



①9



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

①1 Número de publicación: **2 301 006**

⑤1 Int. Cl.:
H01P 5/10 (2006.01)

①2

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

⑧6 Número de solicitud europea: **05732248 .9**

⑧6 Fecha de presentación : **14.04.2005**

⑧7 Número de publicación de la solicitud: **1743396**

⑧7 Fecha de publicación de la solicitud: **17.01.2007**

⑤4 Título: **Transmisor equilibrador de banda ancha.**

③0 Prioridad: **05.05.2004 DE 10 2004 022 185**

④5 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.06.2008

④5 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.06.2008

⑦3 Titular/es: **Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG.**
Mühldorfstrasse 15
81671 München, DE

⑦2 Inventor/es: **Kaehs, Bernhard**

⑦4 Agente: **Carpintero López, Francisco**

ES 2 301 006 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

Transmisor equilibrador de banda ancha.

5 La invención se refiere a un transmisor equilibrador de banda ancha - Balun - para transmitir grandes potencias de alta frecuencia desde una conexión asimétrica a una conexión bipolar simétrica y viceversa.

10 Para aplicaciones de alta frecuencia, entre otras en la gama de potencias superiores, por ejemplo en amplificadores, que están compuestas a base de transistores de potencia en técnica Push-Pull se necesitan transmisores equilibradores para realizar el nivel de potencia deseado. Éstos convierten la señal de alta frecuencia procedente de una línea coaxial asimétrica o de una línea de bandas paralelas en dos líneas de señal dispuestas lo más simétricamente posible entre sí, para alimentarla a dos transistores de potencia que trabajen simétricos o a un transistor Push-Pull. De modo análogo, las dos señales de salida simétricas de los dos transistores de potencia o del transistor Push-Pull se pueden convertir por medio de un transmisor equilibrador en una señal de alta frecuencia para una línea coaxial asimétrica o línea de 15 bandas paralelas.

20 Para esto se desea especialmente una realización del transmisor equilibrador mediante pistas conductoras dispuestas sobre una placa de circuitos impresos en técnica de conductores de bandas paralelas, ya que en esta forma de realización está garantizada la reproducibilidad en una fabricación en serie en cuanto a la técnica de fabricación del transmisor equilibrador incluidas sus propiedades eléctricas, en comparación con una técnica de conductores coaxiales. Además de la buena reproducibilidad del transmisor equilibrador en cuanto a la técnica de fabricación, una técnica de líneas de bandas paralelas se caracteriza con respecto a una técnica de conductores coaxiales por su menor volumen de construcción y por unos costes de fabricación más bajos.

25 En el documento EP 0 418 538 A1, como estado de la técnica más próximo, se representa un transmisor equilibrador de esta clase. La transmisión de la potencia de la señal de alta frecuencia tiene lugar en este caso mediante el acoplamiento a modo de transformador entre dos bucles conductores, estando unido un bucle conductor con la conexión unipolar de la línea asimétrica y el otro bucle conductor con la conexión simétrica bipolar a los dos amplificadores de transistores de potencia. Se consigue un buen acoplamiento a modo de transformador entre los dos bucles conductores realizando los dos bucles conductores, en cuanto a su situación geométrica, como pistas conductoras alineadas un sobre la otra por la cara superior o la cara inferior de una placa de circuitos impresos. 30

35 Las condiciones de transmisión simétricas por el lado del transmisor equilibrador orientado hacia el amplificador de transistores de potencia se realizan por medio de un acoplamiento electromagnético. Para ello se conectan a masa según la Figura 1 las dos conexiones simétricas del transmisor equilibrador por el lado del amplificador de transistores de potencia, por medio de unas zonas de bucles conductores dimensionadas simétricamente. Con vistas a la conversión simétrica dentro del transmisor equilibrador, se dispone el bucle conductor del lado asimétrico, que se lleva a masa a través de zonas de bucles conductores dimensionadas simétricamente, de tal modo sobre la placa de circuitos impresos que se realice un acoplamiento a modo de transformador simétrico entre estas dos zonas de bucles conductores simétricas por el lado de la línea asimétrica y de las dos zonas de bucles conductores simétricas por el lado del amplificador de transistores de potencia. De este modo se asegura una subdivisión simétrica de la potencia de la línea asimétrica hacia los dos polos simétricos por el lado del amplificador. 40

45 Un análisis más detallado del comportamiento de transmisión del transmisor equilibrador del documento EP 0 418 538 A1 mediante un analizador de campo indica, tal como está representado en la Fig. 2, que con una determinada realización del transmisor equilibrador y debido a unas resonancias claramente marcadas en el comportamiento de transmisión para aprox. 1,8 GHz, se aconseja un funcionamiento razonable del transmisor equilibrador, únicamente hasta una gama de frecuencias de unos 860 MHz. A esto hay que añadir que, para una realización dada del transmisor equilibrador, incluso en esta gama de frecuencias de banda estrecha hasta 860 MHz el comportamiento de transmisión en la entrada de la señal por el lado asimétrico hacia las dos salidas por el lado amplificador del transmisor equilibrador (S12, S13), sólo es simétrico de forma limitada. 50

55 La invención se basa entonces en el objetivo de perfeccionar el transmisor equilibrador de tal modo que su anchura de banda se aumente claramente y que al mismo tiempo se realice dentro de esta anchura de banda una subdivisión simétrica de la potencia desde la conexión asimétrica hacia los dos polos simétricos en la conexión simétrica.

