



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 270 381**

51 Int. Cl.:  
**H04B 1/52** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **04742416 .3**

86 Fecha de presentación : **31.03.2004**

87 Número de publicación de la solicitud: **1611694**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **04.01.2006**

54 Título: **Equipo terminal para enlace hertziano bi-direccional.**

30 Prioridad: **08.04.2003 FR 03 04425**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**01.04.2007**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**01.04.2007**

73 Titular/es: **FRANCE TELECOM**  
**6, place d'Alleray**  
**75015 Paris, FR**

72 Inventor/es: **Dutertre, Yvon;**  
**Brunet, François y**  
**Leveque, Alain**

74 Agente: **Lehmann Novo, María Isabel**

**ES 2 270 381 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

Equipo terminal para enlace hertziano bi-direccional.

La invención concierne a equipos terminales de un enlace hertziano bi-direccional.

Este enlace hertziano es principalmente destinado a transmitir según dos direcciones opuestas dos señales de datos numéricos que tienen flujos de algunos kbits/s a varias centenas de Mbit/s sobre una distancia entre los dos equipos comprendida entre algunos kilómetros y una centena de kilómetros. Las bandas de frecuencia útiles para la transmisión de esas señales están comprendidas entre 1 GHz y 100 GHz aproximadamente. Una señal de datos es por ejemplo una señal que soporta canales telefónicos numéricos multiplexados, o una señal numérica para la televisión.

Según la técnica anterior, cada equipo terminal comprende una antena única que funciona en emisión y recepción. La antena está unida a la salida de un emisor a través de un filtro de paso de banda que tiene un primer ancho de banda y un circulador, y a la entrada de un receptor a través del circulador y otro filtro de paso de banda que tiene un segundo ancho de banda. El emisor transpone una primera señal de datos de una frecuencia intermedia a una primera frecuencia portadora de emisión en una primera banda de frecuencia útil predeterminada que corresponde al primer ancho de banda. Una segunda señal de datos con una segunda frecuencia portadora y una segunda banda de frecuencia útil que corresponde al segundo ancho de banda es captada por la antena, y luego es transpuesta a la frecuencia intermedia en el receptor.

A fin de evitar interferencias entre las dos señales de datos, las frecuencias portadoras son diferentes y más particularmente, las primera y segunda bandas de frecuencia respectivamente para las primera y segunda señales de datos son yuxtapuestas y separadas por un intervalo de guarda.

El enlace hertziano bi-direccional es en general simétrico. Las dos señales de datos presentan en general un mismo flujo y el emisor de uno de los equipos terminales está apareado con el receptor del otro equipo terminal, e inversamente.

En otro enlace hertziano bi-direccional conocido por la patente francesa FR 2 744 308, las señales de datos en cada equipo terminal son respectivamente emitidas y recibidas con polarizaciones cruzadas por dos antenas en bandas de frecuencia distintas separadas por una banda de frecuencia virgen. Una frecuencia piloto sirve de frecuencia local común para la transposición de frecuencia en los dos equipos según los dos sentidos de transmisión. La frecuencia piloto es transmitida como frecuencia pura según una dirección descendente a fin de servir de frecuencia portadora de modulación central a la banda de frecuencia según una dirección ascendente.

En todas esas realizaciones conocidas, el espectro de frecuencia ocupada por el enlace hertziano bi-direccional es al menos la suma de dos bandas de frecuencia respectivamente para las dos direcciones de transmisión.

A fin de reducir el ancho de banda de frecuencia útil global para la emisión y la recepción en un equipo terminal de un enlace hertziano bi-direccional, la patente US 5 691 978 propone equipos terminales para el enlace hertziano bi-direccional de emisión y recepción simultáneas, que tienen cada uno un primer

emisor y un primer receptor. El primer emisor emite una primera señal de datos a una primera frecuencia portadora idéntica a aquella a la cual el primer receptor recibe una segunda señal de datos. El equipo terminal comprende una única antena de emisión y de recepción, o una antena de emisión y una antena de recepción.

