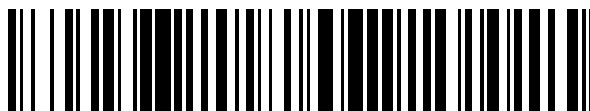


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 604 808**

51 Int. Cl.:

H04L 27/26 (2006.01)

H04W 74/08 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.05.2012 E 15001385 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.08.2016 EP 2924939**

54 Título: **Recepción de RACH por uso repetido de datos FFT y una IFFT seguida de la concatenación de las resultantes señales de tiempo**

30 Prioridad:

01.06.2011 US 201113150565

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

09.03.2017

73 Titular/es:

**TELEFONAKTIEBOLAGET L M ERICSSON
(PUBL) (100.0%)
164 83 Stockholm, SE**

72 Inventor/es:

**MCGOWAN, NEIL y
DA SILVEIRA, MARTHINUS WILLEM**

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 604 808 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

Recepción de RACH por uso repetido de datos FFT y una IFFT seguida de la concatenación de las resultantes señales de tiempo

5

Campo técnico

La presente invención se refiere en general a métodos y dispositivos que utilizan como entrada un número de símbolos de transformada rápida de Fourier, con el fin de extraer un preámbulo de canal de acceso aleatorio (RACH) de una señal recibida en una estación base de un dispositivo de usuario, en un sistema de comunicación por radio.

10

Antecedentes

La evolución a largo plazo (LTE) 3GPP un conjunto de normas en el árbol de tecnología de redes móviles que proporcionan una serie de mejoras en el sistema universal de telecomunicaciones móviles (UMTS), mientras se adopta la tecnología de comunicación móvil 4G, incluyendo una total arquitectura de red plana de IP. Los sistemas de LTE son capaces de velocidades máximas de enlace descendente de al menos 100 Mbps, un enlace ascendente de al menos 50 Mbps y soporta anchos de banda de soporte escalables, de 1,4 MHz a 20 MHz utilizando tanto duplexación por división de frecuencia (FDD) como duplexación por división de tiempo (TDD). Las principales ventajas con LTE son de alto rendimiento, baja latencia, enchufar y usar, FDD y TDD en la misma plataforma, una mejor experiencia del usuario final y una arquitectura sencilla que resulta en bajos costes de funcionamiento.

15

20

Una configuración genérica en un sistema 100 de comunicación de radio móvil (que puede ser un sistema de LTE) se ilustra en la figura 1. En el sistema 100, estaciones de base tales como 105, 110, 115, sirven a los dispositivos de usuario (tales como 120), en concreto, los dispositivos de usuario situados en un área (célula, marcada con línea discontinua en la figura 1) que rodean una estación base respectiva. Aquí, la estación base 110 sirve al dispositivo 120 de usuario.

25

La comunicación entre una estación base y un terminal de usuario es sincronizada normalmente para ocurrir a intervalos de tiempo predeterminados. Puesto que los dispositivos de usuario pueden ser móviles, pueden moverse desde un área de una estación base a un área de una estación base vecina. Por ejemplo, el dispositivo 120 de usuario en la figura 1 puede haber sido previamente servido por la estación base 105, y recientemente se ha movido desde la célula en la que fue servida por la estación base 105, a la célula en la que es servida por la estación base 110. En este caso (es decir, al entrar en una nueva célula), así como cuando un dispositivo de usuario inicia la conexión al sistema 100 de comunicación por radio, hay un procedimiento que implica un intercambio de mensajes entre el dispositivo de usuario y la estación base, para establecer y sincronizar la comunicación entre los mismos.

30

35

Las figuras 2 y 3 ilustran el procedimiento para establecer y sincronizar la comunicación entre un dispositivo de usuario y una estación base (por ejemplo, la estación base 110 y el dispositivo 120 de usuario en la figura 1). La figura 2 ilustra los mensajes intercambiados para establecer y sincronizar la comunicación. La figura 3 ilustra la temporización de estos mensajes. En primer lugar, el dispositivo 120 de usuario adquiere una señal 111 emitida por la estación base 110 y que indica los intervalos de tiempo y tramas (es decir, el canal de acceso aleatorio físico PRACH) utilizable para el envío de mensajes de enlace ascendente (es decir, desde los dispositivos de usuario a la estación base) que incluyen, por ejemplo, los mensajes con las solicitudes de conexión. Se produce un retraso entre el momento en que la estación base 110 envía la señal 111 y cuando el dispositivo 120 de usuario recibe la señal 111 debido al tiempo de recorrido de la señal 111 entre la estación base 110 y el dispositivo 120 de usuario. Sin embargo, el dispositivo 120 de usuario no tiene la información que permitiría la corrección de este retraso, y, por lo tanto, el dispositivo 120 de usuario envía una señal 112 que incluye un preámbulo de RACH, en uno de los intervalos de tiempo aprendido de la estación base 110 y asumiendo que no hay retraso. Tal señal es, de hecho, una solicitud para la conexión al sistema de comunicación por radio a través de la estación base.

40

45

50

La estación base 110 que recibe la señal 112 desde el dispositivo 120 de usuario es capaz de estimar la corrección de tiempo que el usuario de dispositivo 120 de usuario tiene que hacer con el fin de lograr una verdadera sincronización con la estación base para el tráfico de enlace ascendente (desde el dispositivo 120 de usuario a la estación base 110). Además, la estación base 110 envía una señal 113 dirigida al dispositivo 120 de usuario de acuerdo con el identificador de usuario incluido en la señal 112, y que indica la corrección de tiempo para que después los mensajes de enlace ascendente (por ejemplo, 114) estén sincronizados.

55

Como se ilustra en la figura 4, el preámbulo de RACH incluye una porción de prefijo cíclico (CP de RACH) que dura T_{CP} y una porción secuencial T_{SEQ} . Los aspectos descritos anteriormente de los sistemas de comunicación por radio se describen en los documentos 3GPP TS, las versiones actuales de los cuales se incorporan por la presente mediante referencia. En particular, los aspectos pertinentes se definen y describen en 3GPP TS 36.211, 3GPP TR 21.905, 3GPP TS 36.201, 3GPP TS 36.212, 3GPP TS 36.213, 3GPP TS 36.214, 3GPP TS 36.104, 3GPP TS 36.101 y 3GPP TS 36.321.

60

65

Por lo tanto, usando la señal 112 que incluye el preámbulo de RACH, la estación base 110 es capaz de identificar el dispositivo 120 de usuario y de determinar el retraso de ida y vuelta (es decir, la corrección de tiempo). Al recibir un mensaje 113 de respuesta el dispositivo de usuario es habilitado para enviar mensajes sincronizados. Una vez que se logra la sincronización, el dispositivo 120 de usuario está habilitado para enviar mensajes sincronizados a la estación base 110, mientras que intercambia canales de enlace ascendente físico con otros usuarios.

Una manera convencional de procesamiento de señales recibidas se ilustra en la figura 5. Las cajas de la figura 5 corresponden a los pasos de un método. Algunos de estos pasos pueden ser ejecutados en el mismo procesador, pero cada caja puede representar diferentes dispositivos físicos. En otras palabras, las cajas en la figura 5 corresponden a equipo lógico, equipo físico o una combinación de los mismos.

La fila superior en la figura 5 representa un procesamiento normal para los mensajes recibidos a través del canal de enlace ascendente físico. En una porción 150 de procesamiento de datos primera, la porción cíclica (símbolo CP) de una señal recibida se elimina 152 y, a continuación, la señal se somete a medio cambio 154 de frecuencia de subportadora. En sistemas de comunicación por radio distintos de LTE, el medio cambio de frecuencia de subportadora puede no ser necesario. La señal se divide en fragmentos de tiempo correspondientes a una fracción (por ejemplo, 1/14 o 1/12) de un milisegundo (ms), siendo denominados estos fragmentos símbolos. Una FFT por símbolo se realiza en cada símbolo (que dura 1/12 o 1/14 de la señal, y que usa 2048 puntos para ancho de banda de 20 MHz) en 156, antes de transmitir los resultantes fragmentos de señal de dominio frecuencia a un módulo 160 de procesamiento de enlace ascendente.

Cuando la señal recibida en la estación base es una señal no sincronizada que incluye un preámbulo de RACH (tal como la señal 112 en la figura 2), una súper FFT se realiza en (o en el módulo) 170 durante alrededor de 1 ms de la señal, utilizando tantos como 24576 puntos por todo el ancho de banda de señal (por ejemplo, 20 MHz). Esta súper FFT implica una gran cantidad de datos para transportar y cargar y requiere una gran cantidad de cálculos. El procesamiento de tráfico normal (por ejemplo, en la unidad 150 de procesamiento de datos primera, etc.) puede proceder en paralelo al procesamiento de datos relacionado con el preámbulo de RACH. Dependiendo de la cantidad de otros datos, el rendimiento tanto del preámbulo de RACH como del procesamiento del tráfico normal se ven afectados por los recursos utilizados para la súper FFT.

La salida de la súper FFT se procesa a continuación en una porción 180 de procesamiento de datos segunda que está configurada para recibir una señal de dominio frecuencia para procesar y utilizar la señal recibida para la identificación y la determinación de la corrección de tiempo del dispositivo de usuario. En concreto, la porción 180 de procesamiento de datos segunda incluye un módulo 182 que selecciona las subportadoras de RACH 839 (como se describe, por ejemplo, en 3GPP TS 36.211, sección 5.7.2) desde la salida de señal de dominio frecuencia, un módulo 184 que extrae un identificador temporal del dispositivo de usuario basándose en la correlación de la señal seleccionada con secuencias de Zadoff-Chu, y, a continuación, un módulo 186 que realiza una FFT inversa usando 2048 puntos. La resultante señal de dominio tiempo se envía entonces a un módulo 190 de detección de RACH para su detección adicional. Las subportadoras de RACH 839 corresponden a una banda de frecuencia de aproximadamente 1 MHz de ancho, pero la banda de frecuencias de subportadoras de RACH no tiene una posición fija dentro de todo el ancho de banda de señal (por ejemplo, 20 MHz). Sin embargo, la mayor parte (por ejemplo, 19 MHz) de ancho de banda de la totalidad del ancho de banda (por ejemplo, 20 MHz), se descarta en el módulo 182.

