y cuya longitud eléctrica es suficientemente estable. En el ejemplo ilustrado, la fase de referencia de la señal se toma de la línea de transmisión y se envía a la unidad de señales 10a desde el concentrador 21 a través de la conexión 95 la cual es, por ejemplo, una fibra óptica capaz de soportar una transmisión bidireccional de datos digitales. No obstante, existen otras posibles soluciones.

Son posibles varias soluciones para la realización del circuito detector de fase 84. El circuito AD8302 ya mencionado incluye también un detector de fase analógico útil para esta finalidad.

5 Según otra variante, no mostrada en las figuras, la detección de la fase eléctrica no se lleva a cabo en la unidad 10a, sino, más bien, en el concentrador de señales 21. Con este fin, la unidad 1a transmite a este último una señal que contiene información de una fase a través de la conexión 95. Tal como en el caso anterior, la correlación entre la señal de fase y la fase de referencia aporta información sobre la existencia de la fase eléctrica en el punto de inserción de la unidad 10a, en la medida en la que el retardo de transmisión a lo largo del enlace 95 sea conocido, o por lo menos estable.

10 Opcionalmente, la unidad 10a y/o el concentrador 21 están equipados con un sistema de medición del retardo de transmisión a lo largo del enlace 95. El conocimiento de dicho parámetro permite una medición absoluta de la fase eléctrica y de la deriva de sus posibles variaciones. La medición del retardo de transmisión se puede realizar con cualquier técnica adecuada, por ejemplo, a lo largo del enlace 95, enviando una señal y midiendo el tiempo necesario para la recepción de una respuesta del dispositivo en el otro extremo.

15 Se indica que, con vistas a explicar la invención, en la figura 1 se han mostrado cuatro antenas 5, 6, 7, 8 y cuatro acopladores direccionales 10, 11, 12, 13, pero la invención se puede aplicar a un número de antenas superior o igual a dos y a un número correspondiente de acopladores direccionales superior o igual a dos.

20

REIVINDICACIONES

1. Sistema de detección de fallos (1) de una pluralidad de antenas transmisoras de señales de radiodifusión de televisión y/o radio conectadas a una estación transmisora (20) por medio de líneas de transmisión y divisores de potencia (15), incluyendo el sistema una pluralidad de dispositivos de medición (10a) acoplados a las líneas de transmisión en correspondencia con las antenas y/o los divisores de potencia, con capacidad de medir una relación de onda estacionaria (VSWR), y unos enlaces (95) que conectan dichos dispositivos de medición (10a) a una unidad de concentrador de señales (21), por lo menos uno de dichos sistemas de medición genera una o más señales representativas de parámetros ambientales, estando posicionados dichos dispositivos de medición (10a) y dicha unidad de concentrador (21) en una torre de radiodifusión junto con las antenas transmisoras.
2. Sistema según la reivindicación 2, que incluye:
- un divisor de potencia (15) configurado para recibir una señal de televisión y/o radio (STV) y, a partir de ella, genera una primera pluralidad (si1, si2, si3, si4) de señales de televisión y/o radio;
 - una pluralidad de acopladores direccionales (10, 11, 12, 13) configurados para recibir la primera pluralidad de señales de televisión y/o radio y, a partir de ellas, generar una segunda pluralidad correspondiente (So1, So2, So3, So4) de señales de televisión y/o radio, incluyendo la pluralidad de acopladores direccionales:
 - o unos primeros sensores de potencia (40) respectivos configurados para generar una tercera pluralidad (spd1, spd2, spd3, spd4) de señales indicativas de la potencia directa transmitida a la pluralidad de antenas;
 - o unos segundos sensores de potencia (41) respectivos configurados para generar una cuarta pluralidad (spr1, spr2, spr3, spr4) de señales indicativas de la potencia reflejada de la pluralidad de antenas;
 - un concentrador de señales (21) configurado para recibir la tercera pluralidad de señales indicativas de la potencia directa y la cuarta pluralidad de señales indicativas de la potencia reflejada, y generar una señal multiplexada (smx) que es portadora de la tercera y cuarta pluralidades de señales; - un módulo de procesado (22) configurado para:
 - o recibir la señal multiplexada;
 - o comparar los valores de la tercera pluralidad de señales indicativas de la potencia directa y de la cuarta pluralidad de señales indicativas de la potencia reflejada con valores de referencia respectivos;
 - o generar una señal (sal) indicativa de un fallo de por lo menos una de la pluralidad de antenas en el caso en el que por lo menos uno de los valores de la cuarta pluralidad de señales indicativas de la potencia reflejada sea superior al valor de referencia respectivo;
 - o generar la señal (sal) indicativa de un fallo del divisor de potencia (15) en el caso en el que por lo menos uno de los valores de la tercera pluralidad de señales indicativas de la potencia directa sea inferior al valor de referencia respectivo.
3. Sistema de detección de fallos (1) según la reivindicación 1, en el que el primer sensor (40) de un primer acoplador direccional (10) seleccionado de entre la pluralidad de acopladores direccionales, incluye:
- un primer hilo metálico conductor (42) para capturar una parte de la primera potencia directa transmitida hacia una primera antena seleccionada de entre la pluralidad de antenas y generar una primera corriente de señal (i1) proporcional a la primera potencia directa;
 - un primer cable coaxial (45) que presenta un primer extremo conectado con un primer extremo del primer hilo metálico conductor, estando configurado el cable coaxial para entregar la primera señal de corriente;
 - un segundo cable coaxial (46) que presenta un primer extremo conectado con un segundo extremo del primer hilo metálico conductor;
 - un primer diodo (D1) que presenta su terminal de ánodo conectado con un segundo extremo del primer cable coaxial;
 - un primer resistor (r1) conectado entre un segundo extremo del segundo cable coaxial y tierra;
 - un primer amplificador (64) que presenta un terminal de entrada conectado con el terminal de cátodo del primer diodo y que presenta un terminal de salida;