El documento WO 02/19591 describe un equipo que tiene dos antenas y dos enlaces hertzianos bi-direccionales con dos terminales distantes. La banda de frecuencia de emisión y la banda de frecuencia de recepción utilizadas para el primer enlace son reutilizadas en el segundo: la primera antena emite en una primera banda y recibe una segunda banda; la segunda antena emite también en la primera banda y recibe también en la segunda banda. Esta reutilización de las frecuencias implica interferencia entre las antenas ya que la señal emitida por una terminal distante y destinada a la primera antena es perturbada por la segunda antena.

El objetivo de la invención es proporcionar un equipo terminal para enlace hertziano bi-direccional que transmite cuatro señales de datos sin utilizar a priori cuatro bandas de frecuencia y buscando reducir el ancho de banda útil y el costo del equipo terminal.

Para este fin, un equipo terminal para enlace hertziano bi-direccional de emisión y recepción simultáneas, que tiene un primer emisor que emite una primera señal de datos en una primera banda de frecuencia útil idéntica a aquella en la cual un primer receptor recibe una segunda señal de datos (S2), está caracterizado porque comprende

un segundo receptor que recibe una tercera señal de datos que tiene una segunda banda de frecuencia útil a través de una primera antena (AA1), un primer circulador y un filtro que tiene la segunda banda de frecuencia útil por ancho de banda, y dicho primer emisor que emite dicha primera señal de datos que tiene la primera banda de frecuencia útil a través de un filtro que tiene la primera banda de frecuencia útil por ancho de banda, el primer circulador y la primera antena, y

un segundo emisor que emite una cuarta señal de datos que tiene la segunda banda de frecuencia útil a través de un filtro que tiene la segunda banda de frecuencia útil por ancho de banda, un segundo circulador y una segunda antena, dicho primer receptor recibiendo la segunda señal de datos que tiene la primera banda de frecuencia útil a través de la segunda antena, el segundo circulador y un filtro que tiene la primera banda de frecuencia útil por ancho de banda.

Gracias a la puesta en común de la primera banda de frecuencia útil para las primera y segunda señales de datos y de la segunda banda de frecuencia útil para las tercera y cuarta señales de datos, la banda de frecuencia global útil en el enlace está dividida por dos en comparación con la técnica anterior. Esta economía de banda de frecuencia obtenida por la invención permite transmitir dos veces más señales en una banda de frecuencia útil determinada que la técnica anterior.

Como se verá a continuación de la descripción, la separación de las primera y segunda señales de datos emitidos y recibidos en la primera banda de frecuencia común y la separación de la tercera y cuarta señales de datos emitidas y recibidas en la segunda banda de frecuencia común son realizadas por dos antenas distintas respectivamente para la emisión y la recepción y eventualmente por dos anuladores de señal pre-

vistos a la entrada de los primer y segundo receptores en el equipo terminal.

Otras características y ventajas de la presente invención aparecerán más claramente con la lectura de la descripción que sigue de varias realizaciones preferidas de la invención, a título de ejemplo, en referencia a los dibujos anexos correspondientes en los cuales:

- la figura 1 es un diagrama en bloque esquemático de un enlace hertziano bi-direccional con equipos terminales que comprenden anuladores de señal, según la técnica anterior;

- la figura 2 es un diagrama que muestra que la señal de datos emitida y la señal de datos recibida en un equipo terminal según la figura 1 tienen bandas de frecuencia idénticas;

- las figuras 3 y 4 son diagramas en bloque esquemáticos de un emisor y de un receptor en un equipo terminal, respectivamente;

- la figura 5 es un diagrama en bloque esquemático de un anulador de señal interconectado entre un emisor y un receptor en un equipo terminal según la figura 1;

- la figura 6 es un diagrama en bloque esquemático de un enlace hertziano bi-direccional en el cual cada equipo terminal según la invención emite dos señales de bandas de frecuencia diferentes y recibe otras dos señales en esas dos bandas de frecuencia;

- la figura 7 es una vista vertical esquemática de un pilón que soporta una antena de emisión y una antena de recepción en un plano vertical en un equipo terminal según la invención; y

- la figura 8 es un diagrama de dos bandas de frecuencia diferentes para cada equipo terminal según la invención.

Un enlace hertziano bi-direccional de emisión y recepción simultáneas del tipo descrito en la patente US 5 691 978 es mostrado en la figura 1 y comprende en los extremos del mismo equipos terminales TA y TB.