El documento EP 2099188 divulga la recepción del canal de acceso aleatorio (RACH). La FFT usada para los símbolos de tráfico se realiza en una longitud (67 us) de señal de tráfico del preámbulo de RACH recibido. El filtrado de paso de banda en el resultado selecciona las subportadoras de RACH, que son después pasadas a través de una IFFT. Esto se repite 12 veces y los resultados son concatenados en tiempo para cubrir la longitud de 1 ms del preámbulo RACH.

La súper FFT 170 es una carga considerable para la estación base en términos de espacio de almacenamiento y potencia, mientras que la mayor parte de su resultado se descarta inmediatamente después. En consecuencia, sería deseable proporcionar dispositivos, sistemas y métodos que procesan las señales no sincronizadas de enlace ascendente incluyendo el preámbulo de RACH más eficazmente que mediante la realización de la súper FFT.

Sumario

Métodos de extracción de preámbulo de RACH desde una señal de enlace ascendente que utilizan símbolo FFT de acuerdo con diversas realizaciones reducen la cantidad de datos que necesita ser cargada y transferida en comparación con el uso de una súper FFT. Estos métodos funcionan sustancialmente mejor (generando un menor número de errores) que el uso convencional de una súper FFT en condiciones de carga (es decir, cuando el tráfico de enlace ascendente está presente).

La invención es como se define en las reivindicaciones independientes.

Breve descripción de los dibujos

Los dibujos que se acompañan, que se incorporan y constituyen una parte de la especificación, ilustran una o más realizaciones y, junto con la descripción, explican estas realizaciones. En los dibujos:

- 5 - la figura 1 es un diagrama esquemático de un sistema de comunicación por radio;
- la figura 2 es un diagrama que ilustra un procedimiento para establecer la comunicación entre un equipo de usuario y una estación base;
- 10 - la figura 3 es una representación de la temporización en un procedimiento para establecer la comunicación entre un equipo de usuario y una estación base;
- la figura 4 ilustra un formato de preámbulo de acceso aleatorio;
- 15 - la figura 5 es un diagrama esquemático de un dispositivo convencional para la extracción del preámbulo de canal de acceso aleatorio (RACH) desde una señal de enlace ascendente;
- la figura 6 es un diagrama esquemático de un dispositivo para la extracción del preámbulo de canal de acceso aleatorio (RACH) desde una señal de enlace ascendente de acuerdo con una realización ejemplar;
- 20 - la figura 7 es un gráfico que compara el rendimiento de un dispositivo convencional y el rendimiento de un dispositivo de acuerdo con una realización ejemplar en ausencia de otro tráfico de enlace ascendente;
- 25 - la figura 8 es un gráfico que compara el rendimiento de un dispositivo convencional y el rendimiento de un dispositivo de acuerdo con una realización ejemplar, cuando otro tráfico de enlace ascendente está presente;
- la figura 9 es un diagrama esquemático de un dispositivo para la extracción del preámbulo de canal de acceso aleatorio (RACH) desde una señal de enlace ascendente de acuerdo con otra realización ejemplar;
- 30 - la figura 10 es un gráfico que compara el rendimiento de un dispositivo convencional y el rendimiento de un dispositivo de acuerdo con otra realización ejemplar en ausencia de otro tráfico de enlace ascendente;
- 35 - la figura 11 es un diagrama de flujo de un método para la extracción de un preámbulo de canal de acceso aleatorio (RACH) desde una señal recibida en una estación base desde un dispositivo de usuario de acuerdo con una realización ejemplar;
- la figura 12 es un diagrama de flujo de un método para la extracción de un preámbulo de canal de acceso aleatorio (RACH) desde una señal recibida en una estación base desde un dispositivo de usuario de acuerdo con otra realización ejemplar;
- 40 - la figura 13 es un diagrama de módulo que ilustra una transformación para la actualización de un dispositivo convencional para un dispositivo de acuerdo con una realización ejemplar; y
- 45 - la figura 14 es un diagrama de flujo de un método para la actualización de una estación base en una red de comunicación de acuerdo con una realización ejemplar.

Descripción detallada

50 La siguiente descripción de las realizaciones ejemplares se refiere a los dibujos adjuntos. Los mismos números de referencia en diferentes dibujos identifican los mismos o similares elementos. La siguiente descripción detallada no limita la invención. En su lugar, el alcance de la invención se define por las reivindicaciones adjuntas. Se discuten las siguientes realizaciones, por simplicidad, con respecto a la terminología y la estructura de un sistema de comunicación por radio, tal como, un sistema de LTE. Sin embargo, las realizaciones que se discutirán a continuación no se limitan a estos sistemas pero pueden aplicarse a otros sistemas existentes.

La referencia a lo largo de la especificación a "una realización" significa que una característica, estructura o característica particular descrita en relación con una realización se incluye en al menos una realización de la presente invención. Por lo tanto, la aparición de las frases "en una realización" en diversos lugares a lo largo de la especificación no se está refiriendo todo necesariamente a la misma realización. Además, las características, estructuras o características particulares se pueden combinar de cualquier manera adecuada en una o más realizaciones.

De acuerdo con los aspectos descritos a continuación en diversas realizaciones, la súper (masiva) FFT se sustituye por el uso de símbolo FFT. El procesamiento de RACH de símbolo FFT (SFRP) es un método para demodular el canal de acceso aleatorio (RACH) para LTE, haciendo uso del símbolo de tráfico de transformadas rápidas de

5 Fourier (Símbolo FFT) que ya se está haciendo como parte del procesamiento de tráfico de enlace ascendente normal (por ejemplo, PUSCH o PUCCH) de procesamiento. El SFRP extrae las subportadoras apropiadas de las FFT de símbolo durante el período de tiempo de RACH y traduce estas subportadoras en una señal de dominio tiempo de banda base. Una pequeña FFT (1024 puntos) se puede entonces realizar en esta señal de dominio tiempo traducida para obtener las subportadoras de RACH 839. La correlación y la detección desde este punto es la misma que cuando se utiliza la súper FFT. Las realizaciones, que utilizan sustancialmente menos recursos (por ejemplo, para cargar datos y la potencia) proporcionan mejoras en términos de reducir el número de errores en comparación con el procesamiento convencional (es decir, utilizando la súper FFT) en la mayoría de situaciones.

10 La figura 6 es un diagrama esquemático de un aparato que incluye un dispositivo 200 para la extracción de preámbulo de canal de acceso aleatorio (RACH) a partir de una señal de enlace ascendente de acuerdo con una realización ejemplar. El aparato ilustrado en la figura 6 incluye la misma porción 150 de procesamiento de datos primera, el módulo 160 de procesamiento de enlace ascendente, la porción 180 de procesamiento de datos segunda y el módulo 190 de detección de RACH como el aparato convencional ilustrado en la figura 5. Sin embargo, el
15 el módulo 170 de súper FFT del aparato convencional ilustrado en la figura 5 ya no está presente, y en su lugar el dispositivo 200 incluye módulos que implementan y, por tanto, están configurados para realizar el SFRP.

20 En un mensaje no sincronizado de enlace ascendente (tal como 112 en la figura 2), una porción que incluye el preámbulo de RACH dura aproximadamente 1 ms, y, por tanto, alrededor de 12 símbolos cubrirían el intervalo de tiempo que cubre el preámbulo de RACH. El símbolo FFT es una FFT más gruesa que la súper FFT y, de este modo, la resolución en frecuencia es más pequeña.

25 La salida del símbolo FFT 156 para un número predeterminado de símbolos (por ejemplo, 12) se introduce en el dispositivo 200, uno por uno. En (o en el módulo) 210, se selecciona una porción de la señal en la que el RACH debería estar en ese momento a tiempo. Debido a la FFT más gruesa la porción seleccionada, que se extiende alrededor de 1 MHz, cubre alrededor de 72 frecuencias distintas en el símbolo FFT espectro. La porción seleccionada de la señal (todos los demás grupos de frecuencia no RACH habiendo sido puestos a cero) se desplaza a la banda base.

30 En (o en el módulo) 220, se realiza una FFT inversa en la porción seleccionada, usando 256 puntos, para transformar la señal de nuevo en el dominio tiempo. A continuación, en (o en el módulo) 230, un ajuste de fase se produce. Se requiere que el ajuste de fase compense el retraso de grupo de los huecos de símbolo CP, al mover los datos a la banda base (la fase de la primera muestra de la salida de IFFT puede ser cero u otro valor, que no es necesariamente igual a la fase de la señal al final del tiempo de símbolo CP). Este ajuste de fase para el $k^{\text{ésimo}}$
35 símbolo entre la secuencia de símbolos utilizada para la extracción del RACH es $f(k + 1) = f(k) + e^{j2\pi F_{FR}^{CN} / N_{PA}}$, donde N_{CP} es la longitud de símbolo CP (depende del número de símbolo de acuerdo con 3GPP), k es el número de iteración del símbolo FFT empezando de 0, $f(0) = 0$, N_{PA} es la longitud de preámbulo de RACH y F_{RC} es la frecuencia central del canal RACH, que puede ser positiva o negativa.