La invención se resuelve mediante un transmisor equilibrador conforme a la reivindicación 1.

60 Para ello se subdivide una de las dos zonas de bucles conductores simétricas por el lado simétrico del transmisor equilibrador en otras dos zonas de bucles conductores. Entre las dos zonas de bucles conductores por el lado asimétrico y las dos zonas de bucles conductores que por el lado simétrico están unidas directamente con los dos polos simétricos tiene lugar un acoplamiento a modo de transformador. A diferencia del estado de la técnica, el bucle conductor ya no se conecta a masa en su punto extremo por el lado asimétrico, sino que se acopla galvánicamente entre las dos zonas de bucles conductores divididas por el lado simétrico. 65

De este modo existe un acoplamiento eléctrico galvánico entre el lado asimétrico y los dos polos simétricos, p.ej. por el lado del amplificador, y al mismo tiempo un acoplamiento electromagnético a modo de transformador. Esto da lugar, tal como se expone más adelante, a una subdivisión de potencia entre los dos polos del lado simétrico del

transmisor equilibrador considerablemente más simétrica en comparación con el transmisor equilibrador del estado de la técnica, y a un claro aumento de la anchura de banda relativa del transmisor equilibrador.

La forma de realización del transmisor equilibrador objeto de la invención se describe a continuación con mayor detalle haciendo referencia al dibujo. En el dibujo se pueden ver:

Fig. 1. un modelo de esquema de circuito del transmisor equilibrador conforme al estado de la técnica,

Fig. 2 una representación gráfica del comportamiento de transmisión del transmisor equilibrador conforme al estado de la técnica,

Fig. 3 un modelo de esquema de circuito del transmisor equilibrador conforme a la invención,

Fig. 4 una vista de un transmisor equilibrador conforme a la invención,

Fig. 5 una “vista desde arriba” del transmisor equilibrador conforme a la invención,

Fig. 6 una “vista desde abajo” del transmisor equilibrador conforme a la invención, y

Fig. 7 una representación gráfica del comportamiento de transmisión del transmisor equilibrador conforme a la invención.

El modelo de esquema de circuito del transmisor equilibrador conforme a la invención de la Fig. 3 presenta una primera entrada/salida de señal 1 con los dos polos simétricos 2 y 3, y una segunda entrada/salida de señal 4 con un polo 5. Los dos polos simétricos 2 y 3 de la primera entrada/salida de señal 1 están unidos p.ej. con las dos entradas de un amplificador de transistores de potencia que no está representado en la Fig. 3. El polo 5 de la segunda entrada/salida de señal 4 puede estar unido p.ej. con un conductor interior de una línea coaxial que no está representado en la Fig. 3. Pero también puede estar unido a una línea de bandas paralelas asimétrica, a una línea coplanar o a una línea Triplate.

Uno de los dos polos simétricos 3 de la primera entrada/salida de señal 1 está conectado a masa 7 a través de una primera zona de bucles conductores 6, que en el modelo de esquema de circuito del transmisor equilibrador presenta en la Fig. 3 un componente de impedancia característica. El otro de los dos polos simétricos 2 de la primera entrada/salida de señal 1 está conectado a masa 7 a través de un primer circuito serie 8 compuesto por dos primeras zonas de bucles conductores 9 y 10, que también presentan un componente de impedancia característica. Para conseguir la simetría eléctrica entre los dos polos 2 y 3 y la masa común 7, respectivamente, el componente de la primera zona de bucles conductores 6 tiene una disposición simétrica respecto al componente del primer circuito serie 8, compuesto por las dos primeras zonas de bucles conductores 9 y 10.

Al polo 5 de la segunda entrada/salida de señal 4 va conectada la primera conexión exterior 14 de un segundo circuito serie 11, compuesto por las dos segundas zonas de bucles conductores 12 y 13. Las dos segundas zonas de bucles conductores 12 y 13 presentan respectivamente unas impedancias características que están realizadas respectivamente simétricas entre sí. La segunda conexión exterior 15 del segundo circuito serie 11 está unida galvánicamente con la conexión intermedia 16 del primer circuito serie 8 de las dos primeras zonas de bucles conductores 9 y 10.

Además de este acoplamiento eléctrico-galvánico entre la primera entrada/salida de señal 1 y la segunda entrada/salida de señal 4 existe un acoplamiento electromagnético a modo de transformador 17 entre el componente de la primera zona de bucles conductores 6 y el componente de la segunda zona de bucles conductores 12 así como entre el componente de la primera zona de bucles conductores 9 y el componente de la segunda zona de bucles conductores 13. Los componentes de impedancia característica de las primeras y segundas zonas de bucles conductores 6, 9, 12 y 13 están realizados simétricos de modo análogo a los componentes correspondientes. La realización de las segundas zonas de bucles conductores 12 y 13 así como la realización simétrica de la primera zona de bucles conductores 6 para el primer circuito serie 8, compuesto por las dos primeras zonas de bucles conductores 9 y 10, provoca por medio del acoplamiento eléctrico-galvánico y del acoplamiento electromagnético a modo de transformador una transmisión simétrica entre la primera entrada/salida de señal 1 y la segunda entrada/salida de señal 4, y viceversa.