Cada equipo terminal TA, TB comprende esencialmente un emisor EA1, EB1, un receptor RA1, RB1, un circulador de tres puertos CA1, CB1, una antena de emisión - recepción AA1, AB1, y un anulador de señal ASA, ASB.

Como es mostrado en la figura 3, una terminal EA1, EB1, comprende por ejemplo un modulador diferencial de cuatro estados de fase MD para modular una señal de datos  $S_e$  a emitir. En el emisor EA1, EA2, la señal es modulada alrededor de una frecuencia intermedia  $f_{le}$ , y luego es amplificada en un amplificador AM y transpuesta alrededor de una frecuencia de emisión  $f_l$  en un mezclador ME al cual es aplicada una señal local de frecuencia  $f_{le}$  de un circuito con oscilador local OSE. La señal de datos alrededor de la portadora  $f_l$  es eventualmente amplificada en un amplificador de salida AS y filtrada en un filtro de paso de banda FE antes de ser aplicado a un puerto de entrada del circulador CA1, CB1 para ser emitida por la antena AA1, AB1.

Como es mostrado en la figura 2, la señal emitida S1 por el emisor EA1, EB1, ocupa una banda de frecuencia útil BF1 centrado en la frecuencia portadora de emisión  $f_l$ . Por ejemplo, la frecuencia de emisión  $f_l$  es igual a 23 GHz, y el ancho de banda de frecuencia útil BF1 es de 28 MHz, o sea una banda de frecuencia útil comprendida entre 22,986 GHz y 23,014 GHz, para una señal de datos de 155 Mbits/s modula-

da en amplitud y en fase según una modulación MAQ a 128 estados.

El receptor RA1, RB1, comprende por ejemplo, con referencia a la figura 4, un mezclador MR para transponer en frecuencia una señal de datos S2 a una frecuencia portadora  $f_l$  que es recibida por la antena AA1, AB1 y aplicada por un puerto de salida del circulador CA1, CB1 a través del anulador de señal ASA, ASB y eventualmente a través de un filtro de paso de banda de recepción FR y llegado el caso un amplificador de poco ruido. El mezclador MR transpone la frecuencia de recepción  $f_l$  en una frecuencia intermedia  $f_{lr} = f_l \pm f_{lr}$  donde  $f_{lr}$  designa una frecuencia local de una señal producida por un circuito con oscilador local OSR. Luego la señal de frecuencia intermedia  $f_{lr}$  es tratada por un amplificador de mando automático de ganancia ACG, un filtro de paso bajo o de paso de banda FPB y un igualador EG con un corrector de error antes de ser remodulada, o después, por ejemplo según una demodulación en cuatro estados de fase, en un demodulador DE en una señal numérica en banda de base  $S_r$ .

Como es mostrado igualmente en la figura 2, la señal recibida S2 por la antena AA1, AB1 aplicada al receptor RA1 a través de l anulador de señal ASA, ASB presenta un espectro igualmente comprendido en la banda de frecuencia BF1 alrededor de la frecuencia portadora  $f_l$ , como para la señal emitida S1.

Un anulador de señal, tal como el anulador de señal ASA en el equipo terminal TA, elimina una parte K1S1 de la señal emitida S1 reinyectada hacia el receptor RA1 en el equipo terminal TA y mezclada con la señal recibida S2 por el circulador CA1.

De una manera conocida, el anulador de señal ASA puede comprender un filtro transversal numérico adaptativo FTA y un sustractor SUA, como es mostrado en la figura 5. El filtro transversal FTA efectúa un producto de convolución entre la señal de datos emitidos S1 tomados a la salida del emisor EA1 y coeficientes del filtro transversal FTA representativos de una respuesta impulsiva del camino de acoplamiento de emisión - recepción a través del circulador CA1 reinyectando la parte de la señal emitida K1S1. El filtro transversal FTA estima una parte de la señal emitida sintetizada K2S2 que es aplicada en oposición de fase a la parte de la señal emitida inyectada K1S1 en el sustractor SUA interconectado entre el puerto de salida del circulador CA1 y la entrada del receptor RA1.

