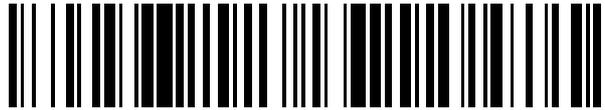


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 475 716**

51 Int. Cl.:

H04B 1/18 (2006.01)

H02H 9/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.10.2010 E 10793293 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.04.2014 EP 2484017**

54 Título: **Dispositivo de protección para aparatos de radiocomunicaciones**

30 Prioridad:

01.10.2009 IT TO20090744

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

11.07.2014

73 Titular/es:

**SELEX ES S.P.A. (100.0%)
Via Tiburtina Km 12,400
Roma, IT**

72 Inventor/es:

FAGIOLI, GABRIELE

74 Agente/Representante:

TEMIÑO CENICEROS, Ignacio

ES 2 475 716 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

Dispositivo de protección para aparatos de radiocomunicaciones.

5 CAMPO TÉCNICO

La presente invención se refiere a un dispositivo de protección para aparatos de radiocomunicaciones.

TÉCNICA ANTECEDENTE

10

La figura 1 muestra un ejemplo de un aparato de radiocomunicaciones, en este caso concreto un transceptor de radiofrecuencia 1, que a continuación se denominará brevemente como "transceptor 1".

15 En detalle, el transceptor 1 comprende una fase transmisora 2 y una fase receptora 3, ambas de las cuales están eléctricamente conectadas a una fase de conmutación 4, que, a su vez, está eléctricamente conectada a una antena 5, a través de la cual el transceptor 1 se interconecta con el mundo exterior. La fase de conmutación 4 puede funcionar en una primera condición operativa o en una segunda condición operativa, y puede estar controlada eléctricamente. En particular, en la primera condición operativa, la fase de conmutación 4 acopla la fase transmisora 2 a la antena 5, y desacopla la fase receptora 3 de la antena 5. En cambio, en la segunda condición operativa, la fase de conmutación 4 acopla la fase receptora 3 a la antena 5, y desacopla la fase transmisora 2 de la antena 5.

20 Los ejemplos adicionales de aparatos de radiocomunicaciones comprenden receptores de radiofrecuencia, transmisores de radiofrecuencia y transceptores de dúplex total. En particular, en comparación con el transceptor 1, receptores de radiofrecuencia son sin la fase transmisora 2 y, por lo tanto, también sin la fase de conmutación 4. En cambio, los transmisores de radiofrecuencia son sin la fase receptora 3, así como sin la fase de conmutación 4, mientras que los full-duplex transceptores tienen, en lugar de la fase de conmutación 4, un acoplador, o un circuito de suma, de tal manera que se permita una operación simultánea de la fase transmisora 2 y de la fase receptora 3. A continuación, se hará una referencia general a los transceptores (no necesariamente los de dúplex total), aunque la presente invención encuentra aplicación también en el caso de transmisores de radiofrecuencia y receptores de radiofrecuencia.

25 Una vez más de nuevo con referencia al transceptor 1, de acuerdo con las condiciones operativas de la fase de conmutación 4, la antena 5 emite señales electromagnéticas procedentes de la fase transmisora 2, o recibe señales electromagnéticas dirigidas a la fase receptora 3. Para este fin, la antena 5 y, por lo tanto, el propio transceptor 1, se optimizan para funcionar en una banda operativa dada, es decir, para transmitir y recibir señales electromagnéticas que tienen frecuencias comprendidas en la banda operativa.

40 De forma operativa, la antena 5 permite al transceptor 1 recibir y transmitir señales útiles, es decir, señales electromagnéticas generadas por otros transceptores y dirigidas al transceptor 1, o señales electromagnéticas generadas por el transceptor 1 y dirigidas a otros transceptores. Sin embargo, a través de la antena 5, el transceptor 1 puede alcanzarse por una perturbación de un tipo electromagnético. En la práctica, si la fase transmisora 2, la fase receptora 3 y la fase de conmutación 4 se denominan en conjunto como "circuitería a proteger", presentan entre la antena 5 y la circuitería a proteger una conexión, que es eléctricamente equivalente a una línea de transmisión y comprende típicamente un tramo de cable coaxial. A través de dicha conexión, la perturbación puede alcanzar y dañar la circuitería a proteger.

45 A modo de ejemplo, en el caso en el que un rayo golpee la antena 5, el transceptor 1 es alcanzado por la perturbación que tiene una duración limitada (unos pocos microsegundos), pero una gran amplitud y una frecuencia entre 1 MHz y 30 MHz, que puede quemar la fase transmisora 2 y la fase receptora 3, siendo la última típicamente el elemento más delicado de todo el transceptor 1.

50 Asimismo, incluso en ausencia de la perturbación apropiada, el transceptor 1 puede dañarse en el caso de que la antena 5 reciba señales electromagnéticas emitidas por una pluralidad de antenas externas que operan en las bandas operativas respectivas solapando, al menos parcialmente, la banda operativa del transceptor 1. De hecho, en dichas condiciones, es posible que, aunque cada una de las señales electromagnéticas recibidas por el transceptor 1 no tenga por sí misma una potencia suficiente para causar daños, la potencia total asociada con las señales electromagnéticas es tal que causa, con el tiempo, daños al transceptor 1 debido a un exceso de temperatura.

Con el fin de proteger el transceptor 1, se conocen en la técnica sistemas electrónicos de protección, que generalmente se establecen entre la antena 5 y la fase de conmutación 4. Como alternativa, en el caso de transmisores de radiofrecuencia o de receptores de radiofrecuencia, los sistemas electrónicos de protección se establecen, respectivamente, entre la antena y la fase transmisora, o bien entre la antena y la fase receptora.

5

Una vez más, a modo de ejemplo, la publicación de patente N° US2005/0063129 describe un circuito de protección contra electricidad estática para un aparato de alta frecuencia que tiene un terminal de señal diseñado para recibir una señal de alta frecuencia y una señal de corriente directa (CD). En particular, el circuito de protección comprende un elemento de corte de alta frecuencia, que tiene un primer terminal conectado al terminal de señal, y un diodo Schottky, cuyo ánodo está conectado a tierra y cuyo cátodo está conectado a un segundo terminal del elemento de corte de alta frecuencia.

10

Una vez más, a modo de ejemplo, la publicación de patente N° WO2008/091254 describe un circuito de protección de un módulo de conversión de frecuencia, que comprende una primera trayectoria de señal, que se ajusta entre una línea de transmisión y un primer potencial de referencia y tiene la función de conducir sobretensiones negativas que se generan entre la línea de transmisión y el primer potencial de referencia. La primera trayectoria de señal comprende un primer diodo y un primer diodo fijador; además, se acopla un segundo potencial de referencia a una unión del primer diodo y del primer diodo fijador. Además, el circuito de protección comprende una segunda trayectoria de señal, establecida entre la línea de transmisión y el primer potencial de referencia; la segunda trayectoria de señal comprende un segundo diodo y un segundo diodo fijador y realiza la función de conducir sobretensiones positivas que se generan entre la línea de transmisión y el primer potencial de referencia. Se acopla un segundo potencial de referencia a una unión del segundo diodo y del segundo diodo fijador.

15

20

En general, de acuerdo con la banda operativa del transceptor 1, están disponibles dos tipos diferentes de sistemas electrónicos de protección.

25

En particular, en el caso en el que la banda operativa pertenece a la denominada banda de frecuencia ultra alta (UHF), es decir, es mayor de centenares de megahercios, se usan sistemas electrónicos de protección para transceptores que operan en la banda UHF, que se denominarán a continuación como "sistemas de protección UHF".

30

Típicamente, los sistemas de protección UHF prevén la presencia de una línea corta. Por ejemplo, con referencia de nuevo al transceptor 1, la línea corta se inserta a lo largo de la conexión entre la antena 5 y la circuitería a proteger. A modo de ejemplo, en el caso en el que la conexión que se ha mencionado anteriormente se forma por un tramo de cable coaxial, la línea corta se aleja del cable coaxial.