40 Se insertan ceros en los tiempos de símbolo CP en (o en el módulo) 240 seguido de la reducción en muestreo por un factor de 3 en (o en el módulo) 250. La reducción en muestreo se produce para limitar el número de puntos en una secuencia que corresponde al preámbulo de RACH a un número de puntos necesarios y pertinentes (el número de 256 puntos utilizados en la IFFT en 230 estando en exceso de 3×72 , que es el número de frecuencias correspondiente a la banda de RACH después de 210, y este número se incrementa aún más por la inserción cero de símbolo CP).
45

50 El procesamiento de datos en 210, 220, 230, 240 y 250 se realiza para cada uno de los símbolos considerados (por ejemplo, el número de símbolos puede ser 12). La salida del bloque 250 se carga de manera que las salidas para todos los símbolos son dispuestas en una secuencia correspondiente a tiempo. La porción de preámbulo de RACH entonces se selecciona de esta secuencia en 270 y una FFT en la porción seleccionada se realiza utilizando 1024 puntos en (o en el módulo) 280. La salida de esta FFT es entonces introducida en la porción 180 de procesamiento de datos segunda que está configurada para recibir una señal 180 de dominio frecuencia para procesar y utilizar la señal recibida para la identificación y la determinación de la corrección de tiempo del dispositivo de usuario. Es decir, las 839 súper subportadoras se seleccionan a partir del resultado de la FFT de 1024 puntos en 182, la detección de
55 RACH se realiza entonces mediante la correlación de las frecuencias seleccionadas contra las secuencias ZC deseadas en 184, y una IFFT de 2048 puntos en 186 es seguida por el proceso de detección de RACH normal en 190.

60 El método SFRP descrito aquí se describe por formato 0 de preámbulo de RACH, sin embargo también se puede aplicar de manera similar a los otros formatos de preámbulo (por ejemplo, como se describe en TS 36.211 sección 5.7) que tienen diferentes longitudes de la CP de RACH y/o longitudes de la secuencia. El CP de RACH puede ser más largo para permitir tamaños de células más grandes y la secuencia de preámbulo de RACH se puede repetir de esta manera haciéndose más larga. Además, el símbolo CP puede tener una longitud de símbolo CP normal o una longitud de símbolo CP extendida.
65

La figura 7 es un gráfico que representa una probabilidad de detección perdida (en el eje y) frente a señales a

relación de ruido (en el eje x) el ruido siendo ruido Gaussiano blanco aditivo (AWGN), cuando la señal de enlace ascendente lleva sólo el preámbulo de RACH y ningún otro tráfico (por ejemplo, tráfico PUSCH o PUCCH) y con una única antena de recepción. En este caso, la súper FFT, línea 292, se realiza un poco mejor (produciendo ligeramente menos errores) que el método SFRP, línea 290, debido al hecho de que en el método SFRP, los datos durante los tiempos de símbolo CP normales son remplazados con ceros.

La figura 8 es un gráfico que representa una probabilidad de detección perdida (en el eje y) frente a señales a relación de ruido (en el eje x), el ruido siendo AWGN, cuando la señal de enlace ascendente (incluyendo PUSCH) lleva además el preámbulo de RACH y el tráfico PUSCH con señal de 20 dB a relación de ruido. Hay que señalar que aunque se menciona PUSCH, el método puede ser aplicado a PUCCH u otra comunicación de enlace ascendente. En este caso, la súper FFT, línea 296, se realiza sustancialmente peor (produciendo más errores) que el método SFRP, línea 294.

La figura 9 es un diagrama esquemático de un aparato que incluye un dispositivo (300) para la extracción de preámbulo de canal de acceso aleatorio (RACH) desde una señal de enlace ascendente de acuerdo con otra realización ejemplar. El aparato ilustrado en la figura 9 incluye la misma porción 150 de procesamiento de datos primera, el módulo 160 de procesamiento de enlace ascendente, la porción 180 de procesamiento de datos segunda y el módulo 190 de detección de RACH como el aparato convencional ilustrado de la figura 5 y como el aparato de la figura 6. Además, el aparato ilustrado en la figura 9 incluye la misma porción 180 de procesamiento de datos segunda y el módulo de detección de RACH como el aparato convencional ilustrado en la figura 5 y como el aparato de la figura 6.

Similar al aparato ilustrado en la figura 6, el aparato de la figura 9 ya no incluye el módulo 170 de súper FFT del aparato convencional ilustrado en la figura 5. En cambio, el dispositivo 300 del aparato de la figura 9 incluye módulos que implementan y, por tanto, están configurados para realizar un SFRP extendido.

La salida del símbolo FFT 156 para un número predeterminado de símbolos (por ejemplo, 12) se introduce en el dispositivo 300, uno por uno. Los símbolos se procesan de forma individual como se describe con respecto al dispositivo 200, en los módulos 210, 220, 230, 240, y 250 y acumulado en 260. A partir de la secuencia de tiempo acumulado se seleccionan no sólo el preámbulo de RACH en (o en el módulo) 320, sino también un CP de RACH parcial en (o en el módulo) 310. El preámbulo de RACH y el CP de RACH parcial se ensamblan y se rellenan con ceros lo necesario en (o en el módulo) 330. Una FFT de 2048 puntos se aplica a continuación en (o en el módulo) 340. Similar al dispositivo/método 200, el dispositivo/método 300 se ha descrito para formato 0 de preámbulo de PRACH, pero puede ser aplicado a los otros formatos de preámbulo.

La figura 9 es un gráfico que representa una probabilidad de detección perdida (en el eje y) frente a señales a relación de ruido (en el eje x) el ruido siendo ruido Gaussiano blanco aditivo (AWGN), cuando la señal de enlace ascendente lleva sólo el preámbulo de RACH y ningún otro tráfico (es decir, el tráfico PUSCH) y con una sola antena de recepción. En este caso, la súper FFT, línea 350, realiza lo mismo que el método SFRP extendido, línea 360, debido al hecho de que el método SFRP extendido utiliza parte del tiempo CP de RACH. Cuando el resto del tráfico PUSCH está presente, el método SFRP extendido funciona mejor que el método SFRP, así, mejor que usar la súper FFT.

Un diagrama de flujo de un método SFRP 400 para la extracción de un preámbulo de canal de acceso aleatorio (RACH) de una señal de enlace ascendente en un sistema de LTE se ilustra en la figura 11. El método 400 puede ser ejecutado por el dispositivo 200 junto con el bloque 156 en la figura 6. Un contador "i" se inicializa en S405, para realizar un seguimiento del número de símbolos utilizados para extraer el preámbulo de RACH. Después de que una porción inicial de prefijo cíclico se ha eliminado de la señal y 1/2 cambio de subportadora se ha realizado, una FFT se realiza sobre símbolos (que son porciones de la señal después de la porción de símbolo CP se ha eliminado correspondiendo a un intervalo de tiempo predeterminado) uno por uno en S410. Entonces, se genera una señal de banda base para corresponder a la banda de frecuencias de RACH todos los otros contenedores de frecuencia no RACH habiendo sido puestos a cero, en S420. Por ejemplo, si la banda de frecuencias de RACH tiene 1 MHz de ancho, la señal de FFT correspondiente a 72 frecuencias puede ser seleccionada.

El método 400 incluye además la realización de una FFT inversa de la señal de banda base para producir una señal de dominio tiempo, en S430, y el ajuste de una fase de la señal de dominio tiempo para compensar los retrasos de grupo debido a los huecos de símbolo CP que se producen durante la generación, en S440. El ajuste de fase se determina individualmente para cada símbolo dependiendo de la localización de la banda de frecuencias de RACH en ese momento. Los ceros se añaden al comienzo de la señal de dominio tiempo de fase ajustada para tener en cuenta la porción de símbolo CP que se ha eliminado, en S450. Además, el método incluye reducir en muestreo la señal de dominio tiempo de fase ajustada en S460.

Los resultados de S410-S460 correspondientes a un número predeterminado de símbolos se almacenan como una secuencia de tiempo, una tras otra, en S470. El contador I se incrementa, en S472, y un bloque de decisión prueba si el contador incrementado ha alcanzado el número predeterminado, en S474. Si el contador incrementado no ha alcanzado el número predeterminado (la rama "NO"), otro símbolo es procesado a través de los pasos S410-S460.

