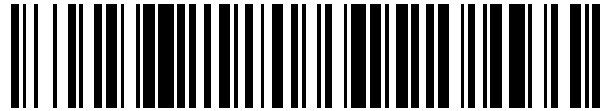


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 417 340**

51 Int. Cl.:

**H01P 1/213** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.04.2012** **E 12164889 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.04.2013** **EP 2515373**

54 Título: **Duplexador frecuencial de masa reducida y poca ocupación de espacio**

30 Prioridad:

**20.04.2011 FR 1153403**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**07.08.2013**

73 Titular/es:

**CENTRE NATIONAL D'ETUDES SPATIALES  
(100.0%)  
2, Place Maurice Quentin  
75001 Paris, FR**

72 Inventor/es:

**PERAGIN, ERIC**

74 Agente/Representante:

**PONTI SALES, Adelaida**

**ES 2 417 340 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**

Duplexador frecuencial de masa reducida y poca ocupación de espacio.

5 **[0001]** La presente invención se refiere a un duplexador frecuencial destinado a separar señales de emisión y de recepción comprendidas en una misma banda de frecuencia, por ejemplo la banda UHF, o comprendidas en dos bandas de frecuencias diferentes, por ejemplo las bandas VHF y UHF, y un procedimiento de fabricación de este duplexador.

**[0002]** Un equipamiento de emisión y de recepción de señales radioeléctricas, por ejemplo un transpondedor de mandos a distancia y de medidas a distancia de una sonda de Marte, puede ser desensibilizada o incluso dañada en caso de presencia de señales de elevado nivel en la antena de recepción.

10 **[0003]** Si la antena de recepción opera mutuamente con una antena de emisión en la misma banda de frecuencia, o en un ancho de banda que cubre a la vez la banda de emisión y la banda de recepción, un dispositivo debe permitir aislar y proteger el receptor.

**[0004]** En el caso de una transmisión que utiliza un acceso por duplexado frecuencial, es clásico recurrir a un duplexador frecuencial.

15 **[0005]** Para un duplexador que está concebido para funcionar en frecuencias de emisión y de recepción bien definidas, las frecuencias deben obviamente ser diferentes y suficientemente alejadas con la finalidad de obtener un rechazo suficiente de la señal de emisión y del ruido traído a la frecuencia de recepción.

**[0006]** Además, para un duplexador la noción de resistencia en potencia del duplexador es un parámetro importante a considerar.

20 **[0007]** En particular, la potencia residual observada en la vía de recepción en la entrada del filtro de recepción a la frecuencia de emisión debe ser compatible con un nivel máximo de potencia admisible por el filtro de recepción, llamado resistencia en potencia de entrada máxima.

25 **[0008]** El nivel máximo de potencia admisible para un filtro cualquiera fabricado con una tecnología predeterminada es igual a la potencia a partir de la cual los parámetros del filtro se modifican de manera temporal o definitiva. Ello puede llevar a la ruptura del filtro que se convierte de manera permanente en un circuito abierto o cerrado.

**[0009]** Es por ello que con respecto a esta exigencia de seguridad de funcionamiento, la tecnología del filtro de recepción es clásicamente idéntica en términos de resistencia de potencia a la del filtro de emisión.

30 **[0010]** La tecnología actual, utilizada para realizar los filtros de los duplexadores de los equipos de comunicación de radiofrecuencia implica así un dispositivo que puede ser pesado y voluminoso. En un equipamiento espacial, esto se puede traducir en tiempos de misión reducidos, en particular en micro- y nano- satélites desprovistos de propulsión.

**[0011]** El problema técnico es disminuir la masa y la ocupación de espacio del duplexador frecuencial.

**[0012]** A tal efecto la invención tiene por objeto un duplexador en frecuencia destinado a ser conectado a una antena que comprende:

una vía de emisión que tiene un primer puerto de entrada;

35 una vía de recepción que tiene un segundo puerto de salida;

una vía de antena que tiene un puerto de entrada y de salida; y

una unión de la vía de emisión, de la vía de recepción, y de la vía de antena, que tiene un primer terminal de entrada, un segundo terminal de entrada, un tercer terminal de entrada, y una zona local efectiva de unión de los terminales de entrada primero, segundo y tercero;

40 estando la vía de emisión delimitada entre el primer puerto de entrada y la zona efectiva de unión que pasa por el primer terminal de entrada, estando configurada para funcionar a una primera frecuencia  $f_1$  de emisión estando adaptada a la primera frecuencia  $f_1$  en una impedancia real característica  $R_0$  y para dejar pasar una primera potencia electromagnética predeterminada a la primera frecuencia  $f_1$ , y comprendiendo conectados en serie desde el primer puerto de entrada un filtro de emisión y un primer elemento de adaptación;

45 estando la vía de recepción delimitada entre la zona efectiva de unión y el segundo puerto de salida pasando por el segundo terminal de entrada, estando configurada para funcionar a una segunda frecuencia  $f_2$  de recepción estando adaptada a la impedancia característica  $R_0$ , y comprendiendo conectados sucesivamente en serie desde la zona efectiva de unión un filtro de recepción y un segundo elemento de adaptación;

estando la vía de antena delimitada entre la zona efectiva de unión y el tercer puerto de entrada y de salida pasando por el tercer terminal de entrada, estando configurada para funcionar a las frecuencias primera y segunda  $f_1$ ,  $f_2$  estando adaptada a la impedancia característica  $R_0$ ; y

5 estando el filtro de emisión configurado para dejar pasar la primera frecuencia  $f_1$  de emisión y rechazar la segunda frecuencia  $f_2$  de recepción;

estando el filtro de recepción configurado para dejar pasar la segunda frecuencia  $f_2$  de recepción y rechazar la primera frecuencia  $f_1$  de emisión a un nivel de rechazo  $rej_1$  con respecto a la segunda frecuencia  $f_2$ ;

**caracterizado por el hecho de que**

10 el filtro de emisión está fabricado con una primera tecnología caracterizada por una primera resistencia de potencia máxima de entrada, y

el filtro de recepción está fabricado con una segunda tecnología caracterizada por una segunda resistencia de potencia máxima de entrada;

15 el rechazo  $rej_1$  del filtro de recepción a la primera frecuencia  $f_1$  se escoge de manera que, cuando el filtro de recepción está adaptado a través del ajuste de la impedancia del segundo elemento de adaptación para presentar una impedancia sensiblemente real y máxima  $R$  a la primera frecuencia  $f_1$  en la zona efectiva de unión, la relación entre la impedancia real máxima  $R$  y la resistencia característica  $R_0$  expresada en dB es superior a la diferencia expresada entre la primera resistencia en potencia máxima y la segunda resistencia en potencia máxima, estando las resistencias primera y segunda en potencia de entrada máxima expresadas en dBm.

20 **[0013]** Según unos modos particulares de realización, el duplexador frecuencial comprende una o varias de las características siguientes, tomadas aisladamente o en combinación:

- la diferencia entre la primera resistencia en potencia de entrada máxima y la segunda resistencia en potencia de entrada máxima es superior o igual a 10 dB, preferentemente a 20 dB;

25 - la primera tecnología del filtro de emisión es una tecnología de filtro comprendida en el conjunto de los filtros con cavidades cerámicas, filtros con cavidades de aire o vacío, filtros con cavidades refrigeradas por un dispositivo de refrigeración consumidor de energía, y la segunda tecnología del filtro de recepción es una de las tecnologías de filtros de entre los filtros SAW, los filtros con ondas de volumen BAW, los filtros LTCC, los filtros de cuarzo;

- el filtro de recepción está configurado para que la pérdida de inserción del filtro de recepción a la segunda frecuencia  $f_2$  sea inferior o igual a 2 dB, siendo el rechazo del filtro de recepción a la primera frecuencia inferior a un valor límite de una configuración del filtro de recepción para la cual la pérdida de inserción es igual a 2 dB;

30 - para un rechazo fijado  $rej_1$  del filtro de recepción a la primera frecuencia  $f_1$ , la impedancia del segundo elemento de adaptación está configurada donde la impedancia de entrada de la vía de recepción en la zona efectiva de unión es sensiblemente real y máxima, y en el cual para una potencia de entrada del filtro de emisión fijada expresada en Vatios corresponde una tensión de salida  $U$  expresada en voltios del filtro de emisión a la primera frecuencia  $f_1$ , una potencia activa de valor igual a la tensión de salida  $U$  del filtro de emisión al cuadrado multiplicada por la relación  
35 lineal entre la parte real  $R_0$  de la impedancia característica y la parte real  $R$  de la impedancia de entrada de la vía de recepción en la zona efectiva de unión a la primera frecuencia  $f_1$ , es la potencia activa recibida a la entrada del filtro de recepción;

40 - la unión es una unión de banda ancha que comprende unas porciones primera, segunda y tercera de una línea coaxial de resistencia característica  $R_0$ , reunidas entre sí en la zona de unión efectiva local y de longitudes predeterminadas, y la segunda porción de línea coaxial está conectada con el segundo elemento de adaptación, y el primer elemento de adaptación y el segundo elemento de adaptación son externos a la unión de banda ancha y están formados respectivamente por un primer tramo y por un segundo tramo de línea coaxial que tiene la resistencia característica  $R_0$ , y una longitud  $L$  de la segunda porción de línea coaxial que forma el segundo elemento de adaptación es una longitud para la cual, estando el rechazo del filtro de recepción a la primera frecuencia  $f_1$  fijado, la impedancia de entrada  $R$  de la vía de recepción en la zona efectiva de unión es real y máxima;

45 - la unión comprende unas porciones primera, segunda y tercera de una línea con cinta o micro-cinta de impedancia característica  $R_0$ , reunidas entre sí en la zona efectiva local de unión y de longitudes predeterminadas, y la segunda porción de línea con cinta está conectada directamente con la entrada del filtro de recepción y constituye el segundo elemento de adaptación, la primera porción de línea con cinta está conectada directamente con la salida del filtro de emisión y constituye el primer elemento de adaptación, y la longitud ( $L_2$ ) de la segunda porción de línea con cinta o micro-cinta que forma el segundo elemento de adaptación es una longitud para la cual, estando el rechazo del filtro de recepción a la primera frecuencia  $f_1$  fijado, la impedancia de entrada  $R$  de la vía de recepción en la zona efectiva de unión es real y máxima; y

- en el cual las frecuencias  $f_1$  y  $f_2$  pertenecen a un mismo rango de frecuencias.

**[0014]** La invención también tiene por objeto un equipamiento de radiocomunicación que comprende

un emisor configurado para emitir una señal electromagnética a una primera frecuencia  $f_1$  y a una potencia de emisión;

5 un receptor configurado para recibir una señal electromagnética a una segunda frecuencia  $f_2$ ;

una antena radioeléctrica configurada para emitir una señal radioeléctrica a la primera frecuencia  $f_1$  y a recibir una señal radioeléctrica a la segunda frecuencia  $f_2$ ;

10 un duplexador definido tal como se ha definido más arriba, cuyo primer puerto de entrada está conectado como salida al emisor, cuyo segundo puerto de salida está conectado como entrada al receptor, y cuyo tercer puerto de entrada y salida está conectado como entrada a la antena; en el cual la potencia electromagnética expresada en dBm y suministrada por el emisor al duplexador está comprendida entre  $Padm_1 - Lem_1 - 5 \text{ dB}$  y  $Padm_1 - Lem_1$  donde

**[0015]**  $Padm_1$  es la resistencia en potencia de entrada, expresada en dBm, del filtro de emisión del duplexador, y  $Lem_1$  es la pérdida de inserción expresada en dB del filtro de emisión del duplexador.