35

En más detalle, la línea corta se cierra hacia tierra por medio de un cortocircuito, y tiene una longitud igual a $\lambda/4$, donde λ es una longitud de onda de diseño, típicamente igual a la longitud de onda que corresponde a una frecuencia central de banda, que se sitúa en el centro de la banda operativa del transceptor 1.

40

De forma operativa, en la frecuencia central de banda, la línea corta es eléctricamente equivalente a un circuito abierto; por lo tanto, esto permite el paso de señales electromagnéticas desde la antena 5 a la circuitería a proteger. En cambio, a frecuencias progresivamente inferiores a la frecuencia central de banda, la línea corta se asemeja progresivamente a un cortocircuito, de tal manera que los componentes espectrales de alta frecuencia (HF) de la perturbación, que normalmente tienen amplitudes mayores que los componentes a frecuencias más altas, se cortocircuitan a tierra, sin alcanzar la circuitería a proteger.

45

En la práctica, los sistemas de protección UHF se basan en el hecho de que las señales electromagnéticas útiles y la perturbación tienen diferentes frecuencias. De hecho, la línea corta se comporta como un filtro de paso de banda, resonando con alta impedancia a la frecuencia central de banda, y filtrando los componentes espectrales de la perturbación que tienen frecuencias inferiores a la banda operativa. Además, los sistemas de protección UHF no requieren componentes de potencia electrónicos, es decir, capaces de disipar potencias altas, ya que las antenas de los transceptores, en la medida en que están optimizados para la banda UHF, realizan un rechazo parcial de los componentes espectrales HF de la perturbación.

50

55

En el caso de que la banda operativa pertenezca a la denominada banda HF, es decir, no exceda de ciertos de megahercios, se usan sistemas electrónicos de protección formados por componentes de potencia electrónicos, que se denominarán en lo sucesivo en el presente documento como "sistemas de protección HF".

En particular, los sistemas de protección HF típicamente usan diodos de potencia, que se disponen eléctricamente de tal manera que funcionan como derivaciones con respecto a la circuitería a proteger. De nuevo con referencia al transceptor 1, los diodos de potencia que se han mencionado anteriormente se conectan a la antena 5 y a la circuitería a proteger de tal manera que realizan el recorte de las señales electromagnéticas que pasan por la conexión entre la antena 5 y la circuitería a proteger. En otras palabras, los diodos de potencia están conectados de tal manera que, si la tensión de entrada de la circuitería a proteger tiende a exceder una tensión de umbral y, por lo tanto, la circuitería a proteger tiende a absorber una corriente mayor que una corriente máxima permitida, fijan esta tensión de entrada a la tensión de umbral, y absorben la corriente que excede la corriente máxima permitida, conduciéndola a tierra.

10 A diferencia de los sistemas de protección UHF, en el caso de los sistemas de protección HF, es necesaria la presencia de componentes de potencia electrónicos. De hecho, las antenas de los aparatos de radiocomunicaciones para los que están diseñados los sistemas de protección HF se optimizan para la banda HF y, por lo tanto, no realizan ninguna filtración de los componentes espectrales HF de la perturbación. Por lo tanto, los sistemas de protección HF deben ser capaces de disipar potencias altas.

Los sistemas de protección UHF y los sistemas de protección HF que se han descrito previamente permiten la protección eficaz de aparatos de radiocomunicaciones que tienen bandas operativas comprendidas en la banda UHF y la banda HF, respectivamente; sin embargo, presentan ciertos inconvenientes.

20 En particular, sistemas de protección UHF funcionan de forma eficaz en el caso de aparatos de radiocomunicaciones que tienen bandas operativas que, además de pertenecer a la banda UHF, tienen anchos de banda del orden de una octava. En cambio, en el caso de bandas operativas mayores de una octava, el uso de sistemas de protección UHF implica un deterioro del rendimiento, ya que las líneas cortas ya no se comportan como circuitos abiertos a las frecuencias de las señales útiles. Además, los sistemas de protección UHF no garantizan protección en cuanto a una perturbación en la banda UHF.

Por otro lado, los componentes de potencia electrónicos usados en los sistemas de protección HF introducen generalmente contribuciones de capacidad de manera que no sea posible aplicar los sistemas de protección HF cuando las bandas operativas pertenezcan a la banda UHF.

35 En el pasado, los inconvenientes que se han mencionado anteriormente tenían una importancia limitada, puesto que, tradicionalmente, cada aparato de radiocomunicación se diseñó para funcionar en la banda operativa respectiva, teniendo generalmente esta banda operativa una amplitud limitada. En consecuencia, era posible asociar a cada aparato de radiocomunicaciones un sistema de protección respectivo, como alternativa de un tipo HF o UHF, de acuerdo con la banda operativa del propio aparato de radiocomunicaciones. Sin embargo, hoy en día los aparatos de radiocomunicaciones tienen bandas operativas cada vez más amplias.

A modo de ejemplo, se conocen en la técnica los denominados "sistemas de radio definida por software (SDR)", que tienen bandas operativas muy amplias. En particular, si se define con f_{\min} y f_{\max} el límite inferior y el límite superior de la banda operativa de un sistema SDR genérico, f_{\max} puede estar incluso tres ordenes de magnitud mayor que f_{\min} . En consecuencia, los sistemas de protección de un tipo conocido no garantizan, de forma individual, una protección eficaz de los sistemas SDR.

45 En presencia de bandas operativas que se extienden tanto en la banda HF como en la banda UHF, por lo tanto, es conveniente usar tanto sistemas de protección HF como sistemas de protección UHF. Para este fin, sin embargo, es necesario recurrir a uno o más conmutadores, por ejemplo, formados por relés de potencia. Estos conmutadores realizan la función de conectar al aparato de radiocomunicaciones como alternativa los sistemas de protección HF o bien los sistemas de protección UHF, de acuerdo con una frecuencia operativa usada de forma eficaz por el aparato de radiocomunicaciones. Esto implica un aumento inevitable de la complejidad de los sistemas de protección.

DIVULGACIÓN DE LA INVENCION

El objetivo de la presente invención es proporcionar un dispositivo de protección para aparatos de radiocomunicaciones que superará, al menos en parte, los inconvenientes de la técnica anterior.

De acuerdo con la presente invención, se proporcionan un dispositivo de protección y un aparato de radiocomunicaciones como se define, respectivamente, en las reivindicaciones 1 y 16.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Para un mejor entendimiento de la invención, ahora se describirán realizaciones de la misma, meramente a modo de ejemplo no limitante y con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- 5 - La figura 1 muestra un diagrama de bloques de un transceptor de radiofrecuencia de un tipo conocido;
- la figura 2 muestra un diagrama de circuito de un dispositivo de protección de acuerdo con la presente invención;
- 10 - la figura 3 muestra una sección transversal de una microbanda;
- la figura 4 muestra un circuito eléctrico equivalente de un dispositivo de protección de acuerdo con la presente invención;
- la figura 5 muestra una carta de Smith;
- 15 - la figura 6 muestra un diagrama de circuito de un dispositivo de protección adicional de acuerdo con la presente invención; y
- la figura 7 muestra un diagrama de bloques de un aparato de radiocomunicaciones.

MEJOR MODO DE REALIZAR LA INVENCION

La figura 2 muestra un dispositivo de protección para aparatos de radiocomunicaciones, que está designado como un conjunto por 10 y que se denominará en lo sucesivo en el presente documento como "dispositivo de protección 10".

El dispositivo de protección 10 comprende un terminal de entrada 12 y un terminal de salida 14, conectados entre lo que es una microbanda 15, que está formada, como se sabe, por una placa de masa 17 (figura 3) y por una banda de material conductor, que se designa por 16 y que se denominará en lo sucesivo en el presente documento como "trayectoria 16". En particular, la trayectoria 16 tiene una anchura w , y está separada de la placa de masa 17 por una capa dieléctrica 13 que tiene un grosor s . La relación w/s puede ser menor de uno.