- un primer filtro paso-bajo (65) que presenta un terminal de entrada conectado con el terminal de salida del primer amplificador y que presenta un terminal de salida para proporcionar una primera señal de voltaje analógica indicativa del valor de la primera potencia directa.

5

4. Sistema de detección de fallos (1) según la reivindicación 2, en el que el segundo sensor (41) del primer acoplador direccional incluye:

- un segundo hilo metálico conductor (43) para capturar una parte de la primera potencia reflejada de la primera antena y generar una segunda señal de corriente (i_2) proporcional a la primera potencia reflejada;
- un tercer cable coaxial (47) que presenta un primer extremo conectado con un primer extremo del segundo conductor de hilo metálico;
- un cuarto cable coaxial (48) que presenta un primer extremo conectado con un segundo extremo del segundo hilo metálico conductor, estando configurado el cuarto cable coaxial para entregar la segunda señal de corriente;
- un segundo resistor (r_2) conectado entre un segundo extremo del tercer cable coaxial y tierra;
- un segundo diodo (d_2) que presenta el terminal de ánodo conectado con un segundo extremo del cuarto cable coaxial;
- un segundo amplificador (63) que presenta un terminal de entrada conectado con el cátodo terminal del segundo diodo y que presenta un terminal de salida;
- un segundo filtro paso-bajo (61) que presenta un terminal de entrada conectado con el terminal de salida del segundo amplificador y que presenta un terminal de salida para proporcionar una segunda señal de voltaje analógica indicativa del valor de la primera potencia reflejada; estando conectado el primer diodo de una manera asimétrica con respecto al segundo diodo.

10

15

20

25

30

5. Sistema de detección de fallos (1) según la reivindicación 2 o 3, realizándose el primer acoplador direccional con material metálico y presentando:

- un conductor exterior (32) y un conductor interior (31) coaxial con el conductor exterior;
- un puerto de entrada (pi_1) para recibir una señal de la primera pluralidad de señales de televisión y/o radio, posicionándose dicho puerto de entrada en un primer extremo del conductor exterior y formándose con una abertura de forma esencialmente circular;
- un puerto de entrada/salida (pio_1) para generar una señal de la segunda pluralidad de señales de televisión y/o radio, posicionándose dicho puerto de entrada/salida en un segundo extremo del conductor exterior y formándose con una abertura que presenta una forma esencialmente circular;
- un primer elemento esencialmente cilíndrico (35) que presenta un primer puerto de salida (po_2) para generar una señal de la tercera pluralidad de señales, estando formado dicho primer puerto de salida con una abertura de forma esencialmente circular;
- un segundo elemento esencialmente cilíndrico (36) que presenta un segundo puerto de salida (po_3) para generar una señal de la cuarta pluralidad de señales, estando formado dicho segundo puerto de salida con una abertura de forma esencialmente circular.