15 **[0016]** La invención también tiene por objeto un procedimiento de fabricación de un duplexador frecuencial, que comprende:

20 una primera etapa de fabricación de un filtro de emisión con una primera tecnología, estando el filtro de emisión configurado para dejar pasar una primera frecuencia  $f_1$  predeterminada, para soportar una primera potencia de entrada máxima a la primera frecuencia  $f_1$  llamada primera resistencia en potencia de la primera tecnología, y ser adaptado a la primera frecuencia  $f_1$  a una impedancia característica real  $R_0$ ,

25 una segunda etapa de fabricación de un filtro de recepción con una segunda tecnología, estando el filtro de recepción configurado para dejar pasar una segunda frecuencia  $f_2$  predeterminada, para soportar una potencia de entrada máxima a la primera frecuencia  $f_1$  llamada segunda resistencia en potencia de la segunda tecnología, siendo la primera resistencia en potencia de la primera tecnología superior a la segunda resistencia en potencia de la segunda tecnología, y siendo la diferencia entre la primera resistencia en potencia de la primera tecnología y la segunda resistencia en potencia de la segunda tecnología superior o igual a 10 dB,

estando el rechazo del filtro de recepción a la primera frecuencia  $f_1$  escogida de manera que

30 cuando el filtro de recepción está conectado a una entrada de una unión de tres entradas que tiene una zona efectiva de unión y está adaptado por un elemento de adaptación a la primera frecuencia  $f_1$ , externo al filtro de recepción y comprendido entre la zona efectiva de unión y la entrada del filtro de recepción, para que la impedancia de entrada  $R$  del filtro de recepción llevada a la zona efectiva de unión sea real y máxima,

la relación entre la impedancia real máxima  $R$  y la resistencia característica  $R_0$  expresada en dB es superior a la diferencia entre la primera resistencia en potencia de entrada máxima y la segunda resistencia en potencia de entrada máxima, estando las resistencias primera y segunda en potencia máxima expresadas en dBm,

35 una tercera etapa de fabricación de una unión de tres entradas que tiene una zona local efectiva de unión, de un primer elemento de adaptación, y de un segundo elemento de adaptación, estando la impedancia del segundo elemento de adaptación a la primera frecuencia  $f_1$  escogida para que, estando el rechazo del filtro de recepción a la primera frecuencia  $f_1$  fijado en la etapa, la impedancia de entrada  $R$  de la vía de recepción a la primera frecuencia  $f_1$  en la zona efectiva de unión es real y máxima, y

40 una cuarta etapa de ensamblado del filtro de emisión, del filtro de recepción, de la unión, del primer elemento de adaptación y del segundo elemento de adaptación.

**[0017]** La invención será mejor comprendida con la lectura de la descripción de varias formas de realización siguientes, ofrecidas a título de ejemplos y hechas haciendo referencia a los dibujos en los cuales:

45 - la figura 1 es una vista de un equipamiento de radiocomunicación que incorpora un duplexador en frecuencia según la invención;

- la figura 2 una vista de un primer modo de realización del duplexador incorporado en el equipamiento de radiocomunicación de la figura 1;

- la figura 3 es una vista del ajuste de la vía de recepción del duplexador que utiliza ábacos de Smith;

50 - la figura 4 es un esquema eléctrico de la vía de emisión cargada por la vía de recepción que pone en evidencia una impedancia de entrada equivalente de la vía de recepción a la frecuencia de emisión;

## ES 2 417 340 T3

- La figura 5 es un esquema eléctrico simplificado del esquema de la figura 4 relativo a las impedancias vistas a la salida del filtro de emisión;

- la figura 6 es una vista panorámica de las resistencias en potencia de entrada de los filtros en función de sus tecnologías;

5 - la figura 7 es una vista de un segundo modo de realización del duplexador en frecuencia incorporado en el transpondedor de la figura 1;

- la figura 8 es un ordinograma de un procedimiento de fabricación de los duplexadores de las figuras 2 y 7.

10 **[0018]** Según la figura 1, un equipamiento de radiocomunicación 2, que forma un conjunto de emisión y de recepción, por ejemplo el de una sonda espacial, comprende una antena radioeléctrica 4 configurada para emitir y para recibir en dos frecuencias diferentes, un emisor 6 configurado para emitir una señal electromagnética a una primera frecuencia  $f_1$  de emisión, un receptor 8 configurado para recibir una señal electromagnética a una segunda frecuencia  $f_2$  de recepción, y un duplexador frecuencial 10 que conecta el emisor 6 y el receptor 8.

**[0019]** La segunda frecuencia  $f_2$  de recepción está alejada de la primera frecuencia  $f_1$  una anchura de distanciamiento de frecuencia designada por  $\Delta f$ .

15 **[0020]** En el caso presente, los equipos están configurados para funcionar en una misma banda frecuencia, por ejemplo la banda de frecuencia UHF (Ultra High Frequency). La primera frecuencia  $f_1$  de emisión y la segunda frecuencia  $f_2$  de recepción pertenecen por lo tanto a la misma banda de frecuencia, aquí la banda UHF.

20 **[0021]** Como variante, los equipos funcionan en una misma banda de frecuencias o en dos bandas de frecuencias diferentes comprendidas en las bandas HF (High Frequency) a partir de 100 KHz, la banda VHF (Very High Frequency), la banda UHF (Ultra High Frequency), la banda L, la banda S, la banda C, la banda X, la banda Ku, y la banda Ka.

**[0022]** La antena radioeléctrica 4 es una antena ancho banda o de banda estrecha configurada para emitir a la primera frecuencia  $f_1$ , respectivamente para recibir a la segunda frecuencia  $f_2$  según un primer diagrama de radiación de emisión, respectivamente un segundo diagrama de radiación de recepción.

25 **[0023]** La antena radioeléctrica 4 comprende un único terminal de entrada 12 conectado con el duplexador 10 mediante un primer cable coaxial 14 que tiene un terminal de conexión 16 al duplexador.

30 **[0024]** El conjunto formado por la antena 4 y el primer cable coaxial 14 está configurado para presentar en el terminal de conexión 16 al duplexador una impedancia de entrada a la primera frecuencia  $f_1$ , una impedancia de salida a la segunda frecuencia  $f_2$  de módulo sensiblemente idéntico e igual a una misma impedancia característica real de valor 50 Ohms.

**[0025]** El emisor 6 está configurado para emitir en un terminal de salida 18 una señal de forma sinusoidal a la primera frecuencia  $f_1$  y de alta potencia a partir de una señal que tiene la misma forma pero de bajo nivel, suministrada a un terminal de entrada 20 del emisor 6.

35 **[0026]** La potencia de entrada es aquí igual a 40 dBm, es decir 10 Watts, siendo 1 dBm por definición una potencia eléctrica de 1 milivatios suministrada a una carga resistiva de 50 ohms.

**[0027]** El emisor 6 comprende de manera clásica una cadena de amplificadores 22 de potencia intermedia conectados en serie, seguida de un amplificador de potencia elevada 24 (llamado en inglés HPA correspondiente a High Power Amplifier), estando el amplificador de potencia elevado 24 conectado a la salida en el terminal de salida 18 del emisor 6.

40 **[0028]** El emisor 6 está adaptado a la salida para presentar en el terminal de salida 18 del emisor una impedancia de salida cuyo valor es igual al valor de la impedancia característica de 50 ohms.

**[0029]** El emisor 6 está conectado al duplexador 10 a través de un segundo cable coaxial 26 de impedancia característica igual a 50 Ohms, conectado mediante un primer extremo 28 en el terminal de salida 18 del emisor 4.

45 **[0030]** El receptor 8 está configurado para recibir en un terminal de entrada 30 de recepción una señal de forma sinusoidal a la segunda frecuencia  $f_2$  y de bajo nivel, y para suministrar en un terminal de salida 32 del receptor una señal de nivel elevado, obtenida por amplificación de la señal de bajo nivel suministrada al terminal de entrada 30 del receptor 8.

50 **[0031]** El receptor 8 comprende de manera clásica, conectados en serie, un amplificador de ruido reducido 34 y de ganancia reducida (LNA de Low Noise Amplifier) seguido de una cadena de amplificadores 36 de ganancia elevada y con factor de ruido superior al factor de ruido del amplificador de ruido reducido 34.

**[0032]** El amplificador de ruido reducido 34 está conectado a la entrada al terminal de entrada 30 del receptor 8.

## ES 2 417 340 T3

- [0033] El receptor 8 está adaptado a la entrada para presentar en el terminal de entrada 30 del receptor una impedancia de entrada de valor igual a aquella de la impedancia característica.
- 5 [0034] El receptor 8 está conectado al duplexador 10 a través de un tercer cable coaxial 38 de impedancia característica 50 Ohms, estando el tercer cable coaxial 38 conectado mediante un primer extremo 40 al terminal de entrada 30 del receptor 8.
- [0035] El duplexador en frecuencia 10 comprende un primer puerto 42 de entrada, un segundo puerto 44 de salida, y un tercer puerto 46 de entrada y salida.
- [0036] El primer puerto 42 de entrada del duplexador 10 está conectado al emisor 6 a través del segundo cable coaxial 26 por un segundo extremo del segundo cable coaxial.
- 10 [0037] El segundo puerto 44 de salida del duplexador 10 está conectado al receptor 8 a través del tercer cable coaxial 38 por un segundo extremo del tercer cable coaxial 38.
- [0038] El tercer puerto 46 de entrada y salida del duplexador 10 está conectado a la antena 4 a través del primer cable coaxial 14 por un segundo extremo del primer cable coaxial 14.
- [0039] El duplexador 10 está adaptado a la entrada al primer puerto 42 de entrada del duplexador 10 para presentar una impedancia de entrada a la primera frecuencia  $f_1$  igual al valor de 50 ohms de la impedancia característica.
- 15 [0040] El duplexador 10 está adaptado a la salida al segundo puerto 44 de salida del duplexador para presentar una impedancia de salida a la segunda frecuencia  $f_2$  igual al valor de 50 ohms de la impedancia característica.
- [0041] El duplexador 10 está adaptado a la entrada y a la salida al tercer puerto 46 de entrada y salida para presentar una impedancia de salida a la primera frecuencia de entrada  $f_1$  y una impedancia de entrada a la segunda frecuencia  $f_2$  iguales al valor de 50 ohms de la impedancia característica.
- 20 [0042] El duplexador 10 está configurado para dejar pasar desde el primer puerto 42 de entrada hasta el tercer puerto 46 de salida una señal a la primera frecuencia  $f_1$ .
- [0043] El duplexador está configurado para dejar pasar desde el tercer puerto 46 de entrada hasta el segundo puerto 44 de salida una señal a la segunda frecuencia  $f_2$ .
- 25 [0044] El duplexador 10 comprende una unión adaptada 50 de tres entradas, un filtro de emisión 52 a la primera frecuencia  $f_1$  de emisión y un filtro de recepción 54 a la segunda frecuencia  $f_2$  de recepción.
- [0045] El filtro de emisión 52 está conectado a la entrada al primer puerto 42 de entrada del duplexador 10 y a la salida a un primer terminal de entrada 56 de la unión adaptada 50 de tres entradas.
- 30 [0046] El filtro de recepción 54 está conectado a la salida al segundo puerto 44 de salida del duplexador y a la entrada a un segundo terminal de entrada 58 de la unión adaptada 50 de tres entradas.
- [0047] Una tercera entrada 60 de la unión adaptada 50 de tres entradas, está conectada al tercer puerto 46 de entrada y salida del duplexador 10.
- [0048] La unión adaptada 50 de tres entradas está configurada para poner en paralelo el filtro de emisión 52 y el filtro de recepción 54 conectando los dos filtros 52, 54 a un terminal común de acceso a la antena 4 que es aquí el tercer puerto 46 de entrada y salida del duplexador 10.
- 35 [0049] El filtro de emisión 52 está fabricado con una primera tecnología, por ejemplo aquí la tecnología de filtros con cavidades cerámicas.
- [0050] El filtro de emisión 52 está configurado para dejar pasar la primera frecuencia  $f_1$  de emisión  $f_1$  y para rechazar a un nivel determinado la segunda frecuencia  $f_2$  de recepción.
- 40 [0051] El filtro de emisión 52 está adaptado a la salida a la primera frecuencia  $f_1$  a la impedancia característica de 50 ohms.
- [0052] El rechazo del filtro de emisión 52 se escoge de tal manera que pueda impedir el envío de energía a la segunda frecuencia  $f_2$  de recepción en la entrada del filtro de recepción 54.
- 45 [0053] El rechazo del filtro de emisión 52 a la segunda frecuencia  $f_2$  es igual a la relación entre la potencia de salida a la salida del filtro de emisión 52 de una primer señal a la segunda frecuencia  $f_2$  y la potencia de salida de un segundo señal a la primera frecuencia  $f_1$ , cuando las potencias de entrada de las señales primera y segunda son iguales.
- [0054] El rechazo del filtro de emisión 52 es también igual a la relación entre el módulo de la impedancia de salida  $Z_{em,out 2}$  del filtro de emisión 52 a la segunda frecuencia  $f_2$  y el módulo de la impedancia de salida  $Z_{em,out 1}$  del