En la Fig. 4 está representado un transmisor equilibrador realizado en técnica de bandas conductoras mediante una placa de circuitos impresos 19. La Fig. 5 muestra una vista - “vista desde arriba” de la primera cara 18 de la placa de circuitos impresos 19, y la Fig. 6 una vista “vista desde abajo” de la segunda cara 20 de la placa de conductores 19.

Los dos polos 2 y 3 de la primera entrada/salida de señal 1, el polo 5 de la segunda entrada/salida 4, las primeras zonas de bucles conductores 6, 9 y 10 y las segundas zonas de bucles conductores 12 y 13 están realizadas como pistas conductoras 21 sobre la primera y la segunda cara 18 y 20 de la placa de circuitos impresos 19.

Uno de los dos polos simétricos 2 de la primera entrada/salida de señal 1 está realizado como primera pista conductora 22 que transcurre linealmente. A poca distancia 34 con respecto a la primera pista conductora 22 que transcurre linealmente está situada una segunda pista conductora 23 que transcurre linealmente, que está asignada al otro de los dos polos simétricos 3 de la primera entrada/salida de señal 1. Las primeras zonas de bucles conductores 6, 9 y 10 están reunidas en un bucle conductor 24 casi cerrado salvo el intersticio 25. Los dos extremos 26 y 27 de este bucle

ES 2 301 006 T3

conductor 24 están unidos respectivamente con un extremo 28 y 29 de las dos pistas conductoras 22 y 23 que transcurren linealmente. La separación útil 34 entre las dos pistas conductoras 22 y 23 equivale a la anchura del intersticio 25.

Una mitad del bucle 31 del bucle conductor 24 contiene las primeras zonas de bucles conductores 9 y 10 situadas entre el polo 2 de la primera entrada/salida de señal 1 y la masa común 7, mientras que la otra mitad del bucle 30 del bucle conductor 24 contiene la zona de bucles conductores 6 situada entre el polo 3 la primera entrada/salida de señal 1 y la masa común 7. Situada preferentemente aproximadamente en el centro de la mitad de bucle 31 del bucle conductor 24 casi cerrado se encuentra la conexión intermedia 16 del primer circuito serie 8, compuesto por las dos primeras zonas de bucles conductores 9 y 10.

El punto de intersección de las dos mitades de bucles 30 y 31 del bucle conductor 24 casi cerrado que está situado en la primera cara 18 de la placa de circuitos impresos 19 frente a la primera entrada/salida de señal 1 con sus dos pistas conductoras 22 y 23 lineales realizadas como polos 2 y 3, forman el punto frío 32. Éste se puede aprovechar para una alimentación de corriente continua a las entradas o salidas simétricas 1 y para la evacuación de temperatura hacia masa. Para la alimentación de corriente continua hay dos brazos de pista conductora 33 que transcurren paralelos en la zona del punto frío 32, que llegan al bucle conductor 24 casi cerrado, que están apoyados respecto a masa teniendo intercalado respectivamente uno de los condensadores no representados en la Fig. 4 ó 5 respectivamente. La evacuación de temperatura hacia masa tiene lugar a través de un contacto pasante del punto frío 32 a masa por la segunda cara 20 de la placa de circuitos impresos 19, que tampoco está representada en las Fig. 4 a 6.

En la primera cara 18 de la placa de circuitos impresos 19 está dispuesta entre los dos brazos de pista conductora 33 que transcurren paralelos una tercera pista conductora 35 que transcurre linealmente y que realiza el polo 5 de la segunda entrada/salida de señal 4 del transmisor equilibrador.

Por la segunda cara 20 de la placa de circuitos impresos 19 está formada una pista conductora 36 en forma de bucle que realiza el bucle conductor de las dos segundas zonas de bucles conductores 12 y 13. Esta pista conductora 36 en forma de bucle está alineada geoméricamente sobre la segunda cara 20 de la placa de circuitos impresos 19 de modo que queda situada centrada sobre la pista conductora 24 de la primera cara 18 de la placa de circuitos impresos 19.

La primera y segunda conexión exterior 14 y 15 del segundo circuito serie 11 de las dos segundas zonas de bucles conductores 12 y 13, que están posicionadas respectivamente en los extremos de la pista conductora 36 en forma de bucle, están situadas en la zona de la conexión intermedia 16 del primer circuito serie 8 de las primeras zonas de bucles conductores 9 y 10 por la mitad de bucle 30 de bucle conductor 24 casi cerrado, y en la zona del polo 5 de la segunda entrada/salida de señal 4 sobre la tercera pista conductora lineal 35. De este modo, la primera zona de bucles conductores 6 llega a una congruencia directamente paralela con la segunda zona de bucles conductores 12 así como la primera zona de bucles conductores 9 directamente paralelo con la segunda zona de bucles conductores 13, para realizar un acoplamiento electromagnético a modo de transformador lo más eficaz posible entre la primera entrada/salida de señal 1 y la segunda entrada/salida de señal 4.

