



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 362 692**

51 Int. Cl.:
H04L 27/26 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08170280 .5**

96 Fecha de presentación : **28.11.2008**

97 Número de publicación de la solicitud: **2169890**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **31.03.2010**

54 Título: **Procesamiento de señales OFDM.**

30 Prioridad: **25.09.2008 US 99992 P**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
11.07.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
11.07.2011

73 Titular/es: **Telefonaktiebolaget LM Ericsson (publ)**
164 83 Stockholm, SE

72 Inventor/es: **Hyllander, Thord;**
André, Tore Mikael;
Björk, Vimar;
Larsson, Daniel;
Österling, Jacob;
Rexberg, Leonard y
Widhe, Torbjörn

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 362 692 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

Procesamiento de señales OFDM.

5 **CAMPO TÉCNICO**

El presente invento se refiere generalmente al procesamiento de señales, y especialmente a la formación de señales de OFDM a partir de señales en la banda de base y viceversa.

10 **ANTECEDENTES**

La radio del actual estado de la técnica en la comunicación móvil es la unidad de radio de WCDMA. Cada portadora de WCDMA tiene aproximadamente una anchura de 5 MHz, y las radios del estado de la técnica pueden enviar hasta 4 de tales portadoras dentro de una anchura de banda de 20 MHz. Los principios básicos están ilustrados por la estación de base de la Figura 1. Cuatro flujos de muestra de señal de entrada son enviados a los respectivos propagadores 10 y las señales de propagación son enviadas a las respectivas unidades de radio 12. Las señales generadas son combinadas en sumadores 14 para formar la señal de salida de 20 MHz que ha de ser transmitida desde la estación de base.

El documento US 7.333.528 B expone un aparato y un método para transmitir y recibir información de OFDM. Para la transmisión, una señal en la banda de base se divide en 11 sub-bloques que están correlacionados en 11 bloques de subportadoras contiguos. Los bloques son transformados cada uno en paralelo por 11 IFFTs. Un intervalo de protección se inserta en cada IFFT generado. Las 11 IFFT generadas se combinan para transmisión. Para la recepción se lleva a cabo el procedimiento inverso.

25 LTE, que no está basada en WCDMA sino en OFDM/OFDMA requerirá la transmisión en anchuras de banda de hasta 20 MHz. Los principios básicos están ilustrados por la estación de base en la Figura 2. Se envía un único flujo de muestra de entrada a un convertidor serie/paralelo 20, cuya salida es procesada por un bloque de IDTF 22, típicamente aplicado como un bloque IFFT. Un sumador de prefijos cíclicos 24 suma un prefijo cíclico a la señal de salida desde el bloque de IDTF 22, y la señal que resulta se envía a una unidad de radio 12 para transmisión.

30 **SIMARIO**

Un objeto del presente invento es un nuevo enfoque sobre la formación de una señal de OFDM a partir de una señal en la banda de base.

35 Otro objeto del presente invento es un nuevo enfoque sobre la formación de una señal en la banda de base a partir de una señal de OFDM.

Estos objetos se consiguen de acuerdo con las reivindicaciones anejas.

40 Brevemente, una señal de OFDM está formada a partir de una señal en la banda de base en un procedimiento que comienza dividiendo un bloque de muestras de señales en la banda de base en sub-bloques. Los sub-bloques son correlacionados en los bloques de subportadora contiguos de una multiportadora de OFDM. Cada sub-bloque correlacionado se transforma en un símbolo de OFDM sin prefijo. Se añade un prefijo cíclico a cada sub-bloque correlacionado para formar símbolos de OFDM con prefijo. Las compensaciones de fase se realizan para obligar a la parte de símbolo de OFDM sin prefijo de todos los símbolos de OFDM con prefijo a comenzar en la misma fase
45 después de la posterior conversión ampliatora a frecuencia de radio. Los símbolos de OFDM con prefijo compensados en fase se convierten ampliando las respectivas bandas de frecuencia de radio que tienen unas frecuencias centrales de la portadora y anchuras de banda que conservan la estructura de la multiportadora de OFDM. Los símbolos de OFDM con prefijo compensados de fase convertidos ampliados se combinan en una señal de OFDM.

50 Brevemente, una señal en la banda de base está formada a partir de una señal de OFDM en un procedimiento que comienza convirtiendo reduciendo las bandas de frecuencia de radio que se solapan parcialmente de la señal de OFDM a los correspondientes símbolos de OFDM con prefijo. Se elimina un prefijo cíclico de cada símbolo de OFDM con prefijo convertido reducido para formar símbolos de OFDM sin prefijo. Los símbolos de OFDM sin prefijo se transforman en sub-bloques de banda de base correlacionados en los bloques de subportadoras de OFDM contiguos. Los sub-bloques de banda de base son descorrelacionados de los bloques de subportadoras de OFDM contiguos. Las compensaciones de fase se realizan después de la conversión reductora de forma que los sub-bloques de banda de base descorrelacionados se correspondan con los símbolos de OFDM sin prefijo que comienzan en la misma fase. Los sub-bloques de banda de base descorrelacionados compensados de fase se combinan en una señal en la banda de base.
60

Las transmisiones LTE con anchuras de banda de hasta 20 MHz normalmente requerirían el desarrollo de una nueva solución digital para la radio. Como el mercado es muy sensible al coste y tamaño de la unidad de radio la solución digital tendría que ser implantada como un ASIC, lo que tiene un alto grado de riesgo técnico (como siempre para los ASICs) y un largo periodo de tiempo de comercialización. Una ventaja del presente invento es que
65

permite la reutilización de los ASICs de radio WCDMA, lo que es muy beneficioso desde una perspectiva de costes y desde una perspectiva del tiempo de comercialización.

5 Otra ventaja del presente invento es que permite el uso selectivo o simultáneo de WCDMA o LTE a través del mismo equipo de radio usando partes diferentes del espectro.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

El invento, juntamente con sus posteriores objetivos y ventajas, puede ser comprendido haciendo referencia a la siguiente descripción tomada conjuntamente con los dibujos que se acompañan, en los que:

10 la Figura 1 es un diagrama de bloques que ilustra los principios básicos de un estado de la técnica de una estación de base de WCDMA;
 la Figura 2 es un diagrama de bloques que ilustra los principios básicos de un estado de la técnica de una estación de base LTE (OFDM);
 15 la Figura 3 es un diagrama que ilustra el espectro de potencia del enlace descendente de un sistema de WCDMA del tipo descrito con referencia a la Figura 1;
 la Figura 4 es un diagrama que ilustra el espectro de potencia del enlace descendente de un sistema de OFDM del tipo descrito con referencia a la Figura 2;
 20 la Figura 5 es un diagrama que ilustra un ejemplo del espectro de potencia del enlace descendente de un sistema de OFDM de acuerdo con el presente invento;
 la Figura 6 es un diagrama que ilustra conceptualmente un ejemplo de una estructura de subtrama de un enlace descendente LTE;
 la Figura 7 es un diagrama de bloques que ilustra un primer paso hacia el presente invento;
 25 la Figura 8 es un diagrama que ilustra las características de las señales obtenidas por la disposición en la Figura 7;
 la Figura 9 es un diagrama que ilustra un segundo paso en relación con el presente invento;
 la Figura 10 es un diagrama de bloques que ilustra los principios básicos de una realización de una disposición de estación de base de acuerdo con el presente invento para formar una señal de OFDM a partir de una señal en la banda de base;
 30 la Figura 11 es un gráfico de flujos que ilustra los principios básicos de una realización de un método de acuerdo con el presente invento para formar una señal de OFDM a partir de una señal en la banda de base;
 la Figura 12 es un diagrama de bloques de otra realización de una disposición de una estación de base de acuerdo con el presente invento para formar una señal de OFDM a partir de una señal en la banda de base;
 35 la Figura 13 es un diagrama de bloques de otra realización de una disposición de una estación de base de acuerdo con el presente invento para formar una señal de OFDM a partir de una señal en la banda de base;
 la Figura 14 es un diagrama de bloques que ilustra los principios básicos de una realización de una disposición de una estación de base de acuerdo con el presente invento para formar una señal en la banda de base a partir de una señal de OFDM;
 40 la Figura 15 es un gráfico de flujos que ilustra los principios básicos de una realización de un método de acuerdo con el presente invento para formar una señal en la banda de base a partir de una señal de OFDM;
 la Figura 16 es un diagrama de bloques de otra realización de una disposición de una estación de base de acuerdo con el presente invento para formar una señal en la banda de base a partir de una señal de OFDM;
 45 la Figura 17 es un diagrama de bloques de otra realización de una disposición de una estación de base de acuerdo con el presente invento para formar una señal en la banda de base a partir de una señal de OFDM;
 la Figura 18 es un diagrama de bloques que ilustra los principios básicos de otra realización de una disposición de una estación de base de acuerdo con el presente invento para formar una señal de OFDM a partir de una señal en la banda de base;
 la Figura 19 es un diagrama de bloques que ilustra los principios básicos de otra realización de una disposición de una estación de base de acuerdo con el presente invento para formar una señal en la banda de base a partir de una señal de OFDM;
 50 la Figura 20 es un diagrama de bloques que ilustra una realización de una disposición para controlar un oscilador controlado digitalmente en una realización del presente invento basada en la interfaz CPRI;
 la Figura 21 es un diagrama de bloques que ilustra una realización de una disposición para controlar y leer un oscilador controlado digitalmente en una realización del presente invento basada en la interfaz CPRI;
 55 la Figura 22 es un diagrama de bloques que ilustra los principios de un transmisor de enlace ascendente SC-FDMA; y
 la Figura 23 es un diagrama de bloques que ilustra los principios de un receptor de enlace ascendente SC-FDMA.

60 DESCRIPCIÓN DETALLADA

En la siguiente descripción se usarán las mismas designaciones de referencia para los elementos que realizan las mismas o similares funciones.

65 La Figura 3 es un diagrama que ilustra el espectro de potencia del enlace descendente de un sistema de WCDMA del tipo descrito con referencia a la Figura 1. En este ejemplo el espectro de potencia consta de 4 bandas de

potencia separadas que tienen unas frecuencias centrales $f_{1C}...f_{2C}$. La frecuencia central de la señal compuesta que contiene las 4 bandas de frecuencia viene representada por f_C .

5 La Figura 4 es un diagrama que ilustra el espectro de potencia del enlace descendente de un sistema de OFDM del tipo descrito con referencia a la Figura 2. Este espectro tiene la misma anchura de banda y la misma frecuencia central f_C que el espectro de potencia de la Figura 3, pero es contiguo. La estructura de la subportadora de OFDM está indicada.

10 La Figura 5 es un diagrama que ilustra un ejemplo del espectro de potencia del enlace descendente de un sistema de OFDM de acuerdo con el presente invento. Se ha formado expandiendo ligeramente las anchuras de banda de las bandas separadas en la Figura 30 para obtener unas bandas que se solapan, y desplazando ligeramente las frecuencias centrales desde $f_{1C}...f_{4C}$ hasta $f'_{1C}...f'_{4C}$ para mantener la misma anchura de banda total como en la Figura 4. Las frecuencias centrales $f'_{1C}...f'_{4C}$ y las anchuras de banda se eligen de tal forma que las subportadoras de OFDM estén uniformemente distribuidas como en el espectro puro de OFDM ilustrado en la Figura 4.

15 Suponiendo una anchura de banda total de 20 MHz y que transporta una señal LTE, se pueden usar los siguientes valores:

20 $f_{1C} = -6,75 \text{ MHz}$

$f_{2C} = -2,25 \text{ MHz}$

25 $f_{3C} = 2,265 \text{ MHz}$

$f_{4C} = 6,765 \text{ MHz}$

Cada banda tiene 300 subportadoras de 15 kHz. Hay que advertir que el desplazamiento de 15 kHz en f_{3C} y f_{4C} = se debe a la falta intencionada de señal en el centro de la subportadora de OFDM.

30 En el ejemplo ilustrado en la Figura 5 hay 4 bandas de frecuencia que se solapan teniendo todas la misma anchura de banda. Este ejemplo se usará para describir el invento. No obstante, los principios descritos a continuación son igualmente aplicables a otros casos. De este modo puede haber menos y más bandas de frecuencia.

35 La Figura 6 es un diagrama que ilustra un ejemplo de la estructura de la subtrama de un enlace descendente LTE. Cada subtrama (que tiene una duración de 1 ms) está dividida en 2 elementos de trama. Cada elemento de trama comprende 7 símbolos de OFDM con prefijo. Cada símbolo con prefijo de OFDM comprende un símbolo de OFDM sin prefijo el cual contiene la información útil real y un prefijo cíclico que repite el extremo del símbolo de OFDM sin prefijo.

40 La Figura 7 es un diagrama de bloques que ilustra conceptualmente un primer paso en relación con el presente invento. Las muestras $X(k)$ (dominio de frecuencia) son enviadas a un correlacionador 26 de la subportadora. El correlacionador 26 de la subportadora incluye las ventanas 28 de frecuencia rectangular, una por cada unidad de radio. La primera ventana está definida por:

45
$$W_1(k) \begin{cases} = 1, k = 0...N/4-1 \\ = 0, \text{ en los demás casos} \end{cases} \quad (1)$$

50 Multiplicando las muestras de entrada $X(k)$ por $W_1(k)$ equivale a extraer las primeras $N/4$ muestras de $X(k)$ y rellenar con ceros hasta la longitud total N . La realización de la IDTF en el bloque 22 da:

$$x_1(n) = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} X(k)W_1(k)e^{\frac{j2\pi.k.n}{N}} = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N/4-1} X(k)e^{\frac{j2\pi.k.n}{N}}, n = 0...N-1 \quad (2)$$

55 De este modo el símbolo $x_1(n)$ sin prefijo después de la IDTF representa la versión interpolada de la IDTF de las primeras $N/4$ muestras de $X(k)$.