filtro de emisión 52 a la primera frecuencia  $f_1$ , suponiéndose para la impedancia de salida del filtro de emisión 52 a la primera frecuencia  $f_1$  aquí una resistencia de 50 ohms.

5 [0055] Por ejemplo, la configuración del filtro de emisión 52 es la de un filtro cuya función de transferencia presenta tres polos. El filtro de emisión presenta aquí una pérdida de inserción, indicada  $L_1$ , igual a 0,5 dB y un rechazo a la segunda frecuencia  $f_2$  igual a 70 dB.

[0056] El filtro de recepción 54 está fabricado con una segunda tecnología, por ejemplo aquí la tecnología de los filtros SAW con ondas de superficies (SAW para Surface Acoustic Wave).

[0057] El filtro de recepción 54 está configurado para dejar pasar la segunda frecuencia  $f_2$  de recepción y para rechazar a un nivel determinado la primera frecuencia  $f_1$  de emisión.

10 [0058] El filtro de recepción 54 está adaptado a la entrada y a la salida a la segunda frecuencia  $f_2$  en una impedancia característica de 50 ohms.

[0059] El rechazo del filtro de recepción 54 a la primera frecuencia  $f_1$ , designada por  $rej_{f1}$ , se escoge suficientemente elevada para limitar el dimensionamiento de un punto de compresión demasiado elevado del amplificador de ruido reducido 34 colocado en cabeza del receptor 8.

15 [0060] La pérdida de inserción del filtro de recepción 54 se escoge suficientemente reducida para evitar una atenuación del filtro de recepción a la segunda frecuencia  $f_2$  demasiado elevada que aumentaría el factor de ruido del conjunto formado por el receptor 8 y el duplexador 10.

20 [0061] El rechazo del filtro de recepción 54 a la primera frecuencia  $f_1$  es igual a la relación entre la potencia de salida a la salida del filtro de recepción de una tercera señal a la primera frecuencia  $f_1$  y la potencia de salida de una cuarta señal a la segunda frecuencia  $f_2$ , cuando las potencias de entrada de las señales tercera y cuarta son iguales.

[0062] A un rechazo  $rej_{f1}$  determinado del filtro de recepción 54 a la primera frecuencia  $f_1$  le corresponde una impedancia de entrada del filtro de recepción 54 a la primera frecuencia  $f_1$ , designada por  $Z_{rec,in1}$ , inferior a la impedancia de entrada del filtro de recepción a la segunda frecuencia  $f_2$  que es aquí igual a 50 Ohms.

25 [0063] La impedancia de entrada del filtro de recepción a la primera frecuencia  $Z_{rec,in1}$  decrece cuando el nivel de rechazo a la primera frecuencia  $f_1$  aumenta.

[0064] Aquí, se utiliza una configuración de un filtro SAW comercial y la función de transferencia de un tal filtro presenta cinco polos. El filtro de recepción presenta con esta configuración de ejemplo una pérdida de inserción igual a 0,8 dB y un rechazo a la primera frecuencia  $f_1$  igual a 50 dB.

30 [0065] Aquí, la impedancia de entrada del filtro de recepción 54 a la primera frecuencia  $f_1$ ,  $Z_{rec,in1}$  es igual a aproximadamente  $+ 2 \text{ ohms} + j * 25 \text{ ohms}$ , donde  $j$  designa el número complejo que verifica la relación  $j^2 = -1$ .

[0066] De manera general las prestaciones de rechazo de un filtro cualquiera depende de la tecnología del filtro, de la pérdida de inserción y de la separación en frecuencia  $\Delta f$ .

35 [0067] Para una misma tecnología, el rechazo aumenta cuando la pérdida de inserción aumenta o cuando la separación en frecuencia aumenta  $\Delta f$ .

[0068] La unión adaptada 50 de tres entradas está configurada para adaptar mediante un primer elemento de adaptación 61 el filtro de emisión 52 de tal manera que pueda minimizar el nivel de una señal electromagnética enviada desde la antena 4 hacia el filtro de emisión 52 a la segunda frecuencia  $f_2$ .

40 [0069] La unión adaptada 50 de tres entradas está configurada para adaptar mediante un segundo elemento de adaptación 62 el filtro de recepción 54 de tal manera que pueda minimizar el nivel de una señal electromagnética enviada desde el filtro de emisión 52 a la primera frecuencia  $f_1$  al filtro de recepción.

[0070] A la primera tecnología utilizada para la fabricación del filtro de emisión 52, aquí la tecnología de los filtros con cavidades cerámicas hay asociada una primera resistencia de potencia máxima de entrada  $Padm_{1,f1}$ .

45 [0071] A la segunda tecnología utilizada para la fabricación del filtro de recepción, aquí la tecnología de filtros SAW, hay asociada una primera resistencia de potencia máxima de entrada  $Padm_{2,f1}$ .

[0072] La resistencia en potencia máxima de entrada, asociada a la tecnología utilizada para la fabricación de un filtro, es independiente de la pérdida de inserción del filtro y del número de polos de la función de transferencia del filtro, es decir del número de células elementales del filtro.

50 [0073] Se corresponde de hecho a la resistencia en potencia de entrada máxima de una célula elemental y primero la de la primera célula de ataque del filtro.

**[0074]** Para una tecnología de fabricación de filtro determinada, la resistencia en potencia de entrada máxima es la potencia de entrada máxima admisible en términos de umbral de seguridad frente al respeto de la integridad física del filtro.

5 **[0075]** Dicho de otro modo la resistencia en potencia de entrada máxima a una frecuencia predeterminada es la potencia de entrada máxima a una frecuencia predeterminada más allá de la cual el filtro se degrada por la modificación temporal o definitiva de sus parámetros.

**[0076]** En general, la resistencia en potencia de un filtro se especifica por el constructor para una señal en la banda pasante del filtro.

10 **[0077]** Rigurosamente, conviene calificar el filtro mediante unas medidas de la resistencia en potencia fuera de banda del filtro en una banda determinada como interesante y pertinente.

**[0078]** Por ejemplo aquí, en el caso de la tecnología de los filtros SAW utilizada para el filtro de recepción, conviene medir en los filtros de ensayo que sirven para la cualificación, la resistencia en potencia de entrada máxima a la primera frecuencia  $f_1$ ,  $P_{adm2,f1}$ .

15 **[0079]** En la práctica, se supone que la resistencia en potencia de entrada máxima a la primera frecuencia  $f_1$ ,  $P_{adm2,f1}$  es sensiblemente igual a la resistencia en potencia de entrada máxima a la segunda frecuencia  $f_2$ ,  $P_{adm2,f2}$  especificada por el constructor, debiendo la validación de esta hipótesis ser objeto de un programa de evaluación en aplicaciones como las del ámbito espacial.

**[0080]** De manera general, cuanto mayor es la resistencia en potencia máxima de entrada, asociada a una tecnología, mayores son la masa y la ocupación de espacio del filtro fabricado con esta tecnología.

20 **[0081]** Así, siendo la resistencia en potencia de entrada máxima de un filtro SAW claramente inferior a la resistencia en potencia de entrada máxima de un filtro con cavidades cerámicas, la masa y las dimensiones de un filtro SAW son claramente inferiores a aquella de un filtro con cavidades cerámicas.

25 **[0082]** Aquí, al realizarse una tecnología diferente de fabricación para el filtro de emisión y el filtro de recepción, y estando una potencia de salida del filtro de emisión predeterminada en relación con una utilización óptima de la tecnología asociada, el filtro de recepción 54 y la unión adaptada 50 están configurados de manera que:

- el nivel de una señal electromagnética enviada desde el filtro de emisión 52 a la primera frecuencia  $f_1$  al filtro de recepción 54 es mínimo en una zona local efectiva 63 de unión de las vías de emisión, de recepción y de antena, y

- el nivel de la señal mínimo a la primera frecuencia  $f_1$  observada en la zona local efectiva 63 de unión es inferior a la resistencia en potencia de entrada máxima del filtro de recepción 54.

30 **[0083]** Dicho de otro modo, el rechazo  $rej_1$  del filtro de recepción 54 a la primera frecuencia  $f_1$  se escoge de manera que, cuando el filtro de recepción 54 está adaptado a través del ajuste de la impedancia del segundo elemento de adaptación 62 para presentar una impedancia sensiblemente real y máxima  $R$  a la primera frecuencia  $f_1$  en la zona efectiva de unión 63, la relación entre la impedancia real máxima  $R$  y la resistencia característica  $R_0$  expresada en dB es superior a la diferencia entre la primera resistencia en potencia máxima y la segunda resistencia en potencia máxima, estando las resistencias primera y segunda en potencia de entrada máxima expresadas en dBm.

35 **[0084]** Estando la pérdida de inserción del filtro de emisión 52 a la frecuencia  $f_1$  designada por  $L_1$ , la potencia inyectada por el amplificador de potencia elevada designada por  $P_1$ , la potencia de salida del filtro de emisión  $P_{1out}$  a la primera frecuencia es igual a  $P_1 - L_1$ .

**[0085]** Se verifica la relación siguiente:

$$10 \cdot \log(R/R_0) > P_{adm1,f1} - P_{adm2,f2} > (P_1 - L_1) - P_{adm2,f2} \quad \text{relation (1).}$$

40 **[0086]** Aquí, la potencia de entrada del filtro de emisión 52 se maximiza para aprovechar al máximo la tecnología de filtro de emisión utilizada y entonces  $P_1 - L_1$  se toma como igual a  $P_{adm1,f1}$ .

45 **[0087]** En lo que sigue, un primer enlace 64 existente entre el primer puerto de entrada 42 del duplexador y la zona local efectiva de unión 63, un segundo enlace 66 existente en la zona local efectiva de unión 63 y el segundo puerto 44 de salida, un tercer enlace 68 existente entre la zona local efectiva de unión 63 y el tercer puerto 46 de entrada y de salida se denominan respectivamente la vía de emisión, la vía de recepción, y la vía de antena.

**[0088]** Según la figura 2, un primer modo de realización 90 del duplexador 10 de la figura 1 comprende elementos idénticos designados por las mismas referencias.