En detalle, la trayectoria 16 está en un plano y define una ondulación que tiene un paso p . En la práctica, si se define un eje longitudinal H a lo largo del cual se desarrolla la ondulación, la trayectoria 16 tiene la forma de una porción de senoide con una amplitud igual a una distancia d , y un periodo igual al paso p ; además, la trayectoria 16 define un número n de puntos de máximo 18 y un número igual n de puntos de mínimo 20. Estos puntos de máximo y mínimo 18, 20 están a una distancia d del eje longitudinal H , pero se disponen en lados opuestos con respecto al propio eje longitudinal H . Además, tanto el terminal de entrada 12 como el terminal de salida 14 están a lo largo del eje longitudinal H , dispuestos apartados por una longitud $LMAX$.

El dispositivo de protección 10 comprende adicionalmente una primera banda de material conductor y una segunda banda de material conductor, que se designan, respectivamente, por 22 y 24, y que se extienden, respectivamente, entre un primer terminal 23a y un segundo terminal 23b, y entre un tercer terminal 25a y un cuarto terminal 25b. Por los motivos que se describen a continuación, en lo sucesivo en el presente documento, la primera y la segunda bandas de material conductor 22, 24 se harán referencia como conexión a tierra virtual positiva 22 y conexión a tierra virtual negativa 24.

En detalle, la conexión a tierra virtual positiva 22 y la conexión a tierra virtual negativa 24 están en el mismo plano en el que está la trayectoria 16, y se disponen paralelas con respecto al eje longitudinal H . Además, la conexión a tierra virtual positiva 22 y la conexión a tierra virtual negativa 24 están ambas a una distancia D del eje longitudinal H , y se disponen en lados opuestos con respecto al eje longitudinal H . En particular, la conexión a tierra virtual positiva 22 se dispone en el mismo lado donde se sitúan los puntos del máximo 18, mientras que la conexión a tierra virtual negativa 24 se dispone en el mismo lado en el que se sitúan los puntos del mínimo 20. Además, la distancia D es mayor que la distancia d , de tal manera que la conexión a tierra virtual positiva 22 y la conexión a tierra virtual negativa 24 no están en contacto óhmico con la trayectoria 16, que, de hecho, está entre la conexión a tierra virtual positiva 22 y la conexión a tierra virtual negativa 24.

El dispositivo de protección 10 comprende adicionalmente una pluralidad de primeros diodos 26 y una pluralidad de segundos diodos 28. En particular, en el ejemplo mostrado en la figura 2, el dispositivo de protección 10 comprende n primeros diodos 26 y n segundos diodos 28, siendo tanto los primeros diodos 26 como los segundos diodos 28, por ejemplo, diodos Schottky.

En más detalle, cada uno de los primeros diodos 26 tiene el ánodo respectivo conectado a un punto correspondiente

del máximo 18 de la trayectoria 16, mientras que el cátodo respectivo está conectado a la conexión a tierra virtual positiva 22. Además, cada uno de los segundos diodos 28 tiene su ánodo respectivo conectado a la conexión a tierra virtual negativa 24, mientras que el cátodo respectivo está conectado a un punto correspondiente del mínimo 20.

5

En la práctica, la trayectoria 16 está formada por una sucesión de porciones de trayectoria, que se denominarán en lo sucesivo en el presente documento como "porciones de conexión 29". Cada porción de conexión 29 conecta un par respectivo de diodos formado por un primer diodo 26 y por un segundo diodo 28 adyacentes entre sí, es decir, conectados entre un punto del máximo 18 y un punto consecutivo del mínimo 20 a lo largo de la trayectoria 16. Las porciones de conexión 29 tienen una y la misma longitud l ; en consecuencia, los diodos de cualquier par de primeros diodos 26 adyacentes entre sí se disponen a cierta distancia $2 \cdot l$, así como los diodos de cualquier par de segundos diodos 28 adyacentes entre sí.

10

El dispositivo de protección 10 comprende adicionalmente un primer generador de tensión 30 y un segundo generador de tensión 32, y una primera resistencia de frenado 34 y una segunda resistencia de frenado 36.

15

En detalle, el polo negativo del primer generador de tensión 30 está conectado a tierra, mientras que el polo positivo está conectado a un primer nodo de la primera resistencia de frenado 34, estando el segundo nodo de la primera resistencia de frenado 34 conectado al primer terminal 23a. En cambio, el polo positivo del segundo generador de tensión 32 está conectado a tierra, mientras que el polo negativo está conectado a un primer nodo de la segunda resistencia de frenado 36, estando el segundo nodo de la segunda resistencia de frenado 36 conectado al tercer terminal 25a.

20

El dispositivo de protección 10 comprende adicionalmente un primer diodo supresor de tensión transitoria y un segundo diodo supresor de tensión transitoria, que también se conocen como "transorbs" y se designan por 38 y 40, respectivamente.

25

En más detalle, el primer y el segundo transorbs 38, 40 son ambos de un tipo unidireccional; es decir, se comportan eléctricamente como diodos Zener capaces de conducir altas corrientes. En particular, el cátodo del primer transorb 38 está conectado al segundo terminal 23b, mientras que el ánodo del primer transorb 38 está conectado a tierra. En cambio, con respecto al segundo transorb 40, el ánodo está conectado al cuarto terminal 25b, mientras que el cátodo está conectado a tierra.

30

El dispositivo de protección 10 comprende adicionalmente una pluralidad de primeros condensadores de referencia 42 y una pluralidad de segundos condensadores de referencia 44. En particular, en el ejemplo mostrado en la figura 2, el dispositivo de protección 10 comprende n primeros condensadores de referencia 42 y n segundos condensadores de referencia 44, de tal manera que correspondiendo a cada uno entre los primeros condensadores de referencia 42 se encuentra uno entre los primeros diodos 26, y correspondiendo a cada uno entre los segundos condensadores de referencia 44 se encuentra uno entre los segundos diodos 28.

35

En más detalle, cada uno de los primeros condensadores de referencia 42 está conectado entre tierra y un punto correspondiente de la conexión a tierra virtual positiva 22. En particular, cada uno de los primeros condensadores de referencia 42 está conectado a la conexión a tierra virtual positiva 22 en la proximidad del punto en el que el cátodo del primer diodo correspondiente 26 está conectado a la propia conexión a tierra virtual positiva 22. Asimismo, cada uno de los segundos condensadores de referencia 44 está conectado entre tierra y un punto correspondiente de la conexión a tierra virtual negativa 24. En particular, cada uno de los segundos condensadores de referencia 44 está conectado a la conexión a tierra virtual negativa 24 en la proximidad del punto en el que el ánodo del segundo diodo correspondiente 28 está conectado a la propia conexión a tierra virtual negativa 24.

45

Con el fin de impedir resonancias parásitas, entre cada uno del primer y el segundo condensadores de referencia 42, 44 y tierra puede haberse conectado una resistencia respectiva (no mostrada), que tiene una resistencia comprendida entre 0,5 Ω y 1 Ω . Como alternativa, es posible usar como primer y segundo condensadores de referencia 42, 44 condensadores que tienen un factor de calidad Q menor de doscientos.

50

De forma operativa, el dispositivo de protección 10 puede conectarse entre una antena y una circuitería genérica a proteger de un aparato de radiocomunicaciones. Por ejemplo, el terminal de entrada 12 puede conectarse, por medio de una primera línea de transmisión T_{in} , a la antena, mientras que el terminal de salida 14 puede conectarse, por medio de una segunda línea de transmisión T_{out} , a la circuitería a proteger (o viceversa). La primera y la segunda líneas de transmisión T_{in} , T_{out} pueden tener una y la misma impedancia característica, por ejemplo 50 Ω , que se

55

denominara en lo sucesivo en el presente documento como "impedancia característica de conexión Z_0 ". En consecuencia, la microbanda 15, y en particular la trayectoria 16, funcionan como una conexión entre la antena y la circuitería a proteger.

- 5 En detalle, el primer generador de tensión 30 y el primer transorb 38 polarizan la conexión a tierra virtual positiva 22 a una tensión máxima $V_{m\acute{a}x}$, mientras que el segundo generador de tensión 32 y el segundo transorb 40 polarizan la conexión a tierra virtual negativa 24 a una tensión mínima $V_{m\acute{i}n}$. En particular, asumiendo que el primer y el segundo transorbs 38, 40 tienen una y la misma primera tensión de conducción V_{b1} (también conocida como tensión de ruptura y entendida como tensión entre el ánodo y el cátodo, que, por lo tanto, es positiva), y que el primer y el
- 10 segundo generadores de tensión 30, 32 generan tensiones mayores en magnitud de V_{b1} , tenemos $V_{m\acute{a}x} = V_{b1}$ y $V_{m\acute{i}n} = -V_{b1}$. En cambio, la trayectoria 16 tiene tensión cero.