60 La segunda ventana está definida por:

$$= 1, k = 0 \dots N/4 - 1$$

$$W_2(k) \left\{ \begin{array}{l} = 1, k = N/4 \dots N/4 \dots N/2 - 1 \\ = 0, \text{ en los demás casos} \end{array} \right. \quad (3)$$

5

Multiplicando las muestras de entrada $X(k)$ por $W_1(k)$ y realizando la IDTF en el bloque 22 da:

10

$$x_2(n) = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} X(k) W_2(k) e^{j2\pi \cdot k \cdot n / N} = \frac{1}{N} \sum_{k=N/4}^{N/2-1} X(k) e^{j2\pi \cdot k \cdot n / N}, n = 0 \dots N - 1 \quad (4)$$

Cambiando la variable de suma a $m = k - N/4$ esto puede volver a escribirse como:

15

$$x_2(n) = \frac{1}{N} \sum_{m=0}^{N/4-1} X(m + N/4) e^{j2\pi \cdot (k+N/4) \cdot n / N} = e^{j\pi \cdot n / 2} \cdot \frac{1}{N} \sum_{m=0}^{N/4-1} X(m + N/4) e^{j2\pi \cdot m \cdot n / N}, n = 0 \dots N - 1 \quad (5)$$

De este modo, el símbolo $x_2(n)$ sin prefijo después de la IDTF representa la versión interpolada de la IDTF de las muestras $N/4$ a $N/2 - 1$ de $X(k)$ moduladas por $e^{j\pi \cdot n / 2}$.

Cálculos similares para los símbolos con prefijo $x_3(n)$ y $x_4(n)$ dan:

25

$$x_3(n) = e^{j\pi \cdot n / 2} \cdot \frac{1}{N} \sum_{m=0}^{N/4-1} X(m + N/2) e^{j2\pi \cdot m \cdot n / N}, n = 0 \dots N - 1 \quad (6)$$

$$x_4(n) = e^{j3\pi \cdot n / 2} \cdot \frac{1}{N} \sum_{m=0}^{N/4-1} X(m + 3N/4) e^{j2\pi \cdot m \cdot n / N}, n = 0 \dots N - 1,$$

30

En general la función de modulación puede escribirse como:

$$M(n, \text{Offset}) = e^{j2\pi \cdot \text{Offset} \cdot n / N} \quad (7)$$

35

en donde *Offset* es el desplazamiento (segmentos de frecuencias) de la ventana desde la frecuencia cero. Como $M(0, \text{Offset}) = 1$, la función de modulación siempre tiene la fase cero al principio de un símbolo sin prefijo independientemente del valor de *Offset*.

40

Volviendo a la Figura 7 los símbolos sin prefijo $x_1(n) \dots x_4(n)$ son enviados a las respectivas unidades de radio 12 para conversión amplidora a RF. Las señales a partir de las unidades de radio 12 se combinan en los sumadores 14. La señal combinada se amplifica y se transmite.

5 La disposición de la Figura 7 trabajaría realmente si las frecuencias de conversión ampliadora $f'_{1c} \dots f'_{4c}$ y las anchuras de banda se seleccionaran apropiadamente, como se ha discutido haciendo referencia a la Figura 5. Esto daría una señal de banda ancha de OFDM sin prefijos. Como la estructura de la subportadora de OFDM tiene que ser conservada por la conversión ampliadora, las diferencias de frecuencia, por ejemplo $f'_{2c} - f'_{1c}$ tienen que corresponder con un número entero de espaciado de subportadoras, de lo contrario las subportadoras en la Figura 5 no estarían distribuidas uniformemente, lo cual destruiría la estructura de OFDM. Esta diferencia se corresponde con el valor de *Offset*.

10 La Figura 8 es un diagrama que ilustra las características de las señales obtenidas por la disposición en la Figura 7. La figura muestra una secuencia de símbolos sin prefijo, por ejemplo $x_2(n)$ en la Figura 7. Estas señales son convertidas ampliando mediante el uso del oscilador de frecuencia f'_{2c} . Se supone que el *Offset* es solamente 1 segmento de una frecuencia (separación de 1 subportadora). Por supuesto, éste no es un valor de acuerdo con la realidad (un valor típico sería, por ejemplo 512), pero es un valor conveniente para ilustrar el principio. Esto significa que la rotación de fase relativa continua debida a las diferentes frecuencias de oscilador f'_{1c} y f'_{2c} será un periodo 1 por símbolo sin prefijo, como está ilustrado en la parte inferior de la Figura 8, que muestra la parte real de rotación de fase completa. Se ha advertido que con la sincronización elegida (fase cero al principio de una subtrama) cada símbolo sin prefijo comienza una rotación de fase relativa de cero. Esto significa que las rotaciones de fase relativas causadas por las diferentes frecuencias de oscilador y las rotaciones de fase relativas causadas por la función de modulación $M(n, Offset)$ antes descritas son ambas cero al comienzo de cada símbolo sin prefijo $x_1(n) \dots x_4(n)$. Ésta es la causa por la que la disposición en la Figura 7 trabajaría de hecho para símbolos de OFDM sin prefijo.

25 Sin embargo, un sistema típico de OFDM, tal como un sistema LTE, incluye prefijos cíclicos. Este caso está ilustrado en la Figura 9. Ahora hay prefijos cíclicos entre los símbolos sin prefijo. Como los osciladores tienen las mismas frecuencias $f'_{1c} \dots f'_{4c}$ como en la disposición de la Figura 7 y los símbolos con prefijo son más largos que los símbolos sin prefijo, la rotación de fase relativa continua debida a las diferentes frecuencias de oscilador no más largas es cero al comienzo de cada símbolo sin prefijo. Esto está ilustrado en el medio de la Figura 9. Esto destruirá la estructura de la multiportadora de OFDM de la señal combinada. Sin embargo, de acuerdo con el presente invento la estructura de la multiportadora de OFDM puede ser restaurada mediante la adición de compensaciones de fase a los símbolos de OFDM antes de la conversión ampliadora.

Esto está ilustrado por la parte inferior de la Figura 9, en la que las compensaciones de fase añadidas han restaurado la fase cero al comienzo de cada uno de los símbolos sin prefijo.

35 Como un ejemplo, para un sistema LTE con un tamaño IDTF (IFFT) $N = 2048$, un *Offset* de 512 y un prefijo cíclico normal, a continuación en la Tabla 1 se dan las compensaciones de fase acumuladas en una subtrama:

Tabla 1

Símbolo	Prefijo cíclico (# de muestras)	Fase acumulada
0	160	160.Ø
1	144	304.Ø
2	144	448.Ø
3	144	592.Ø
4	144	736.Ø
5	144	880.Ø
6	144	1024.Ø
7	160	1184.Ø
8	144	1328.Ø
90	144	1472.Ø
10	144	1616.Ø
11	144	1760.Ø
12	144	1904.Ø
13	144	2048.Ø

40 en donde

$$\phi = \frac{2\pi \cdot Offset}{N} \quad (8)$$

45 Después de una subtrama la compensación de fase total vuelve a cero.

La Figura 10 es un diagrama de bloques que ilustra los principios básicos de una realización de una disposición de estación de base de acuerdo con el presente invento. Difiere de la disposición de la Figura 7 por la inclusión de los sumadores de prefijos cíclicos 24 y de los compensadores de fase 30 entre los bloques de la IDTF 22 y las unidades de radio 12.

5 La Figura 11 es un gráfico de flujos que ilustra los principios básicos de una realización de un método de acuerdo con el presente invento para formar una señal de OFDM a partir de una señal en la banda de base. El paso S1 divide un bloque de la banda de base en sub-bloques. El paso S2 correlaciona los sub-bloques con los bloques de subportadoras contiguos de la multiportadora de OFDM. El paso S3 transforma cada sub-bloque correlacionado en un correspondiente símbolo de OFDM sin prefijo. El paso S4 añade un prefijo cíclico a cada sub-bloque correlacionado para formar símbolos de OFDM con prefijo. El paso S5 realiza compensaciones de fase de forma que la parte de símbolo de OFDM sin prefijo de todos los símbolos OFDM con prefijo comiencen en la misma fase después de la posterior conversión ampliadora. Esto compensa los desplazamientos de fase causados por la adición de los prefijos cíclicos que serán convertidos ampliados en las diferentes bandas de frecuencia de radio. En el paso 10 S6 los símbolos de OFDM con prefijo compensados de fase son convertidos ampliados a las respectivas bandas de frecuencias de radio (RF) con frecuencias centrales y anchuras de banda que conservan la estructura de la multiportadora de OFDM. En el paso S7 los símbolos de OFDM con prefijo compensados de fase son convertidos en una señal de OFDM. A pesar de que el paso S5 de compensación de fase ha sido descrito después del paso S4 se reconoce que este paso puede realmente ser realizado antes del paso S7 de conversión ampliadora (incluso antes del paso de división S1).

La Figura 12 es un diagrama de bloques de otra realización de una disposición de la estación de base de acuerdo con el presente invento para formar una señal de OFDM a partir de una señal en la banda de base. Los puntos en la figura (y en las posteriores figuras) representan elementos tales como amplificadores de potencia, convertidores D/A, etc que están normalmente incluidos en una radio, pero que no es necesario explicar en el presente invento. Cada radio incluye un mezclador 34, 36 para convertir ampliando los símbolos de OFDM con prefijo. Los mezcladores incluyen unos osciladores 36 que operan en frecuencias $f'_{1c}...f'_{4c}$. Preferiblemente son líneas de realimentación 38 a partir de los osciladores 36 a los compensadores de fase 30 para mantener la pista de las fases de los osciladores $\varnothing_1(t)... \varnothing_4(t)$, como se describirá posteriormente con más detalle. Preferiblemente también hay 15 filtros de paso bajo 32 que filtran los símbolos de OFDM con prefijo antes de la conversión ampliadora.

La Figura 13 es un diagrama de bloques de otra realización de una disposición de estación de base de acuerdo con el presente invento para formar una señal de OFDM a partir de una señal en la banda de base. Esta realización difiere de la realización de la Figura 12 en que los compensadores de fase 30 están situados delante más bien que detrás de los bloques de la IDTF 22. De hecho, la situación de estos compensadores de fase es muy flexible. Debido al hecho de que la adición del prefijo cíclico y de la IDTF son operaciones lineales, visto por la parte sin prefijo del símbolo de OFDM, las compensaciones de fase pueden estar situadas en cualquier sitio en los flujos ascendentes de datos divididos hasta la conversión ampliadora real en RF (o filtrado de paso bajo, si es procedente). De hecho, la compensación de fase puede incluso realizarse antes de la división real en flujos de datos separados mediante la aplicación de compensaciones de fase diferentes a segmentos diferentes (sub-bloques) del flujo de muestra de entrada no dividido.

Los mezcladores 34, 36 pueden ser aplicados bien en el dominio digital o analógico. En el dominio digital los osciladores 36 son típicamente aplicados como osciladores controlados digitalmente (NCOs).

La descripción se ha enfocado hasta ahora en la formación de una señal de OFDM a partir de una señal en la banda de base. No obstante, también se pueden aplicar unos principios similares al proceso inverso, es decir a la formación de una señal en la banda de base a partir de una señal de OFDM.

La Figura 14 es un diagrama de bloques que ilustra los principios básicos de una realización de una disposición de una estación de base de acuerdo con el presente invento para formar una señal en la banda de base a partir de una señal de OFDM. En este caso los pasos descritos se realizan esencialmente en orden inverso con el signo de la compensación de fase invertido (la IDFT también es sustituida por una DFT, normalmente aplicados por una FFT).

La Figura 15 es un gráfico de flujos que ilustra los principios básicos de una realización de un método de acuerdo con el presente invento para formar una señal en la banda de base a partir de una señal de OFDM. El paso S11 convierte reduciendo las bandas de frecuencia radio (RF) que se solapan en los correspondientes símbolos de OFDM con prefijo. El paso S12 elimina el prefijo cíclico de cada símbolo de OFDM con prefijo convertido reducido para formar símbolos de OFDM sin prefijo. El paso S13 transforma los símbolos de OFDM sin prefijo en sub-bloques de banda de base correlacionados en los bloques de subportadoras de OFDM contiguos. El paso S14 descorrelaciona los sub-bloques de la banda de base a partir los bloques de subportadoras de OFDM contiguos. El paso S15 realiza las compensaciones de fase después de la conversión reductora de forma que los sub-bloques de banda de base descorrelacionados se correspondan con símbolos de OFDM sin prefijo que comienzan en la misma fase. Esto compensa los desplazamientos de fase causados por la eliminación de los prefijos cíclicos que han sido convertidos reducidos a partir de bandas de frecuencia de radio diferentes. El paso S16 combina los sub-bloques de banda de base descorrelacionados compensados de fase en una señal en la banda de base. Aunque el paso S15 de

compensación de fase ha sido descrito después del paso S14 se reconoce que este paso puede realmente ser realizado en cualquier sitio después del paso de conversión reductora S11 (incluso después del paso de combinación S16).

5 La Figura 16 es un diagrama de bloques de otra realización de una disposición de estación de base de acuerdo con el presente invento para formar una señal en la banda de base a partir de una señal de OFDM. Cada radio incluye un mezclador 134, 136 para convertir reduciendo los símbolos de OFDM con prefijo. Los mezcladores incluyen unos osciladores 136 que operan a las frecuencias $f'_{1c} \dots f'_{4c}$. Preferiblemente hay líneas de realimentación 138 a partir de los osciladores 136 a los compensadores de fase 130 para mantener la pista de las fases de los osciladores $\varnothing_1(t) \dots \varnothing_4(t)$ (obsérvese que los signos de las compensaciones de fase están invertidos en comparación con el enlace descendente). Preferiblemente hay también filtros de paso bajo 132 que filtran los símbolos de OFDM con prefijo después de la conversión reductora. Los eliminadores 124 de los prefijos cíclicos anulan el prefijo de cada símbolo de OFDM con prefijo. Los símbolos de OFDM sin prefijo se envían a los bloques DFT 122. Las señales de salida a partir de los bloques DFT 122 son enviadas a un descorrelacionador 126 de subportadora y son combinados en un flujo de muestras de salida.