**[0089]** Se trata de los tres puertos 42, 44, 46 del duplexador, del filtro de emisión 52, y del filtro de recepción 54.



**[0090]** El duplexador 90 comprende:

- una vía de emisión 102, configurada para funcionar en la primera frecuencia  $f_1$  de emisión y comprendiendo conectados en serie el filtro de emisión 52, un primer elemento de adaptación 104 del duplexador 90, y una primera porción 106 de una unión de banda ancha 108 de tres entradas;

5 - una vía de recepción 112, configurada para funcionar en la segunda frecuencia  $f_2$  de recepción, y comprendiendo conectados en serie el filtro de recepción 54, un segundo elemento de adaptación 114 del duplexador 90, y una segunda porción 116 de la unión de banda ancha 108;

- una vía de antena 122, configurada para dejar pasar la primera frecuencia  $f_1$  de emisión y la segunda frecuencia  $f_2$  de recepción, y comprendiendo una tercera porción 124 de la unión de banda ancha 108.

10 **[0091]** La unión de banda ancha 108 de tres terminales de acceso comprende unos terminales de acceso primero, segundo y tercero 126, 128, 130, estando el primer terminal de entrada 126, el segundo terminal 128 de salida respectivamente conectados al primer elemento de adaptación 104, al segundo elemento de adaptación 114, estando el tercer terminal de entrada y salida 130 conectado al tercer puerto 46 de entrada y salida del duplexador 90.

15 **[0092]** Un primer modo de realización de la unión adaptada 50 de la figura 1 es así el conjunto 132, delimitado por el borde rectangular a trazos discontinuos en la figura 2, y que comprende la unión de banda ancha 108 de tres terminales de acceso 126, 128, 130 y los elementos de adaptación primero y segundo 104, 114 del duplexador 90, estando los tres terminales de acceso 126, 128, 130 adaptados cada uno al valor de la impedancia característica de 50 Ohms en los modos de funcionamiento del duplexador frecuencial 90,

20 **[0093]** La unión de banda ancha 108 es por ejemplo una unión en T comercial, adaptada internamente y configurada de manera que:

- un primer enlace de emisión entre el primer terminal de acceso 126 y el tercer terminal de acceso 130 está adaptado a la impedancia característica de 50 Ohms para la primera frecuencia  $f_1$  de emisión cuando una impedancia de apertura de circuito se conecta al segundo terminal de acceso 128, y

25 - un segundo enlace de recepción entre el tercer terminal de acceso 130 y el segundo terminal de acceso 128 está adaptado a la impedancia característica de 50 Ohms para la segunda frecuencia  $f_2$  de recepción cuando una impedancia de apertura de circuito se conecta al primer terminal de acceso 126.

30 **[0094]** Los tres tramos 106, 116, 124 de la unión de banda ancha 110 son unos tramos de cable coaxial de misma impedancia característica 50 Ohms dispuestos en un mismo plano medio que se confunde con el plano de vista de la figura 2. Las tres almas de los tramos 106, 116, 124 están representados con líneas discontinuas y se reúnen en una única pieza según una forma de T en una zona local efectiva 134 de unión. El primer tramo 106 que tiene una primera longitud y el segundo tramo 116 que tiene una segunda longitud están dispuestos colineales y conectados respectivamente al primer terminal de acceso 126 y al segundo terminal de acceso 128. El tercer tramo 124 que tiene una tercera longitud está dispuesto perpendicularmente al primer tramo 106 y al segundo tramo 116. Cada tramo tiene un plano de simetría longitudinal, perpendicular al plano medio de la unión de banda ancha 108 y visto desde el extremo en la figura 2, cortándose los planos longitudinales en un eje visto desde el extremo en la figura 2 a través de un punto P, representativo de la zona efectiva 134 de unión de los tres tramos. Así, la zona efectiva 134 de unión contiene el punto P común al plano medio de la unión de banda ancha 108 en T y al eje de intersección de planos longitudinales de los tramos 106, 116, 124 ortogonales al plano medio.

40 **[0095]** El punto P sirve de punto de referencia eléctrico para los ajustes de adaptación del duplexador 90, y más especialmente para la determinación de la impedancia de entrada equivalente de la vía de recepción 112 a la primera frecuencia  $f_1$ , siendo la impedancia determinada en este punto P representativa de la potencia absorbida a la entrada por el filtro de recepción 54.

45 **[0096]** Efectivamente, la impedancia de entrada equivalente de la vía de recepción 112 a la primera frecuencia  $f_1$  resultante del ajuste del duplexador por el segundo elemento de adaptación es una impedancia con valor real máximo. Así, el valor real de la impedancia vista desde la entrada del filtro de recepción es inferior o igual a la impedancia de entrada equivalente de la vía de recepción 112 determinada en el punto P.

50 **[0097]** Las impedancias de los tramos de cable coaxial 106, 116, 124 están caracterizadas y sus características suministradas por el constructor de la unión de banda ancha 110. Así es posible encontrar el punto P por cálculo y determinar magnitudes eléctricas aplicadas en este punto P tales como la corriente y la tensión, incluso si el punto P no es accesible para hacer ahí medidas.

**[0098]** Para un rechazo fijado del filtro de recepción 54 a la frecuencia de emisión  $f_1$ , hay asociada una longitud L de la línea coaxial que forma el segundo elemento de adaptación 114 para la cual la impedancia eléctrica R presente en el punto efectivo P de la unión es real y máxima. La determinación de la longitud L del cable coaxial que forma el

segundo elemento de adaptación 114 tiene en cuenta el efecto del segundo tramo 116 coaxial de la unión de banda ancha 108 a través de las características de la impedancia del segundo tramo 116 suministradas por el constructor.

5 **[0099]** La potencia de salida utilizada a la salida del filtro de emisión 52 fabricado con la primera tecnología es tal que es superior a la resistencia en potencia de entrada del filtro de recepción 54 e inferior a la resistencia en potencia de entrada del filtro de emisión 52 a la primera frecuencia  $f_1$ .

10 **[0100]** El rechazo del filtro de recepción 54 fabricado con la segunda tecnología para una potencia de salida del filtro de emisión 52 predeterminada es tal que la relación expresada en dB entre la impedancia eléctrica R real en el punto efectivo P de la unión de banda ancha 108 y la impedancia característica  $R_0$  es superior a la diferencia entre la potencia de salida del filtro de emisión 52 a la primera frecuencia  $f_1$  y la resistencia en potencia de entrada máxima del filtro de recepción 54 a la primera frecuencia  $f_1$ , estando la potencia de salida y la resistencia en potencia de entrada máxima expresadas en dBm.

**[0101]** En un caso límite, no utilizado en la práctica, la potencia de entrada del filtro de emisión 52 es igual a la resistencia en potencia máxima del filtro de emisión 52 y la pérdida de inserción del filtro de emisión 52 se supone igual a cero.

15 **[0102]** En este caso límite, el rechazo a la primera frecuencia  $f_1$  de emisión del filtro de recepción 54 fabricado con la segunda tecnología es tal que la relación expresada en dB entre la impedancia eléctrica real R de entrada de la vía de recepción en el punto efectivo de la unión de banda ancha 108 y la resistencia característica  $R_0$  es superior a la diferencia entre la resistencia en potencia de entrada del filtro de emisión 52 a la primera frecuencia  $f_1$  y la resistencia en potencia de entrada del filtro de recepción 54 a la primera frecuencia  $f_1$ .

20 **[0103]** En la práctica, la potencia de entrada inyectada a la entrada del filtro de emisión 52 presenta un margen con respecto a la resistencia en potencia máxima del filtro de emisión 52 y la pérdida de inserción es no nula.

25 **[0104]** Aquí, para el duplexador 90 considerado, la potencia de entrada del filtro de emisión 52 con cavidades cerámicas se toma igual a 39,7 dBm, es decir a un valor inferior a la potencia de entrada máxima de la tecnología del filtro de emisión. Teniendo en cuenta las pérdidas de inserción del filtro de emisión y las pérdidas de conexión no nulas, la potencia de salida del filtro de emisión 52 es entonces igual a 39 dBm. Esta potencia es superior a la resistencia en potencia de entrada de 30 dBm del filtro de recepción 54 fabricado con la tecnología de los filtros SAW.

30 **[0105]** Cuando se ajusta el segundo elemento de adaptación 114, el valor real R de la impedancia de entrada de la vía de recepción 112 maximizada vista en el punto efectivo P de la unión de banda ancha 108 es igual a aproximadamente 1,6 kOhms y la potencia activa calculada en este punto P es igual a 24 dBm, valor que es bien inferior a la resistencia en potencia de entrada de 30 dBm de un filtro SAW.

35 **[0106]** Hay que destacar que en el marco del ajuste completo del duplexador, el primer elemento de adaptación 104 se ajusta en el primer modo de realización a través del ajuste de una longitud de un cable coaxial de manera que la parte real de la impedancia de entrada de la vía de emisión a la segunda frecuencia  $f_2$  vista en el punto efectivo P es máxima. Sin embargo, hay que destacar que este ajuste del primer elemento de adaptación 106 es independiente del ajuste del segundo elemento de adaptación 116 que se refiere al problema de la resistencia en potencia de entrada del filtro de recepción 54.

40 **[0107]** Según la figura 3, el ajuste del segundo elemento de adaptación 114 se representa en un diagrama de Smith a través de la progresión a lo largo de la vía de recepción 112 desde la entrada del filtro de recepción 54 hasta el punto efectivo de unión P de la unión de banda ancha 108.

**[0108]** Hay que destacar que el ajuste del segundo elemento de adaptación 114 puede ser realizado utilizando los ábacos del diagrama de Smith tal como se ilustra en la figura 3 o realizarse mediante un cálculo analítico representativo de las operaciones realizadas en el diagrama de Smith a través de ábacos.

45 **[0109]** Un segmento horizontal 202 representa las impedancias reales delimitadas por un primer extremo 204 a la izquierda de la figura 3 correspondiente a un corto circuito de resistencia nula y un extremo 206 a la derecha en la figura 3 correspondiente a un circuito abierto de resistencia infinita. El segmento horizontal 202 es un diámetro de un gran círculo 207 de rotación de la fase a lo largo de la línea.

50 **[0110]** Aquí, se ilustra un único círculo 208 de iso-resistencia. El círculo 208 está inscrito en el gran círculo 207, es tangente a este gran círculo 207 en el segundo extremo 206 del segmento 202. Los puntos del círculo 208 son los puntos de impedancia z para la cual la resistencia normalizada a la impedancia característica  $R_0$  es igual a 1.

**[0111]** Se representan cuatro curvas correspondientes a unos valores constantes de reactivancias normalizadas x de una impedancia z normalizada al valor de la impedancia característica  $R_0$ .

**[0112]** A una primera curva 210, una segunda curva 212, una tercera curva 214, una cuarta curva 216 se le asocia una reactivancia normalizada igual a +1, +0,5,-1,- 0,5.

**[0113]** Una rotación alrededor del gran círculo en el sentido de la flecha 217 corresponde a una subida hacia la fuente electromagnética y hacia el punto efectivo P de unión.

5 **[0114]** La impedancia a la primera frecuencia  $f_1$ , observada a la entrada del filtro de recepción 54 de tecnología SAW tomada como ejemplo, es aquí igual a  $+2 \text{ ohms} - j * 15 \text{ ohms}$ . Esta impedancia está representada en la figura 3 por un punto designado por A, como intersección del círculo que tiene  $r$  igual a  $2/50$  y de la curva de reactancia que tiene  $x$  igual a  $-0,3$ .