Se deduce que, si la tensión de un punto genérico de la trayectoria 16 excede de $V_{m\acute{a}x}$, por ejemplo a causa de una perturbación electromagnética, o bien por que la antena recibe señales de alta potencia, los primeros diodos 26

15 entran en conducción y se atraviesan por las corrientes respectivas; además, una corriente en su conjunto igual a la suma de las corrientes que atraviesan los primeros diodos 26 se cortocircuita a tierra a través del primer transorb 38.

Asimismo, si la tensión de un punto genérico de la trayectoria 16 es menor (en magnitud y signo) de $V_{m\acute{i}n}$, los segundos diodos 28 entran en conducción y se atraviesan por las corrientes respectivas; además, una corriente en su conjunto igual a la suma de las corrientes que atraviesan los segundos diodos 28 se cortocircuita a tierra a través del segundo transorb 40.

20

En la práctica, si se designa "señal RF" en general cualquier señal electromagnética que sigue la trayectoria 16, sucede que, cada vez que la tensión de la señal RF excede, en magnitud, de la primera tensión de conducción V_{b1} ,

25 la trayectoria 16 se cortocircuita a tierra, como alternativa a través de los primeros diodos 26 o a través de los segundos diodos 28. En cambio, en el caso en el que la tensión de la señal RF no excede, en magnitud, de la primera tensión de conducción V_{b1} , tanto los primeros diodos 26 como los segundos diodos 28 se polarizan de forma inversa.

30 Durante el uso, cada diodo del primer y el segundo diodos 26, 28 puede soportar una corriente de diodo máxima $I_{d-m\acute{a}x}$. Además, el dispositivo de protección 10 puede hacerse de tal manera que tenga unas dimensiones insignificantes con respecto a la longitud de onda de los componentes espectrales más significantes de la perturbación, que son típicamente insignificantes para frecuencias mayores de 60 MHz; de hecho, la longitud $L_{M\acute{A}X}$ puede ser menor de 4 ó 5 cm. En consecuencia, es legítimo suponer que, desde el punto de vista de la perturbación,

35 los primeros diodos 26, así como los segundos diodos 28, funcionan en paralelo. Por lo tanto, el dispositivo de protección 10 es capaz de cortocircuitar a tierra una corriente igual a $n \cdot I_{d-m\acute{a}x}$, por lo tanto de disipar una potencia igual a $n \cdot V_{\gamma} \cdot I_{d-m\acute{a}x}$, donde V_{γ} es la tensión de umbral del primer y el segundo diodos 26, 28. Según el número del primer y el segundo diodos 26, 28 aumenta o se reduce, la potencia que el dispositivo de protección 10 es capaz de disipar aumenta o se reduce proporcionalmente. Además, en el caso de que la perturbación sea de un tipo no

40 repetitivo, es decir, que tenga una duración de menos de 2 μs y un periodo de no menos de 10 s, el primer y el segundo diodos 26, 28 pueden soportar corrientes hasta diez veces mayores de la corriente de diodo máxima $I_{d-m\acute{a}x}$, por lo tanto, permitiendo, para este tipo de perturbación, un cortocircuito a tierra de una corriente de hasta diez veces mayor de $n \cdot I_{d-m\acute{a}x}$.

45 Como se ha mencionado previamente, tanto los primeros diodos 26 como los segundos diodos 28 pueden ser diodos Schottky, que están caracterizados por una corriente de diodo máxima alta $I_{d-m\acute{a}x}$, una tensión de umbral baja V_{γ} , una velocidad de activación alta y, además, una capacidad parásita alta C_d (menor de 0,5 pF).

Independientemente del tipo de diodo, la capacidad parásita C_d introducida de forma inevitable por el primer y el

50 segundo diodos 26, 28 se compensa de forma distribuida por la trayectoria 16 para permitir el uso del dispositivo de protección 10 también a lo largo de toda la banda UHF.

La figura 4 muestra un circuito eléctrico equivalente (ideal) para la trayectoria 16 y para el primer y el segundo diodos 26, 28. En particular, cabe señalar cómo cada porción de conexión 29 introduce una inductancia L . Además, puede

55 apreciarse cómo la trayectoria 16 está conectada al terminal de entrada 12 y al terminal de salida 14 por medio de una primera porción de conexión y una segunda porción de conexión, teniendo cada una una longitud igual a $L/2$, de tal manera que introduzcan, cada una de ellas, una inductancia igual a $L/2$.

En la práctica, la capacidad parásita C_d del primer y el segundo diodos 26, 28 se compensa de forma distribuida por

la inductancia asociada a la microbanda 15 y, en particular, a la trayectoria 16, de tal manera que, durante la propagación a lo largo de la microbanda 15, la señal RF no experimente ninguna alternación, a pesar de la presencia del primer y el segundo diodos 26, 28. En otras palabras, si la señal RF es tal que la tensión en la trayectoria 16 está entre V_{\min} y V_{\max} , a una primera aproximación se propaga a lo largo de la trayectoria 16 como si la microbanda 15 fuera ideal, es decir, como si el primer y el segundo diodos 26, 28 estuvieran ausentes.

Además, desde el punto de vista de la señal RF, tanto los primeros condensadores de referencia 42 como los segundos condensadores de referencia 44 realizan la función de suministrar a los primeros diodos 26 y a los segundos diodos 28, respectivamente, una referencia de tierra. En otras palabras, desde el punto de vista de la señal RF que fluye a lo largo de la trayectoria 16, cada capacidad parásita C_d se dispone en serie con un primer condensador de referencia 42 o un segundo condensador de referencia 44 correspondientes. Usando el primer y el segundo condensadores de referencia 42, 44 que tienen capacidades mayores en al menos un orden de magnitud que la capacidad parásita C_d del primer y el segundo diodos 26, 28, se obtiene que, para la señal RF, cada uno de los puntos que se han mencionado anteriormente del máximo 18 y los puntos del mínimo 20 está conectado a tierra a través de un condensador equivalente, que tiene una capacidad aproximadamente igual a la capacidad parásita C_d . Meramente a modo de ejemplo, asumiendo que la capacidad C_d es aproximadamente igual a 0,5 pF, cada uno del primer y el segundo condensadores de referencia 42, 44 puede tener una capacidad comprendida entre 10 pF y 100 pF.

Una vez más a un nivel deseado, la anchura w de la trayectoria 16, el grosor s , y el material de la capa dieléctrica 13 pueden seleccionarse de tal manera que la microbanda 15 tenga una impedancia característica Z_{∞} mayor que o igual a dos veces la impedancia característica de conexión Z_0 . Por ejemplo, si $Z_0 = 50 \Omega$, es posible ajustar $Z_{\infty} = 125 \Omega$. De este modo, cada porción de conexión 29 aproxima un inductor en una forma casi ideal. Además, con el fin de compensar las capacidades parásitas C_d introducidas por el primer y el segundo diodos 26, 28, es decir, impedir que las reactividades introducidas por estos causen una desviación progresiva de Z_0 , de la impedancia de la trayectoria 16, la inductancia L puede seleccionarse en base a la siguiente relación:

$$L = -\frac{X_{Cd}^2 + \sqrt{X_{Cd}^2 - Z_0^2}}{\pi F_{\max}} \quad (1)$$

donde F_{\max} es una frecuencia máxima a la que se prevé el uso del dispositivo de protección 10, y X_{cd} es la reactividad introducida por un único primer diodo 26 o segundo diodo 28 en dicha frecuencia máxima F_{\max} , como se indica a continuación:

$$X_{Cd} = -j \frac{1}{2\pi F_{\max} \times C_d} \quad (2)$$

En función de la inductancia L es entonces posible determinar, de forma conocida *per se*, las características geométricas del ondulado definido por la trayectoria 16, y en particular, la longitud l de las porciones de conexión 29. Por ejemplo, a una primera aproximación la longitud l puede determinarse recordando que la microbanda 15 introduce aproximadamente una inductancia de 1 nH para cada milímetro de longitud, o bien recurriendo a simuladores de circuitos de microondas fácilmente disponibles.