La Figura 17 es un diagrama de bloques de otra realización de una disposición de la estación de base de acuerdo con el presente invento para formar una señal en la banda de base a partir de una señal de OFDM. Esta realización difiere de la realización en la Figura 16 en que los compensadores de fase 130 están situados detrás más bien que delante de los bloques DFT 122. De hecho, la situación de estos compensadores de fase es muy flexible. Debido al hecho de que la eliminación de los prefijos cíclicos y la DFT son operaciones lineales, vistas por una parte sin prefijo del símbolo de OFDM, las compensaciones de fase pueden estar situadas en cualquier sitio en los flujos de datos después de la conversión reductora real a partir de RF (o filtrado de paso bajo, si es procedente). De hecho, la compensación de fase puede ser realizada incluso después de la combinación real en un único flujo de datos mediante la aplicación de compensaciones de fase diferentes a segmentos diferentes (sub-bloques) del flujo de muestra de salida.

Los mezcladores 134, 136 pueden ser aplicados bien en el dominio digital o el analógico. En el dominio digital los osciladores 136 son típicamente aplicados como osciladores controlados digitalmente (NCOs).

Las realizaciones descritas hasta ahora están basadas en IDTFs de N puntos completa y de IDTFs que siguen la descripción matemática anterior, en la que la interpolación se lleva a cabo rellenando con ceros y la decimación se lleva a cabo desechando los bloques de muestras de salida de DFT. No obstante, una alternativa es usar IDTFs de N puntos completas y IDTFs más cortas. En el enlace descendente el muestreo ascendente o la interpolación se realiza mediante el relleno con ceros entre las muestras de salida de IDFT y el filtrado de paso bajo, como se ha ilustrado en la Figura 18. En el enlace ascendente el muestreo descendente o la decimación se realiza mediante el filtrado de paso bajo y la compresión (muestras de salto de línea) antes de la DFT, como está ilustrado en la Figura 9. Todas las posiciones de compensaciones de fase diferentes y trayectos de realimentación en las realizaciones previamente descritas son elecciones válidas también para realizaciones con base en IDTFs y DFTs de $N/4$ puntos.

La Figura 18 es un diagrama de bloques que ilustra los principios básicos de otra disposición de la estación de base de acuerdo con el presente invento para formar una señal de OFDM a partir de una señal en la banda de base. Las señales a partir del correlacionador 26 de subportadora se envían a las IDFTs de $N/4$ puntos 50 y después son interpoladas en interpoladores formados por los muestreadores ascendentes 52 y los filtros de paso bajo 54. Después de la interpolación las señales son procesadas como en las realizaciones previamente descritas.

La Figura 19 es un diagrama de bloques que ilustra los principios básicos de otra realización de una disposición de la estación de base de acuerdo con el presente invento para formar una señal en la banda de base a partir de una señal de OFDM. Los símbolos de OFDM sin prefijo son decimados en decimadores formados por los muestreadores descendentes 154 y los muestreadores descendentes 152. Las señales decimadas son enviadas a las DFTs de $N/4$ puntos 150, y después son descorrelacionadas y combinadas.

En la descripción anterior las bandas de frecuencia tenían todas la misma anchura de banda. No obstante, ésta no es una característica necesaria. Por ejemplo, las bandas de frecuencia exteriores pueden ser más estrechas que las bandas de frecuencia media. Esto reduce el número de derivaciones de filtro necesarias para aplicar una pendiente de filtro rápida en los bordes de banda del espectro de la señal combinada.

Una forma conveniente de aplicar los aspectos descritos del presente invento es usar la Interfaz de Radio Pública Común (CPRI). La interfaz CPRI es una cooperación de la industria que define una especificación disponible al público de la interfaz de estaciones de base de radio entre el Control del Equipo de Radio (REC) y el Equipo de Radio (RE). La especificación de la CPRI permite la diferenciación del producto flexible y eficiente de las estaciones de base de radio y la evolución de la tecnología independiente del RE y del REC. Cuando se conecta un REC y un RE con una interfaz CPRI la entidad resultante es un Nodo B en una terminología de Red de Acceso por Radio WCDMA. Información adicional sobre CPRI, y sobre la última especificación, se puede encontrar en la Especificación V3.0 (2006-10-20).

Una puesta en práctica de CPRI típica de la rama de enlace descendente de una disposición de estación de base de acuerdo con el presente invento incluye:

- 5 REC:
- Varias IFFTs de banda estrecha.
 - Un controlador de banda de base que conozca la estructura aérea de la norma LTE.
 - Una interfaz CPRI.

- 10 RE:
- Una interfaz CPRI.
 - Un canal de banda ancha aplicado por uno o más transmisores de banda ancha.
 - Una multitud de canales de banda estrecha, cada uno asociado con

- 15 o Preferiblemente un filtro de paso bajo para la conformación del espectro.
- o Un mezclador para mover el canal de banda estrecha a la posición correcta en el canal de banda ancha.
- o Un Oscilador Controlado Digitalmente (NCO) para generar la frecuencia correcta del canal de banda estrecha.

20 Además se requerirá una función de corrección de fase, por ejemplo puesta en práctica como un multiplicador complejo por canal de banda estrecha (colocación del RE o REC).

25 Preferiblemente se incluye un controlador NCO capaz de controlar o leer el valor NCO en un momento distinto.

La fase de la señal de banda estrecha en cada momento depende de la fase del NCO correspondiente en ese momento. No se recomienda hacer una fijación instantánea de la fase del NCO en cada comienzo de símbolo de OFDM sin prefijo ya que esto daría un salto de fase, que a su vez daría un ensanchamiento del espectro que podría ya no cumplir más los requisitos legales de RF. En lugar de ello, la fase del NCO en el comienzo del símbolo de OFDM sin prefijo es preferiblemente predicha y compensada antes del filtro de paso bajo. Se aplica un valor de corrección de fase por símbolo de OFDM sin prefijo. La compensación se aplica bien en el plano de la frecuencia (antes de la IFFT) o en el dominio temporal (después de la IFFT).

35 La fase del NCO en la primera muestra del símbolo de OFDM sin prefijo a partir de la IFFT se determina en el lugar en el que es compensado. Si es compensado en el REC, la fase del NCO en el RE se comunica al REC. Esto puede hacerse de distintas formas:

- 40 • Especificando el REC una cierta muestra en la que el NCO se carga con un valor específico, por ejemplo 0, como se ha ilustrado en la Figura 20. Por ejemplo, el REC expresa que el NCO deberá ser cargado con 0 cuando el multiplicador consuma una muestra de una trama básica específica en la CPRI.
- Especificando el REC una cierta muestra en la que el NCO deberá leerse. Como antes, pero en lugar de cargar el NCO, el valor del NCO se lee y se comunica al REC. Por ejemplo, el valor de NCO podría ser leído para la muestra de la trama 0 básica de CPRI, $HFN = 0$, es decir cada 10 ms.
- 45 • Especificando el REC un cierto tiempo de interfaz aérea en el que la fase NCO debería ser leída o reposicionada, como está ilustrado en la Figura 21. Por ejemplo, el RE carga el NCO con el valor 0 en la recepción de la señal estroboscópica de la trama de CPRI (recepción de trama básica 0, $HFN=0$).
- Una combinación de lo anterior – el REC informa al RE para enviar la muestra en una cierta trama básica en un cierto momento después de la recepción de una señal estroboscópica de CPRI, y leer el desplazamiento de fase del NCO cuando la muestra alcanza el multiplicador.

50 En caso de que la compensación de fase se haga en el RE se usa un método similar al descrito antes para controlar o monitorizar el NCO, con la diferencia de que no es necesario enviar la información al REC. Por otra parte, el controlador de la banda de base necesita enviar información al RE sobre qué muestras son las primeras de los símbolos de OFDM sin prefijo. La transferencia de información puede hacerse de diferentes formas:

- 55 • Especificando el REC qué trama básica de CPRI contiene la primera muestra del símbolo de OFDM sin prefijo. Por ejemplo, el REC puede enviar un mensaje cada 1 ms que contiene una lista del número HFN y de los números de trama básica del comienzo de cada parte de símbolo de OFDM sin prefijo de esa subtrama LTE.
- 60 • Especificando el REC dónde están situados los símbolos en relación con el momento de interfaz aérea. Por ejemplo, el REC puede enviar un mensaje cada 1 ms que contiene una lista de instantes temporales en los que los símbolos de OFDM sin prefijo comienzan en relación con la señal estroboscópica de la trama de CPRI.

- Una combinación de lo anterior – en la que el REC especifica en qué trama básica de CPRI está situada la primera muestra de un símbolo de OFDM sin prefijo, y en qué momento alcanzará el aire en comparación con la señal estroboscópica de la trama de la CPRI.

5 Una puesta en práctica de la CPRI típica de la rama de enlace ascendente de una disposición de estación de base de acuerdo con el presente invento incluye:

REC:

- Varias FFTs de banda estrecha.
- 10 • Un controlador de banda de base que conoce la estructura de la trama aérea del LTE normalizado.
- Una interfaz CPRI.

RE:

- 15 • Una interfaz CPRI.
- Un canal de banda ancha aplicado por uno o más receptores de banda ancha.
- Una multitud de canales de banda estrecha, cada uno asociado con
 - o Un Oscilador Controlado Digitalmente (NCO) para generar la frecuencia correcta del canal de banda estrecha.
 - 20 o Un mezclador para mover el canal de banda estrecha a la banda de base.
 - o Preferiblemente un filtro de paso bajo para la conformación del espectro.

El REC y el RE están mejorados con las siguientes funciones para aplicar el presente invento:

25 Además, se requiere una función de corrección de fase, por ejemplo puesta en práctica como un multiplicador complejo por canal de banda estrecha (colocación del RE o REC).

Preferiblemente se incluye un controlador NCO capaz de controlar o leer el valor de NCO en un momento distinto.

30 Los principios usados para el enlace ascendente son similares a los usados para el enlace descendente. En correspondencia, necesitamos conocer la fase del NCO en el momento de la primera muestra de cada FFT.

35 Para un sistema de OFDM puro la corrección de fase puede hacerse bien en el RE o en el REC, en cuanto al enlace descendente. Para un sistema LTE algunas señales están codificadas CDMA y no pueden estar sujetas a una rotación de fase escalonada. Por lo tanto, en LTE, la corrección de fase debería aplicarse en el REC, de forma que el REC tenga acceso tanto a la señal original como a la señal continua de fase.

40 En una realización del invento las portadoras de banda estrecha se eligen lo suficientemente anchas para cubrir al menos el PUCCH y el RACH. No se necesita entonces la combinación de portadoras de banda estrecha para decodificar esos canales.

El desplazamiento de fase del NCO necesita ser comunicado al REC. Esto puede hacerse de diferentes formas:

- 45 • Se marca una cierta muestra, por ejemplo un bit extra que sigue a lo largo de la misma, y el desplazamiento de la muestra marcada se envía al REC en un mensaje separado en la interfaz CPRI. Por ejemplo, cada vez que el NCO alcanza la fase 0, se marca la muestra.
- El valor de fase del NCO de la muestra puesto en una cierta trama de CPRI se envía al REC. Por ejemplo, el valor de fase de la muestra puesto en la trama básica CPRI 0, el $HFN=0$ se envía al REC. Como otro ejemplo, el RE envía un mensaje con dos valores – el número de trama básica de CPRI y la fase de la muestra en esa trama.
- 50 • El REC indica cuándo fijar el NCO en un cierto valor. Por ejemplo, el REC indica que el NCO deberá ser cargado con 0 en un cierto momento después de recibir la señal estroboscópica de la trama CPRI. El RE informa al REC de la correspondencia entre el momento de DL recibido (recepción de la señal estroboscópica de la trama CPRI) y la situación de la muestra en la estructura de la trama CPRI del enlace ascendente.

60 La descripción del enlace ascendente ha sido enfocada hasta ahora en sistemas OFDMA puros. Sin embargo, los mismos principios son también aplicables a SC-FDMA, por ejemplo como se usan en el enlace ascendente LTE. Los principios de SC-FDMA se ilustran brevemente en las Figuras 22 y 23.

La Figura 22 es un diagrama de bloques que ilustra los principios de un enlace ascendente de un transmisor de SC-FDMA de enlace ascendente. Las muestras de entrada son enviadas a un bloque de DFT de M puntos 301. La DFT de las muestras de salida se correlaciona con entradas previamente determinadas de un bloque de IDFT de N puntos 22, en el que $N > M$, y las entradas que restan se llenan con ceros. La salida del bloque de la IDTF de N

puntos 22 es enviada a un sumador 24 de prefijos cíclicos. La señal resultante es enviada a una radio 12 para transmisión.

5 La Figura 23 es un diagrama de bloques que ilustra los principios de un receptor de enlace ascendente SC-FDMA. Es esencialmente el inverso del transmisor. Una señal recibida por una radio 112 es enviada a un eliminador 124 de prefijos cíclicos, y la señal resultante es enviada a un bloque 122 de DFT de N puntos. Parte de la DFT es enviada a un bloque 303 de IDFT de M puntos que genera las muestras de salida que corresponden con las muestras de entrada en la Figura 22.

10 De las Figuras 22 y 23 se ve que el SC-FDMA es esencialmente un OFDM con procesamiento previo en el lado del transmisor y de procesamiento posterior en el lado del receptor. Por este motivo también se denomina OFDM precodificado. Éste es el término que se usará en esta descripción. De este modo se aprecia que en el OFDM codificado previamente se pueden usar los mismos principios que para los OFDM puros en el enlace ascendente antes del procesamiento posterior que implica la IDTF de M puntos.

15 Una ventaja del presente invento es que permite el uso selectivo o simultáneo de WCDMA o LTE a través del mismo equipo de radio usando partes diferentes del espectro. Por ejemplo, se pueden usar uno o dos canales de banda estrecha para WCDMA y los restantes canales pueden ser usados para LTE.