La conexión intermedia 16 del primer circuito serie 8 de las dos primeras zonas de bucles conductores 9 y 10 sobre la mitad de bucle 30 del bucle conductor casi cerrado 24 sobre la primera cara 18 de la placa de circuitos impresos 19 está unida eléctricamente de modo preferente a través de un contacto pasante 40 de la placa de circuitos impresos 19, con la segunda conexión exterior 15 del segundo circuito serie 11 de las segundas zonas de bucles conductores 12 y 13, en un extremo de la pista conductora 36 en forma de bucle sobre la segunda cara 20 de la placa de circuitos impresos 19. De forma análoga, el polo 5 de la segunda entrada de señal 4 en la tercera pista conductora 35 que transcurre linealmente por la primera cara 18 de la placa de circuitos impresos 19 está unido eléctricamente por medio de un contacto pasante 41 de la placa de circuitos impresos 19 con la primera conexión exterior 14 del segundo circuito serie 11 de las segundas zonas de bucles conductores 12 y 13 en el otro extremo de la pista conductora 36 en forma de bucle sobre la segunda cara 20 de la placa de circuitos impresos 19.

La pista conductora 36 en forma de bucle correspondiente a las segundas zonas de bucles conductores 12 y 13 sobre la segunda cara 20 de la placa de circuitos impresos 19 está rodeada por un conductor de masa 37 común.

En la Fig. 7 está representado el comportamiento de transmisión del transmisor equilibrador conforme a la invención, que se ha determinado en forma de parámetros S mediante un simulador de campo.

A diferencia del comportamiento de transmisión del transmisor equilibrador conforme al estado de la técnica de la Fig. 2, el transmisor equilibrador conforme a la invención solamente presenta resonancias en su comportamiento de transmisión a partir de una frecuencia superior a 3 GHz, para un diseño dado. El transmisor equilibrador conforme a la invención se puede emplear por lo tanto sin problemas hasta una frecuencia de trabajo de aprox. 2,5 GHz. Además de su anchura de banda relativa superior, el transmisor equilibrador conforme a la invención presenta en su gama de frecuencias de trabajo sin problemas una simetría considerablemente superior entre los dos polos simétricos 2 y 3 de la primera entrada/salida de señal 1. La curva característica de transmisión en el camino de la señal del polo 5 de la segunda entrada de señal 4 al polo 2 de la primera entrada/salida de señal 1 (parámetros S, S1, 2 en la Fig. 7), presenta en la gama de frecuencias de trabajo de hasta aprox. 1,6 GHz un trazado aproximadamente igual que la curva característica de transmisión en el camino de la señal del polo 5 de la segunda entrada/salida de señal 4 al polo 3 de la primera entrada/salida de señal 1 (parámetro S, S1, 3 en la Fig. 7).

ES 2 301 006 T3

La conexión intermedia 16 está dispuesta preferentemente de tal modo que las longitudes 1 de las primeras zonas de bucles conductores 8, 9 que forman el primer circuito serie 8 presenten una relación de 1:3 a 3:1. En lo referente a la idea de la invención, la longitud 1 de la segunda zona de bucles conductores 13 del segundo circuito serie 11 se deberá adaptar a la longitud 1 de la primera zona de bucles conductores 9 del primer circuito serie 8. Tal como está representado en la Fig. 3, las dos zonas de bucles conductores 8, 9 del primer circuito serie 8 presentan preferentemente una relación de 1:1. En el caso de una realización de longitudes simétricas de la primera zona de bucles conductores 6 con respecto al primer circuito serie 8 de las primeras zonas de bucles conductores 9 y 10 de respectivamente 1/2, la primera zona de bucles conductores 9 presenta por lo tanto una longitud de 1/4. La segunda zona de bucles conductores 13 del segundo circuito serie 11 está adaptado por lo tanto con una longitud de 1/4.

REIVINDICACIONES

1. Transmisor equilibrador con una primera entrada/salida de señal (1) con dos polos (2, 3) simétricos entre sí,
5 una segunda entrada/salida de señal (4) con un polo (5),

varias primeras zonas de bucles conductores (6, 9, 10) que están situadas entre los dos polos (2, 3) de la primera entrada/salida de señal (1) y masa (7), y

10 un segundo circuito serie (11) de varias segundas zonas de bucles conductores (12, 13), cuya primera conexión (14) está unida al polo (5) de la segunda entrada/salida de señal (4) donde respectivamente una de las dos segundas zonas de bucles conductores (12, 13) está acoplada electromagnéticamente con respectivamente una de las dos primeras zonas de bucles conductores (6, 9), unidas directamente con polos simétricos diferentes (2, 3),

15 **caracterizado** porque

una segunda conexión (15) del segundo circuito serie (11) está unida eléctricamente con una conexión intermedia (16) de un primer circuito serie (8) de varias primeras zonas de bucles conductores (9, 10), que une con la masa (7) un polo simétrico (2) de la primera entrada/salida de señal (1).