Los coeficientes K1 y K2 son complejos, es decir el coeficiente K2 es estimado en amplitud y en fase en el filtro transversal FTA. El coeficiente K2 es auto-adaptativo, es decir puede variar con el curso del tiempo, a fin de que la suma K1S1 - K2S1 converja en permanencia hacia cero.

El anulador de señal ASA puede ser enteramente analógico, o enteramente numérico, o puede aliar una parte analógica para anular en parte la señal K1S1 y una parte numérica para estimar grotescamente los coeficientes del filtro transversal FTA o una parte numérica para estimar más precisamente los coeficientes a fin de afinar la corrección de manera de eliminar la parte de la señal emitida inyectada K1S1 y combinada a la señal recibida S2. De esta forma la salida del sustractor SUA expide una señal recibida S2 expedida por parte de la señal emitida K1S1. Para estimar el coeficiente K2 a la salida del filtro transversal FTA, la emisión de la señal recibida S2 en el equipo terminal

TB puede estar cortada brevemente y periódicamente a fin de que la parte de la señal K1S1 sea sola aplicada a la entrada positiva del sustractor SUA y una señal de error producida por el sustractor SUA y aplicada al filtro transversal FTA sea minimizada para converger hacia cero.

Con referencia ahora a la figura 6, cada equipo terminal TAa, TBa comprende un primer emisor EA1, EB1 y un primer receptor RA1, RB1 para emitir una primera señal S1, S2 y recibir una segunda señal S1, S2, esas dos señales teniendo una banda de frecuencia común BF1, como en la segunda realización mostrada en la figura 6 en combinación con la figura 2. El equipo terminal TAa, TBa comprende además un segundo emisor EA2, EB2 y un segundo receptor RA2, RB2 aunque el enlace hertziano bi-direccional entre los equipos terminales TAa y TBa es doble. Este doble enlace hertziano bi-direccional está así compuesto:

por un primer enlace hertziano bi-direccional de emisión y recepción simultáneas en el cual la primera señal de datos modulada S1 que tiene la primera banda de frecuencia BF1 y la frecuencia portadora f1 es emitida desde el emisor EA1 hacia el receptor RB1 a través de las antenas directivas AA1 y AB2 y una tercera señal de datos modulada S3 que tiene una segunda banda de frecuencia BF2 es emitida desde el emisor EB2 y recibida por el receptor RA2 a través de las antenas AB2 y AA1, y

por un segundo enlace hertziano bi-direccional de emisión y recepción simultáneas en el cual el emisor EA2 emite una cuarta señal de datos modulada S4 que tiene la segunda banda de frecuencia BF2 y la frecuencia portadora f2 a través de la antena directiva AA2 y es recibida por el receptor RB2 a través de la antena directiva AB1, y la segunda señal de datos modulada S2 que tiene la primera banda de frecuencia BF1 es emitida por el emisor EB1 a través de la antena AB1 y recibida por el receptor RA1 a través de la antena AA2.

Como es mostrado en la figura 8, las dos bandas de frecuencia útiles BF1 y BF2 son yuxtapuestas con un intervalo de guarda del orden de 10 MHz a 1000 MHz y son utilizadas cada una a la vez para emitir y recibir dos señales S1 y S2, S3 y S4, en cada equipo terminal TAa, TBa, pero a través de dos antenas distintas AA1 y AA2, AB1 y AB2.

Como es mostrado en la figura 7, las antenas AA1 y AA2 en cada equipo terminal TAa, TBa están dispuesta en un plano perpendicular a las direcciones de repropagación paralelas a dos señales emitidas y dos señales recibidas.

Las antenas AA1 y AA2, AB1 y AB2 pueden ser superpuestas en un plano a lo largo de una vertical al punto culminante de un pilón de telecomunicaciones PY. En una variante, las antenas AA1 y AA2, AB1 y AB2 en el punto culminante del pilón están yuxtapuestas horizontalmente a la misma altura con relación al suelo.