10 **[0115]** Se determina una longitud L del cable coaxial que forma el segundo elemento de adaptación 114 con ayuda de ábacos de Smith de manera que la impedancia vista en el punto efectivo P de unión, representada por la misma letra P en el diagrama de Smith es real y máxima, y resulta de la subida de la línea girando alrededor del centro C del gran círculo en el sentido de la flecha 217 hasta un punto B del diagrama correspondiente al segundo terminal de entrada de la unión de banda ancha 108. La diferencia de las coordenadas entre los puntos B y A corresponde a la impedancia del segundo elemento de adaptación 114 y la diferencia de las coordenadas entre los puntos B y P corresponde a la impedancia de la segunda porción 116 de la unión de banda ancha 108 cuyo valor es suministrada por el constructor de la unión de banda ancha.

15 **[0116]** La impedancia de entrada de la vía de recepción 112 a la primera frecuencia  $f_1$  así optimizada en P es igual a  $1.6 \text{ kOhms}$ , y corresponde al valor de resistencia alcanzable en el segmento de recta 202.

**[0117]** Según la figura 4, la impedancia de entrada de la vía de recepción 112 a la primera frecuencia  $f_1$  llevada a la salida de la vía de emisión 102 en el punto efectivo de unión P es la impedancia real máxima calculada por ajuste del segundo elemento de adaptación 114 a través de la longitud  $L_1$  de línea coaxial.

20 **[0118]** Según la figura 5, de manera equivalente al esquema de la figura 4, la impedancia de carga a la salida del filtro de emisión 52 a la primera frecuencia  $f_1$  está formada por una primera resistencia característica  $R_0$ , representativa de la vía de emisión 102 y de la vía de antena 122 adaptadas a la impedancia característica a la primera frecuencia  $f_1$ , conectada en paralelo a una segunda resistencia R representativa de la impedancia de entrada de la vía de recepción a la primera frecuencia  $f_1$ .

25 **[0119]** La potencia absorbida por la segunda resistencia R es igual al cuadrado de la tensión U suministrada a la salida del filtro de emisión 52 a la primera frecuencia  $f_1$  dividida por la resistencia R.

**[0120]** Si  $P_s$  designa la potencia de salida del filtro de emisión 52 a la frecuencia  $f_1$ , se obtiene la relación:  $P_s = U^2/R_0$ , y la potencia absorbida por la resistencia R, designada por, es igual a  $U^2/R$ , es decir:

30 
$$P_{aR} = P_s * R_0/R.$$

**[0121]** La diferencia entre la potencia de salida del filtro de emisión 51 y la potencia absorbida por la resistencia R es igual a  $10 * \log(R/R_0)$  expresada en dB.

35 **[0122]** La potencia de entrada del filtro de recepción 54 a la primera frecuencia  $f_1$  se toma igual a la potencia absorbida por la segunda resistencia R, lo cual ha sido verificados con medidas precisas.

40 **[0123]** Hay que destacar que las herramientas de simulación de líneas desarrolladas clásicamente están adaptadas a los casos de estudios en los cuales la frecuencia observada es la frecuencia de operación de la línea para la cual los componentes han sido adaptados según impedancias conocidas a esta frecuencia, no determinándose entonces con precisión las impedancias fuera de banda en general. La modelización descrita más arriba ha sido validada experimentalmente y ha permitido de este modo poner en evidencia la posibilidad de utilizar una tecnología del filtro de recepción radicalmente diferente de la tecnología del filtro de emisión, que lleva entonces a una disminución significativa de la masa y del tamaño del duplexador.

45 **[0124]** Aquí, el tamaño del duplexador ha sido disminuido en una relación de 2000:1 con un volumen del filtro de emisión con resonador dieléctrico igual a  $45 \times 65 \times 17 \text{ mm}^3$  y un volumen del filtro SAW de recepción igual a  $5 \times 5 \times 1 \text{ mm}^3$ .

**[0125]** Según la figura 6, se ha representado un panorama 302 de las tecnologías de filtros parcialmente por las zonas de ocupación 304, 306, 308, 310, 311 de tecnologías en términos de potencias de entrada de operación y de resistencias en potencia de entrada máximas.

50 **[0126]** La potencia de entrada de operación de un filtro, designada por  $W_{in}$ , se representa en un eje de abscisas 312 que tiene una escala logarítmica y cuya unidad se expresa en dBm.

- [0127] La resistencia en potencia de entrada máxima de un filtro, designada par  $W_{adm}$ , se representa en un eje de ordenadas 314 que tiene una escala logarítmica y cuya unidad se expresa en dBm.
- 5 [0128] De manera general, una tecnología de filtro es un conjunto conocido de materiales y de procesos de ensamblado de los materiales entre sí que permite realizar filtros y repertoriados bajo una denominación comúnmente admitida por el experto en la materia.
- [0129] De manera específica y en relación con la invención, una tecnología de filtro es un conjunto de al menos una tecnología de filtro en el sentido clásico que se caracteriza por un mismo orden de magnitud de resistencia en potencia de entrada máxima.
- 10 [0130] Una primera tecnología de filtros en el sentido de la invención es el grupo de los filtros con cavidades cerámicas.
- [0131] Una segunda tecnología de filtros en el sentido de la invención es un grupo de las tecnologías que comprende los filtros electro-acústicos con ondas de superficie (en inglés SAW para Surface Acoustic Wave), los filtros electro-acústicos con ondas de volumen (en inglés BAW para Bulky Acoustic Wave)
- [0132] Una tercera tecnología de filtros es el grupo de los filtros con cavidades de aire o vacío.
- 15 [0133] Una cuarta tecnología de filtros es un grupo de filtros con cavidades que requieren un dispositivo auxiliar de refrigeración consumidor de energía.
- [0134] Una quinta tecnología de filtros es el grupo de los filtros de cuarzo.
- [0135] La primera tecnología representada por un primer motivo 320 de sombreado con trazos ocupa la primera zona 304 de forma rectangular. La resistencia en potencia de entrada máxima es igual a aproximadamente 40 dBm, la potencia nominal de entrada de utilización del filtro está comprendida entre 25 dBm y 40 dBm.
- 20 [0136] La segunda tecnología representada por un segundo motivo 324 de sombreado con trazos ocupa la segunda zona 306 de forma rectangular. La resistencia en potencia de entrada máxima es igual a aproximadamente 30 dBm, la potencia nominal de entrada de utilización del filtro está comprendida entre 0 dBm y 30 dBm, incluso inferior a 0 dBm.
- 25 [0137] La tercera tecnología representada por un tercer motivo 328 de sombreado con trazos ocupa la tercera zona 308 de forma rectangular. La resistencia en potencia de entrada máxima es igual a aproximadamente 50 dBm, la potencia nominal de entrada de utilización del filtro está comprendida entre 38 dBm y 50 dBm.
- [0138] La cuarta tecnología representada por un cuarto motivo 332 de sombreado con trazos ocupa la cuarto zona 310 de forma rectangular. La resistencia en potencia de entrada es igual a al menos 60 dBm, y la potencia nominal de entrada de utilización del filtro está comprendida entre 48 dBm y al menos 60 dBm.
- 30 [0139] La quinta tecnología representada por un quinto motivo 333 de sombreado con trazos ocupa la quinta zona 311 de forma rectangular. La resistencia en potencia de entrada es igual a al menos 20 dBm, y la potencia nominal de entrada de utilización del filtro está comprendida entre 8 dBm y al menos 20 dBm.
- [0140] Se pueden introducir otras tecnologías en este panorama como las tecnologías con componentes discretos.
- 35 [0141] Una tecnología con componentes discretos se caracteriza por la tecnología de los componentes discretos que son las inductancias y los condensadores, estando ella misma caracterizada por la resistencia en potencia y la banda de frecuencias de funcionamiento de los componentes discretos.
- [0142] Únicamente las combinaciones de tecnología diferentes que presentan una diferencia de resistencias en potencia máxima de al menos 10 dB son interesantes debido a las ganancias de masa y de espacio sustanciales y a la posibilidad de utilizar una potencia de entrada del filtro de emisión cercana de su resistencia en potencia de entrada.
- 40 [0143] También debe considerarse la cobertura de las diferentes bandas de frecuencias por diferentes tecnologías en la selección de las combinaciones de las tecnologías realizables.
- [0144] Así para la banda HF a partir 100 KHz, pueden utilizarse filtros de cuarzo para el filtro de recepción mientras que un filtro de emisión utiliza un ensamblado discreto de componentes tales como inductancias y condensadores.
- 45 [0145] Para la banda VHF el filtro de emisión utiliza cavidades para las potencias elevadas mientras que el filtro de recepción utiliza tecnologías SAW, BAW, LTCC (en inglés Low Temperature Cofired Ceramic) o con componentes discretos.
- [0146] Para las bandas UHF, L, S, C, X, Ku y Ka, el filtro de emisión 52 utiliza líneas con cinta y cavidades para la potencia mientras que el filtro de recepción utiliza tecnologías SAW, BAW, LTCC y tiene componentes distribuidas.
- 50

**[0147]** Según la figura 7, un segundo modo de realización 400 del duplexador 10 de la figura 1 comprende elementos idénticos designados por las mismas referencias.

**[0148]** Se trata de los tres puertos 42, 44, 46, del filtro de emisión 52 y del filtro de recepción 54.

**[0149]** El duplexador 400 comprende a semejanza del primer modo de realización del duplexador 90 de la figura 2:

5  
- una vía de emisión 402, configurada para funcionar en la primera frecuencia  $f_1$  de emisión y que comprende conectados en serie el filtro de emisión 52 y un primer elemento de adaptación 404 del duplexador 400;

- una vía de recepción 406, configurada para funcionar en la segunda frecuencia  $f_2$  de recepción, y que comprende conectados en serie el filtro de recepción 54 y un segundo elemento de adaptación 408,

10 - una unión 410 de tres terminales de acceso a entradas 412, 414, 416.

**[0150]** A diferencia del duplexador 90 de la figura 2, la unión 410 comprende el primer elemento de adaptación 406 y el segundo elemento 408 y un elemento de unión 418 de la vía antena.

**[0151]** El primer elemento de adaptación 406, el segundo elemento de adaptación 408, y el elemento de unión 418 que forman la vía de antena constituyen la unión 410 que corresponde también a la unión adaptada 50 de la figura 1.

15 **[0152]** El primer elemento de adaptación 406, el segundo elemento de adaptación 408, y el elemento de unión 418 de la vía antena son cada uno porciones de líneas con cinta o con micro-cinta cuyos componentes distribuidos se conocen con precisión.

**[0153]** Las tres porciones de líneas con cinta 406, 408, 416 están conectadas entre sí en una forma de T y su zona de unión efectiva 420 es un cuadrado de anchura igual a la anchura de una porción de línea con cinta. El centro del cuadrado corresponde al punto P de las figuras 2 y 4.

**[0154]** Las porciones de las líneas que forman el primer elemento de adaptación 404, el segundo elemento de adaptación 408, el elemento de unión 410 tienen respectivamente una primera longitud, una segunda longitud, una tercera longitud designadas respectivamente por L1, L2, L3.

25 **[0155]** Para un rechazo determinado del filtro de recepción 54 a la frecuencia de emisión  $f_1$ , la segunda longitud L2 de la porción de línea 408 que forma a la vez el segundo brazo de la T de la unión 410 y el segundo elemento de adaptación se determina de manera que la impedancia de entrada R de la vía de recepción 406 presente en el punto efectivo P de la unión 410 es real y máxima.

**[0156]** La determinación de la longitud L2 se realiza por cálculo directo con ayuda de una ecuación de línea o mediante utilización de ábacos de Smith como los presentados en la figura 4. Hay que destacar que aquí solamente hay un único de tramo de línea entre la entrada del filtro de recepción 54 y el punto P efectivo de unión, y que el punto B intermedia de la figura 4 no existe.