35

40

45

50

6. Sistema de detección de fallos (1) según la reivindicación 4, que incluye además:

- un primer cable blindado (33) conectado mecánicamente al primer puerto de salida (po_2) para entregar la primera señal de voltaje analógica indicativa del valor de la primera potencia directa;
- un segundo cable blindado (32) conectado mecánicamente al segundo puerto de salida (po_3) para transportar la segunda señal de voltaje analógica indicativa del valor de la primera potencia reflejada;

55

60

7. Sistema de detección de fallos (1) según por lo menos una de las reivindicaciones anteriores, en el que la señal multiplexada es de tipo digital.

8. Sistema de detección de fallos (1) según por lo menos una de las reivindicaciones anteriores, que incluye, además, la pluralidad de antenas transmisoras de señales de televisión y/o radio, en el que la pluralidad de acopladores direccionales está integrada respectivamente en la pluralidad de antenas transmisoras.

65

9. Sistema de detección de fallos (1) según por lo menos una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la pluralidad de acopladores direccionales está integrada en el divisor de potencia.
- 5 10. Sistema de detección de fallos (1) según por lo menos una de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha conexión es bidireccional.
11. Sistema de detección de fallos (1) según por lo menos una de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha conexión comprende la transmisión de datos digitales sobre fibra óptica.
- 10 12. Sistema de detección de fallos (1) según por lo menos una de las reivindicaciones anteriores, en el que por lo menos uno de dichos sistemas de medición genera una señal representativa de la fase eléctrica para el punto respectivo de acoplamiento con la línea de transmisión.
- 15 13. Torre para la radiodifusión de señales de televisión y/o radio, que incluye:
- una pluralidad de antenas (5, 6, 7, 8) que transmiten señales de televisión y/o radio, configuradas para recibir la segunda pluralidad (so1, so2, so3, so4) de señales de televisión y/o radio y transmitir una pluralidad correspondiente de señales de televisión y/o radio (sd1, sd2, sd3, sd4);
- 20
- un sistema de detección de fallos (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