- Si el contador incrementado ha alcanzado el número predeterminado (la rama "Sí"), el preámbulo de RACH se selecciona de la secuencia almacenada en S480 (ya que los símbolos procesados cubren el tiempo de preámbulo de RACH, pero es probable que exceda la duración del preámbulo de RACH). Entonces, una FFT que utiliza al menos 1024 puntos se realiza en S490, para proporcionar el preámbulo de RACH en una forma que permita a la estación base determinar, además, un identificador temporal del dispositivo de usuario (por ejemplo, mediante la correlación con la secuencia de ZC), y una corrección de la temporización necesaria para la sincronización (cuya corrección se hace necesaria debido a la distancia entre la estación base y el dispositivo de usuario).
- En una perspectiva más general, el método 500 (cuyo diagrama de flujo se ilustra en la figura 6) se puede realizar, por ejemplo, por el dispositivo 200 en la figura 6 o el dispositivo 300 en la figura 9, recibiendo FFT de porciones de señal de uno en uno desde el bloque 156. Antes de realizar esta FFT, una porción (símbolo CP) de prefijo cíclico inicial se ha eliminado de la señal recibida en la estación base (por ejemplo, 110) desde el dispositivo de usuario (por ejemplo, 120). Además, en los sistemas de LTE, se realiza medio cambio de frecuencia de subportadora.
- Los pasos S510 a S564 se realizan un número predeterminado de porciones de tiempo sucesivas de la señal que cubre un intervalo de tiempo durante el cual se transmite el preámbulo de RACH. Un contador "i" se inicializa en S505, para realizar un seguimiento del número de símbolos utilizados para extraer el preámbulo de RACH. El método 500 incluye la recepción de una transformada rápida de Fourier (FFT) de una porción de la señal, en S510, y la generación, a partir de la FFT de la porción (todos los otros contenedores de frecuencia no RACH habiendo sido puestos a cero), una señal de banda base correspondiente a subportadoras seleccionadas, en S520. Las subportadoras seleccionadas están en una banda de frecuencias de RACH actual. El contador i se incrementa, en S562, y un bloque de decisión prueba si el contador incrementado ha alcanzado el número predeterminado, en S564. Si el contador incrementado no ha alcanzado el número predeterminado (la rama "NO"), otra porción se procesa a través de los pasos S510-S564.
- Si el contador incrementa ha alcanzado el número predeterminado (la rama "Sí"), el preámbulo de RACH se selecciona de la secuencia almacenada en S570 (puesto que las porciones procesadas cubren el tiempo de preámbulo de RACH, pero es probable que exceda la duración del preámbulo de RACH). Entonces, una FFT que utiliza al menos 1024 puntos se realiza en S580, para proporcionar el preámbulo de RACH en una forma que permita a la estación base determinar, además, un identificador temporal del dispositivo de usuario (por ejemplo, mediante la correlación con la secuencia de ZC), y una corrección de la temporización necesaria para la sincronización (cuya corrección se hace necesaria debido a la distancia entre la estación base y el dispositivo de usuario).
- Las realizaciones descritas anteriormente (SFRP y SFRP ampliado) proporcionan métodos que funcionan sustancialmente mejor (producción) que el uso convencional de una súper FFT para extraer el preámbulo de RACH en condiciones de carga (es decir, cuando el tráfico PUSCH está presente).
- La cantidad de datos que necesita ser cargada y transferida se reduce en gran medida en métodos tipo SFRP. Preferentemente, el símbolo FFT se puede realizar y después usarse tanto para procesamientos RACH como PUSCH que simplifica la interfaz de procesamiento de datos de enlace ascendente y reduce la cantidad de transferencia de datos necesaria. Por lo tanto, la complejidad computacional se reduce mediante la reutilización de símbolo FFT.
- En vista de estas ventajas, una estación base convencional tal como la que se ilustra en la figura 13, que utiliza un módulo 170 de súper FFT puede ser actualizada para usar un dispositivo de realización de SFRP. La figura 14 es una ilustración de un diagrama de flujo tal como una actualización de acuerdo con otro ejemplo de realización. La estación base convencional incluye una porción 150 de procesamiento de datos primera configurada para recibir una señal de tiempo a partir de un dispositivo de usuario y para realizar la retirada de la porción cíclica, medio cambio de frecuencia de subportadora y el símbolo FFT, para ofrecer a la salida una FFT de símbolos uno por uno para su posterior procesamiento, una porción 180 de procesamiento de datos segunda configurada para recibir una señal de dominio frecuencia, incluyendo el preámbulo de RACH y para procesar y utilizar la señal de dominio frecuencia recibida para identificar y sincronizar el dispositivo de usuario. El módulo 170 de súper FFT está conectado inicialmente entre la entrada de la porción 150 de procesamiento de datos primera y una entrada de la porción 180 de procesamiento de datos segunda.
- El método 600 incluye desconectar el módulo 170 de súper FFT, en S610. Esta operación se ilustra mediante un corte 605 que interrumpe la conexión entre la súper FFT 170 y la entrada de la porción 180 de procesamiento de datos segunda, en la figura 13. Sin embargo, la súper FFT también se desconecta si un corte interrumpe la conexión entre la súper FFT 170 y la entrada de la porción 150 de procesamiento de datos primera, o simplemente si ya no se suministra potencia al módulo 170 de súper FFT. Lo ideal sería que el bloque 170 de súper FFT fuese eliminado, pero esto puede no ser factible o económico.
- Además, como se ilustra en la figura 13, una porción de procesamiento de datos tercera (es decir, un dispositivo configurado para realizar SFRP tal como 200 en la figura 6 o 300 en la figura 9) está montada entre una salida de la porción 150 de procesamiento de datos primera y la entrada de la porción 180 de procesamiento de datos segunda,

5 en S620. La porción de procesamiento de datos tercera se configura para realizar para un número predeterminado de símbolos sucesivos de la señal (1) generar, desde la FFT del símbolo, una señal de banda correspondiente a una banda de frecuencia de RACH, (2) realizar una FFT inversa en la señal de banda base para producir una señal de dominio tiempo, (3) ajustar una fase de la señal de dominio tiempo para compensar los retrasos de grupo debido a los huecos de símbolo CP que se producen durante la generación, en el que un ajuste de fase se determina individualmente para cada símbolo, (4) rellenar ceros en un comienzo de la señal de dominio tiempo de fase ajustada para tener en cuenta la porción de símbolo CP que fue eliminada, y (5) almacenar la señal reducida en muestreo para formar una secuencia de tiempo por concatenación. La porción de procesamiento de datos tercera está configurada además para seleccionar el preámbulo de RACH de la secuencia almacenada; y para realizar una
10 FFT sobre el preámbulo de RACH.

15 La porción de procesamiento de datos tercera también puede estar configurada para seleccionar un CP de RACH de la secuencia almacenada, y para ensamblar el preámbulo de RACH y el CP de RACH en una secuencia de tiempo, mientras rellena la resultante secuencia de tiempo con ceros como sea necesario antes de realizar la FFT de la secuencia de tiempo resultante como el preámbulo de RACH.

REIVINDICACIONES

- 5 1.- Un método (400) para la extracción de un preámbulo de canal de acceso aleatorio, RACH, a partir de una señal recibida en una estación base (110) desde un dispositivo (120) de usuario, en un sistema (100) de evolución a largo plazo, LTE, en el que antes de ejecutar el método la estación base retira una porción inicial de prefijo cíclico, símbolo CP, de la señal, y realiza medio cambio de frecuencia de subportadora, comprendiendo el método:
- 10 - para un número predeterminado de símbolos sucesivos de la señal (S405, S472, S474) después de que la porción de símbolo CP haya sido retirada:
- 15 realizar (S410) una transformada rápida de Fourier, FFT, de un símbolo,
- generar (S420), a partir de la FFT del símbolo, una señal de banda base correspondiente a una banda de frecuencia de RACH habiendo sido puestos a cero todos los otros contenedores de frecuencia no RACH,
- 20 realizar (S430) una FFT inversa de la señal de banda base para producir una señal de dominio tiempo,
- ajustar (S440) una fase de la señal de dominio tiempo para compensar retrasos de grupo debidos a huecos de símbolo CP que se producen durante la generación, en el que un ajuste de fase se determina individualmente para cada símbolo,
- 25 rellenar ceros (S450) en un comienzo de la señal de dominio tiempo de fase ajustada para tener en cuenta la porción de símbolo CP que fue retirada,
- reducir en muestreo (S460) la señal de dominio tiempo de fase ajustada, y
- almacenar (S470) la señal reducida en muestreo para formar una secuencia de tiempo por concatenación;
- 30 - seleccionar (S480) el preámbulo de RACH de la secuencia almacenada; y
- realizar (S490) una FFT en el preámbulo de RACH utilizando al menos 1024 puntos, en el que la FFT del preámbulo de RACH se utiliza adicionalmente para la identificación y la sincronización entre el dispositivo (120) de usuario con la estación base (110).
- 35 2.- El método de la reivindicación 1, que comprende además:
- seleccionar un CP de RACH de la secuencia almacenada; y
- 40 montar el preámbulo de RACH y el CP de RACH en una secuencia de tiempo, y rellenar la secuencia de tiempo resultante con ceros como sea necesario antes de realizar la FFT de la secuencia de tiempo resultante como el preámbulo de RACH utilizando 2048 puntos, para ofrecer a la salida la FFT del preámbulo de RACH que es utilizado además para identificar y sincronizar el dispositivo de usuario con la estación base.
- 45 3.- El método de la reivindicación 1, en el que la FFT inversa se realiza en un número de puntos que es el número más pequeño que es una potencia de 2 y es al menos tres veces más alto que el número de subportadoras seleccionadas.
- 4.- El método de la reivindicación 3, que comprende además:
- 50 reducir en muestreo la señal de dominio tiempo con ceros insertados para mantener una muestra de cualquier secuencia de tres antes de almacenarla.
- 5.- El método de la reivindicación 3, en el que el número de subportadoras seleccionadas es 72 y el número de puntos en uso para realizar la FFT inversa de la señal de banda base es 256.
- 55 6.- El método de la reivindicación 5, en el que la FFT en el preámbulo de RACH se realiza utilizando al menos 1024 puntos.
- 60 7.- El método de la reivindicación 1, que comprende además:
- procesar la FFT del preámbulo de RACH a utilizar para identificar y sincronizar el usuario mediante:
- 65 la selección de una señal de frecuencia de RACH correspondiente a las subportadoras de RACH procedentes de la FFT del preámbulo de RACH,
- la correlación de la señal de frecuencia de RACH con una secuencia de Zadoff-Chu para determinar un identificador

temporal del dispositivo de usuario, y

la realización de una FFT inversa de la FFT del preámbulo de RACH.