Además, es posible mostrar que, si las relaciones (1) y (2) se respetan, a la frecuencia máxima F_{\max} la impedancia de la trayectoria 16 es tal que, a partir del terminal de entrada 12 al terminal de salida 14, inmediatamente antes de cada primer diodo 26 o segundo diodo 28, hay una impedancia Z_a , mientras que inmediatamente después de cada primer diodo 26 o segundo diodo 28, hay una impedancia Z_b . Además, se aplican las relaciones $Z_a \equiv Z_0 + jX_a$, $Z_b \equiv Z_0 + jX_b$, donde $X_a = -X_b = j \cdot 2\pi F_{\max} \cdot L$.

En la práctica, si $Z_x \geq 2Z_0$, la impedancia de cualquier punto de la trayectoria 16 está entre Z_a y Z_b , y en particular, está en un primer arco de circunferencia $S1$ o en un segundo arco de circunferencia $S2$ de una carta de Smith, como se muestra en la figura 5, donde se asume que $Z_0 = 50 \Omega$.

En particular, tanto el primer arco de circunferencia $S1$ como el segundo arco de circunferencia $S2$ tienen como extremos las impedancias (normalizadas con respecto a Z_0) Z_a y Z_b ; además, el primer arco de circunferencia $S1$ pertenece a una circunferencia que pasa a través del punto de impedancia infinita y a través del punto de

impedancia normalizada de unidad, mientras que el segundo arco de circunferencia S2 pertenece a una circunferencia que pasa a través del punto de impedancia cero, y a través de los puntos (normalizados) de la impedancia Z_a y Z_b . En otras palabras, dada la misma inductancia L , la longitud 1 y, por lo tanto, la longitud $LMÁX$ del dispositivo de protección 10, se minimiza con respecto al caso en el que la microbanda 15 tiene una impedancia característica $Z_\infty < 2Z_0$.

En cambio, con respecto a la pérdida de retorno (RL) causada por el dispositivo de protección 10, se da por

$$RL = 10 \cdot \text{Log} \left(\frac{Z_b - Z_0}{Z_b + Z_0} \right)^2 \quad (3)$$

10 En consecuencia, es posible seleccionar el número n del primer y el segundo diodos 26, 28 en función de la potencia que se desea disipar por el dispositivo de protección 10 y de una pérdida de retorno máxima.

La realización mostrada en la figura 2 puede aplicarse ventajosamente a los receptores y transmisores de radiofrecuencia, es decir, a aparatos de radiocomunicaciones de tal forma que la circuitería a proteger comprenda, como alternativa, una fase receptora o una fase transmisora. De hecho, generalmente, la fase transmisora transmite a la antena señales de alta potencia; en consecuencia, la tensión máxima $V_{máx}$ y la tensión mínima $V_{mín}$ deberían tener ventajosamente una magnitud alta para impedir que el dispositivo de protección 10 retenga estas señales de alta potencia. En cambio, durante el uso, la fase receptora recibe de la antena señales de baja potencia, de tal manera que la tensión máxima $V_{máx}$ y la tensión mínima $V_{mín}$ puedan tener una magnitud reducida para optimizar la protección proporcionada por el dispositivo de protección 10, sin en ningún caso retener dichas señales de baja potencia.

Meramente a modo de ejemplo, en el caso de que la circuitería a proteger comprenda sólo la fase transmisora, la primera tensión de conducción V_{b1} puede ser igual a 30 V. Además, el primer y el segundo generadores de tensión 30, 32 pueden suministrar a ambos una tensión igual a 33 V. Finalmente, la primera y la segunda resistencias de frenado 34, 36 pueden tener una resistencia igual a 10 kΩ.

En el caso de aparatos de radiocomunicaciones que comprenden tanto la fase receptora como la fase transmisora, es posible usar la realización mostrada en la figura 6.

En particular, el dispositivo de protección 10 comprende un tercer transistor 46 y un cuarto transistor 48. Además, el dispositivo de protección 10 comprende un primer transistor 50 y un segundo transistor 52, un terminal de control TX/RX, y un inversor lógico 54.

En detalle, el primer y el cuarto transistors 46, 48 son ambos de un tipo unidireccional; por lo tanto, también pueden actuar eléctricamente como diodos Zener, como el primer y el segundo transistors 38, 40. Además, el primer y el cuarto transistors 46, 48 son iguales entre sí, y tienen la misma segunda tensión de conducción V_{b2} , diferente de la primera tensión de conducción V_{b1} . En cambio, en cuanto al primer y el segundo transistores 50, 52, ambos realizan la función de conmutadores. Además, el primer transistor 50 es un MOSFET de canal N, mientras que el segundo transistor 52 es un MOSFET de canal P.

En mayor detalle, el tercer transistor 46 tiene su cátodo conectado al segundo terminal 23b, y su ánodo conectado a un primer terminal de conducción (la distinción entre terminal fuente y terminal de drenaje no es importante para los fines de la presente invención) del primer transistor 50. Además, un segundo terminal de conducción del primer transistor 50 y un terminal de sustrato del primer transistor 50 se conectan a tierra, mientras que el terminal de compuerta del primer transistor 50 está conectado al terminal de control TX/RX.

El cuarto transistor 48 tiene su ánodo conectado al cuarto terminal 25b, y su cátodo conectado a un primer terminal de conducción del segundo transistor 52. Además, un segundo terminal de conducción del segundo transistor 52 y un terminal de sustrato del segundo transistor 52 están conectados a tierra, mientras que el terminal de compuerta del segundo transistor 52 está conectado a un terminal de salida del inversor lógico 54, cuyo terminal de entrada está conectado al terminal de control TX/RX.

De forma operativa, la tensión máxima $V_{máx}$ y la tensión mínima $V_{mín}$ a las que la conexión a tierra virtual positiva 22 y la conexión a tierra virtual negativa 24 se polarizan y, en particular, la magnitud de la tensión máxima $V_{máx}$ y de

la tensión mínima V_{\min} , se controlan por medio del terminal de control TX/RX, como se describe en más detalle a continuación, donde se asume, a modo de ejemplo, que la segunda tensión de conducción V_{b2} es menor que la primera tensión de conducción V_{b1} .

5 En detalle, cuando el terminal de control TX/RX asume un valor lógico "0", es decir, un valor de tensión de tal forma que el primer transistor 50 esté en un estado de inhibición, también el segundo transistor 52 se inhibe, a causa del inversor lógico 54. En consecuencia, el primer transorb 38 está conectado a tierra, mientras que el tercer transorb 46 es flotante. De lo anterior se deduce que la tensión máxima V_{\max} de la conexión a tierra virtual positiva 22 es igual a la primera tensión de conducción V_{b1} . Además, el segundo transorb 46 está conectado a tierra, mientras que el
10 cuarto transorb 48 es flotante. En consecuencia, la tensión mínima V_{\min} de la conexión a tierra virtual negativa 24 es igual a $-V_{b1}$.

En cambio, cuando el terminal de control TX/RX asume un valor lógico "1", es decir, un valor de tensión tal que el primer transistor 50 esté en un estado de conducción, también el segundo transistor 52 está en conducción, a causa
15 del inversor lógico 54. En consecuencia, tanto el primero como el tercer transorbs 38, 46 están conectados a tierra, así como el segundo y el cuarto transorbs 40, 48. De lo anterior se deduce que la tensión máxima V_{\max} de la conexión a tierra virtual positiva 22 es igual a la tensión inferior entre la primera y la segunda tensiones de conducción V_{b1} , V_{b2} ; en este caso en concreto, en base a las suposiciones anteriores, la tensión máxima V_{\max} es igual a la segunda tensión de conducción V_{b2} . Asimismo, la tensión mínima V_{\min} de la conexión a tierra virtual
20 negativa 24 es igual, en magnitud, a la tensión inferior entre la primera y la segunda tensiones de conducción V_{b1} , V_{b2a} ; en este caso en concreto, en base a las suposiciones anteriores, la tensión mínima V_{\min} es igual a $-V_{b2}$.