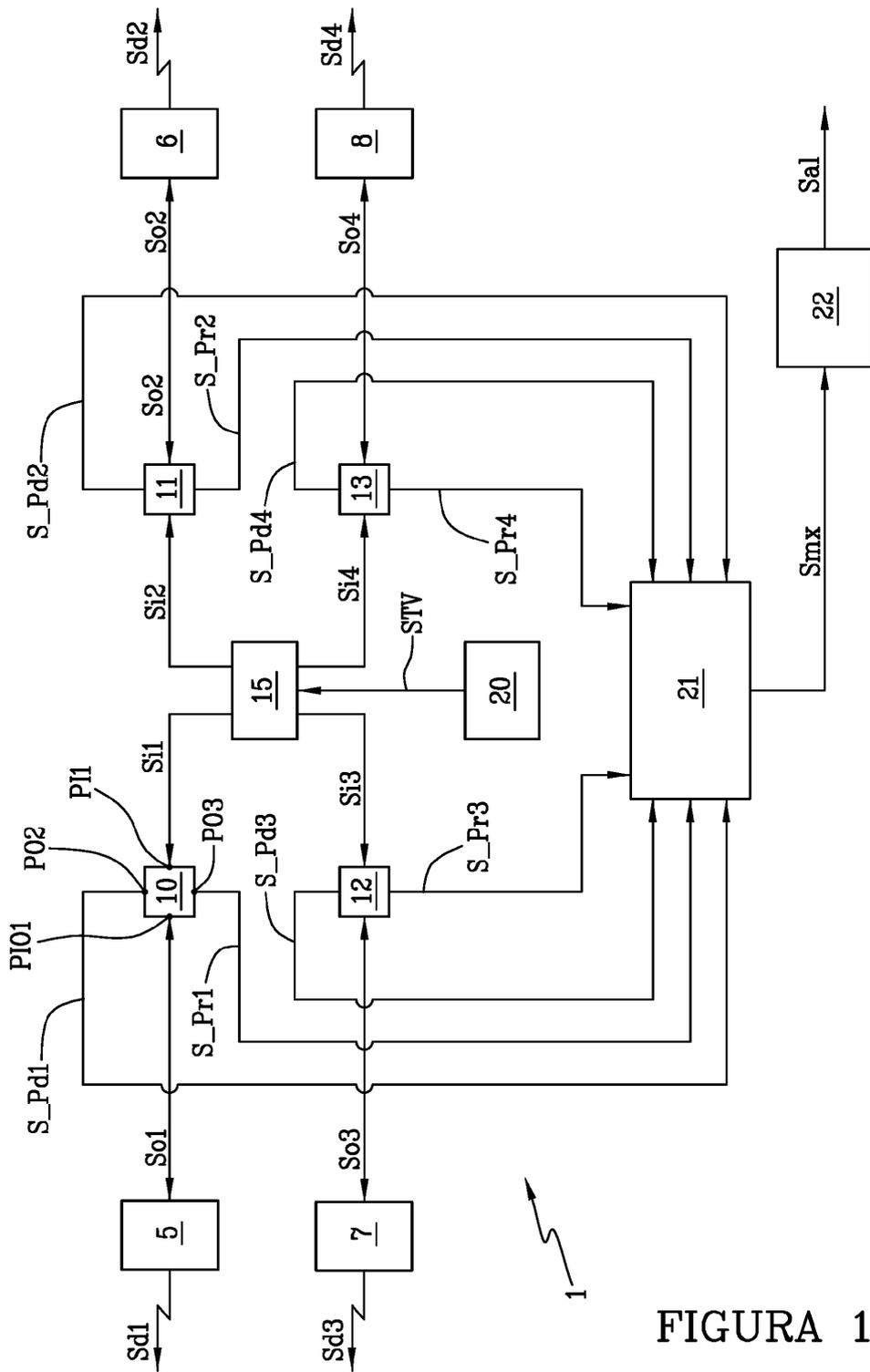


FIGURA 1