- 5 8.- El método de la reivindicación 1, en el que el sistema de comunicación por radio es un sistema de LTE, cada porción de la señal es un símbolo y, antes de realizar la FFT en el símbolo, la estación base realiza medio cambio de frecuencia de subportadora.
- 10 9.- El método de la reivindicación 1, en el que el número predeterminado de porciones sucesivas de la señal se selecciona para que exceda una duración prevista de transmisión del preámbulo de RACH, pero por lo demás se minimiza para evitar el procesamiento de datos inútiles.
- 15 10.- El método de la reivindicación 1, en el que el ajuste de fase depende de (1) un ajuste de fase de la porción anterior, (2) una longitud de la primera parte retirada, (3) una posición de la porción de la señal entre las porciones sucesivas, (4) una longitud del preámbulo de RACH y (5) una frecuencia central de un canal RACH.
- 20 11.- El método de la reivindicación 10, en el que un ajuste de fase de una porción primera entre las porciones sucesivas es 0.
- 25 12.- El método de la reivindicación 1, que comprende además:
seleccionar un CP de RACH parcial de la secuencia almacenada; y
montar el preámbulo de RACH y el CP de RACH parcial, y rellenar la secuencia de tiempo resultante con ceros como sea necesario antes de realizar la FFT de la secuencia de tiempo resultante como el preámbulo de RACH.
- 30 13.- Un dispositivo (200, 300) de procesamiento de datos utilizable para la extracción de un preámbulo de canal de acceso aleatorio, RACH, a partir de una señal recibida en una estación base (110) desde un dispositivo (120) de usuario en un sistema (100) de evolución a largo plazo, LTE, de cuya señal recibida se ha retirado una porción inicial de prefijo cíclico, símbolo CP, medio cambio de frecuencia de subportadora se ha realizado entonces, y la señal, después de que la porción de símbolo CP haya sido retirada, ha sido dividida en símbolos sobre los que se ha realizado una FFT símbolo por símbolo, estando el dispositivo configurado para realizar un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12.