A fin de que una parte, tal como K1S1, de la señal emitida S1, S4 no perturbe el tratamiento de la señal recibida S2, S3 en el receptor de cada equipo terminal, tal como el equipo terminal TAa, y a fin de que las antenas sean relativamente desacopladas, la distancia d entre las antenas AA1 y AA2 es tanto más reducida si la frecuencia respectiva f1, f2 de esas señales es elevada. Para una frecuencia f1, f2 superior al gigahertz,

la distancia d es de algunas decenas de centímetros. Típicamente, para un diámetro de antena de 15 cm, la distancia d es de 60 cm aproximadamente, o sea del orden de algunas longitudes de onda a algunas decenas de longitudes de onda. Para frecuencias inferiores al gigahertz la distancia d es de más de un metro. En todos los casos, se velará porque la señal perturbadora irradiada lateralmente por la primera antena AA1 y captada por la segunda antena AA2 sea tal que la relación señal útil sobre señal perturbadora sea suficiente en función de la modulación de la transmisión y de la calidad de la transmisión requeridas.

Llegado el caso cuando las antenas AA1 y AA2, AB1 y AB2 están cerca y/o son poco directivas, cada equipo terminal TAa, TBa comprende de preferencia un anulador de señal ASA1 y ASA2, ASB1 y ASB2 como es mostrado en trazos de puntos en la figura 6. El anulador de señal ASA1, ASB1 es análogo a aquel descrito con referencia a la figura 5 y anula una parte de la señal S1, S2 emitida por la antena AA1, AB1, captada por la antena AA2, AB2, y el anulador de señal ASA2, ASB2 es análogo a aquel descrito con referencia a la figura 5 y anula una parte de la señal S4, S3 emitida por la antena AA1, AB1, captada por la antena AA2, AB2.

De esta forma en cada equipo terminal TAa, TBa, se encuentran dos arreglos entre el emisor y el receptor y la antena análogos al arreglo entre el emisor, el receptor y la antena en un equipo terminal según la primera realización mostrada en la figura 1, pero con filtros de paso de banda. Por ejemplo, en cada uno de los arreglos del equipo terminal TAa relativos a los dos enlaces hertzianos bi-direccionales S1-S3 y S4-S2, el emisor EA1, EA2 emite la señal de datos modulada S1, S4 a través de un filtro de paso de banda FA1, FA4, un circulador con tres puertos CA1, CA2 y la antena directiva AA1, AA2, y el receptor RA2, RA1 recibe la señal de datos S3, S2 desde la antena directiva AA1, AA2 a través del circulador CA1, CA2 y un filtro de paso de banda FA3, FA2. Los filtros de paso de banda FA1 y FA2 así como los filtros de paso de banda FB1 y FB2 a la entrada del receptor RB1 y a la salida del emisor EB1 en el equipo terminal TBa tienen anchos de bandas idénticas a la primera banda de frecuencia BF1 de las primera y segunda señales de datos S1 y S2. Los filtros de paso de banda FA3 y FA4 así como los filtros de paso de banda FB3 y FB4 a la salida del emisor EB2 y a la entrada del receptor RB4 en el equipo terminal TBa tienen anchos de bandas idénticos a la segunda banda de frecuencia útil BF2 de las tercera y cuarta señales de datos S3 y S4. En cada uno de los dos arreglos de emisor-receptor en el equipo terminal TAa, los dos filtros de paso de banda FA1 y FA3, FA4 y FA2 y el circulador CA1, CA2 constituyen un duplexor.

De esta forma el emisor EA1, EA2, el receptor RA2, RA1 y el duplexor FA1-CA1-FA3, FA4-CA2-FA2 con la antena AA1, AA2 constituyen en conjunto un equipo terminal clásico del comercio, lo que reduce considerablemente el costo del enlace hertziano bi-direccional según la figura 8, aunque el mismo presenta un espectro reducido a dos bandas de frecuencia BF1 y BF2 para transmitir cuatro señales de datos S1, S2, S3 y S4, en lugar de cuatro bandas de frecuencia según la técnica anterior.