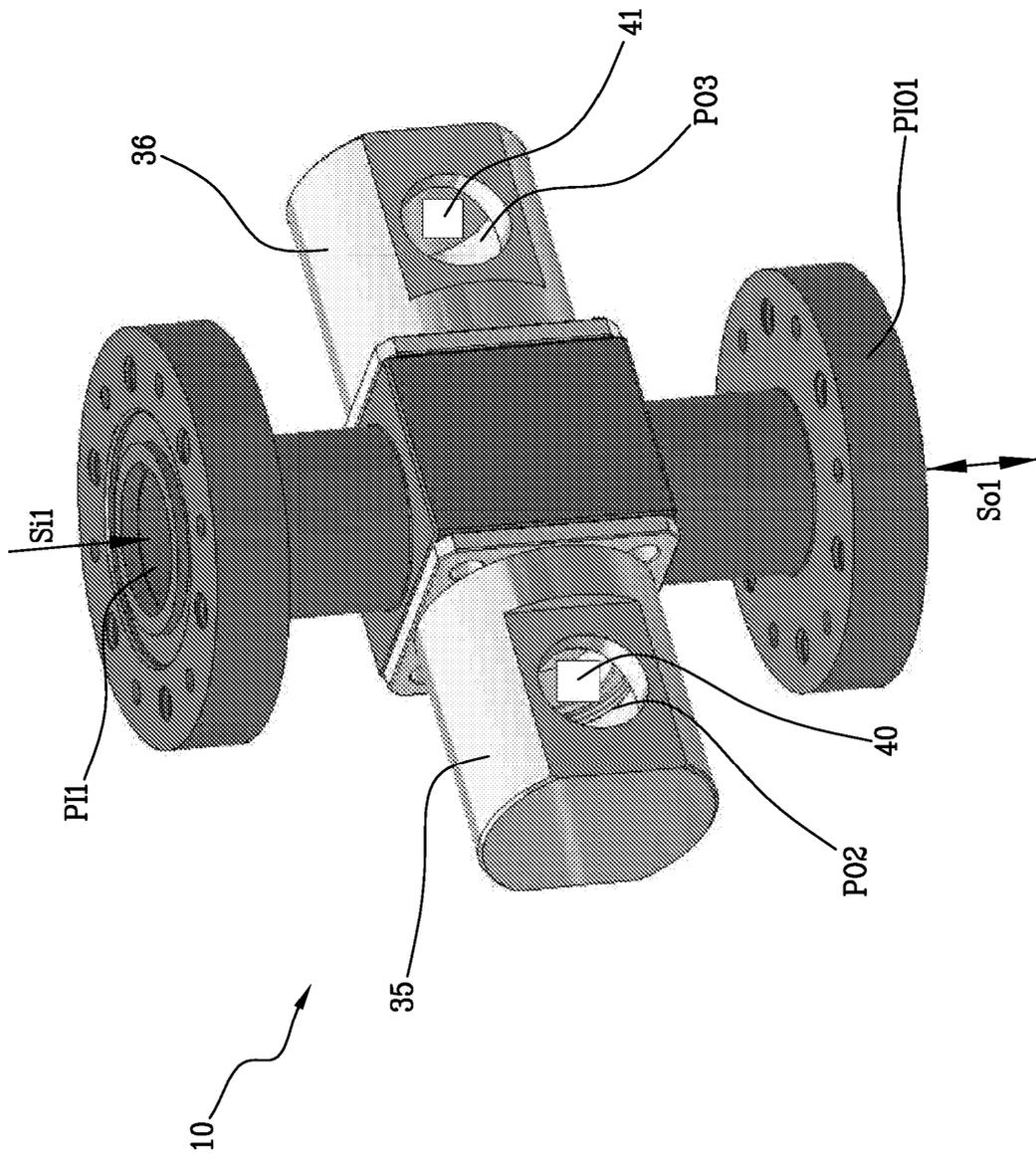


FIGURA 2A

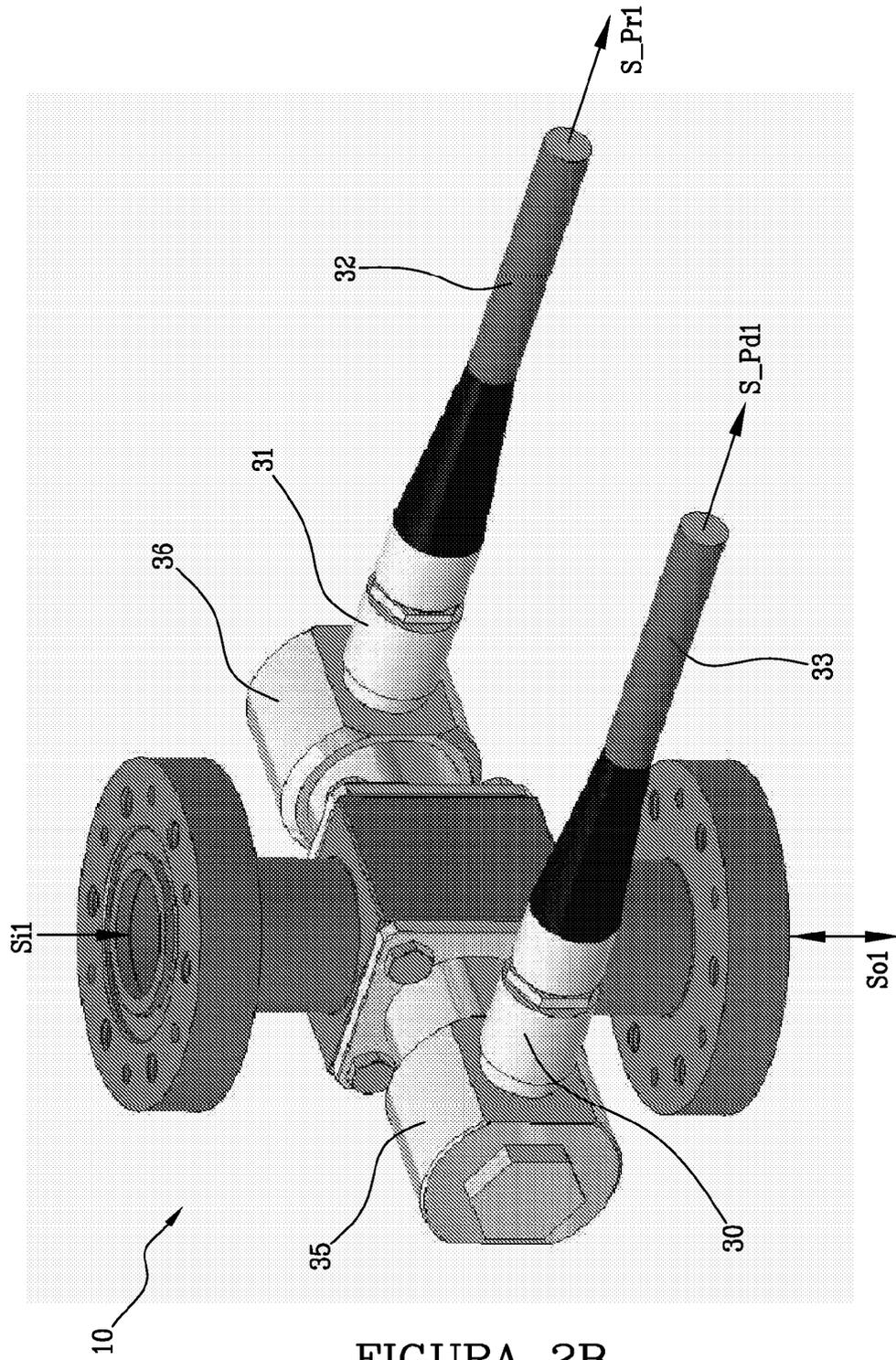