En la práctica, en el caso de aparatos de radiocomunicaciones dotados de tanto una fase transmisora como con una fase receptora, es posible conectar la realización mostrada en la figura 6 de la forma representada en la figura 7.
25

En particular, la figura 7 muestra un aparato de radiocomunicaciones 60, que comprende la antena 5, la fase transmisora 2, la fase receptora 3 y la fase de conmutación 4. Además, el aparato de radiocomunicaciones 60 comprende el dispositivo de protección 10, en la realización mostrada en la figura 6, que está conectado entre la antena 5 y la fase de conmutación 4.
30

De forma operativa, asumiendo una vez más $V_{b2} < V_{b1}$, cuando la fase de conmutación 4 conecta la fase transmisora 2 a la antena 5, es posible ajustar en el terminal de control TX/RX el valor lógico "0" de tal manera que el dispositivo de protección 10 entra en acción únicamente para tensiones superiores, en magnitud, a V_{b1} . En cambio, cuando la fase de conmutación 4 conecta la fase receptora 3 a la antena 5, es posibles ajustar en el terminal de control TX/RX el valor lógico "1" de tal manera que el dispositivo de protección 10 entra ya en acción para tensiones
35 mayores, en magnitud, de V_{b2} . De este modo, es posible adaptar el dispositivo de protección 10 a las necesidades reales de la circuitería que se va a proteger. De hecho, como se ha mencionado previamente, puede ser ventajoso, cuando la antena 5 se conecta a la fase transmisora 2, para la tensión máxima V_{\max} y la tensión mínima V_{\min} tener una magnitud mayor que cuando la antena 5 está conectada a la fase receptora 3. Esto sucede porque, durante el
40 funcionamiento normal de un transceptor, la fase transmisora 2 genera señales de gran magnitud, mientras que la fase receptora 3 recibe señales de pequeña magnitud.

Las ventajas que el dispositivo de protección 10 proporciona surgen claramente de la descripción anterior. En particular, el dispositivo de protección 10 permite la protección de aparatos de radiocomunicaciones que tienen
45 bandas operativas muy extensas. Además, el dispositivo de protección 10 implica bajas pérdidas de inserción y pérdidas de retorno.

Finalmente, es evidente que pueden hacerse modificaciones y variaciones al dispositivo de protección 10 descrito, sin apartarse así del alcance de la presente invención como se define por las reivindicaciones adjuntas.
50

Por ejemplo, la trayectoria 16 puede tener una forma no sinusoidal sino, por ejemplo, una forma de onda triangular. Como alternativa, la trayectoria 16 también puede ser rectilínea, aunque esto implique un aumento de $LMAX$. Además, en lugar de la microbanda 15, es posible usar una línea coplanar, u otro tipo de línea de transmisión para señales de radiofrecuencia.
55

En cambio, en cuanto a los transorbs, es posible usar generadores de tensión en su lugar. Además, los transorbs pueden estar ausentes, así como el primer y el segundo generadores de tensión 30, 32 y la primera y la segunda resistencias de frenado 34, 36, ya que tanto la conexión a tierra virtual positiva como la conexión a tierra virtual negativa 22, 24 pueden conectarse directamente a tierra. En este caso, el dispositivo de protección 10 entra en

acción en el caso de que la tensión de un punto genérico de la trayectoria 16 exceda, en magnitud, la tensión de umbral V_γ de los primeros diodos 26 y de los segundos diodos 28.

Finalmente, las porciones de conexión 29 pueden tener longitudes diferentes entre sí; por ejemplo, las longitudes de 5 las porciones de conexión 29 pueden comprimirse en el intervalo $1 \pm 0,1-1$.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de protección para aparatos de radiocomunicaciones, que comprende:
 - 5 - una línea de transmisión (15) para señales de radiofrecuencia;
 - un primer elemento conductor con forma de banda (22);
 - primeros medios de polarización (30, 34, 38; 46, 50), configurados para polarizar el primer elemento conductor (22) a una primera tensión de polarización ($V_{m\acute{a}x}$); y
 - 10 - una pluralidad de primeros conmutadores controlados por tensión (26), conectados entre el primer elemento conductor (22) y la línea de transmisión (15).

2. El dispositivo de protección de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende adicionalmente un línea de potencial de referencia regulada a un potencial de referencia, y en el que los primeros medios de polarización (30, 34, 38; 46, 50) comprenden un primer generador de tensión (30), conectado a un primer extremo del primer elemento conductor (22), y un primer conmutador de absorción (38; 46, 50), conectado entre un segundo extremo del primer elemento conductor (22) y la línea de potencial de referencia.

3. El dispositivo de protección de acuerdo con la reivindicación 2, que comprende adicionalmente:
 - 20 - un segundo elemento conductor con forma de banda (24);
 - segundos medios de polarización (32, 36, 40; 48, 52), que están configurados para polarizar el segundo elemento conductor (24) a una segunda tensión de polarización ($V_{m\acute{i}n}$) e incluyen un segundo generador de tensión (32), conectado a un primer extremo del segundo elemento conductor (24), y un segundo conmutador de absorción (40; 48, 52), conectado entre un segundo extremo del segundo elemento conductor (24) y la línea de potencial de referencia; y
 - 25 - una pluralidad de segundos conmutadores controlados por tensión (28), conectados entre el segundo elemento conductor (24) y la línea de transmisión (15).

4. El dispositivo de protección de acuerdo con la reivindicación 3, en el que la línea de transmisión (15) comprende una trayectoria (16) de material conductor, y los primeros conmutadores controlados por tensión se forman por primeros diodos (26), teniendo cada primer diodo (26) su ánodo conectado a la trayectoria (16) y su cátodo conectado al primer elemento conductor (22); y en el que los segundos conmutadores controlados por tensión se forman por segundos diodos (28), teniendo cada segundo diodo (28) su cátodo conectado a la trayectoria (16) y su ánodo conectado al segundo elemento conductor (24).

5. El dispositivo de protección de acuerdo con la reivindicación 4, en el que los primeros diodos (26) están conectados a la trayectoria (16) en primeros puntos respectivos (18) de la trayectoria (16), dispuestos a cierta distancia entre sí a lo largo de la trayectoria (16); en el que los segundos diodos (28) están conectados a la trayectoria (16) en los segundos puntos respectivos (20) de la trayectoria (16), dispuestos a cierta distancia entre sí a lo largo de la trayectoria (16); y en el que las distancias mutuas entre los pares de primeros puntos adyacentes (18) de la trayectoria (16) y entre los pares de segundos puntos adyacentes (20) de la trayectoria (16) son iguales entre sí pero a una diferencia de $\pm 10\%$.

6. El dispositivo de protección de acuerdo con la reivindicación 5, en el que los primeros y segundos puntos (18, 20) de la trayectoria (16) se disponen alternos a lo largo de la trayectoria (16).

7. El dispositivo de protección de acuerdo con la reivindicación 6, en el que cada segundo punto (20) de la trayectoria (16) se dispone en una posición central con respecto a un par respectivo de primeros puntos adyacentes (18).

8. El dispositivo de protección de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 4 a 7, en el que el primer y segundo conmutadores de absorción comprenden, respectivamente, un primer transorb (38) y un segundo transorb (40), teniendo el primer transorb (38) su cátodo conectado al primer elemento conductor (22) y su ánodo conectado a la línea de potencial de referencia, teniendo el segundo transorb (40) su ánodo conectado al segundo elemento conductor (24) y su cátodo conectado al línea de potencial de referencia.

9. El dispositivo de protección de acuerdo con la reivindicación 8, en el que el primer y segundo conmutadores de absorción comprenden adicionalmente un tercer transorb (46) y un cuarto transorb (48); teniendo el primer y el segundo transorbs (38, 40) una primera tensión de conducción (V_{b1}), teniendo el primer y el cuarto

transorbs (46, 48) una segunda tensión de conducción (V_{b2}) diferente de la primera tensión de conducción (V_{b1}).