**REIVINDICACIONES**

1. Equipo terminal (TAa) para enlace hertziano bi-direccional de emisión y recepción simultáneas, que tiene un primer emisor (EA1) adaptado para emitir una primera señal de datos (S1) en una primera banda de frecuencia útil (BF1) idéntica a aquella en la cual un primer receptor (RA1) recibe una segunda señal de datos (S2), **caracterizado** porque comprende

un segundo receptor (RA2) adaptado para recibir una tercera señal de datos (S3) que tiene una segunda banda de frecuencia útil (BF2) a través de una primera antena (AA1), un primer circulador (CA1) y un filtro (FA3) que tiene la segunda banda de frecuencia útil (BF2) por ancho de banda, y dicho primer emisor (EA1) adaptado para emitir dicha primera señal de da-

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

tos (S1) que tiene la primera banda de frecuencia útil (BF1) a través de un filtro (FA1) que tiene la primera banda de frecuencia útil (BF1) por ancho de banda, el primer circulador y la primera antena, y

un segundo emisor (EA2) adaptado para emitir una cuarta señal de datos (S4) que tiene la segunda banda de frecuencia útil (BF2) a través de un filtro (FA4) que tiene la segunda banda de frecuencia útil (BF2) por ancho de banda, un segundo circulador (CA2) y una segunda antena (AA2), dicho primer receptor (RA1) adaptado para recibir la segunda señal de datos (S2) que tiene la primera banda de frecuencia útil (BF1) a través de la segunda antena, el segundo circulador y un filtro (FA2) que tiene la primera banda de frecuencia útil (BF1) por ancho de banda.

FIG. 1  
(TECNICA ANTERIOR)