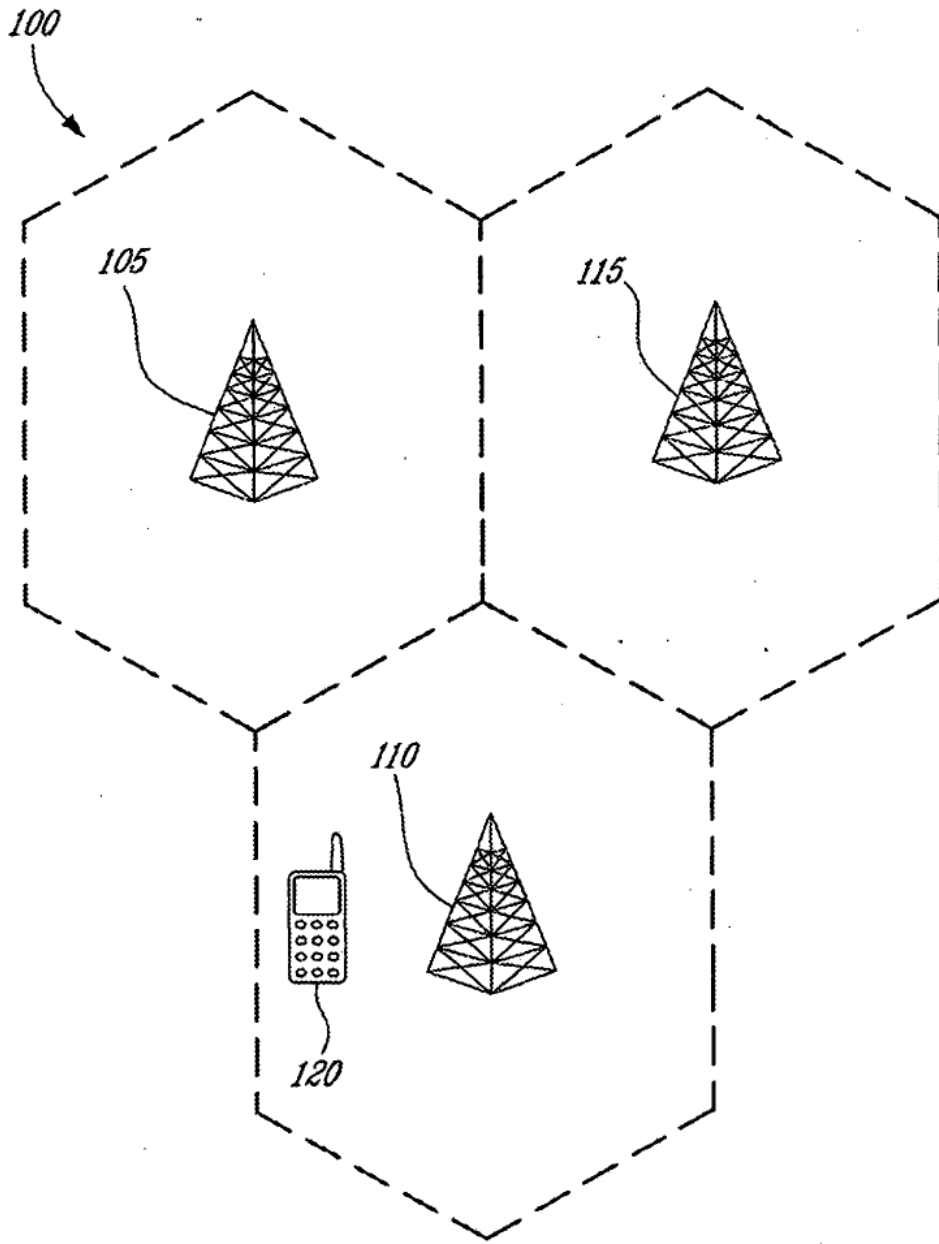


Fig. 1

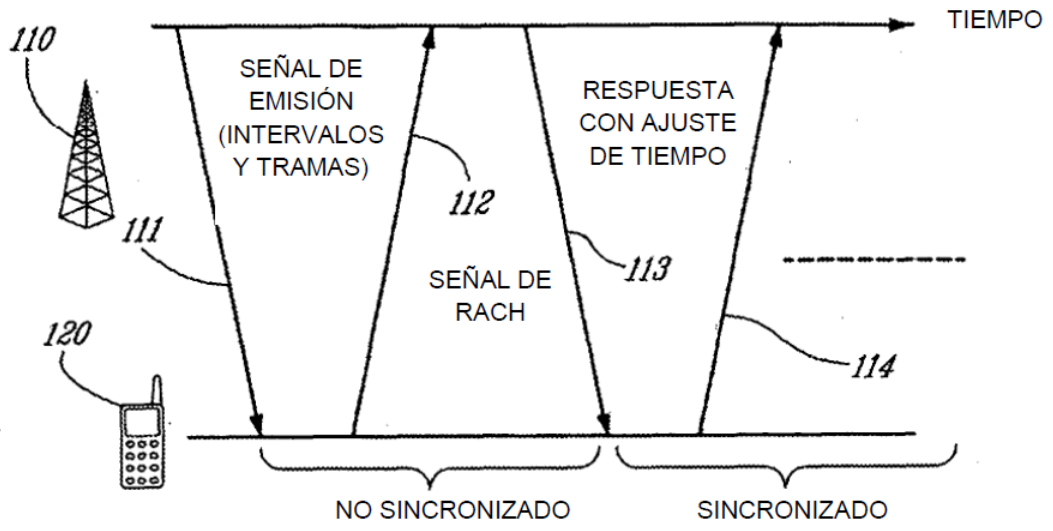


Fig. 2

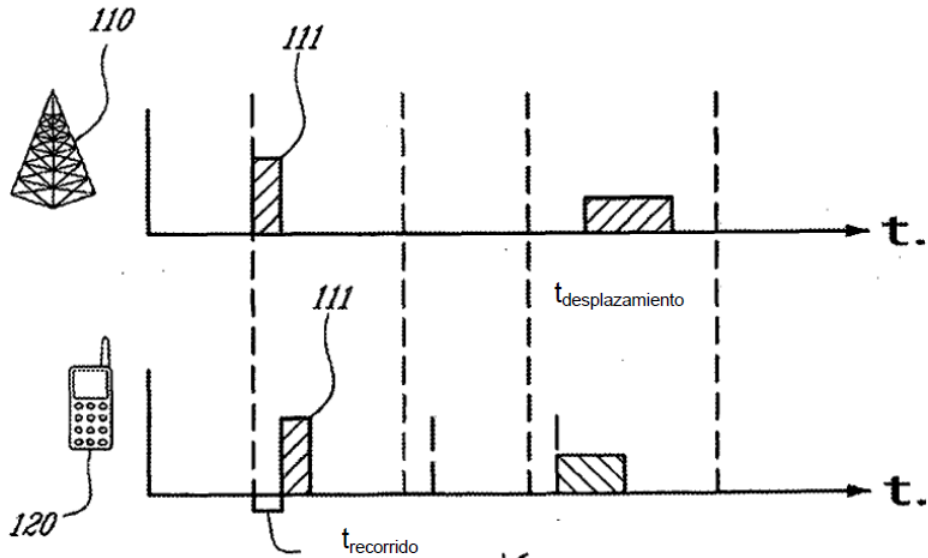


Fig. 3

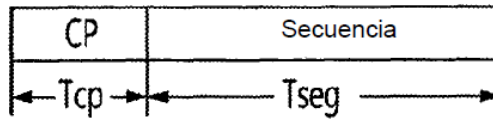


Fig. 4

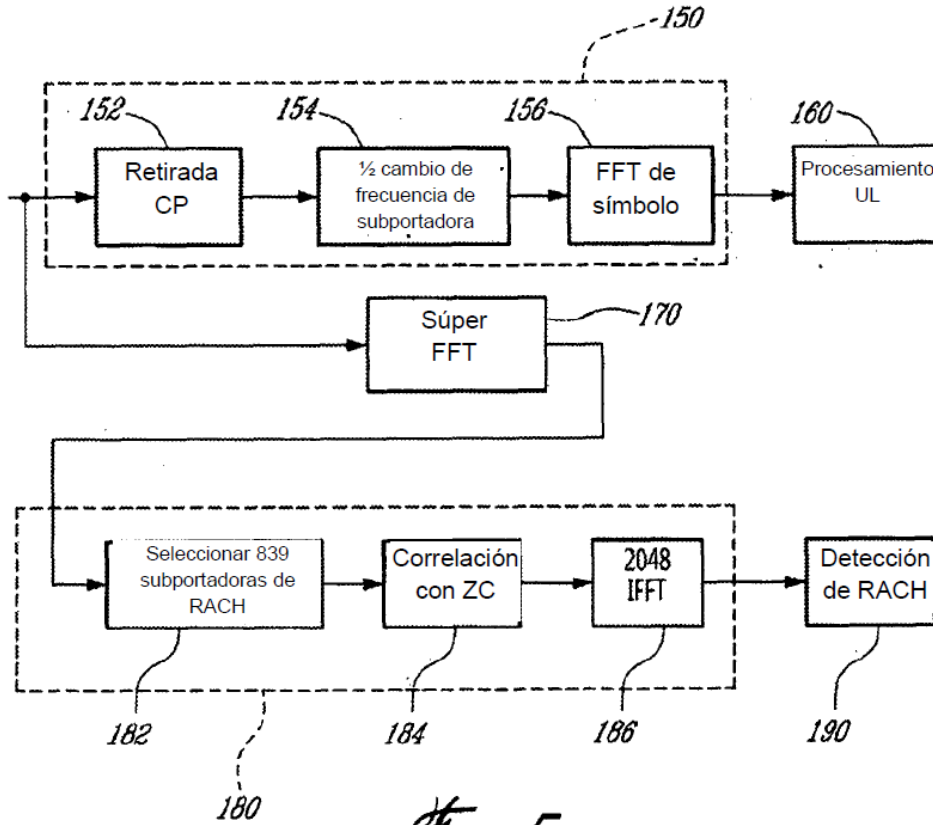