20 Aunque el presente invento ha sido descrito con referencia a la reutilización del equipo de WCDMA, esto no es estrictamente necesario. Otra aplicación en la que el presente invento sería útil es la puesta en práctica de un sistema de OFDM de banda muy ancha, tal como un sistema LTE con una anchura de banda de 100 MHz. De acuerdo con los principios esbozados anteriormente tal sistema podría ser aplicado como una combinación de 5 sistemas LTE de 20 MHz. Una ventaja de tal puesta en práctica son los requerimientos menos estrictos en el equipo de radio de los sistemas de 20 MHz en comparación con un sistema de 100 MHz puro. En tal realización el RE pondría en práctica transmisores o receptores múltiples, cada uno poniendo en práctica un canal de banda estrecha de 20 MHz que forman un canal de banda ancha de 100 MHz. Los osciladores analógicos OSC en REs diferentes tienen que ser controlados en un valor de fase conocido. Después de la sincronización de fase digital OSC y analógica OSC se puede calcular un nuevo valor de "compensación de fase" para cada sub-banda de 20 MHz.

30 Ejemplos de detalles de puesta en práctica de los diferentes bloques descritos antes son:

- Las funciones del canal de banda estrecha pueden ser puestas en práctica en un ASIC y/o una FPGA.
- El canal de banda ancha puede ser aplicado en un ASIC y/o en componentes analógicos discretos e integrados.
- La interfaz CPRI puede ser puesta en práctica en la FPGA.
- La comunicación de control entre el REC y el RE puede ser gestionada por la FPGA y/o CPU.
- La DFT/IDFT y la correlación de la subportadora puede ser puesta en práctica en un soporte lógico ASIC y/o en DSP.
- El eliminador de Prefijos Cíclicos en el enlace descendente puede ser aplicado en una FPGA.
- El eliminador de Prefijos Cíclicos en el enlace ascendente puede ser aplicado en un soporte lógico ASIC y/o en DSP.

45 Los expertos en la técnica comprenderán que se pueden realizar diversas modificaciones y cambios en el presente invento sin apartarse de su alcance, el cual está definido por las reivindicaciones que se acompañan.

Abreviaturas

ASIC: Circuito Integrado Específico de la Aplicación
 CPRI: Interfaz de Radio Pública Común
 50 DFT: Transformación de Fourier Discreta
 FFT: Transformación Rápida de Fourier
 FPGA: Matriz de Puerta de Campo Programable
 HFN: Número de HiperTrama
 IDFT: Transformación de Fourier Discreta Inversa
 55 IFFT: FFT Inversa
 LTE: Evolución a Largo Plazo
 NCO: Oscilador Controlado Digitalmente (una puesta en práctica digital de un oscilador basada en un contador y en una tabla de consulta)
 OFDM: Multiplexado por División de Frecuencia Ortogonal
 60 OFDMA: Acceso Múltiple por División de Frecuencia Ortogonal
 RE: Equipo de Radio (Unidad de radio en terminología CPRI)
 REC: Controlador de Equipo de Radio (Banda de base y partes de control en terminología CPRI)
 PUCCH: Canal de Control de Enlace Ascendente Físico, un canal no basado en OFDM de ~1 MHz situado en las partes exteriores del espectro de LTE

RACH: Canal de Acceso Aleatorio, un canal no basado en OFDM de ~1 MHz situado en las partes exteriores del espectro de LTE

WCDMA: Acceso Múltiple por División de Códigos de Banda Ancha

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método para formar una señal de OFDM a partir de una señal a partir de la banda de base, que incluye los siguientes pasos:
- 10 dividir (S1) un bloque de muestras de señales en la banda de base en sub-bloques;
 correlacionar (S2) los sub-bloques con bloques de subportadoras contiguos de una multiportadora de OFDM;
 transformar (S3) cada sub-bloque correlacionado en un símbolo de OFDM sin prefijo;
 15 sumar (S4) un prefijo cíclico a cada símbolo de OFDM sin prefijo para formar símbolos de OFDM con prefijo;
 realizar (S5) compensaciones de fase que obliguen a la parte de símbolo de OFDM sin prefijo de todos los símbolos de OFDM con prefijo a comenzar en la misma fase después de la posterior conversión ampliadora a frecuencia de radio;
 conversión ampliadora (S6) de los símbolos de OFDM con prefijo compensados a las respectivas bandas de frecuencia de radio que tienen frecuencias centrales y anchuras de banda que conservan la estructura de la multiportadora de OFDM;
 20 combinar (S7) los símbolos de OFDM con prefijo de fase compensada convertidos ampliados en una señal de OFDM;
2. El método de la reivindicación 1, en el que las compensaciones de fase realizadas son controladas por señales de realimentación a partir de osciladores usados para conversión ampliadora.
3. El método de la reivindicación 1 ó 2, en el que las compensaciones de fase se realizan antes del paso de transformación (S3).
- 25 4. El método de la reivindicación 1 ó 2, en el que las compensaciones de fase se realizan entre el paso de transformación (S3) y el paso de conversión ampliadora (S6).
5. El método de cualquiera de las anteriores reivindicaciones, en el que el paso de transformación incluye una transformación de Fourier discreta inversa seguida de una interpolación.
- 30 6. Un método de formación de una señal en la banda de base a partir de una señal de OFDM, que incluye los pasos de:
- 35 conversión reductora (S11) de las bandas de radio que se solapan de la señal de OFDM con los correspondientes símbolos de OFDM prefijados;
 eliminar (S12) un prefijo cíclico de cada símbolo de OFDM con prefijo convertido reducido para formar símbolos de OFDM sin prefijo;
 transformar (S13) los símbolos de OFDM sin prefijo en sub-bloques de banda de base correlacionados en bloques de subportadora de OFDM contiguos;
 40 descorrelacionar (S14) los sub-bloques de banda de base de los bloques de subportadora de OFDM contiguos;
 realizar (S15) compensaciones de fase después de la conversión reductora de forma que los sub-bloques de la banda de base se correspondan con símbolos de OFDM sin prefijo que comienzan en la misma fase;
 45 combinar (S16) los sub-bloques de banda de base descorrelacionados compensados de fase en una señal en la banda de base.
7. El método de la reivindicación 6, en el que la señal de OFDM es una señal de OFDM precodificada.
- 50 8. El método de la reivindicación 6 ó 7, en el que las compensaciones de fase realizadas son controladas por señales de realimentación a partir de los osciladores usados para la conversión reductora.
9. El método de la reivindicación 6, 7 u 8, en el que las compensaciones de fase son realizadas entre el paso (11) de conversión reductora y el paso (S13) de transformación.
- 55 10. El método de la reivindicación 6, 7 u 8, en el que las compensaciones de fase son realizadas después del paso de transformación (S13).
11. El método de cualquiera de las reivindicaciones anteriores 6-9, en el que el paso de transformación (S13) incluye una decimación seguida de una transformación de Fourier discreta.
- 60 12. Una estación de base para formar una señal de OFDM a partir de una señal de una banda de base, que incluye:
- 65 una unidad de división (28) configurada para dividir un bloque de muestras de señales en la banda de base en sub-bloques;
 un correlacionador (26) de subportadoras configurado para correlacionar los sub-bloques en bloques de subportadora contiguos de una multiportadora de OFDM;

- unidades de transformación (22; 50, 52, 54) configuradas para transformar cada sub-bloque correlacionado en un correspondiente símbolo de OFDM sin prefijo;
 sumadores (24) de prefijos cíclicos configurados para sumar un prefijo cíclico a cada sub-bloque correlacionado para formar símbolos de OFDM con prefijo;
 5 compensadores de fase (30) configurados para realizar compensaciones de fase que obliguen a la parte de símbolo de OFDM sin prefijo de todos los símbolos de OFDM con prefijo a comenzar en la misma fase después de la posterior conversión a frecuencia de radio;
 10 convertidores ascendentes (34, 36) configurados para convertir ampliando los símbolos de OFDM con prefijo compensados de fase a las respectivas bandas de frecuencia de radio que tienen frecuencias centrales y anchuras de banda que conservan la estructura de la multiportadora de OFDM;
 un combinador (14) configurado para combinar los símbolos de OFDM con prefijo compensados de fase convertidos ampliados en una señal de OFDM.
13. La disposición de la estación de base de la reivindicación 12, en la que los compensadores de fase (30) están controlados por señales de realimentación (38) de los osciladores (36) usados para la conversión ampliadora.
14. La disposición de la estación de base de la reivindicación 12 ó 13, en la que los compensadores de fase (30) están situados antes de las unidades de transformación (22; 50, 52, 54).
15. La disposición de la estación de base de la reivindicación 12 ó 13, en la que los compensadores de fase (30) están situados entre las unidades de transformación (22; 50, 52, 54) y los convertidores ascendentes (34, 36).
16. La disposición de la estación de base de cualquiera de las anteriores reivindicaciones 12-15, en la que cada unidad de transformación (50, 52, 54) incluye una transformación de Fourier discreta inversa seguida por una interpolación (52, 54).
17. Una disposición de estación de base para formar una señal en la banda de base a partir de una señal de OFDM, que incluye:
- 30 convertidores descendentes (134, 136) configurados para convertir reduciendo las bandas de frecuencia de radio que se solapan parcialmente de la señal de OFDM en símbolos de OFDM con prefijo;
 eliminadores (124) de prefijos cíclicos configurados para eliminar un prefijo cíclico de cada símbolo de OFDM con prefijo convertido reducido para formar símbolos de OFDM sin prefijo;
 35 unidades de transformación (122; 150, 152, 154) configuradas para transformar los símbolos de OFDM sin prefijo en sub-bloques de banda de base correlacionados en bloques de subportadoras de OFDM contiguos;
 un descorrelacionador (126) de subportadora configurado para descorrelacionar los sub-bloques de banda de base de los bloques de subportadora de OFDM contiguos;
 40 compensadores de fase (130) configurados para realizar compensaciones de fase después de la conversión reductora de forma que los sub-bloques de banda de base descorrelacionados se correspondan con símbolos de OFDM sin prefijo que comienzan en la misma fase;
 un combinador (140; 120) configurado para combinar los sub-bloques de banda de base compensados de fase en una señal en la banda de base.
18. La disposición de la estación de base de la reivindicación 17, que incluye una unidad de transformación de Fourier discreta inversa (303) para el posterior procesamiento de la señal en la banda de base.
19. La disposición de la banda de base de la reivindicación 17 ó 18, en la que los compensadores de fase (130) están controlados por señales de realimentación (138) de los osciladores usados para la conversión reductora.
20. La disposición de la estación de base de la reivindicación 17, 18 ó 19, en la que los compensadores de fase (130) están situados entre los convertidores descendentes (134, 136) y las unidades de transformación (122; 150, 152, 154).
21. La disposición de la estación de base de la reivindicación 17, 18 ó 19, en la que los compensadores de fase (130) están situados detrás de las unidades de transformación (122; 150, 152, 154).
22. La disposición de la estación de base de cualquiera de las anteriores reivindicaciones 17-21, en la que cada unidad de transformación (150, 152, 154) incluye una decimación (152, 154) seguida por una transformación de Fourier discreta (150).