**[0157]** A semejanza de la primera forma de realización del duplexador 90 de la figura 2, la potencia de salida utilizada en la salida del filtro de emisión 52 fabricado con la primera tecnología es tal que es superior a la resistencia en potencia de entrada máxima del filtro de recepción 54 e inferior a la resistencia en potencia de entrada del filtro de emisión 52 a la primera frecuencia  $f_1$ .

**[0158]** El rechazo a la primera frecuencia  $f_1$  del filtro de recepción 54 fabricado con la segunda tecnología y la longitud L2 del segundo elemento de adaptación son tales que la impedancia de entrada R de la vía de recepción 406 en el punto efectivo P de la unión 410 es real y la relación, expresada en dB, de la impedancia de entrada equivalente de la vía de recepción y la resistencia característica R0 es superior o igual a la diferencia entre la resistencia en potencia de entrada del filtro de emisión 52 a la primera frecuencia  $f_1$  y la resistencia en potencia de entrada máxima del filtro de recepción 54 a la primera frecuencia  $f_1$ , estando las resistencias en potencia de entrada expresadas en dBm.

**[0159]** El interés de la segunda forma de realización es su mayor simplicidad, su flexibilidad de ajuste, y el control completo de la concepción de la unión. Además se facilita el acceso a la zona efectiva de unión 420 para medidas eventuales y también se ofrece la posibilidad de realizar duplexadores que funcionan a frecuencias más elevadas en el ámbito de las microondas.

**[0160]** Según la figura 8, un procedimiento de fabricación 502 de un duplexador descrito en las figuras 1, 2 y 7 comprende un conjunto de etapas sucesivas 504, 506, 508, 510, 512.

50 **[0161]** En la primera etapa 504, un filtro de emisión 52 que deja pasar una primera frecuencia  $f_1$  predeterminada está fabricado con una primera tecnología capaz de soportar una primera potencia máxima de entrada a la primera frecuencia  $f_1$ , denominándose la potencia máxima resistencia en potencia de entrada máxima del filtro de emisión 52

a la primera frecuencia  $f_1$  en la primera tecnología o también resistencia en potencia máxima de entrada de la primera tecnología. El filtro de emisión 52 está adaptado a la primera frecuencia  $f_1$  a una impedancia característica real  $R_0$ .

5 **[0162]** En una segunda etapa 506, un filtro de recepción 54 que deja pasar una segunda frecuencia  $f_2$  predeterminada está fabricado con una segunda tecnología capaz de soportar una segunda potencia máxima de entrada a la primera frecuencia  $f_1$ , denominándose la potencia de entrada máxima resistencia en potencia máxima de entrada del filtro de emisión a la primera frecuencia  $f_1$  en la segunda tecnología o también resistencia en potencia de entre de la segunda tecnología.

10 **[0163]** La resistencia en potencia de entrada máxima de la primera tecnología es superior a la resistencia en potencia de la segunda tecnología, y la diferencia entre la resistencia en potencia de entrada máxima de la primera tecnología y la resistencia en potencia de entrada máxima de la segunda tecnología es superior o igual a 10 dB.

15 **[0164]** El rechazo del filtro de recepción 54 a la segunda frecuencia  $f_2$  se escoge de manera que cuando el filtro de recepción 54 está conectado a un puerto de unión de tres puertos que tiene una zona efectiva de unión y está adaptado a la primera frecuencia  $f_1$  para presentar una impedancia real máxima  $R$  en la zona efectiva de unión, la relación entre la impedancia real máxima  $R$  y la resistencia característica  $R_0$  expresada en dB es superior a la diferencia entre la primera resistencia en potencia de entrada máxima y la segunda resistencia en potencia de entrada máxima, estando las resistencias primera y segunda en potencia de entrada máxima expresadas en dBm.

**[0165]** En una tercera etapa 508, se fabrica una unión adaptada de tres terminales de entradas en la cual la unión efectiva de los terminales de entrada primero, segundo, tercero se realiza en una zona efectiva de unión.

20 **[0166]** Una primera línea delimitada entre el primer terminal de entrada y la zona efectiva de unión comprende un primer elemento de adaptación.

**[0167]** Una segunda línea delimitada entre el segundo terminal de entrada y la zona efectiva de unión comprende un segundo elemento de adaptación.

25 **[0168]** La configuración del segundo elemento de adaptación se escoge para presentar una impedancia para la cual, estando el rechazo del filtro de recepción a la primera frecuencia  $f_1$  fijado en la etapa 506, la impedancia de entrada  $R$  de la vía de recepción a la primera frecuencia  $f_1$  en la zona efectiva de unión es real y máxima.

**[0169]** En una cuarta etapa 510 se ensamblan los elementos del duplexador, es decir el filtro de emisión, el filtro de recepción y la unión adaptada.

30 **[0170]** En una quinta etapa 512 se verifican las prestaciones del duplexador con unas medidas. En particular la exigencia de la resistencia en potencia de entrada del filtro de recepción 54 se verifica a través de una medida no destructiva de la impedancia de entrada de la vía de recepción en la zona efectiva de unión, siendo la medida directa cuando la zona efectiva de unión es accesible, y siendo la medida indirecta, cuando se utiliza una unión de banda ancha integrada comercial con elementos de adaptación externos a la unión de banda ancha, a través de una medida al nivel del terminal de acceso de la vía de recepción de la unión de banda ancha.

35

## REIVINDICACIONES

1. Duplexador en frecuencia destinado a ser conectado a una antena (4) que comprende: una vía de emisión (64; 102, 402) que tiene un primer puerto de entrada (42); una vía de recepción (66; 112; 406) que tiene un segundo puerto de salida (44); una vía de antena (68; 122; 418) que tiene un puerto de entrada y de salida (46); y una unión (50; 108; 410) de la vía de emisión (64; 102, 402), de la vía de recepción (66; 112; 406), y de la vía de antena (68; 122; 418), que tiene un primer terminal de entrada (56;126; 412), un segundo terminal de entrada (58; 128; 414), un tercer terminal de entrada (60;130; 416), y una zona local efectiva de unión (63;134; 420) unos terminales de entrada primero, segundo y tercero (56, 58, 60; 126, 128, 130; 412, 414, 416); estando la vía de emisión (66; 112; 406) delimitada entre el primer puerto de entrada (42) y la zona efectiva de unión (63;134; 420) pasando por el primer terminal de entrada (56, 126, 412), estando configurada para funcionar a una primera frecuencia  $f_1$  de emisión estando adaptada a la primera frecuencia  $f_1$  en una impedancia real característica  $R_0$  y para dejar pasar una primera potencia electromagnética predeterminada a la primera frecuencia  $f_1$ , y comprendiendo conectados en serie desde el primer puerto de entrada un filtro de emisión (52) y un primer elemento de adaptación (61;104; 404); la vía de recepción (66; 112; 406) estando delimitada entre la zona efectiva de unión (63;134; 420) y el segundo puerto de salida (44) pasando por el segundo terminal de entrada (58; 128; 414), estando configurada para funcionar a una segunda frecuencia  $f_2$  de recepción estando adaptada a la impedancia característica  $R_0$ , y comprendiendo conectados sucesivamente en serie desde la zona efectiva de unión (63;134; 420) un filtro de recepción (54) y un segundo elemento de adaptación (62;114; 408); estando la vía de antena (68; 122; 418) delimitada entre la zona efectiva de unión (63;134; 420) y el tercer puerto de entrada y de salida (46) pasando por el tercer terminal de entrada (60; 130; 416), estando configurado para funcionar a las frecuencias primera y segunda  $f_1$ ,  $f_2$  estando adaptado a la impedancia característica  $R_0$ ; y estando el filtro de emisión (52) configurado para dejar pasar la primera frecuencia  $f_1$  de emisión y rechazar la segunda frecuencia  $f_2$  de recepción; estando el filtro de recepción (54) configurado para dejar pasar la segunda frecuencia  $f_2$  de recepción y rechazar la primera frecuencia  $f_1$  de emisión a un nivel de rechazo  $rej_1$  con respecto a la segunda frecuencia  $f_2$ ; **caracterizado por el hecho de que el** filtro de emisión (52) está fabricado con una primera tecnología caracterizada por una primera resistencia de potencia máxima de entrada, y el filtro de recepción (54) está fabricado con una segunda tecnología caracterizada por una segunda resistencia de potencia máxima de entrada; el rechazo  $rej_1$  del filtro de recepción (54) a la primera frecuencia  $f_1$  se escoge de manera que, cuando el filtro de recepción (54) está adaptado a través del ajuste de la impedancia del segundo elemento de adaptación (62;114; 408) para presentar una impedancia sensiblemente real y máxima  $R$  a la primera frecuencia  $f_1$  en la zona efectiva de unión (63;134; 420), la relación entre la impedancia real máxima  $R$  y la resistencia característica  $R_0$  expresada en dB es superior a la diferencia expresada entre la primera resistencia en potencia máxima y la segunda resistencia en potencia máxima, estando las resistencias primera y segunda en potencia de entrada máxima expresadas en dBm.
2. Duplexador en frecuencia según la reivindicación 1, **caracterizado por el hecho de que** la diferencia entre la primera resistencia en potencia de entrada máxima y la segunda resistencia en potencia de entrada máxima es superior o igual a 10 dB, preferentemente a 20 dB.
3. Duplexador en frecuencia según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, **caracterizado por el hecho de que** la primera tecnología del filtro de emisión (52) es una tecnología de filtro comprendida en el conjunto de los filtros con cavidades cerámicas, filtros con cavidades de aire o vacío, filtros con cavidades refrigeradas por un dispositivo de refrigeración consumidor de energía, y la segunda tecnología del filtro de recepción es una de las tecnologías de filtros de entre los filtros SAW, los filtros con ondas de volumen BAW, los filtros LTCC, los filtros de cuarzo.
4. Duplexador en frecuencia según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por el hecho de que el** filtro de recepción (54) está configurado para que la pérdida de inserción del filtro de recepción a la segunda frecuencia  $f_2$  es inferior o igual a 2 dB, siendo el rechazo del filtro de recepción a la primera frecuencia inferior a un valor límite de una configuración del filtro de recepción para la cual la pérdida de inserción es igual a 2 dB.
5. Duplexador según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el cual para un rechazo fijado  $rej_1$  del filtro de recepción (54) a la primera frecuencia  $f_1$ , la impedancia del segundo elemento de adaptación (62; 114; 408) está configurado donde la impedancia de entrada de la vía de recepción (66; 112; 406) en la zona efectiva de unión (63; 134; 420) es sensiblemente real y máxima, y en el cual para una potencia de entrada del filtro de emisión (52) fijada expresada en Vatios corresponde una tensión de salida  $U$  expresada en voltios del filtro de emisión (52) a la primera frecuencia, una potencia activa de valor igual a la tensión de salida  $U$  del filtro de emisión (52) al cuadrado multiplicada por la relación lineal entre la parte real  $R_0$  de la impedancia característica y la parte real  $R$  de la impedancia de entrada de la vía de recepción (66; 112; 406) en la zona efectiva de unión (63;134; 420) a la primera frecuencia  $f_1$ , es la potencia activa recibida a la entrada del filtro de recepción (54).
6. Duplexador en frecuencia según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el cual la unión (108) es una unión de banda ancha (108) que comprende unas porciones primera, segunda y tercera (106, 116, 124) de una línea coaxial de resistencia característica  $R_0$ , reunidas entre sí en la zona de unión efectiva local (134) y de longitudes predeterminadas, y la segunda porción (116) de línea coaxial está conectada con el segundo elemento de adaptación (114), y el primer elemento de adaptación (104) y el segundo elemento de adaptación (114) son externos a la unión de banda ancha (108) y están formados respectivamente por un primer tramo y por un segundo tramo de línea coaxial que tiene la resistencia característica  $R_0$ , y una longitud  $L$  de la segunda porción de línea coaxial que

forma el segundo elemento de adaptación (114) es una longitud para la cual, estando el rechazo del filtro de recepción a la primera frecuencia  $f_1$  fijado, la impedancia de entrada  $R$  de la vía de recepción (112) en la zona efectiva de unión (134) es real y máxima.