2. Transmisor equilibrador según la reivindicación 1, **caracterizado** porque el primer circuito serie (8) comprende dos primeras zonas de bucles conductores (9, 10), y el segundo circuito serie (11) comprende dos segundas zonas de bucles conductores (12, 13), y el otro polo simétrico (3) de la primera entrada/salida de señal (1) está unido a la masa (7) a través de una primera zona de bucles conductores.

3. Transmisor equilibrador según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque los dos polos (2, 3) simétricos entre sí de la primera entrada/salida de señal (1), el polo (5) de la segunda entrada/salida de señal (4) y todas las primeras y segundas zonas de bucles conductores (6, 9, 10, 12, 13) están realizados como pistas conductoras (21) dispuestos sobre ambas caras de una placa de circuitos impresos (19).

4. Transmisor equilibrador según la reivindicación 3, **caracterizado** porque los dos polos (2, 3) de la primera entrada/salida de señal (1) están realizados respectivamente como una primera y segunda pista conductora (22, 23) que transcurren linealmente a escasa distancia (34) entre sí, sobre una primera cara (18) de la placa de circuitos impresos (19).

5. Transmisor equilibrador según la reivindicación 4, **caracterizado** porque todas las primeras zonas de bucles conductores (6, 9, 10) están realizadas en un bucle conductor (24) casi cerrado salvo un intersticio (25) dispuesto sobre la primera cara (18) de la placa de circuitos impresos (19), que con sus dos extremos (26, 27) está unido respectivamente con un extremo (26, 27) de la primera y segunda pista conductora (22, 23), correspondiendo la anchura del intersticio (25) a la separación (34) entre la primera y la segunda pista conductora (22, 23).

6. Transmisor equilibrador según la reivindicación 5, **caracterizado** porque en las dos mitades de bucle (30, 31) del bucle conductor (24) casi cerrado están realizadas las primeras zonas de bucles conductores (9, 10, 6) situadas entre los dos polos simétricos (2, 3) de la primera entrada/salida de señal (1) y la masa (7).

7. Transmisor equilibrador según las reivindicaciones 5 ó 6, **caracterizado** porque en la zona del bucle conductor (24) casi cerrado, opuesta a la primera entrada de señal (1), se encuentra un punto frío (32) para la alimentación de corriente continua y para evacuar hacia masa la temperatura.

8. Transmisor equilibrador según la reivindicación 7, **caracterizado** porque los brazos de pista conductora (33) que transcurren paralelos en la zona del punto frío (32), inmediatamente contiguos al bucle conductor (24) casi cerrado, se aprovechan para la alimentación de corriente continua o para evacuar hacia masa la temperatura.

9. Transmisor equilibrador según la reivindicación 8, **caracterizado** porque entre los dos brazos de pista conductora (33) está situada una tercera pista conductora (35) que transcurre linealmente, que realiza el polo (5) de la segunda entrada de señal (4).

10. Transmisor equilibrador según la reivindicación 8 ó 9, **caracterizado** porque el segundo circuito serie (11) de las dos segundas zonas de bucles conductores (12, 13) está realizado en una pista conductora (36) en forma de bucle que está dispuesta sobre la segunda cara (20) de la placa de circuitos impresos (19), paralela al bucle conductor (24) casi cerrado.

11. Transmisor equilibrador según la reivindicación 10, **caracterizado** porque la conexión intermedia (16) está unida con la segunda conexión (15) del segundo circuito serie mediante un contacto pasante a través de la placa de circuitos impresos (19).

ES 2 301 006 T3

12. Transmisor equilibrador según la reivindicación 10 u 11, **caracterizado** porque las primeras zonas de bucles conductores (6, 9, 10) y las segundas zonas de bucles conductores (12, 13) sobre la segunda cara (20) de la placa de circuitos impresos (19) están rodeadas por un conductor de masa (37) común.

- 5 13. Transmisor equilibrador según una de las reivindicaciones 11 a 12, **caracterizado** porque la conexión intermedia (16) está dispuesta de tal modo que las longitudes de las primeras zonas de bucles conductores (9, 10) que forman el primer circuito serie (8) presentan una relación de 1:3 a 3:1, preferentemente una relación de 1:1.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