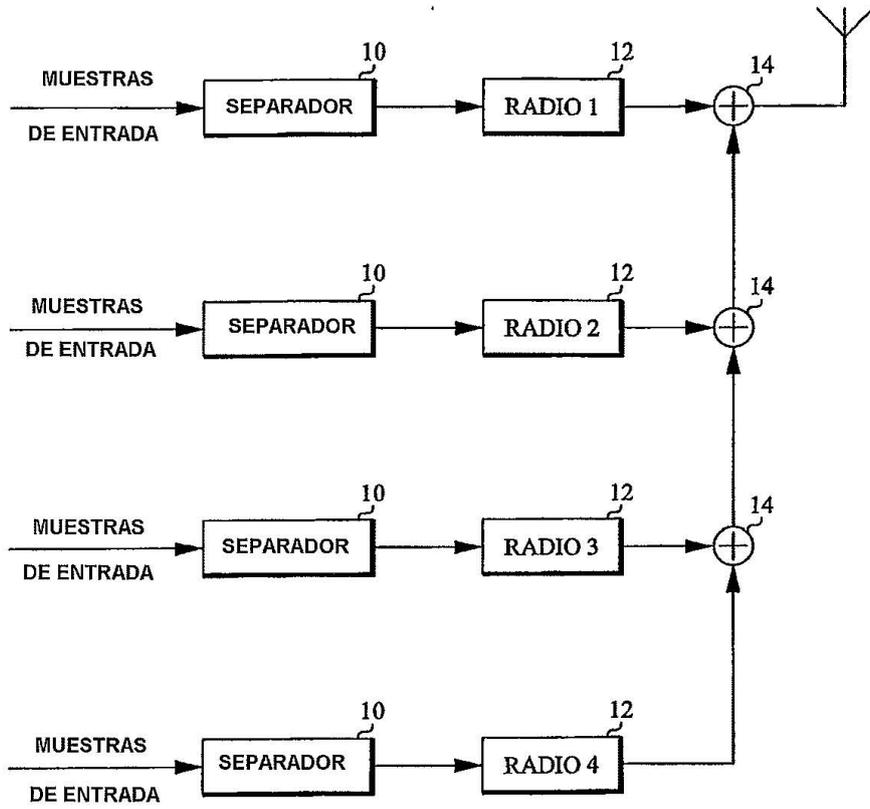


FIG. 1

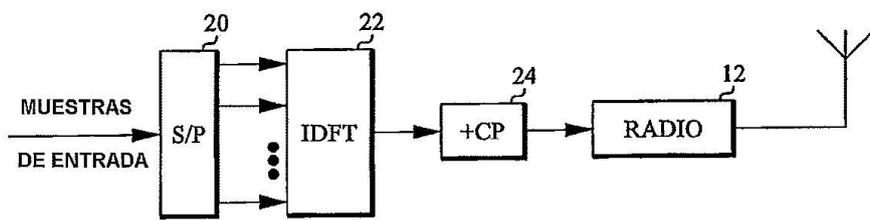


FIG. 2

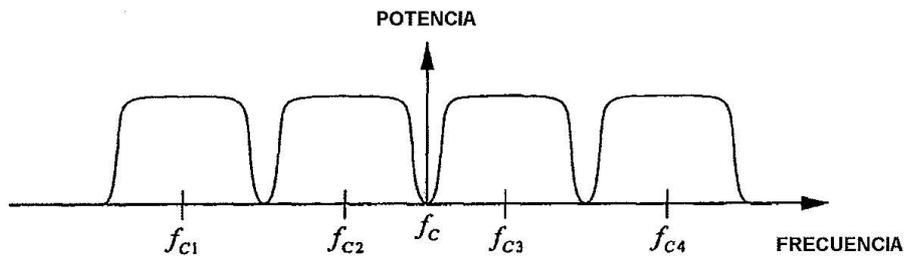


FIG. 3

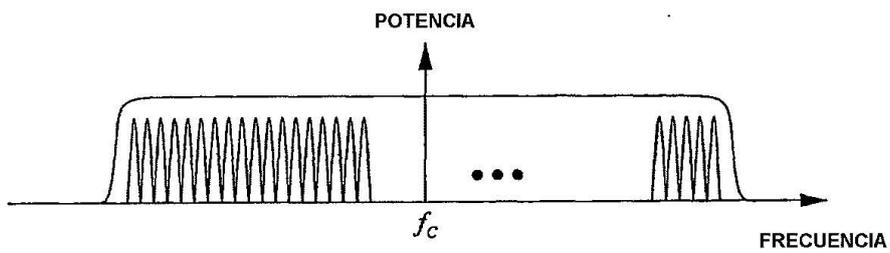


FIG. 4

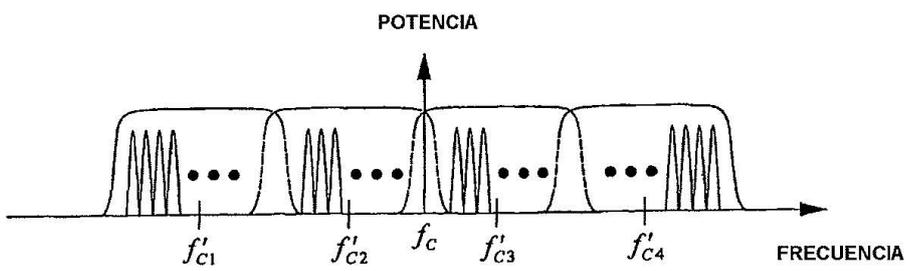


FIG. 5

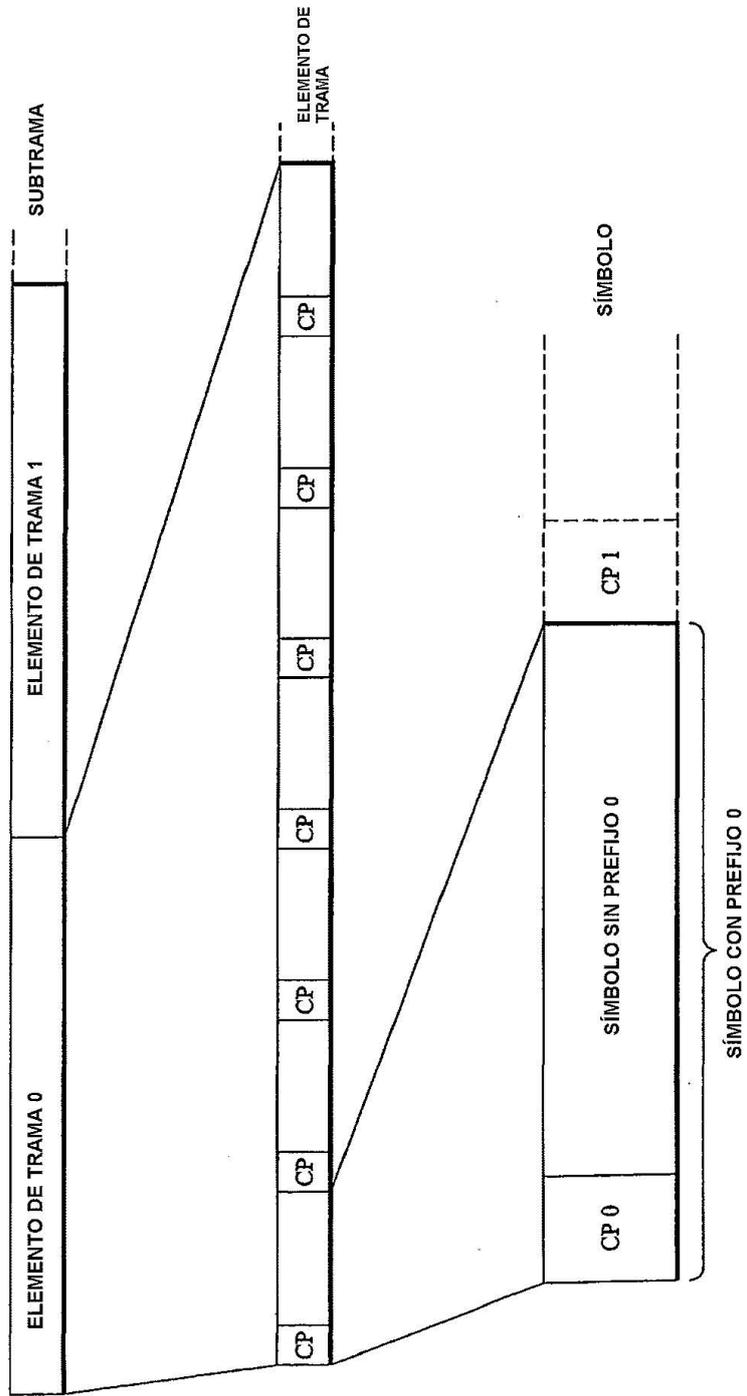