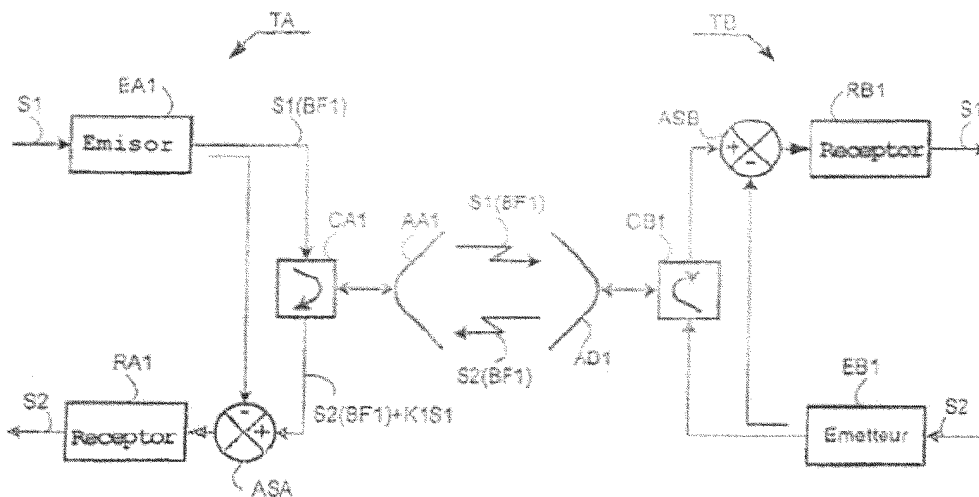


FIG. 2

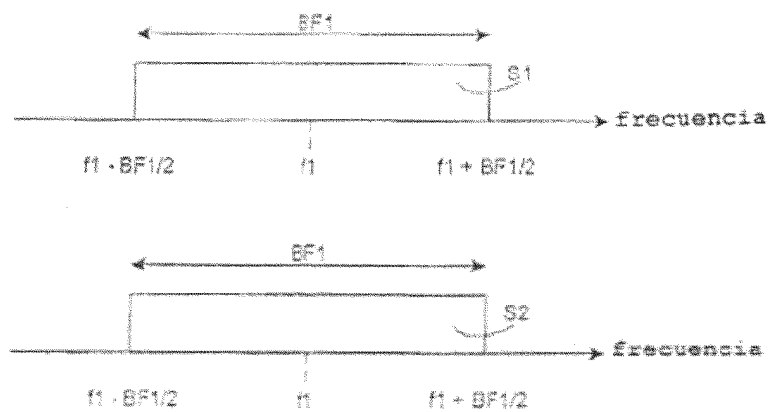


FIG. 3

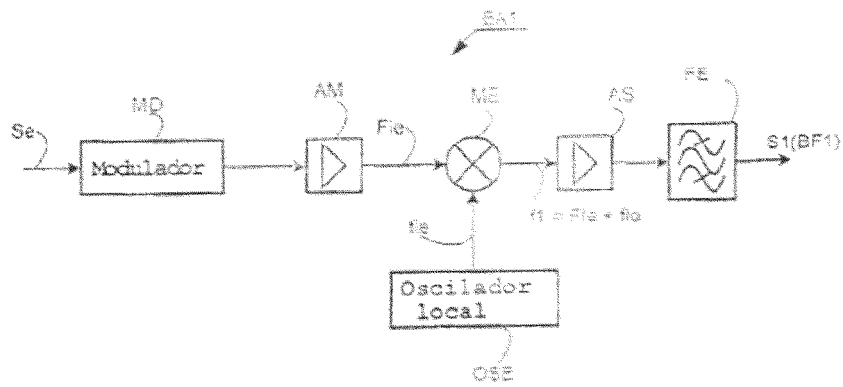


FIG. 4

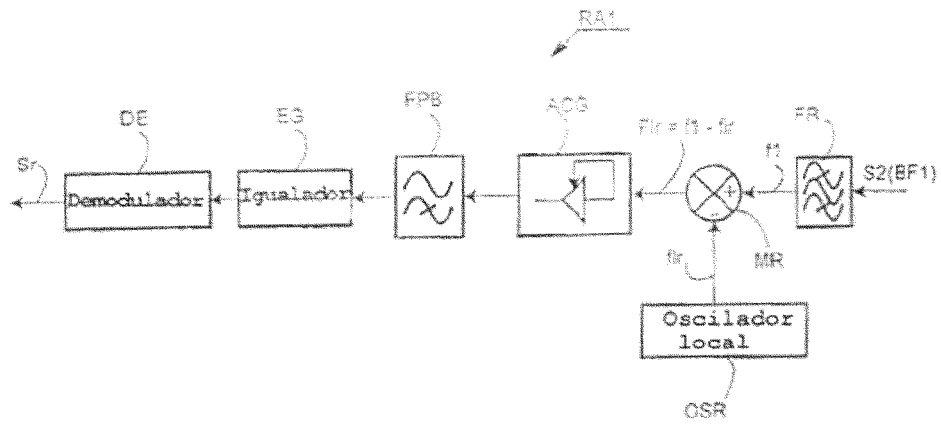