10. El dispositivo de protección de acuerdo con la reivindicación 9, que comprende adicionalmente un primer transistor (50) y un segundo transistor (52) de un tipo MOSFET, y en el que:
- 5
- el tercer transorb (46) tiene su cátodo conectado al primer elemento conductor (22) y su ánodo conectado a un primer terminal de conducción del primer transistor (50);
 - el cuarto transorb (48) tiene su ánodo conectado al segundo elemento conductor (24) y su cátodo conectado a un primer terminal de conducción del segundo transistor (52); y
- 10
- un segundo terminal de conducción del primer transistor (50) y un segundo terminal de conducción del segundo transistor (52) están conectados a la línea de potencial de referencia.
11. El dispositivo de protección de acuerdo con la reivindicación 10, que comprende adicionalmente un nodo de control (TX/RX) y un inversor (54), teniendo el primer transistor (50) un terminal de control conectado al
- 15
- nodo de control (TX/RX), teniendo el inversor (54) un terminal de entrada conectado al nodo de control (TX/RX) y un terminal de salida conectado a un terminal de control del segundo transistor (52).
12. El dispositivo de protección de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 4 a 11, en el que la trayectoria (16) tiene una forma sinusoidal.
- 20
13. El dispositivo de protección de acuerdo con la reivindicación 12, en el que el primer y el segundo elementos conductores (22, 24) se disponen en lados opuestos con respecto a la trayectoria (16).
14. El dispositivo de protección de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 4 a 13, en el que el
- 25
- primer y el segundo diodos (26, 28) son diodos Schottky.
15. El dispositivo de protección de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 14, que comprende adicionalmente:
- 30
- una pluralidad de primeros condensadores de referencia (42), conectados entre el primer elemento conductor (22) y la línea de potencial de referencia; y
 - una pluralidad de segundos condensadores de referencia (44), conectados entre el segundo elemento conductor (24) y la línea de potencial de referencia.
- 35
16. Un aparato de radiocomunicaciones que comprende un dispositivo de protección (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones, y que comprende adicionalmente una antena (5) y al menos una unidad electrónica seleccionada entre una fase de transmisión (2) y una fase de recepción (3), estando el dispositivo de protección (10) conectado entre la antena (5) y la unidad electrónica.
- 40
17. El aparato de radiocomunicaciones de acuerdo con la reivindicación 16, en el que la línea de transmisión (15) está conectada a una línea externa para señales de radiofrecuencia (T_{in} , T_{out}), que tiene una primera impedancia característica (Z_0), teniendo la línea de transmisión (15) una segunda impedancia característica (Z_{∞}), al menos igual a dos veces la primera impedancia característica (Z_0).