FIG. 6

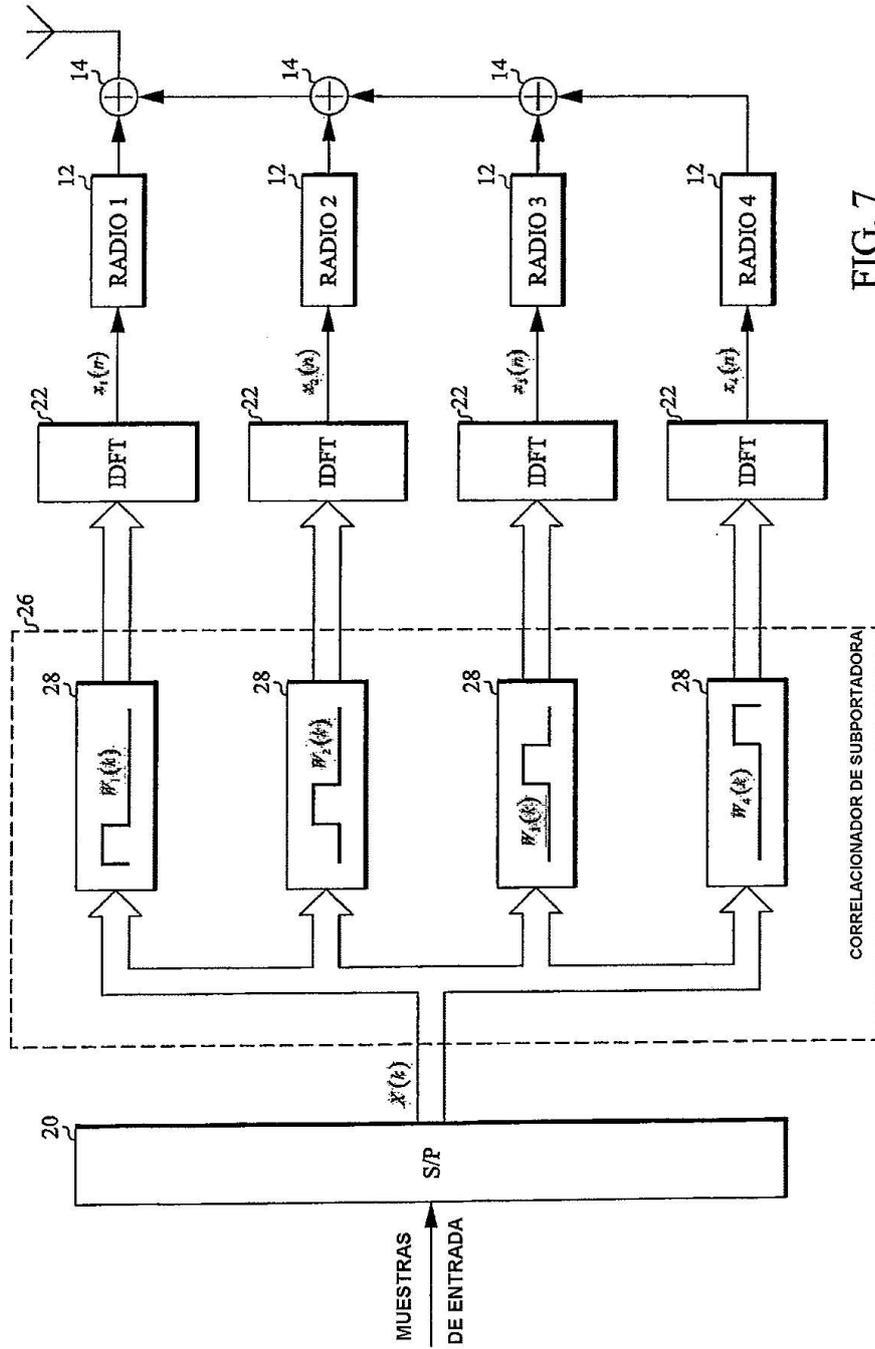


FIG. 7

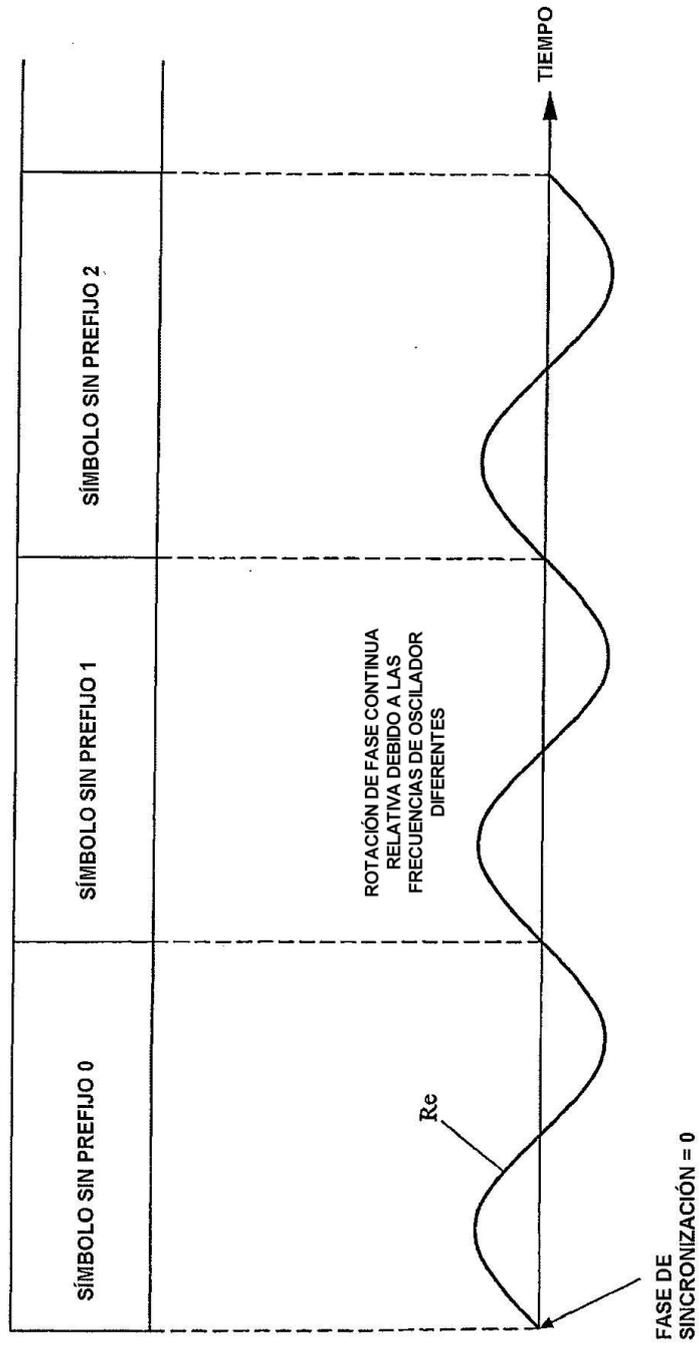


FIG. 8

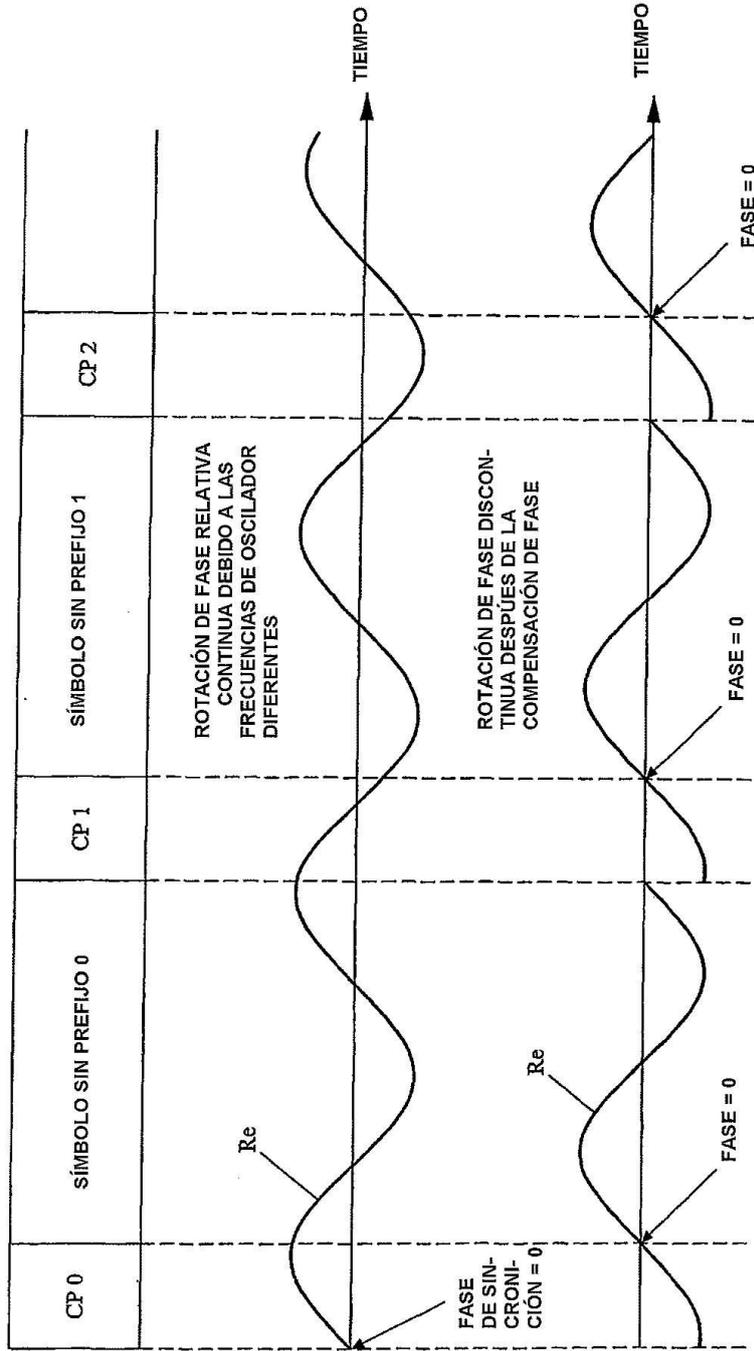


FIG. 9

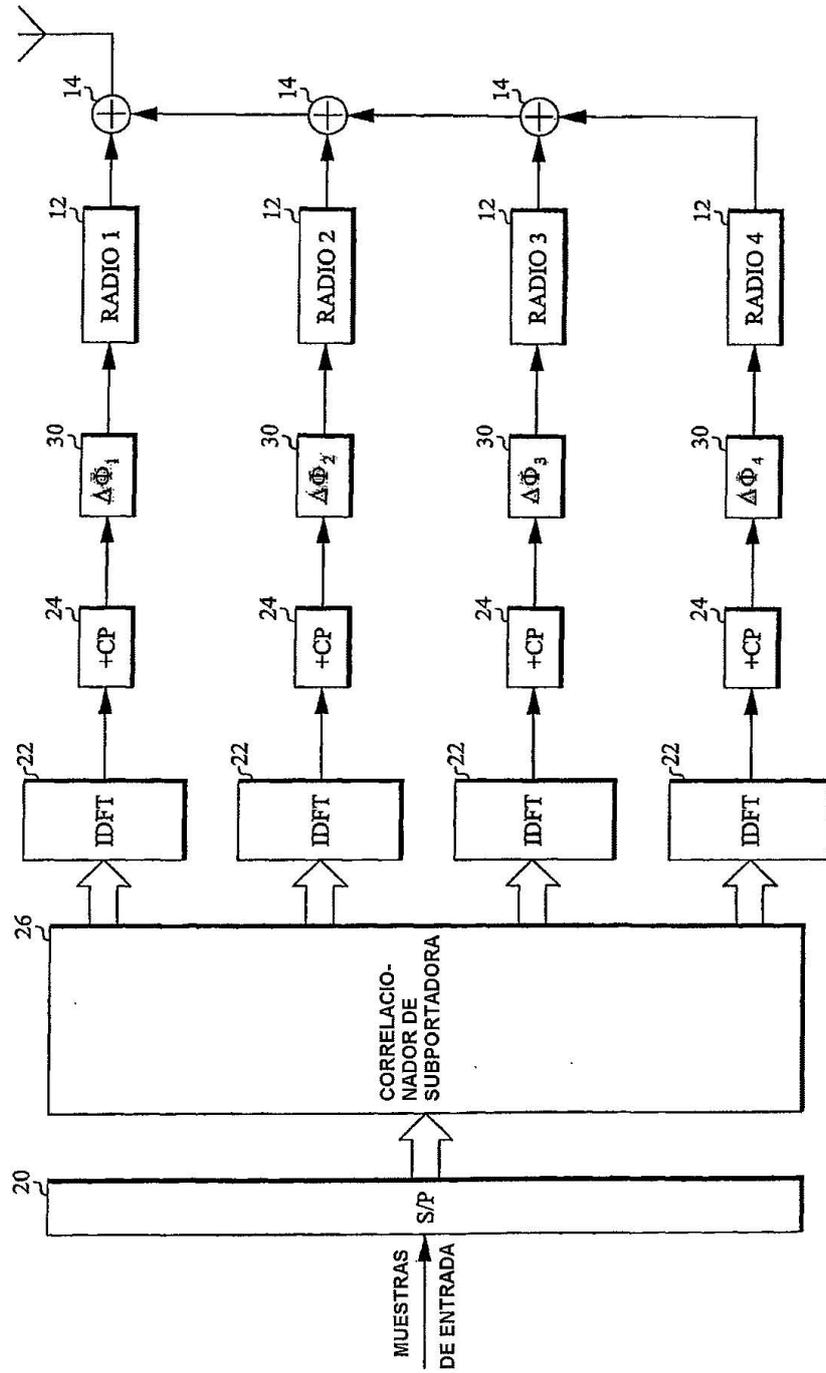


FIG. 10

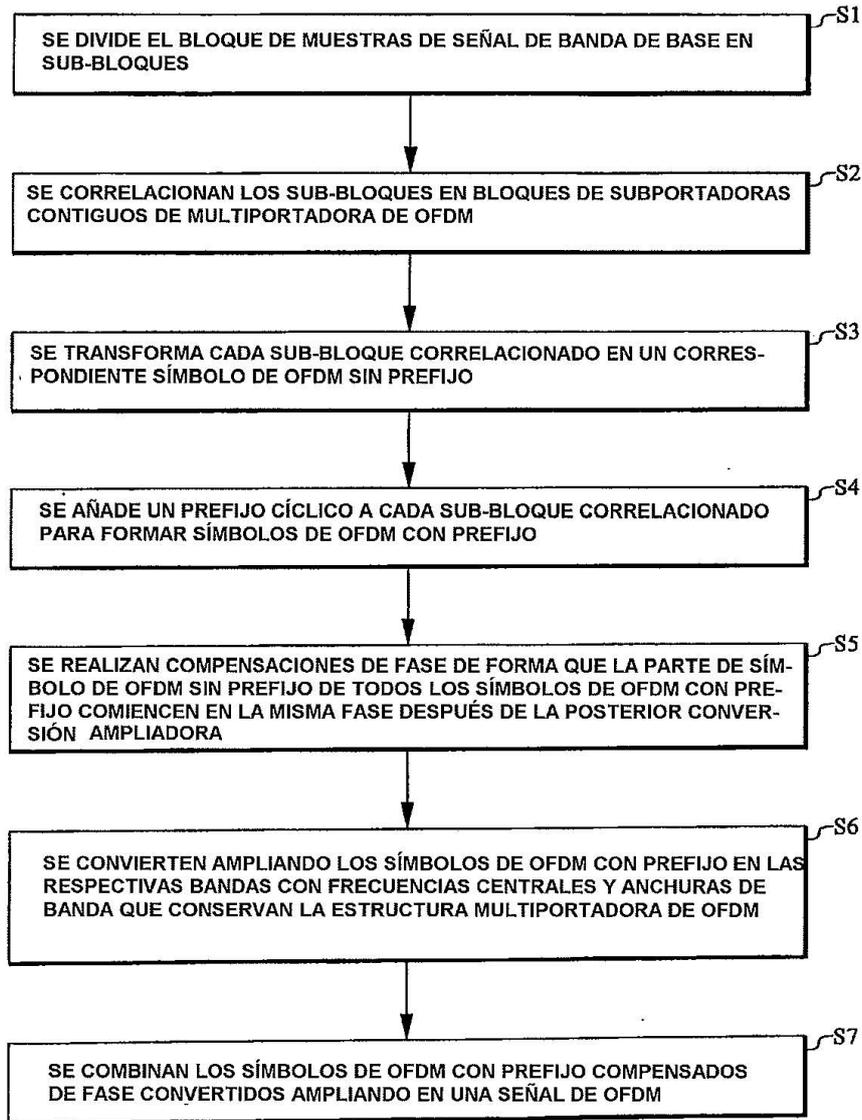
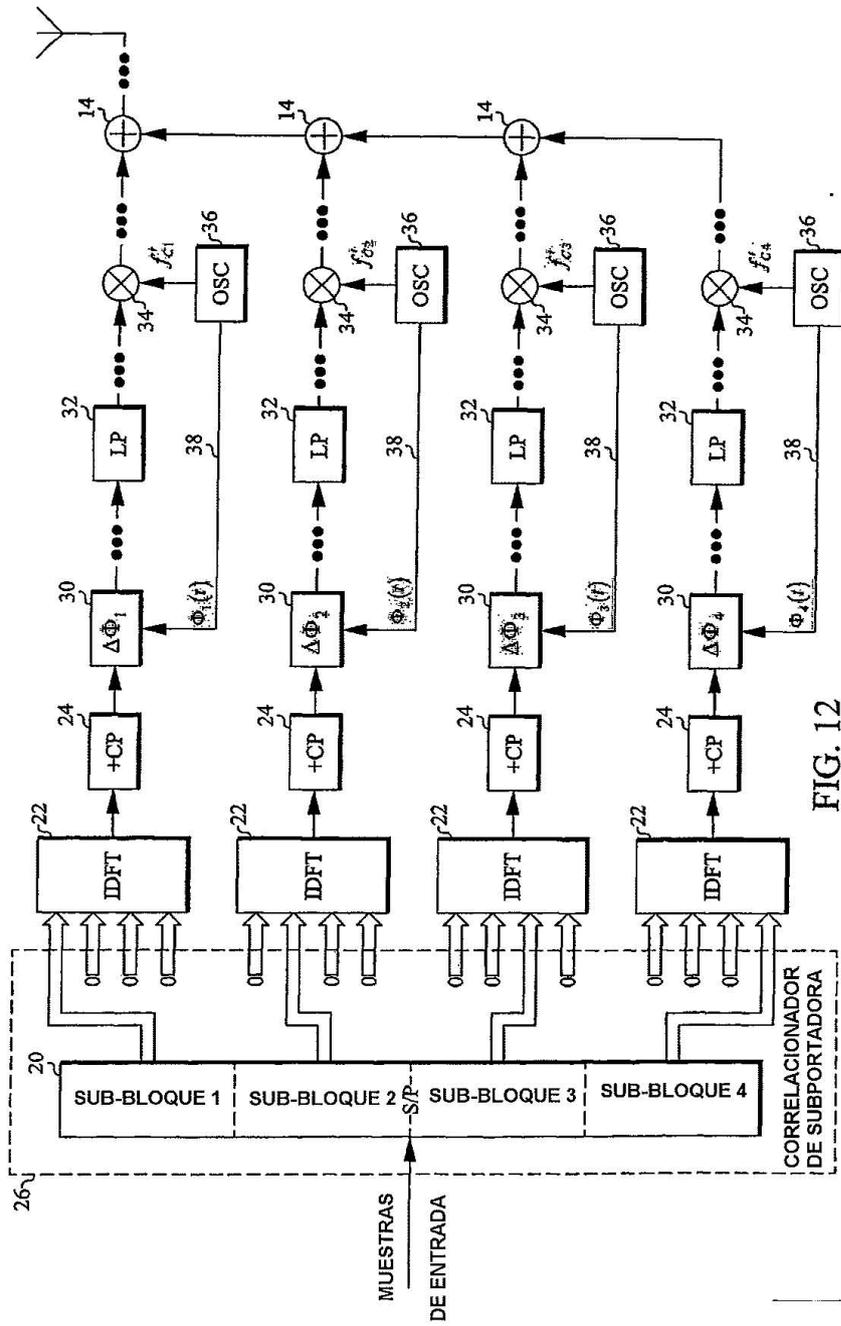