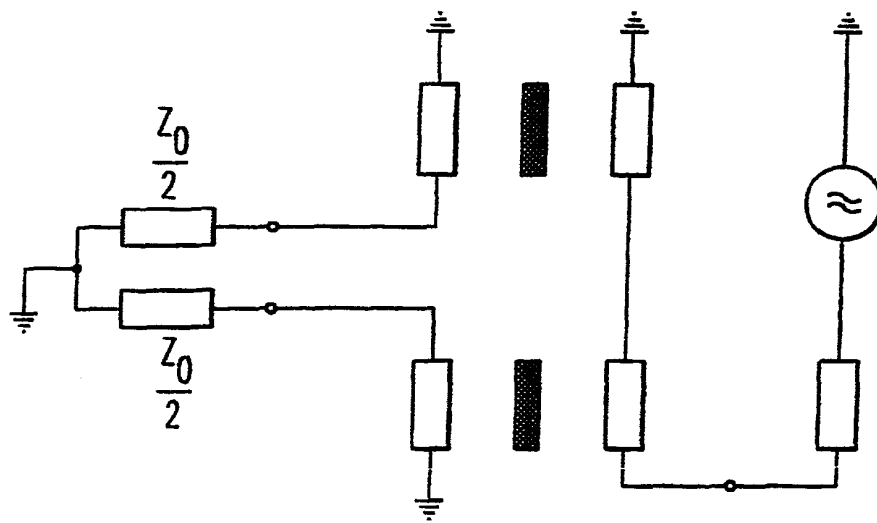


Fig. 1

Estado de la técnica

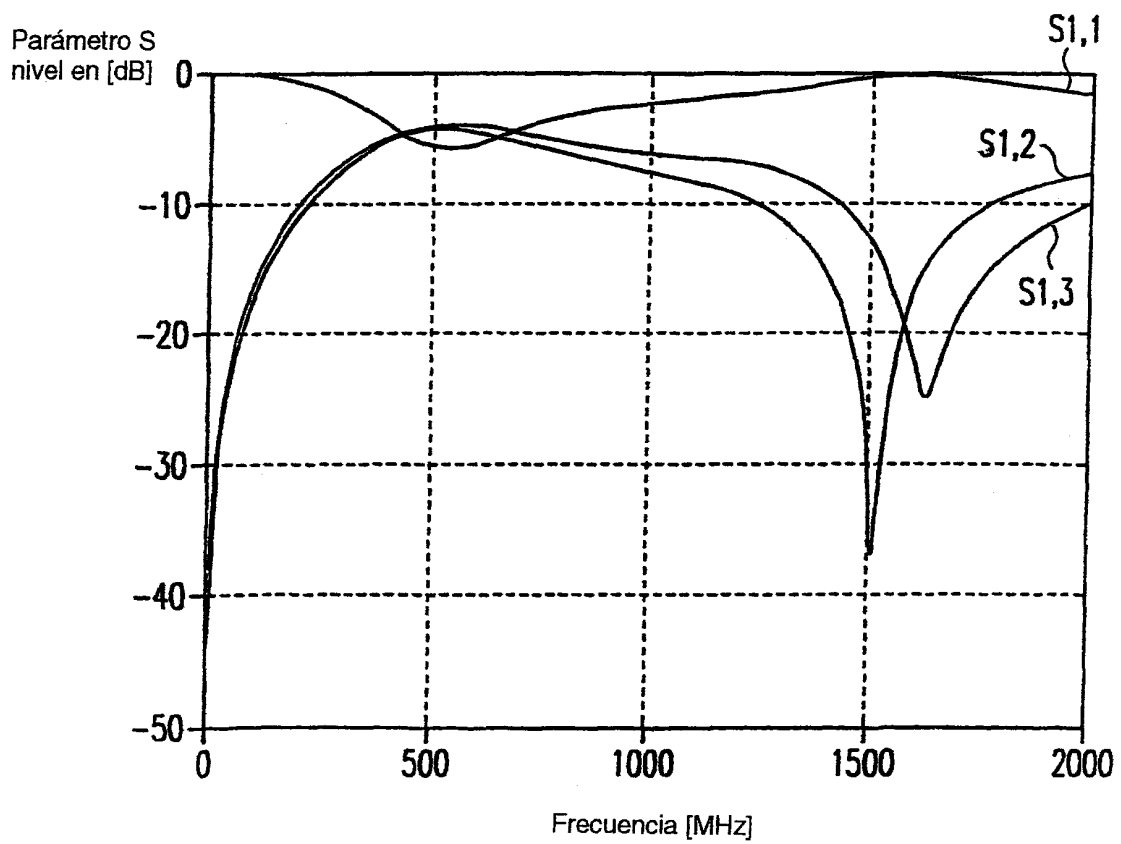


Fig. 2