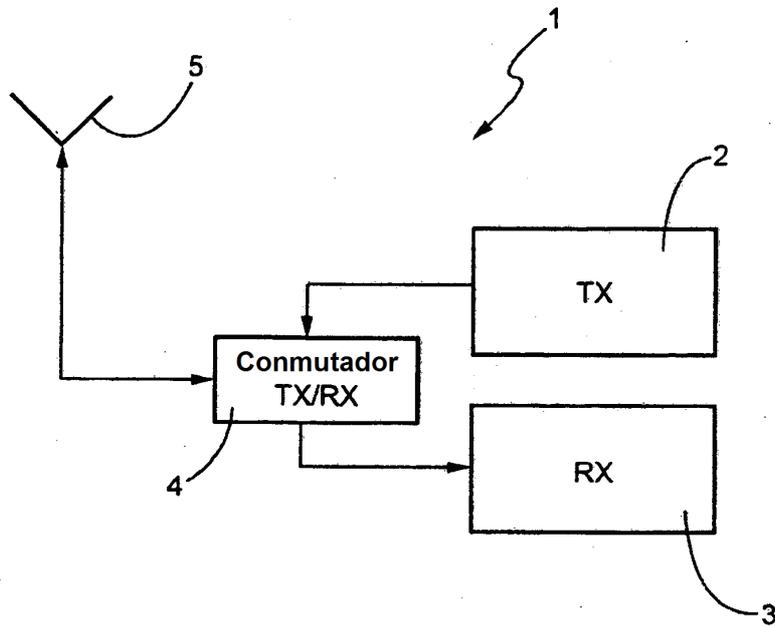


FIG. 1

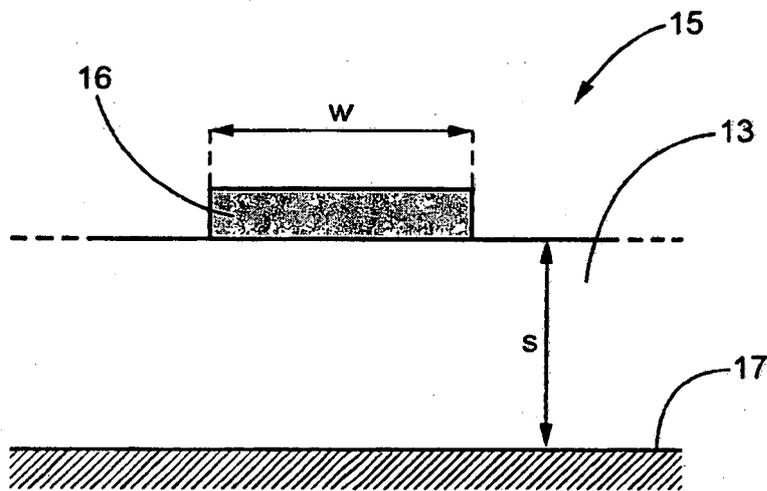


FIG. 3

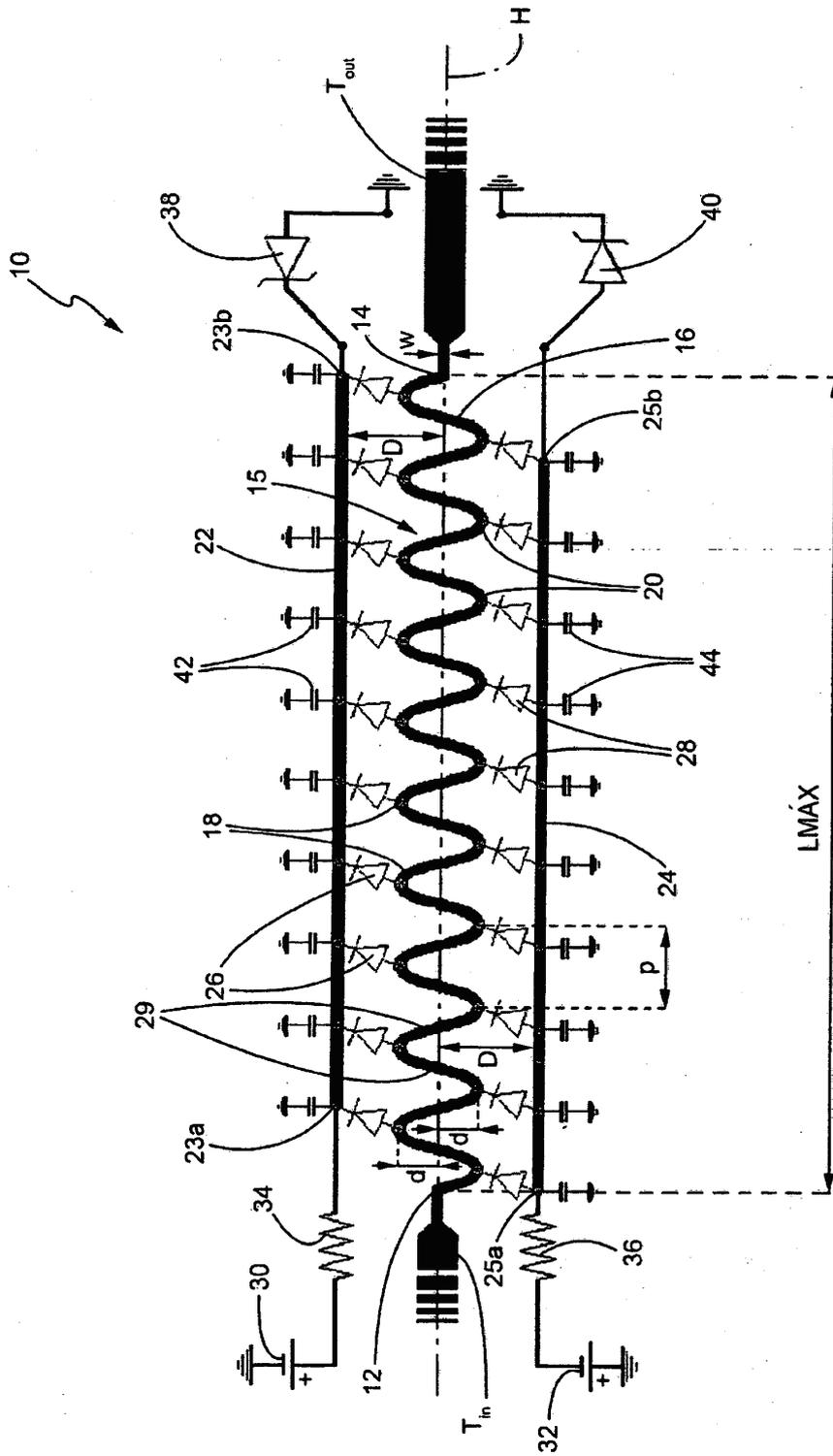


FIG. 2

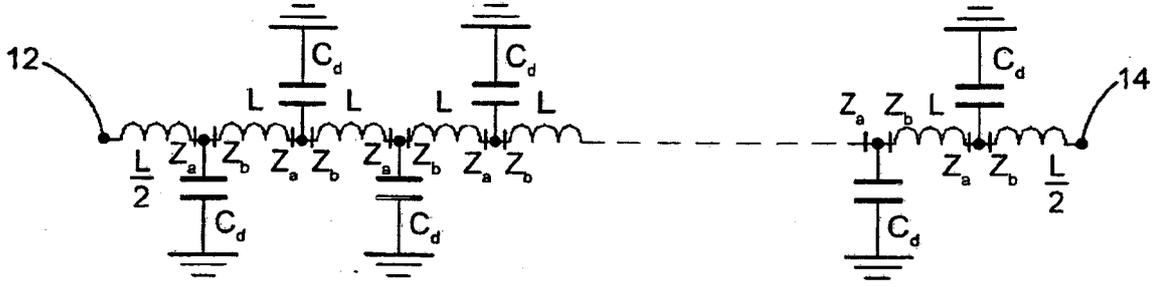


FIG. 4

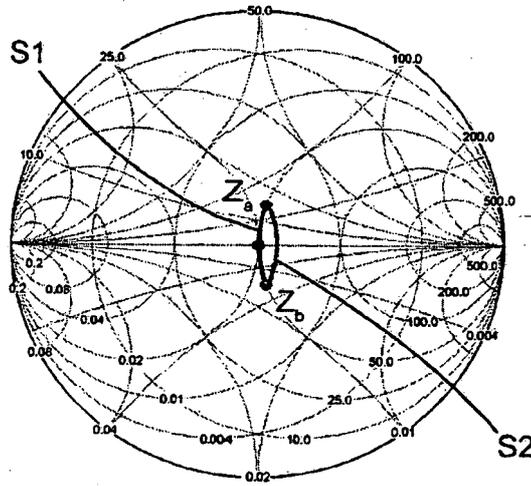


FIG. 5

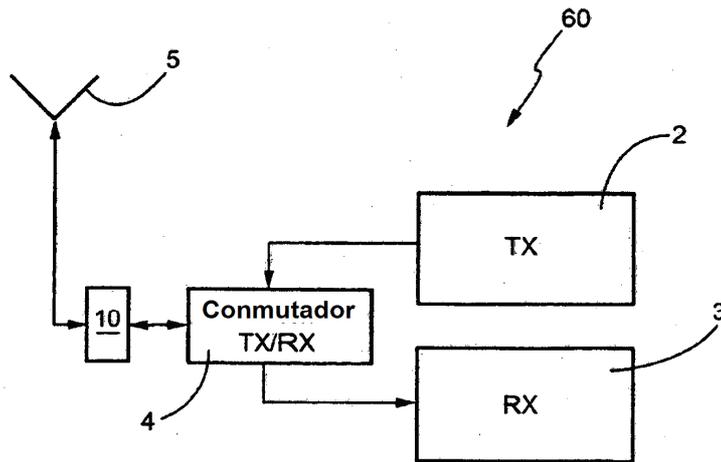


FIG. 7

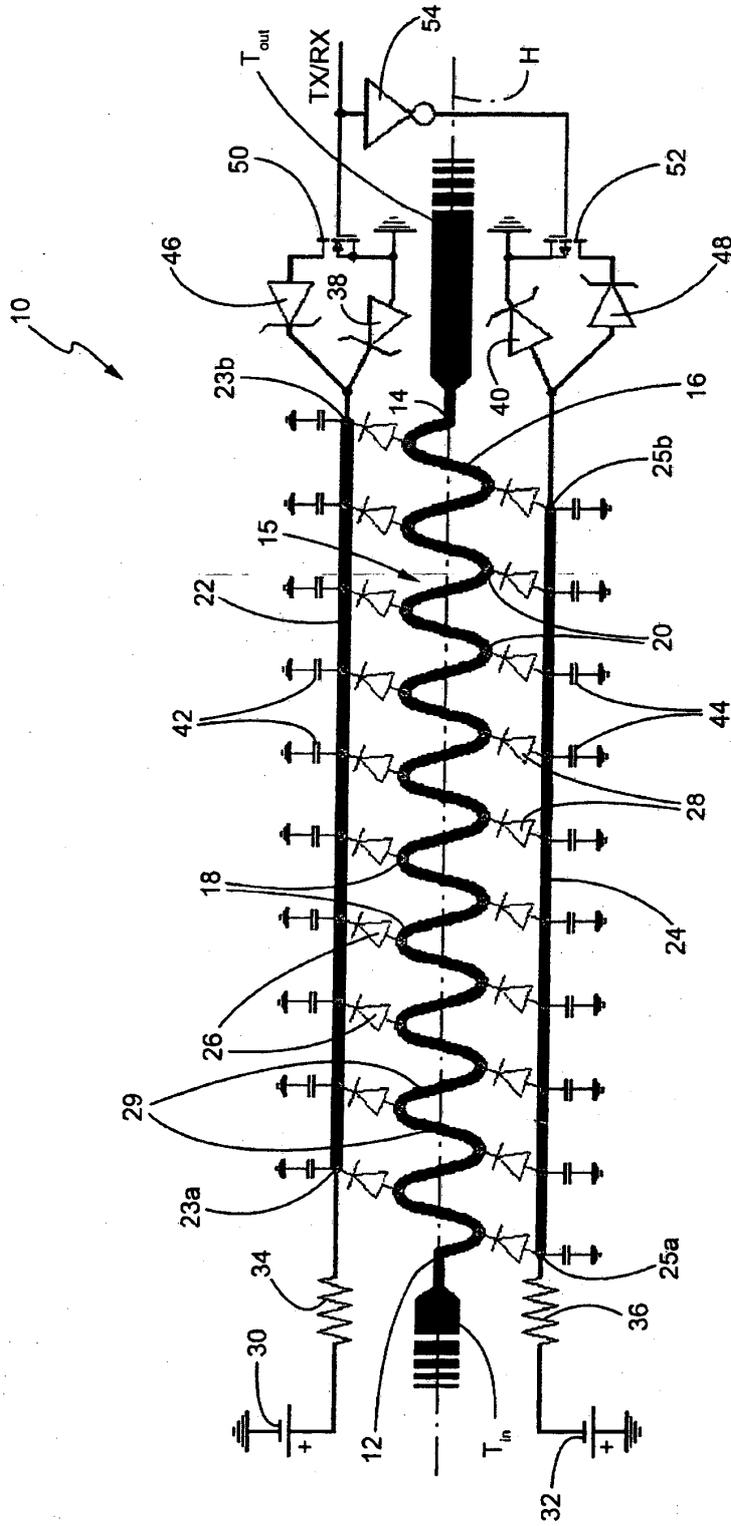


FIG. 6