FIG. 11



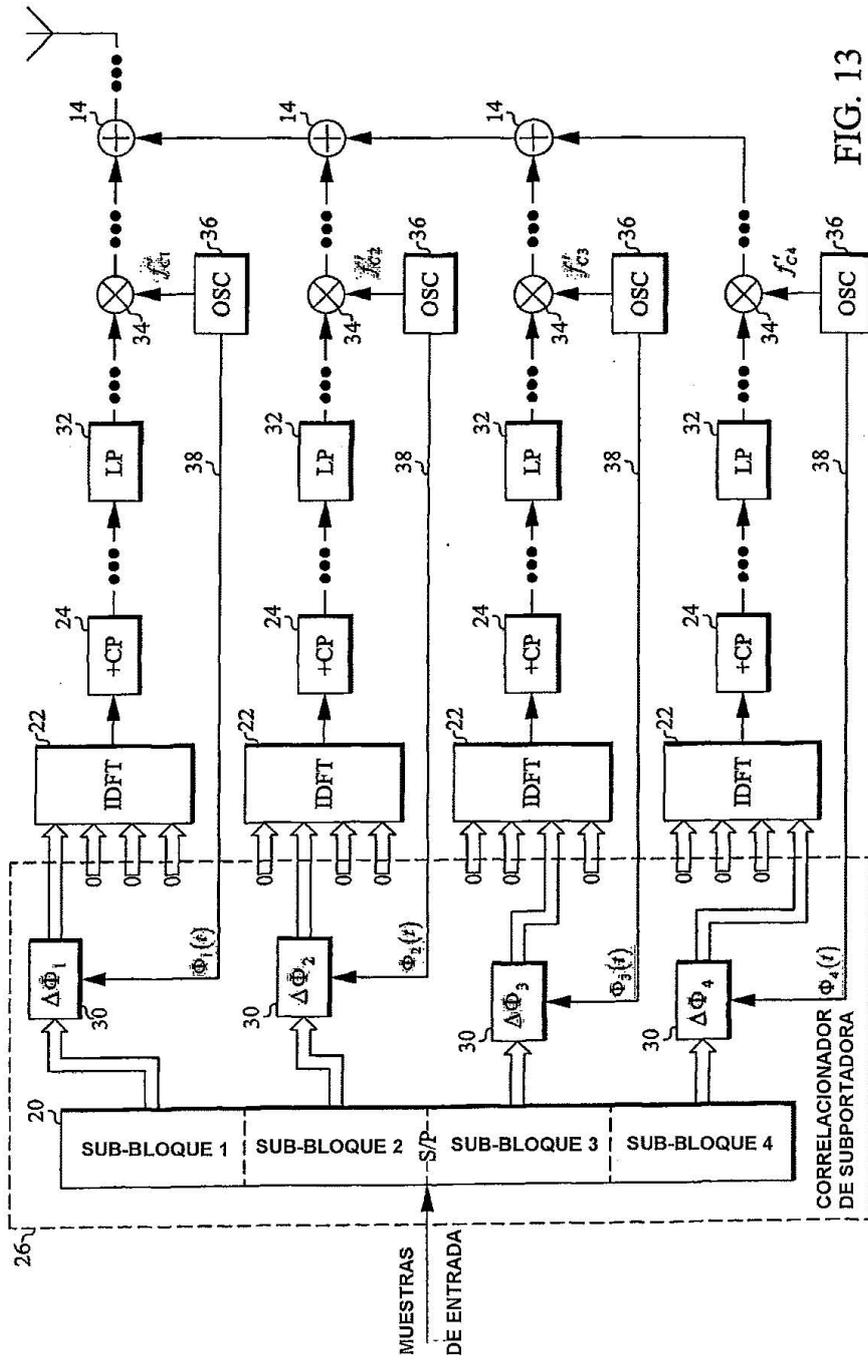


FIG. 13

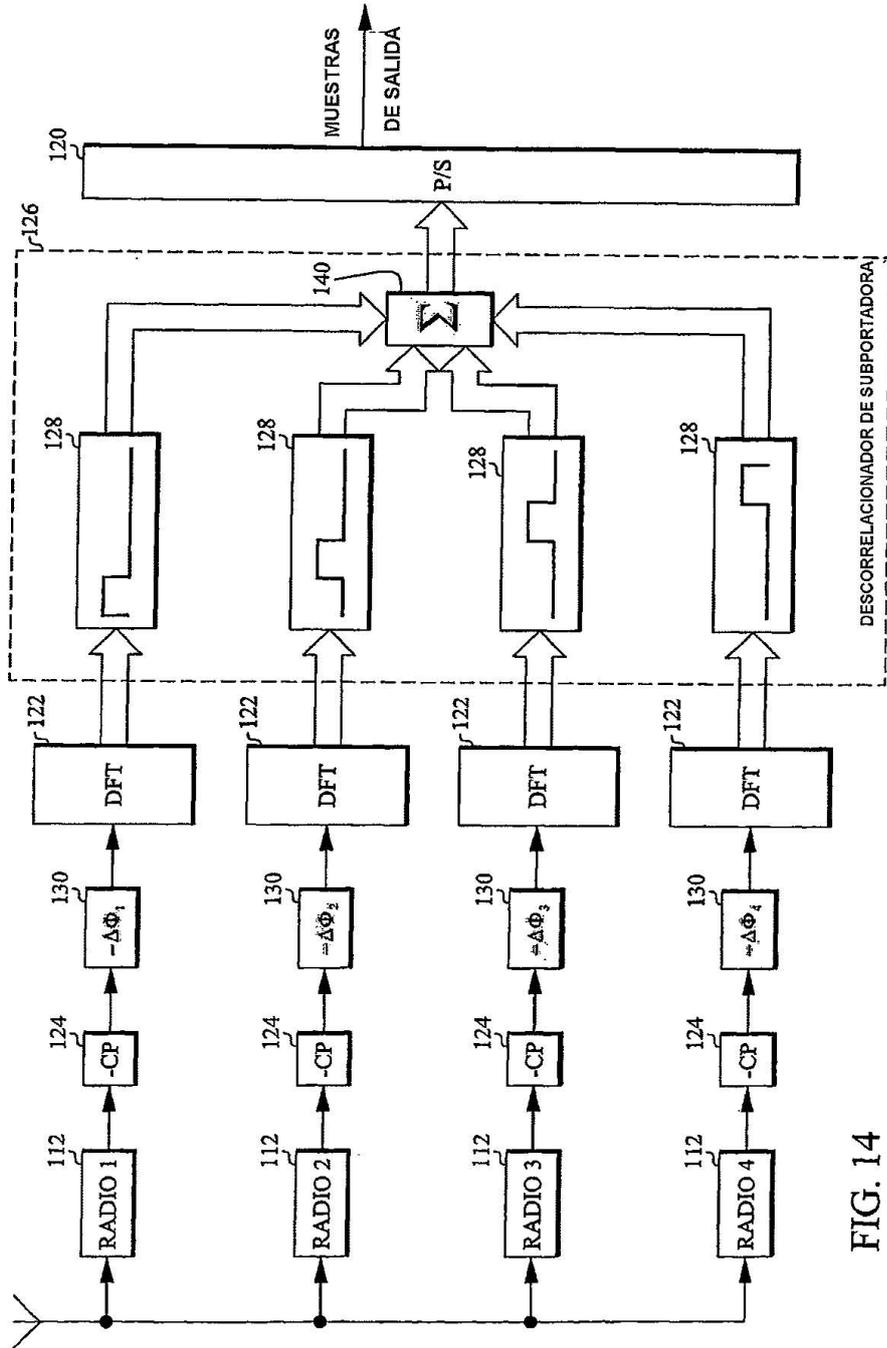


FIG. 14

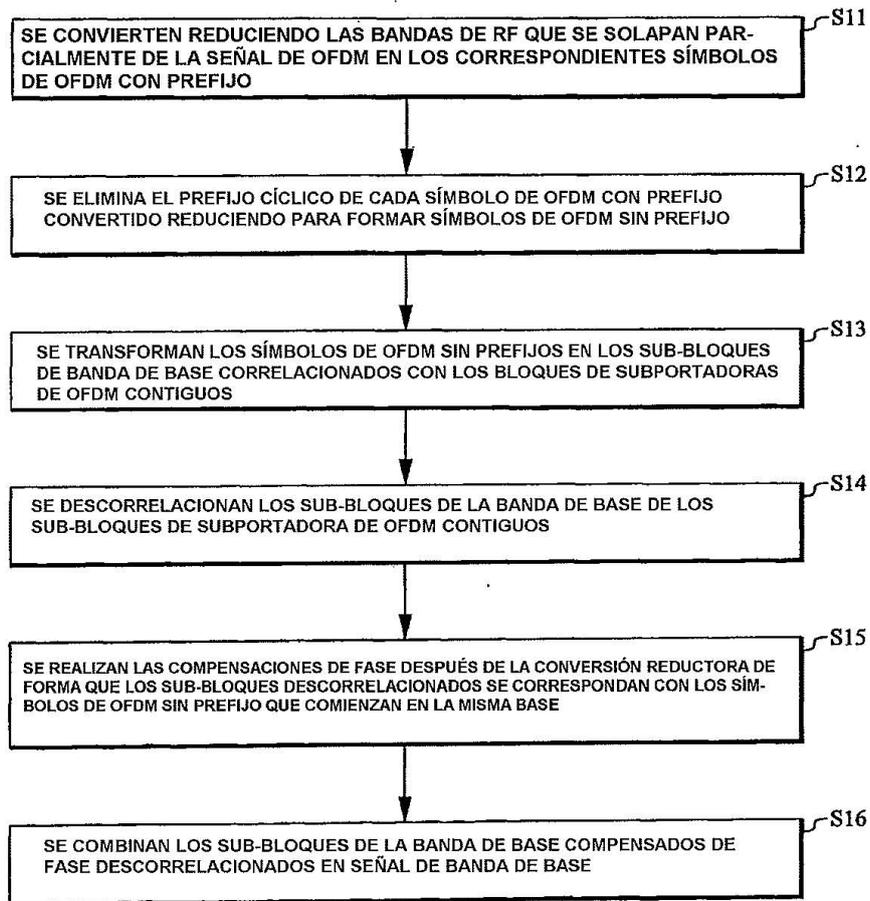


FIG. 15

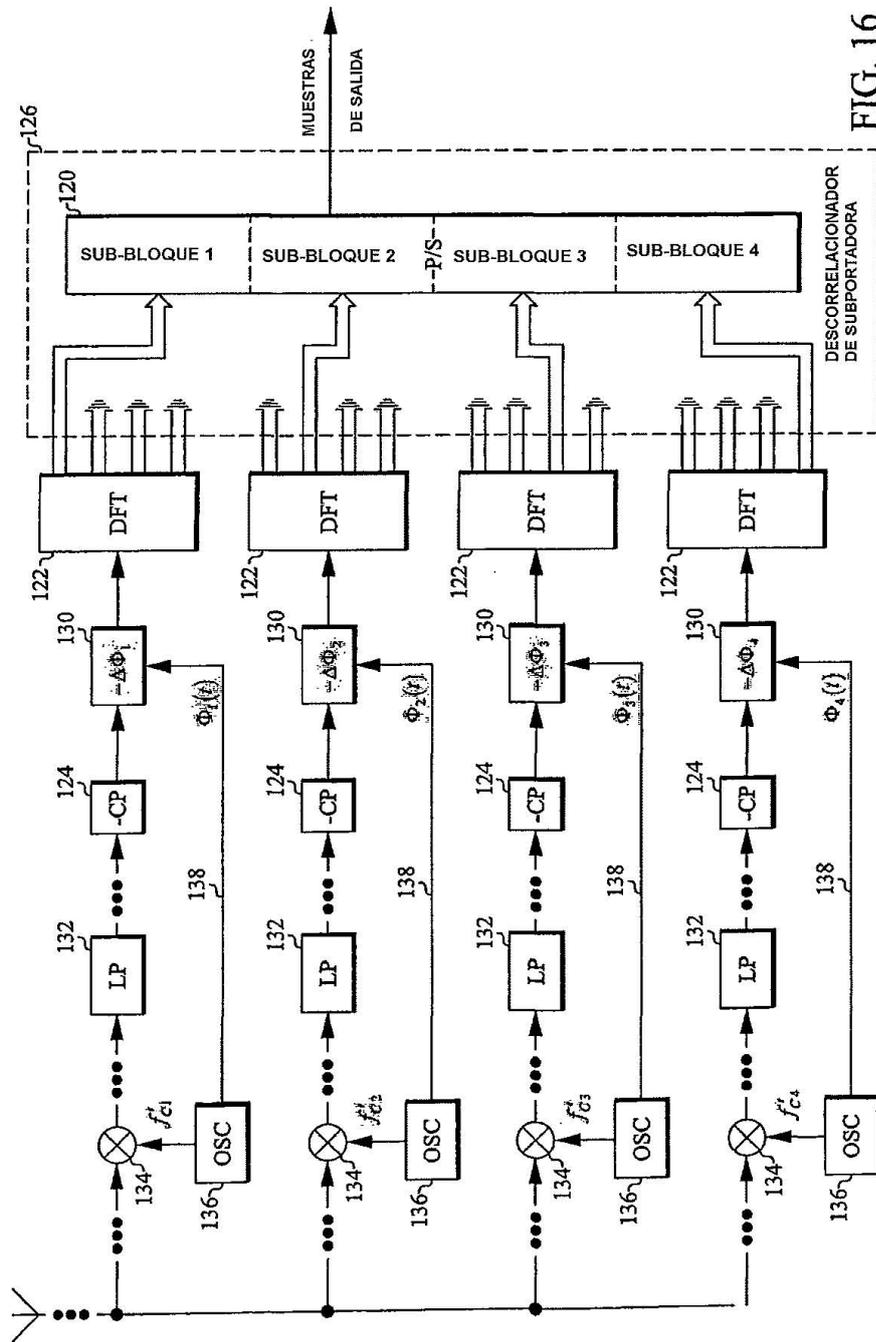


FIG. 16

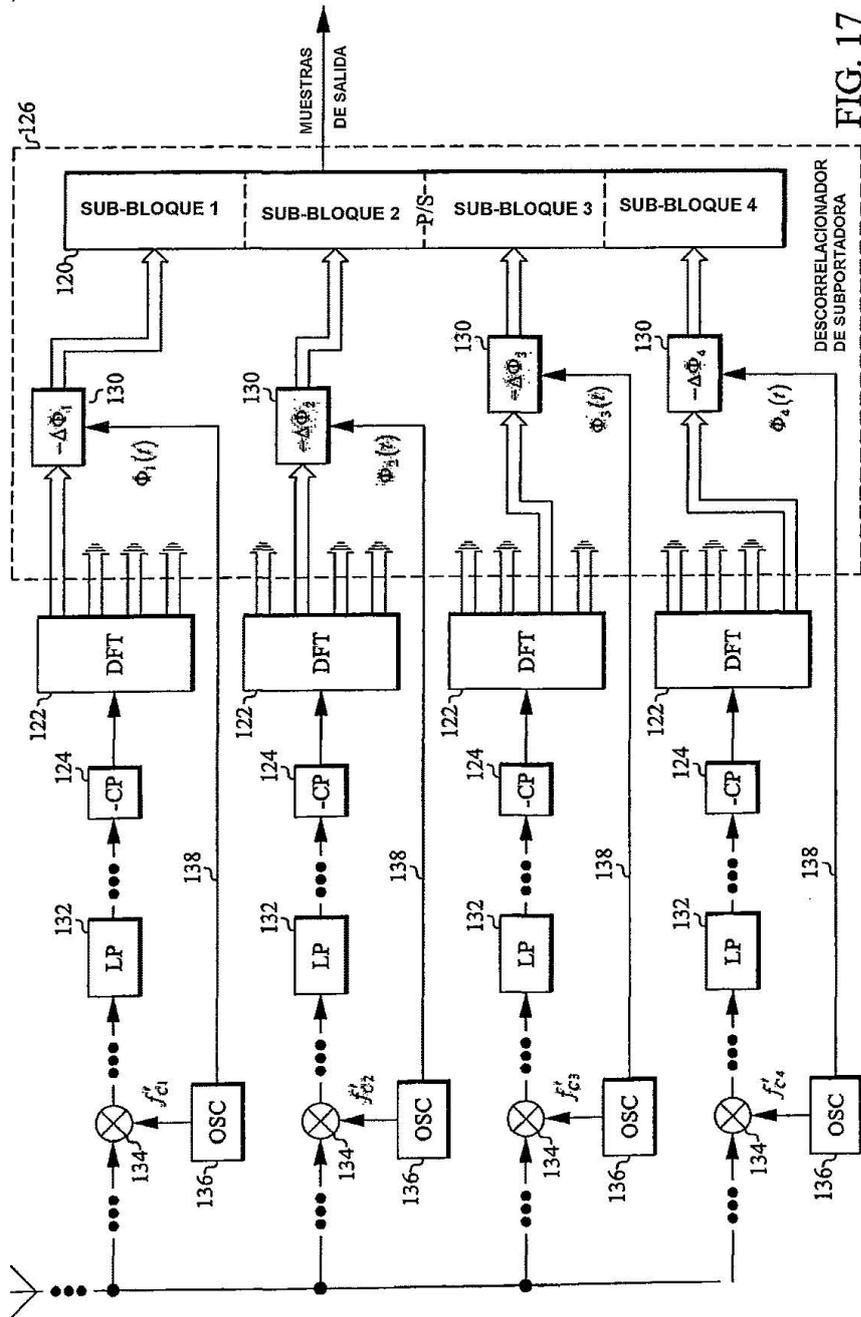
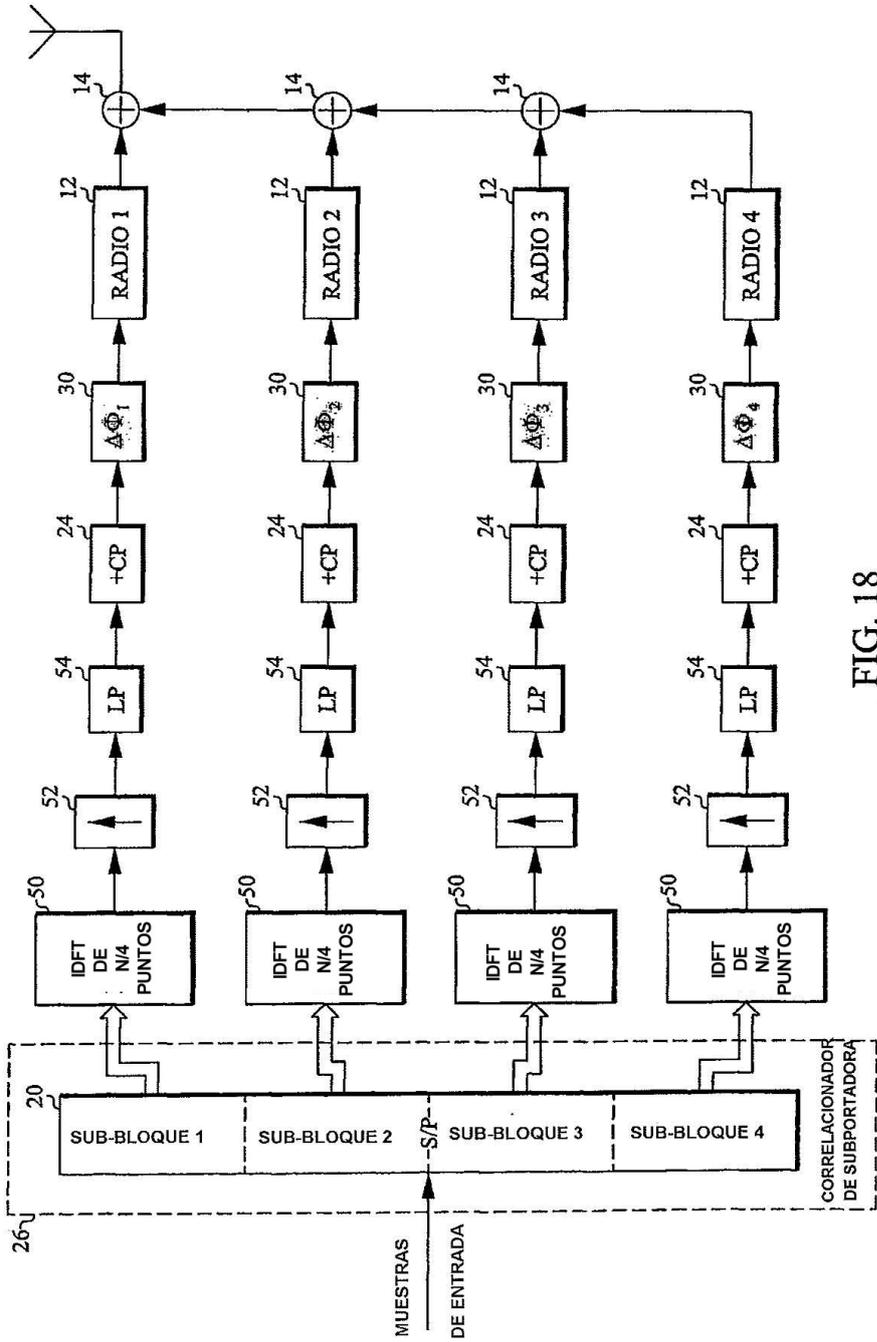