Fig. 5

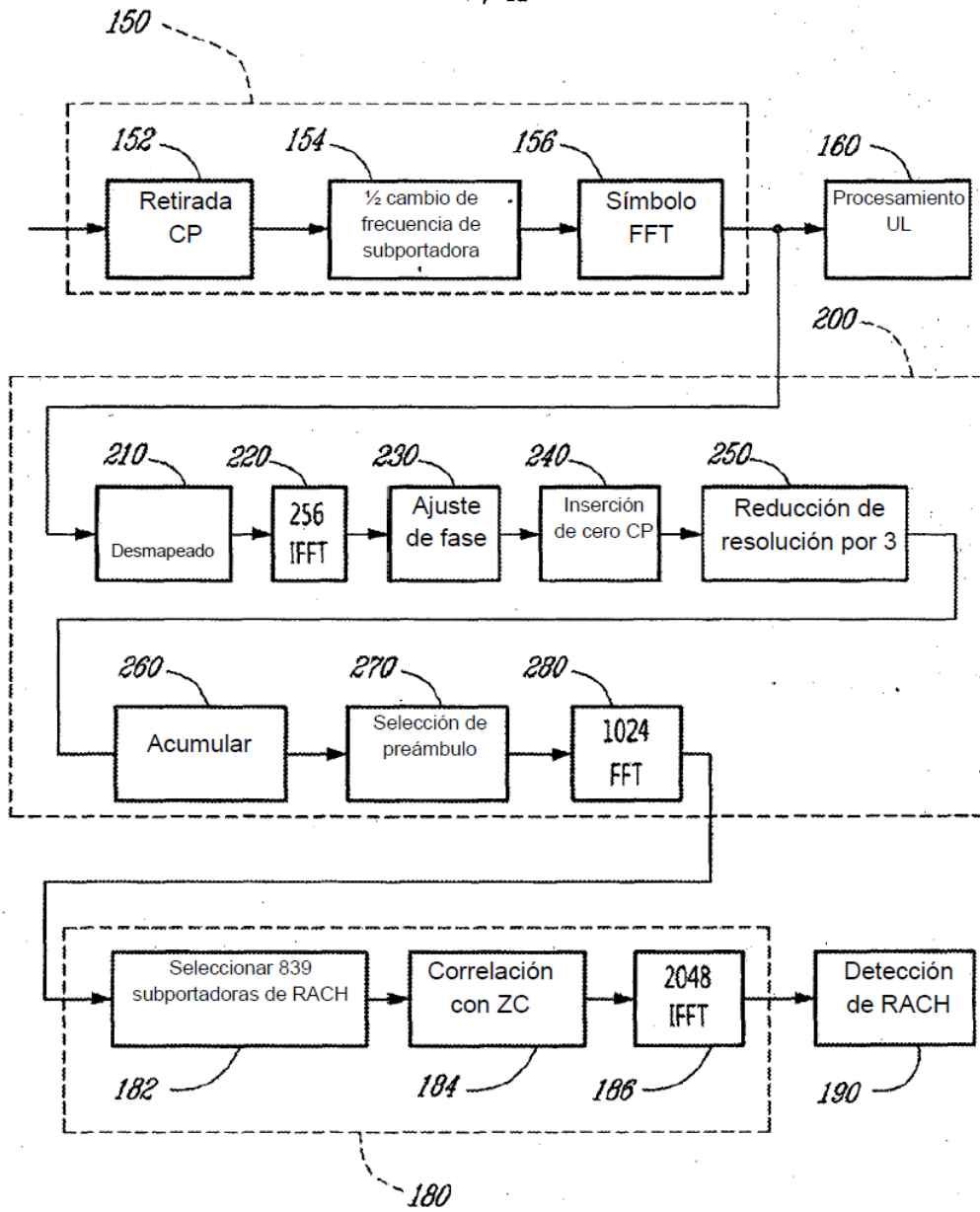


Fig. 6

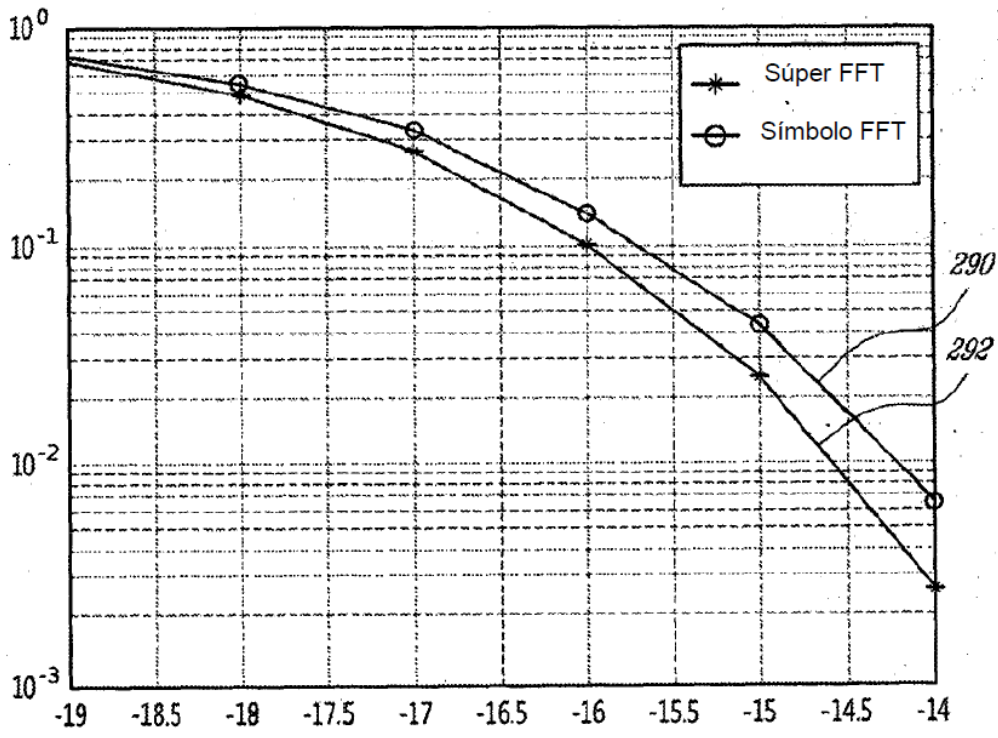


Fig. 7

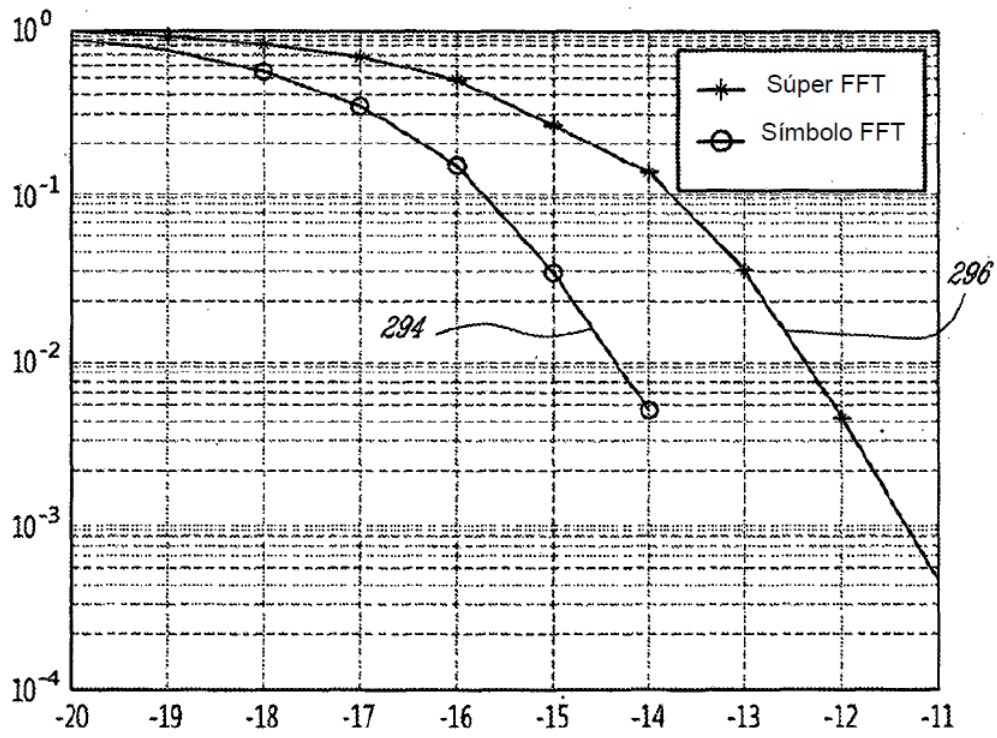


Fig. 8

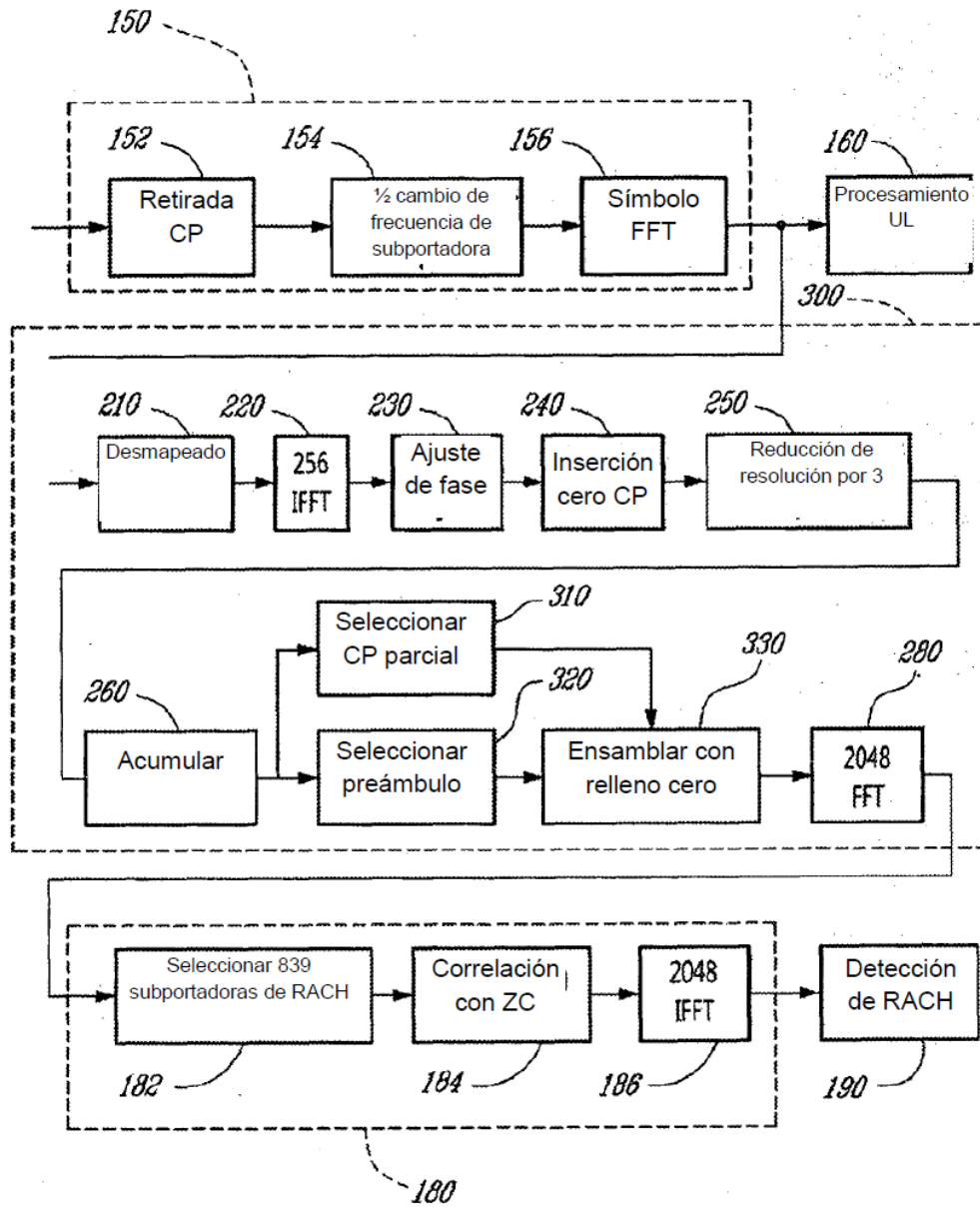


Fig. 9