5 7. Duplexador en frecuencia según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el cual la unión (410) comprende  
 10 porciones primera, segunda y tercera (404, 408, 418) de una línea con cinta o micro-cinta de impedancia característica  $R_0$ , reunidas entre sí en la zona efectiva local de unión (420) y de longitudes predeterminadas, y la segunda porción (408) de línea con cinta está conectada directamente con la entrada del filtro de recepción (54) y constituye el segundo elemento de adaptación, la primera porción (404) de línea con cinta está conectada directamente con la salida del filtro de emisión (52) y constituye el primer elemento de adaptación, y la longitud (L2) de la segunda porción (408) de línea con cinta o micro-cinta que forma el segundo elemento de adaptación es una longitud para la cual, estando el rechazo del filtro de recepción a la primera frecuencia  $f_1$  fijado, la impedancia de entrada  $R$  de la vía de recepción en la zona efectiva de unión es real y máxima.

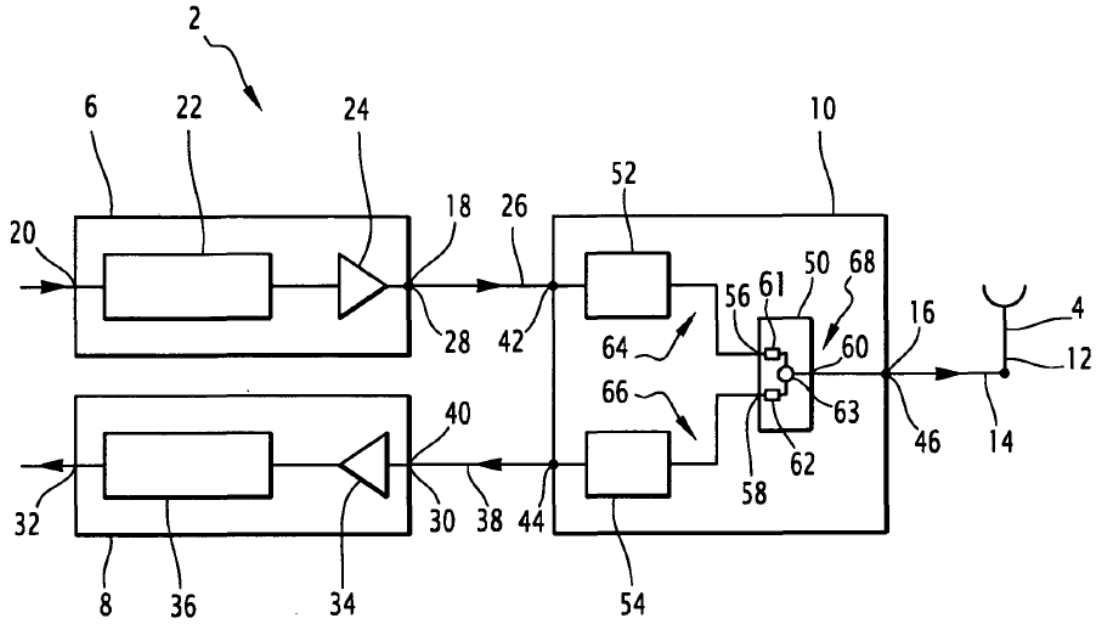
8. Duplexador en frecuencia según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el cual las frecuencias  $f_1$  y  $f_2$  pertenecen a un mismo rango de frecuencias.

15 9. Equipamiento de radiocomunicación que comprende un emisor (6) configurado para emitir una señal electromagnética a una primera frecuencia  $f_1$  y a una potencia de emisión; un receptor (8) configurado para recibir una señal electromagnética a una segunda frecuencia  $f_2$ ; una antena radioeléctrica (4) configurada para emitir una señal radioeléctrica a la primera frecuencia  $f_1$  y recibir una señal radioeléctrica a la segunda frecuencia  $f_2$ ; un duplexador (10) definido según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, cuyo primer puerto de entrada (42) está conectado como salida al emisor (6), cuyo segundo puerto de salida (44) está conectado como entrada al receptor (54), y cuyo tercer puerto de entrada y salida (46) está conectado como entrada a la antena (4); en el cual la potencia electromagnética expresada en dBm y suministrada por el emisor (6) al duplexador (10) está comprendida entre  $\text{P}_{\text{adm}1} - \text{Lem}1 - 5 \text{ dB}$  y  $\text{P}_{\text{adm}1} - \text{Lem}1$  donde  $\text{P}_{\text{adm}1}$  es la resistencia en potencia de entrada, expresada en dBm, del filtro de emisión (52) del duplexador (10), y  $\text{Lem}1$  es la pérdida de inserción expresada en dB del filtro de emisión del duplexador.

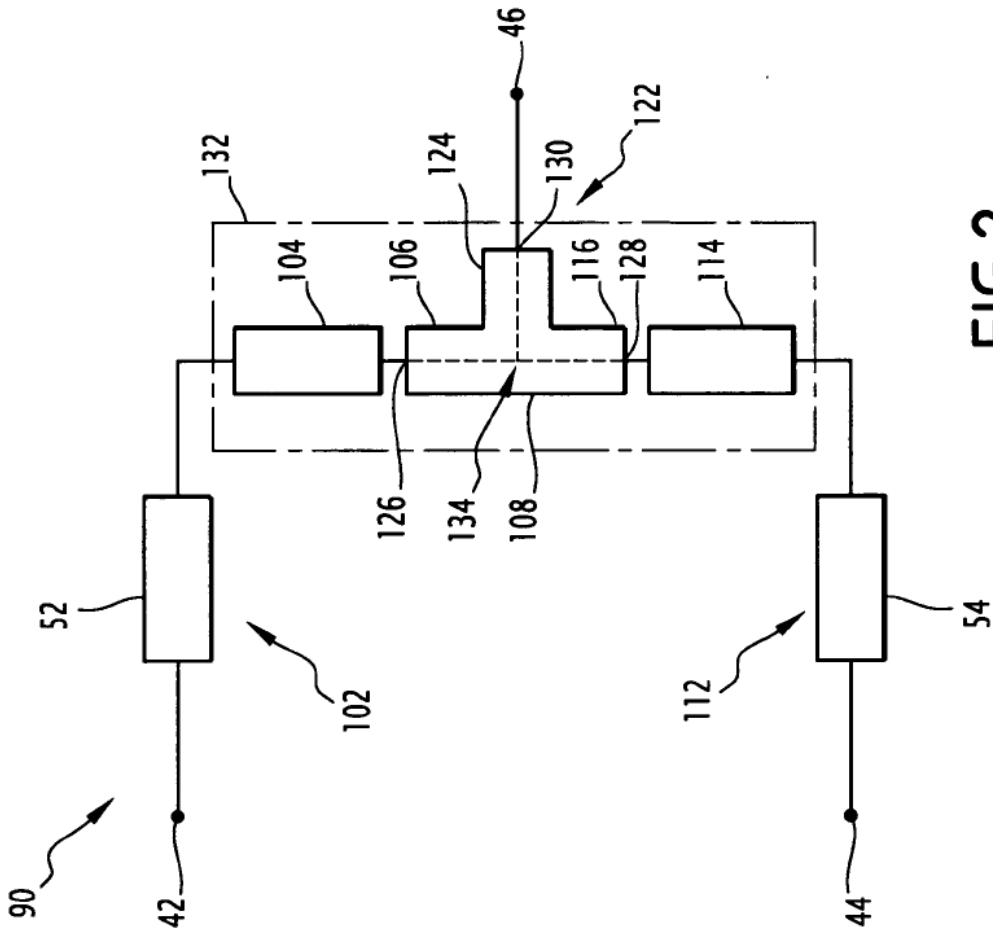
25 10. Procedimiento de fabricación de un duplexador, que comprende: una primera etapa (504) de fabricación de un filtro de emisión con una primera tecnología, estando el filtro de emisión configurado para dejar pasar una primera frecuencia  $f_1$  predeterminada, para soportar una primera potencia de entrada máxima a la primera frecuencia  $f_1$  llamada primera resistencia en potencia de la primera tecnología, y ser adaptado a la primera frecuencia  $f_1$  a una impedancia característica real  $R_0$ , una segunda etapa (506) de fabricación de un filtro de recepción con una segunda tecnología, estando el filtro de recepción configurado para dejar pasar una segunda frecuencia  $f_2$  predeterminada, para soportar una potencia de entrada máxima a la primera frecuencia  $f_1$  llamada segunda resistencia en potencia de la segunda tecnología, siendo la primera resistencia en potencia de la primera tecnología superior a la segunda resistencia en potencia de la segunda tecnología, y siendo la diferencia entre la primera resistencia en potencia de la primera tecnología y la segunda resistencia en potencia de la segunda tecnología superior o igual a 10 dB, estando el rechazo del filtro de recepción a la primera frecuencia  $f_1$  escogido de manera que cuando el filtro de recepción está conectado a una entrada de una unión de tres entradas que tiene una zona efectiva de unión y está adaptado por un elemento de adaptación a la primera frecuencia  $f_1$ , externo al filtro de recepción y comprendido entre la zona efectiva de unión y la entrada del filtro de recepción, para que la impedancia de entrada  $R$  del filtro de recepción llevada a la zona efectiva de unión sea real y máxima, la relación entre la impedancia real máxima  $R$  y la resistencia característica  $R_0$  expresada en dB es superior a la diferencia entre la primera resistencia en potencia de entrada máxima y la segunda resistencia en potencia de entrada máxima, estando las resistencias primera y segunda en potencia máxima expresadas en dBm, una tercera etapa (508) de fabricación de una unión de tres entradas que tiene una zona local efectiva de unión, de un primer elemento de adaptación, y de un segundo elemento de adaptación, estando la impedancia del segundo elemento de adaptación a la primera frecuencia  $f_1$  escogida para que, estando el rechazo del filtro de recepción a la primera frecuencia  $f_1$  fijado en la etapa (506), la impedancia de entrada  $R$  de la vía de recepción a la primera frecuencia  $f_1$  en la zona efectiva de unión es real y máxima, una cuarta etapa (510) de ensamblado del filtro de emisión, del filtro de recepción, de la unión, del primer elemento de adaptación y del segundo elemento de adaptación.