FIG. 17



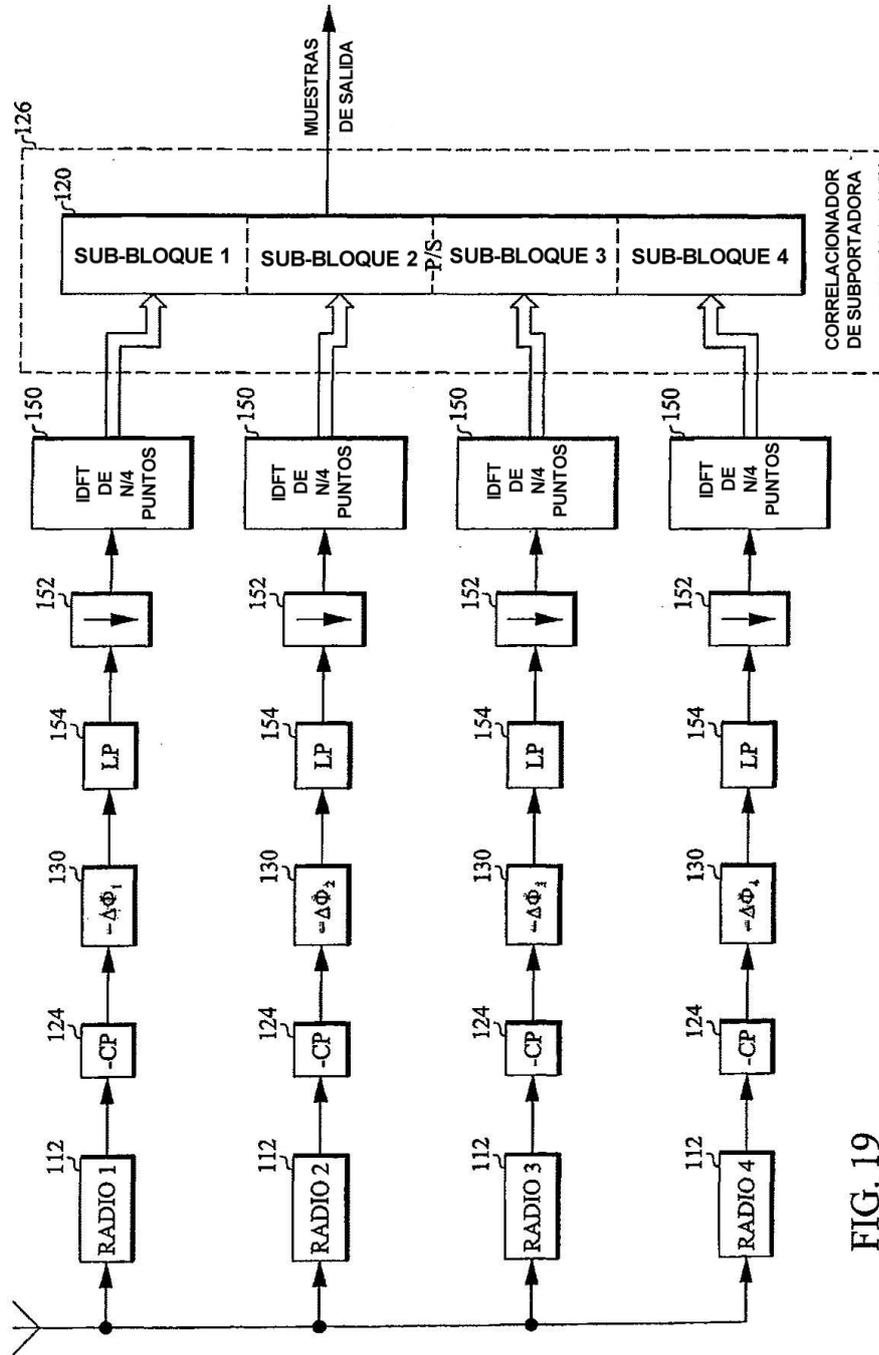


FIG. 19

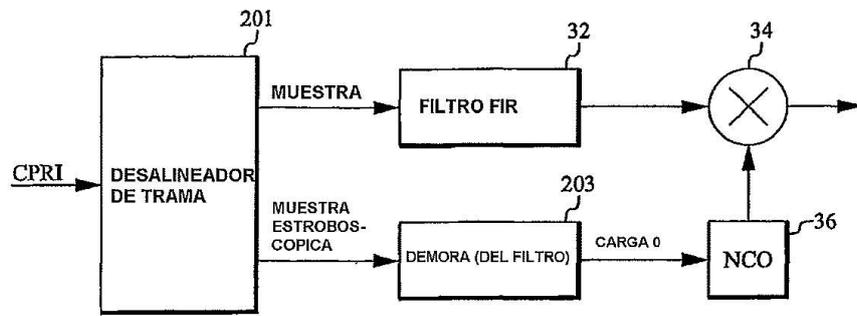


FIG. 20

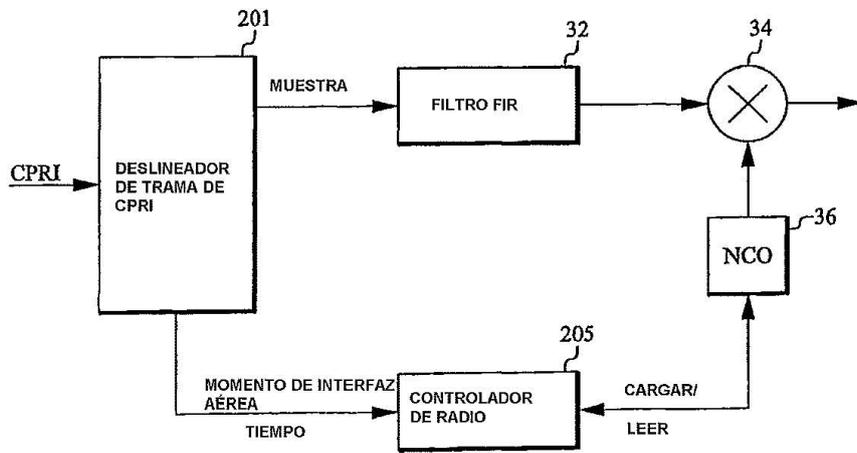


FIG. 21

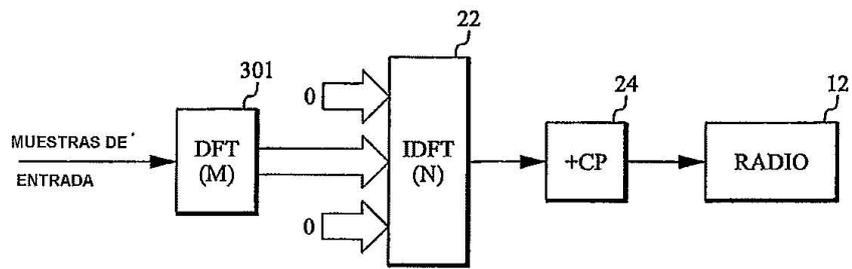


FIG. 22

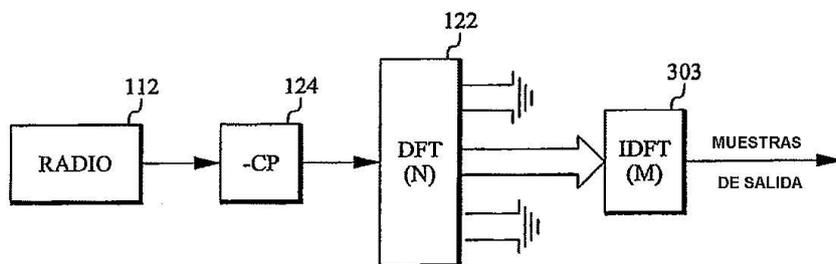


FIG. 23