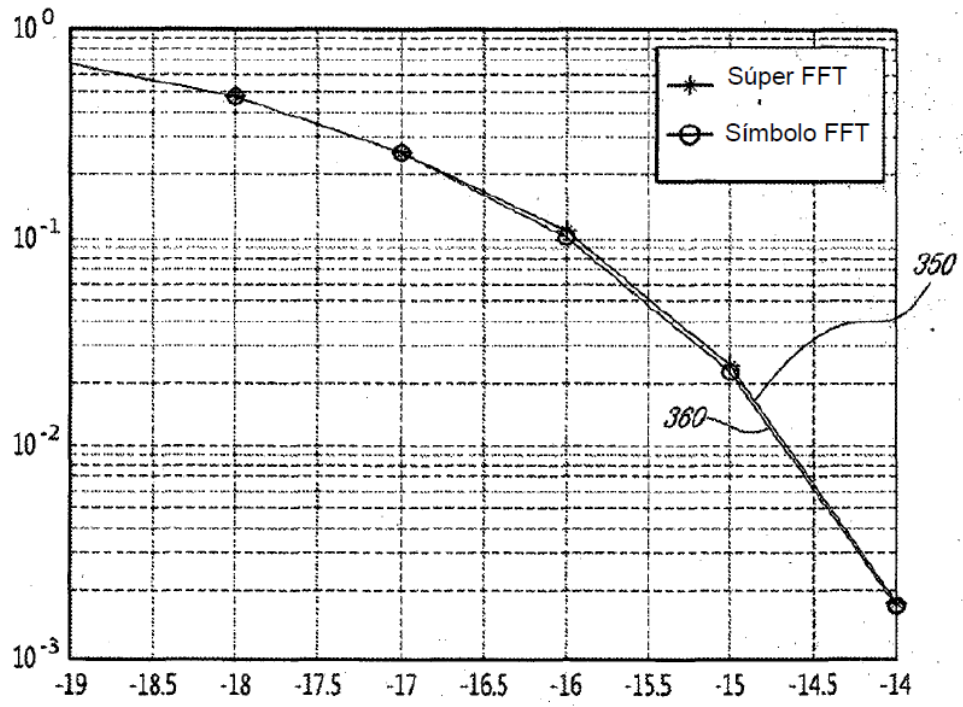


Fig. 10

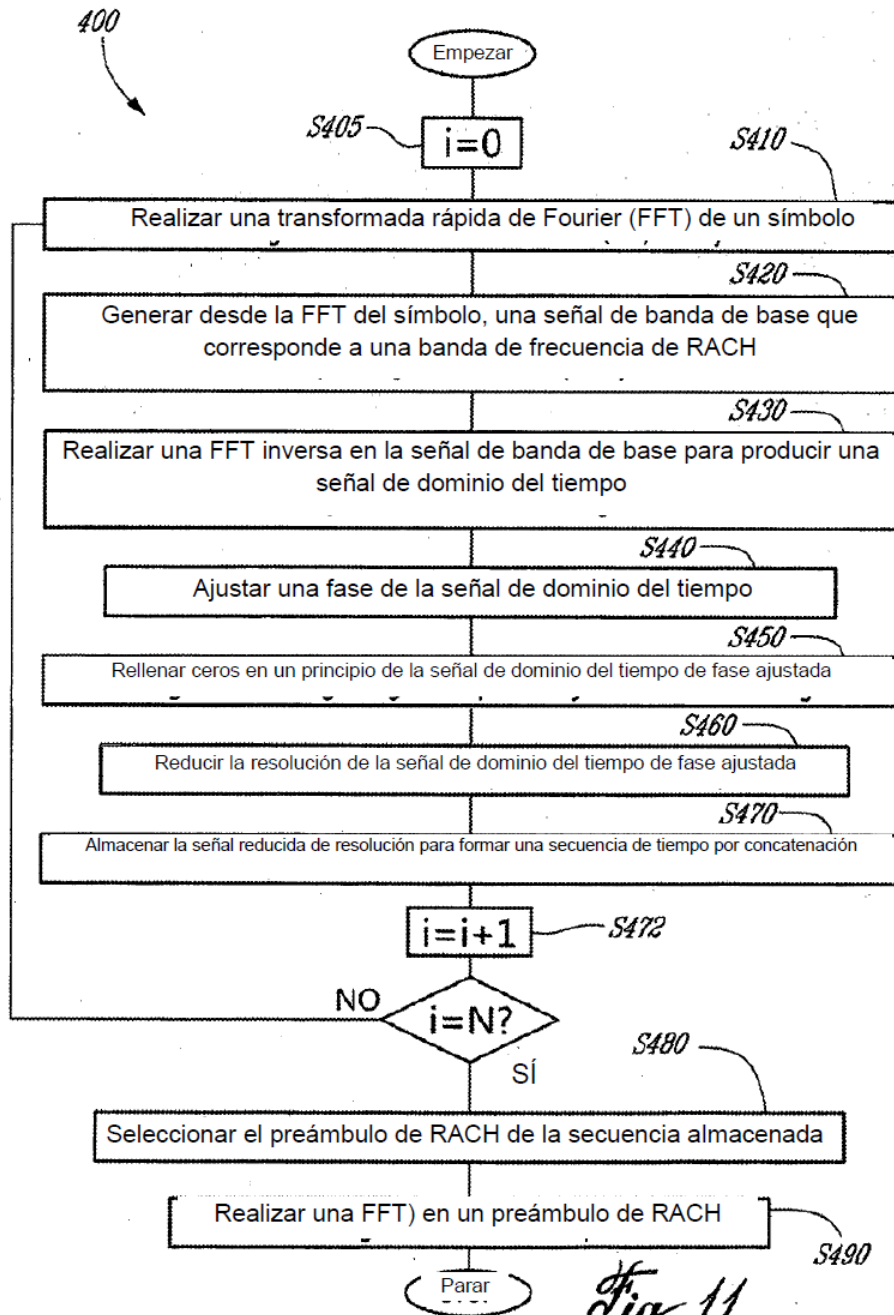
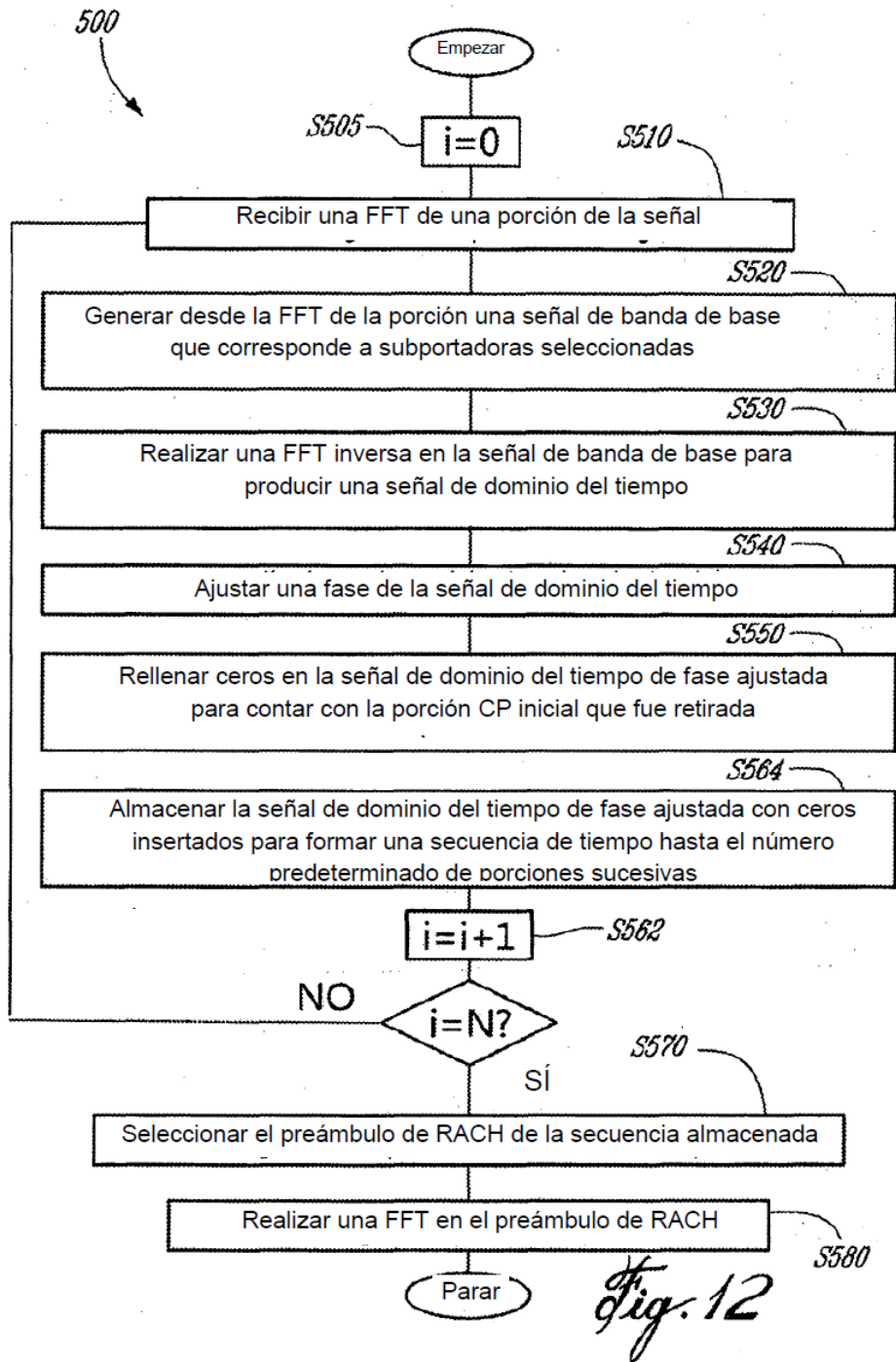


Fig. 11



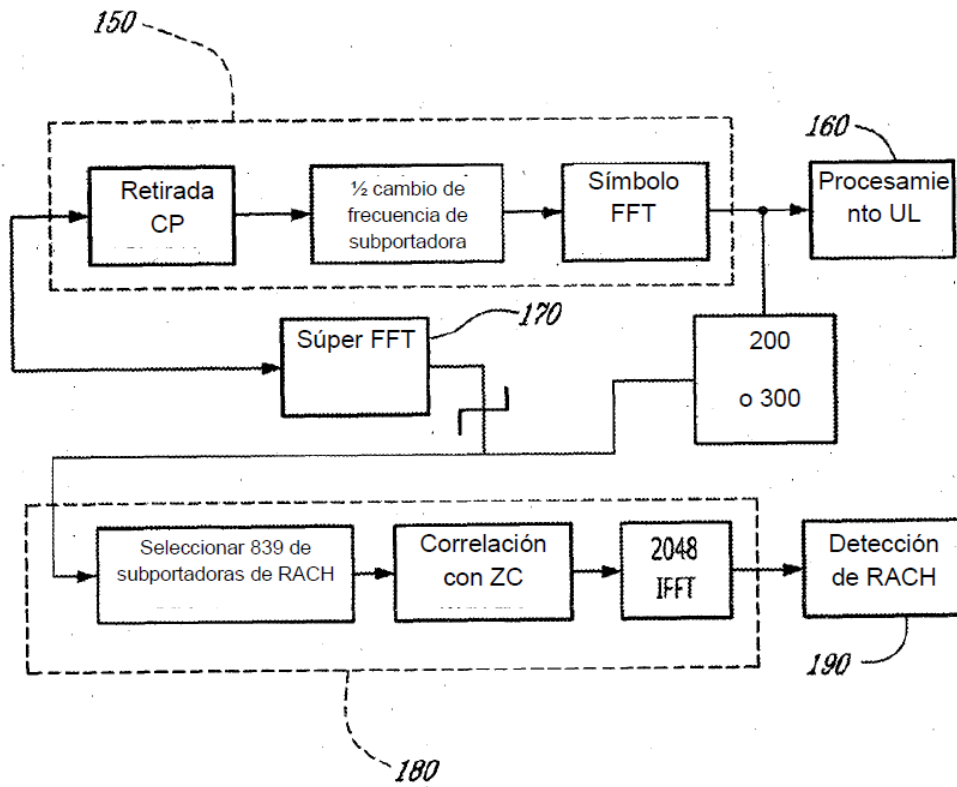


Fig. 13

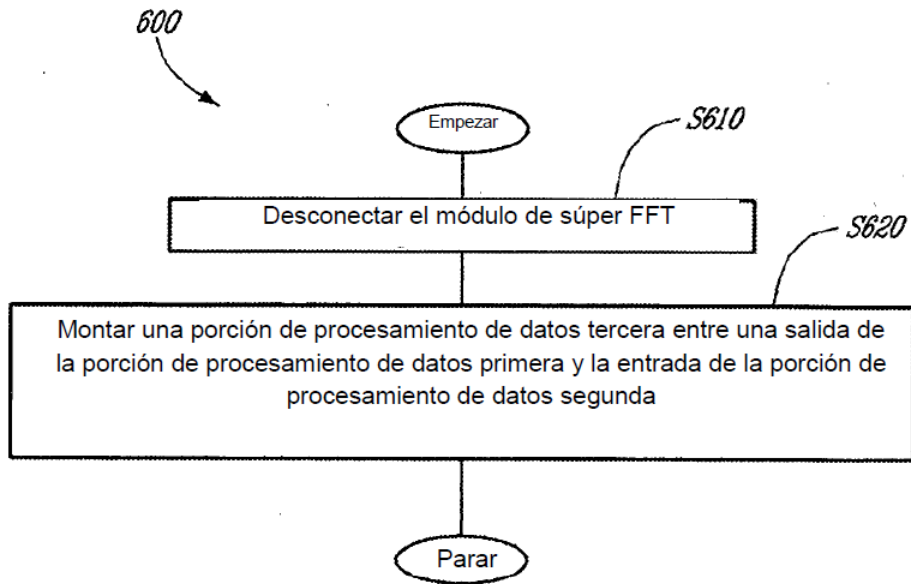


Fig. 14