FIGURE 2B

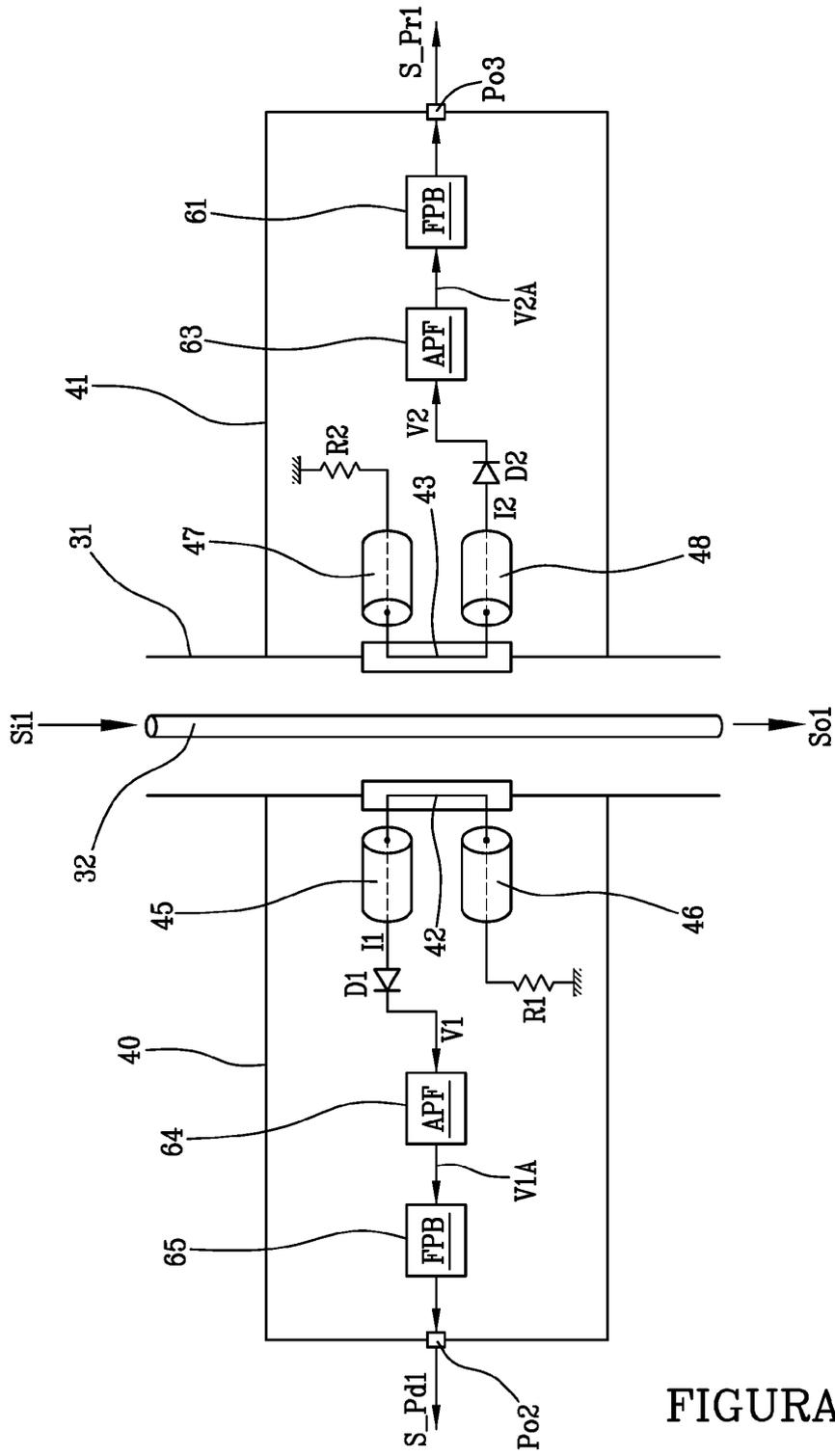