Estado de la técnica

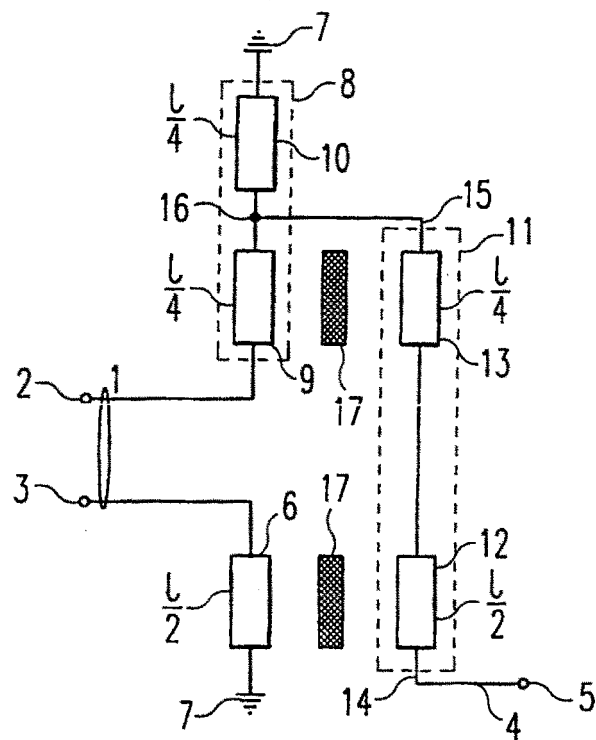


Fig. 3

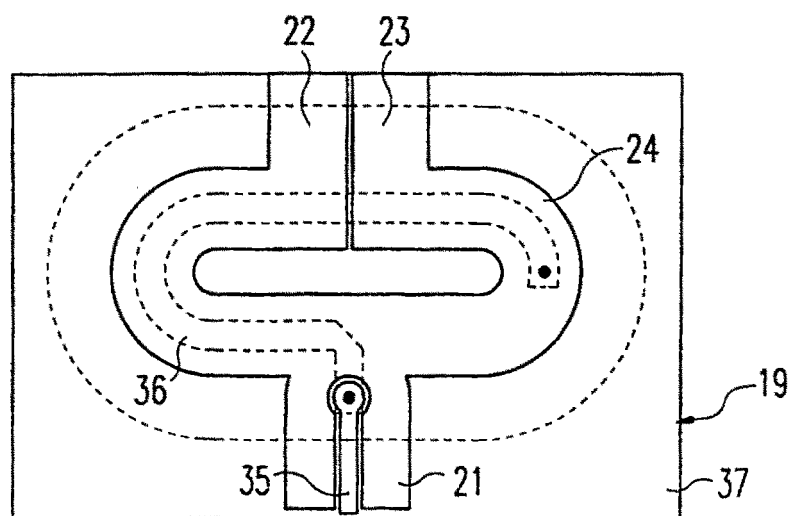


Fig. 4