FIG. 5

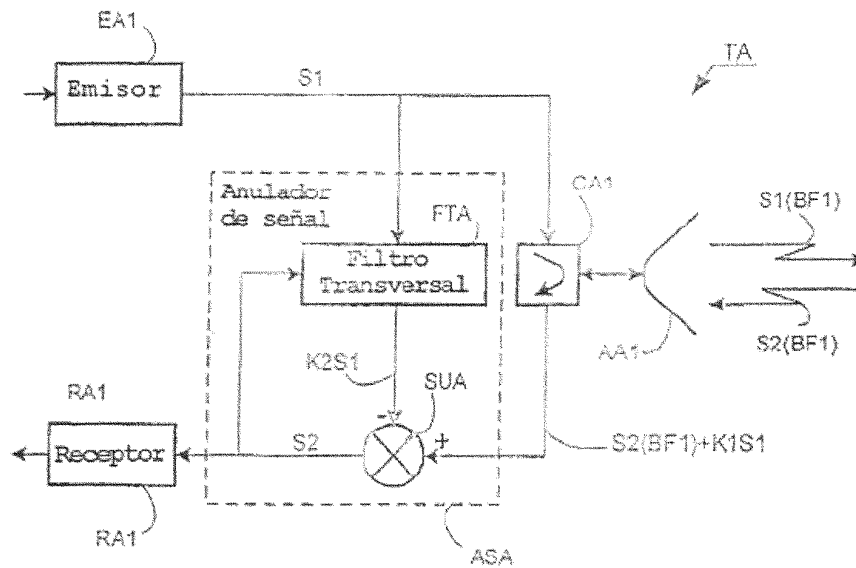


FIG. 6

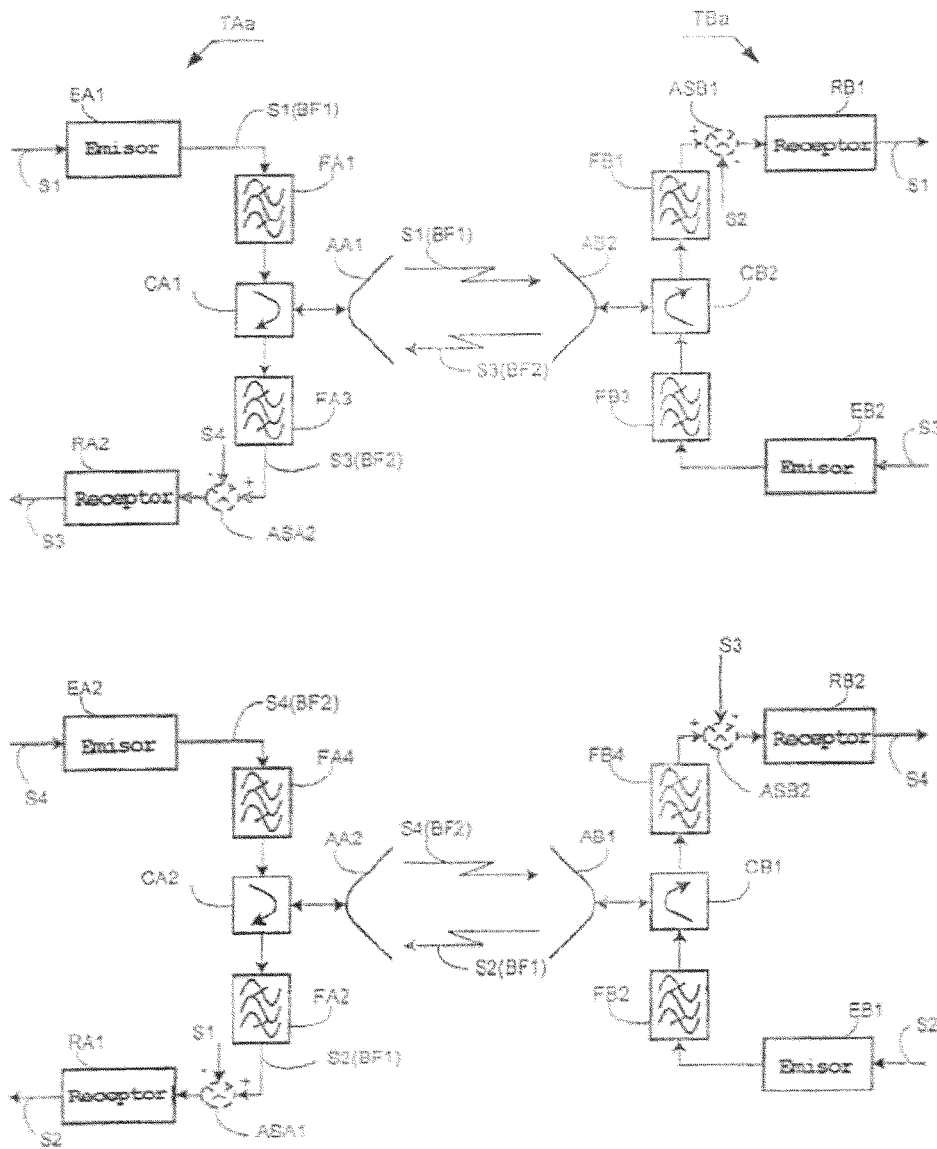


FIG. 7

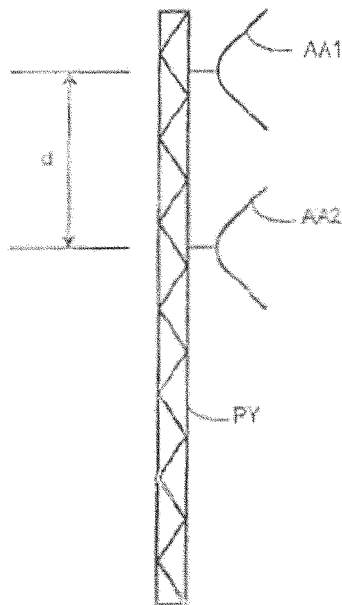


FIG. 8