FIGURA 3

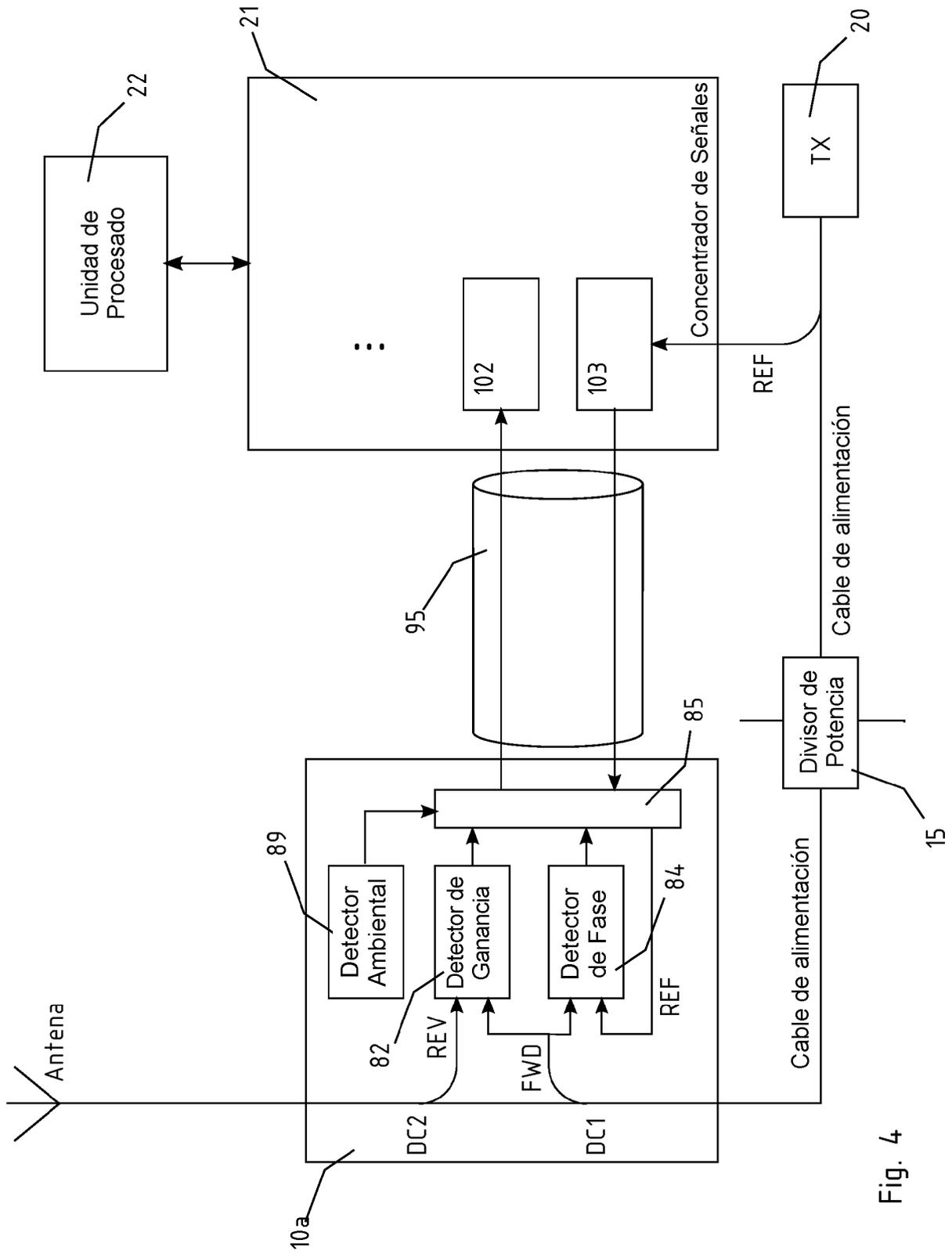


Fig. 4