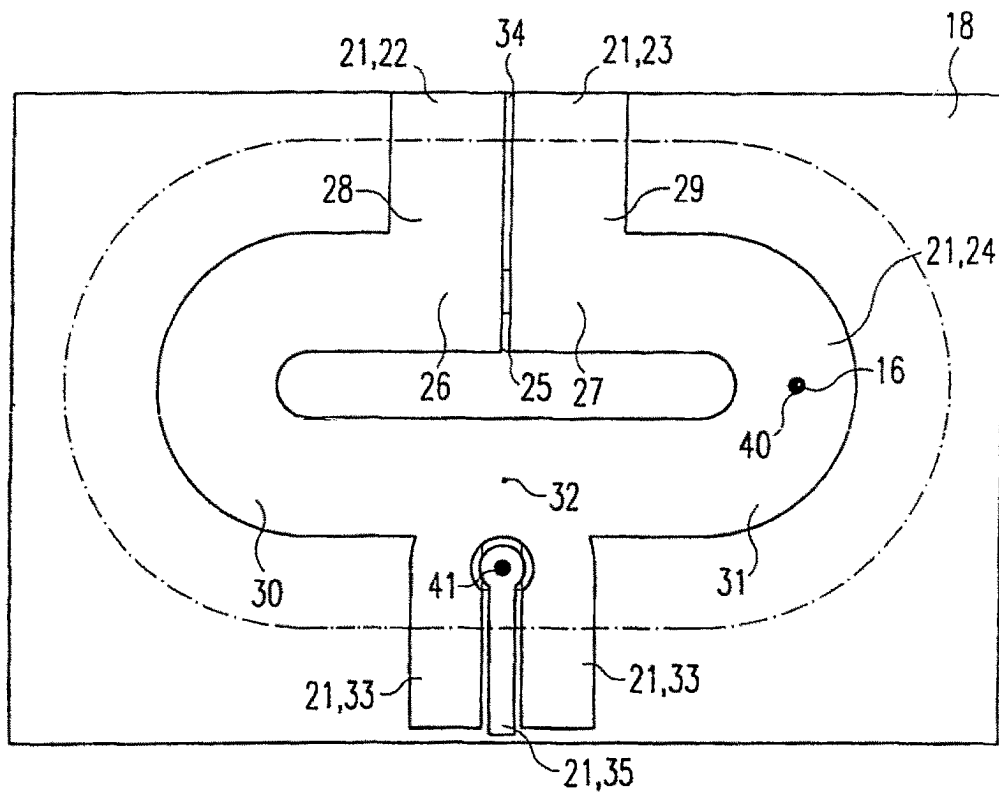


Fig. 5

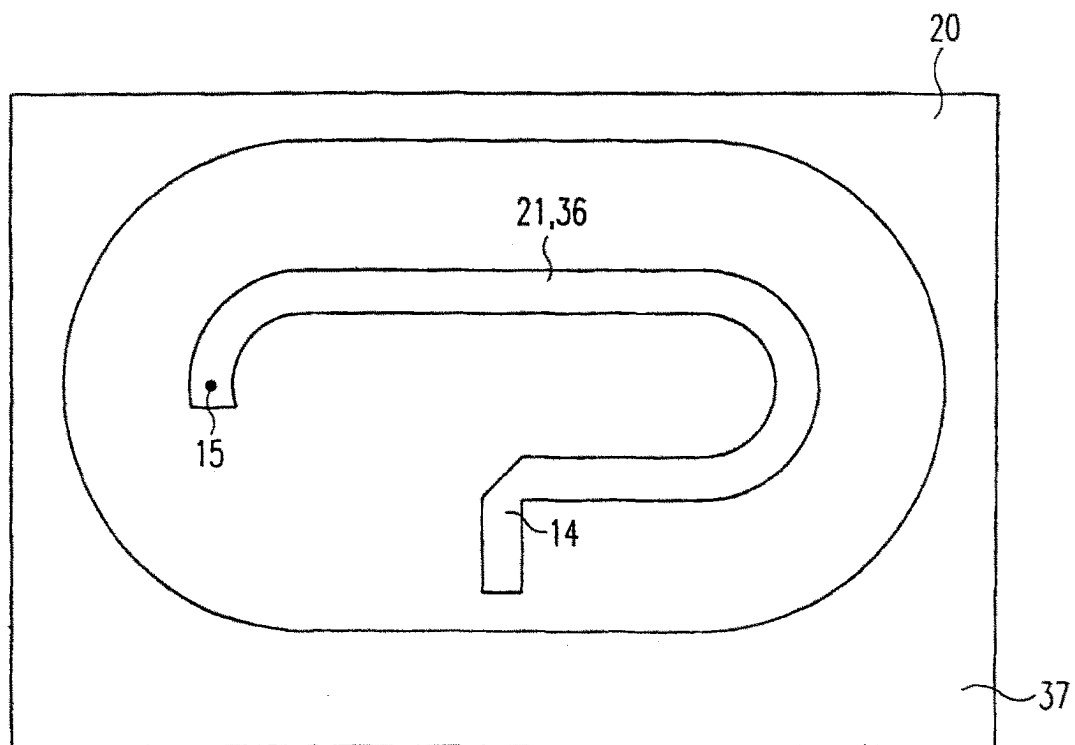


Fig. 6

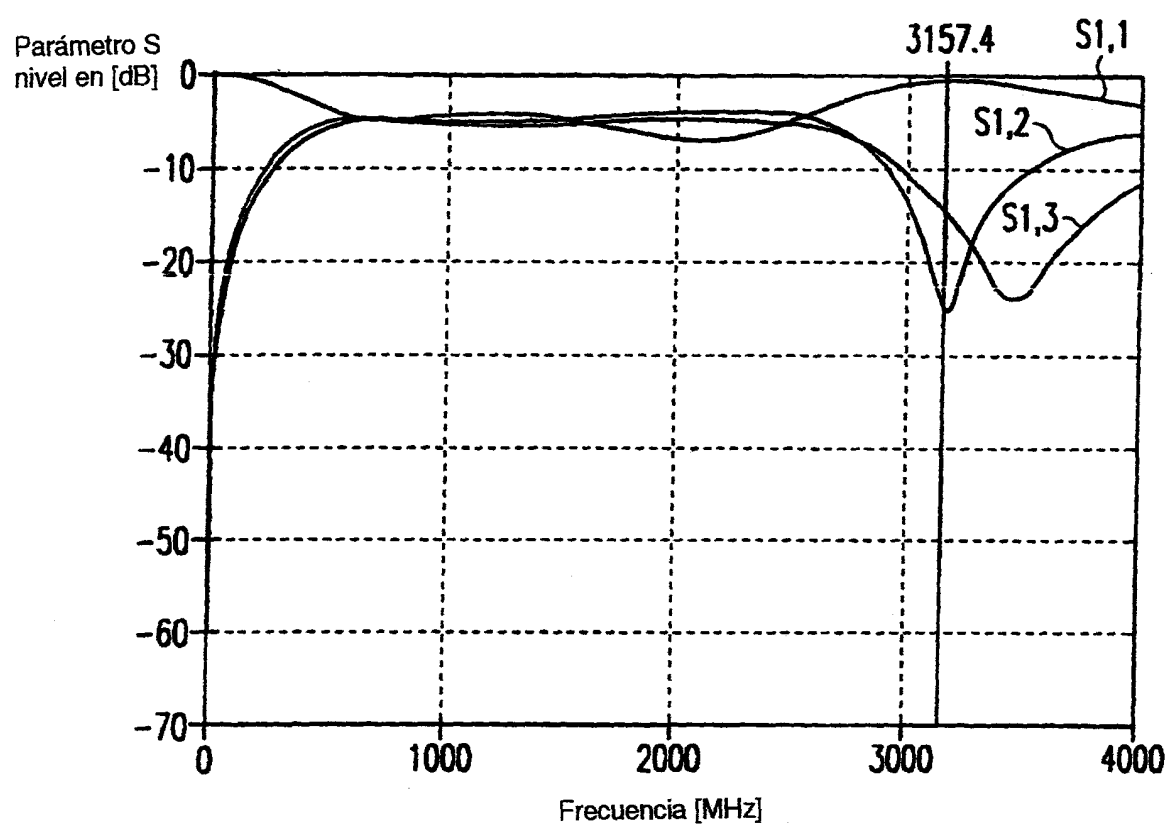


Fig. 7