50

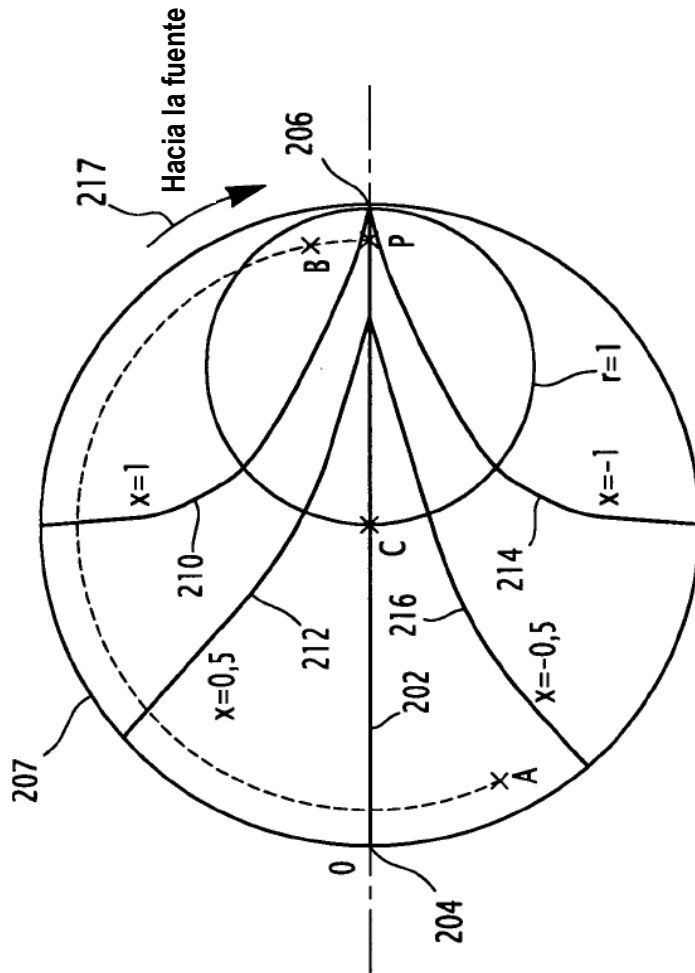




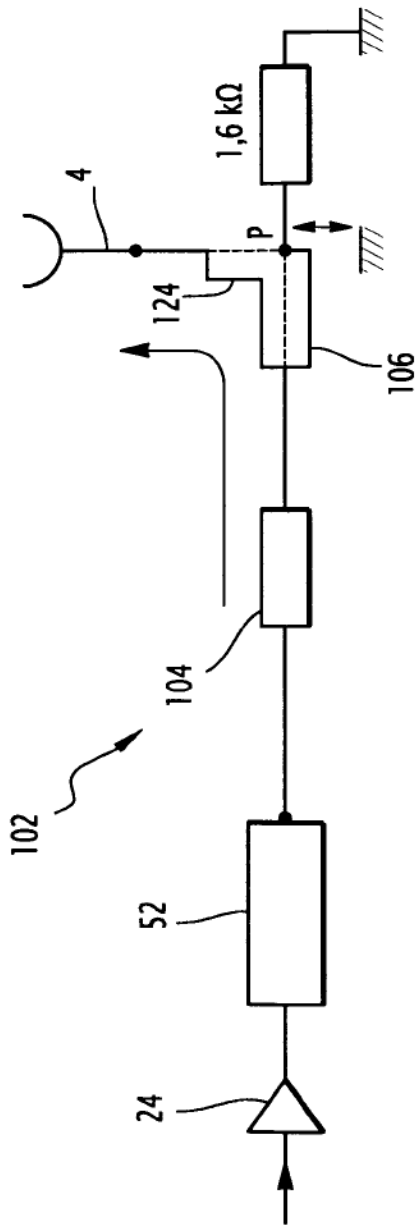
**FIG.1**



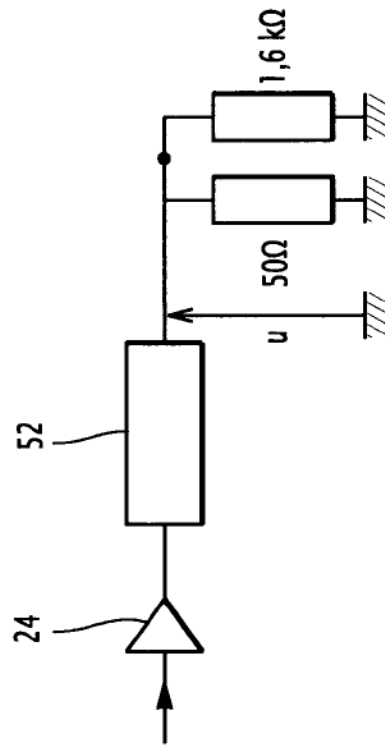
**FIG. 2**



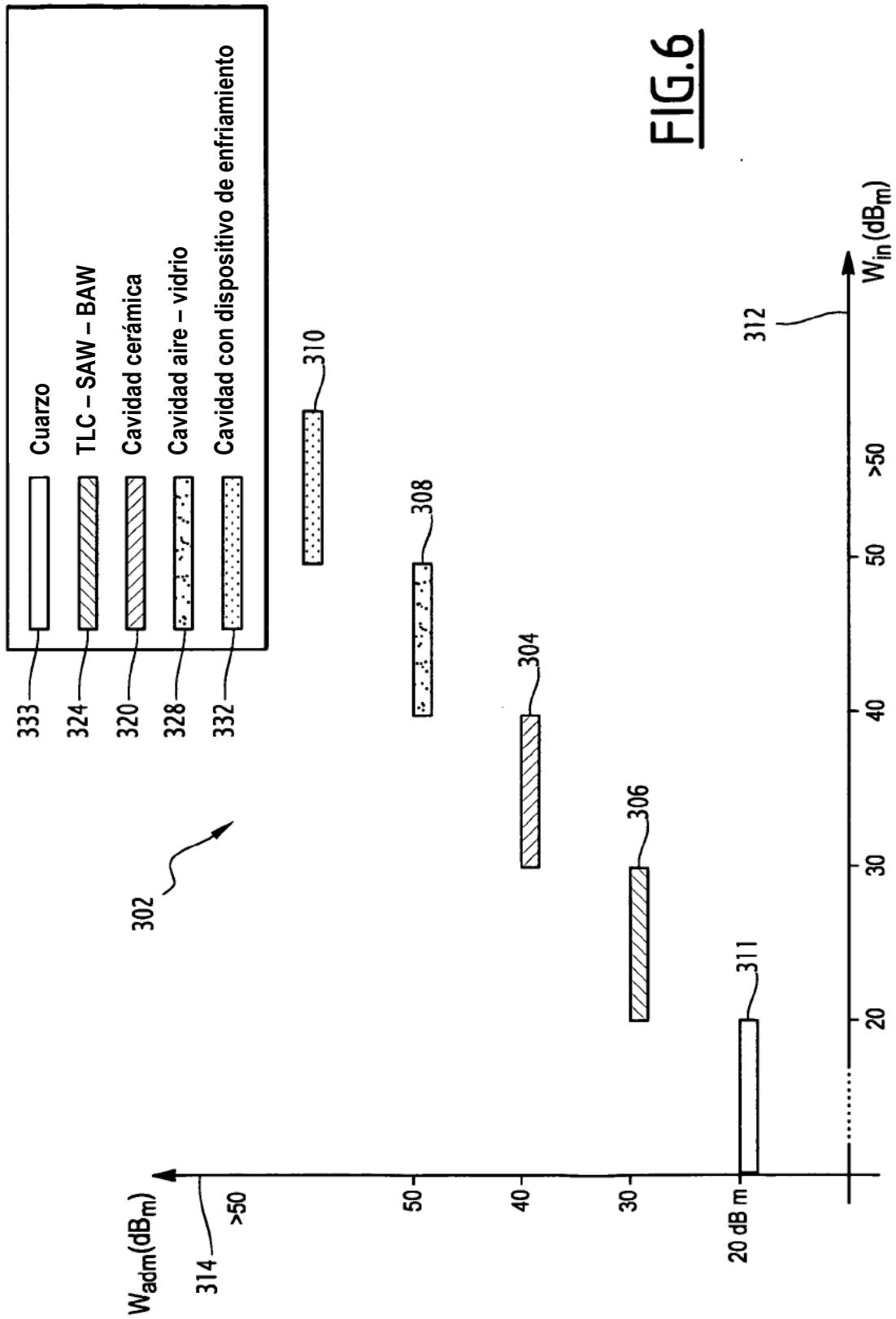
**FIG.3**

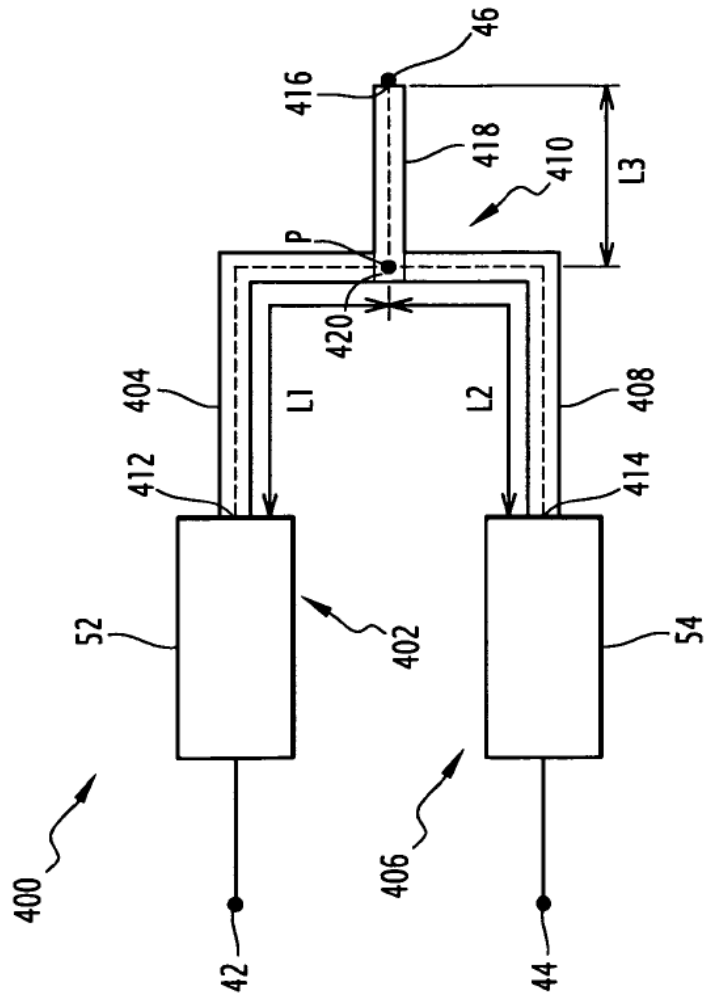


**FIG. 4**




**FIG. 5**





**FIG.7**

502 

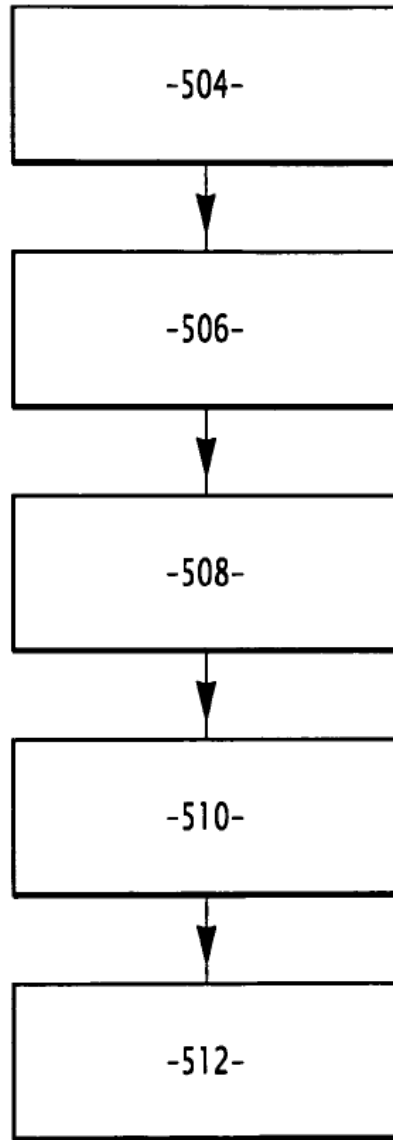


FIG.8