



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

⑪ Número de publicación: **2 300 136**

⑯ Int. Cl.:

**H04L 27/00** (2006.01)

**H04B 7/26** (2006.01)

**H04J 3/06** (2006.01)

⑫

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

⑯ Número de solicitud europea: **99403059 .1**

⑯ Fecha de presentación : **07.12.1999**

⑯ Número de publicación de la solicitud: **1107530**

⑯ Fecha de publicación de la solicitud: **13.06.2001**

⑭ Título: **Método para transmitir en un sistema de comunicaciones de radio.**

⑬ Titular/es: **MOTOROLA SEMICONDUCTEURS S.A.**  
**Centre Electronique de Toulouse**  
**avenue General Eisenhower**  
**31023 Toulouse Cédex, FR**

⑮ Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**01.06.2008**

⑯ Inventor/es: **Baills, Stephane Laurent;**  
**Abdesselem, Ouelid y**  
**Griesemann, Karine**

⑮ Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**01.06.2008**

⑯ Agente: **No consta**

ES 2 300 136 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

Método para transmitir en un sistema de comunicaciones de radio.

5 Sistema de comunicaciones de radio.

### Campo de la invención

Esta invención se refiere a un sistema de comunicaciones de radio y a dispositivos de radio usados en el sistema de comunicaciones de radio, y a métodos de transmitir y recibir señales en un sistema de comunicaciones de radio.

### Antecedentes de la invención

El espectro de frecuencias de radio se usa por un gran número de difusiones de radio y sistema de comunicaciones de radio. Para que los diferentes sistemas de difusión de radio y los sistemas de comunicaciones de radio funcionen correctamente, debe evitarse el conflicto entre las señales usadas en los diferentes sistemas de difusión de radio y los sistemas de comunicación de radio. Esto se consigue generalmente asignando diferentes bandas de frecuencia del espectro de radiofrecuencia a cada uno de los diferentes sistemas de difusión de radio y los sistemas de comunicaciones de radio.

La demanda de capacidad en los sistemas de comunicaciones de radio es elevada y se espera que aumente en el futuro. No obstante, el espectro de radiofrecuencia disponible no es ilimitado, y por tanto es deseable posibilitar que funcionen diferentes sistemas de comunicaciones de radio en bandas de frecuencia que se solapan al menos parcialmente para proporcionar el incremento deseado en la capacidad de los sistemas de comunicaciones de radio para cumplir la demanda esperada.

Un ejemplo de un sistema de comunicaciones de radio existente es el Sistema Global para comunicaciones Móviles sistema (GSM). El sistema GSM se diseñó inicialmente para transportar principalmente tráfico de voz, y no es capaz de proporcionar tasas de transferencia de datos elevadas para el tráfico de datos. Como resultado se ha propuesto el sistema de radio de paquetes EDGE (EGPRS) como un desarrollo del sistema GSM, para proporcionar una capacidad de datos mejorada. El sistema de comunicaciones de radio de paquetes EDGE (EGPRS) proporciona tanto un sistema clásico EGPRS, que usa el mismo formato de señal que el sistema GSM actual, como un sistema COMPACT que usa un formato de sistema diferente. Está contemplado que el espectro de radiofrecuencia usado por el sistema clásico EGPRS y el sistema COMPACT se solaparán con el espectro de radiofrecuencia usado actualmente por el sistema GSM. A continuación se hará referencia a las señales de formato GSM; no obstante estará claro que esta descripción se aplica a las señales del sistema EGPRS clásico así como a las señales GSM.

Tanto los sistemas de comunicación de radio GSM como el COMPACT son sistemas de comunicación de radio celular en los que se proporciona una red de estaciones base. Cada estación base proporciona acceso a la red GSM o a la red COMPACT para varias estaciones móviles dentro de la célula asociada con esa estación base, por medio de una interfaz de radiofrecuencia.

Las bandas de frecuencia asignadas al sistema de comunicaciones de radio GSM y al sistema de comunicaciones de radio COMPACT se dividen en varios canales de radiofrecuencia. Como se ha indicado anteriormente, los canales de radiofrecuencia son comunes para los dos sistemas. Las señales en los canales de radiofrecuencia se disponen como señales multi-trama que comprenden un número fijo de tramas, conteniendo cada una de las tramas varias ranuras temporales dentro de ella. Una estación base y una estación móvil comunican por medio de canales de control lógicos y canales de tráfico que están localizados dentro de partes especificadas de las señales multi-trama transmitidas.

En la Figura 1a se muestra un diagrama esquemático del formato multi-trama definido para las señales GSM. Como puede verse, se usa una multi-trama que comprende 51 tramas de Accesos Múltiples por División en el Tiempo (TDMA) numeradas de 0 a 50, estando cada trama de la multi-trama dividida en ocho ranuras temporales. Se muestra una señal del enlace descendente desde la estación base a la estación móvil que lleva los canales lógicos del Canal de Control de Difusión (BCCH) y el Canal de Control de Comandos (CCCH), como una ilustración de ejemplo de la estructura de señal multi-trama usada en el sistema GSM. La Figura 1a también muestra la presencia de un Canal de Corrección de Frecuencia (FCCH) que contiene un impulso de corrección de frecuencia (FCB) en la ranura temporal 0 de las tramas números 0, 10, 20, 30 y 40, y la presencia de un Canal de Sincronización (SCH) que contiene un impulso de sincronización (SB) en la ranura temporal 0 de las tramas números 1, 11, 21, 31 y 41.

En la Figura 1b se muestra un diagrama esquemático del formato multi-trama definido para las señales COMPACT. Como puede verse, se usa una multi-trama que comprende 52 tramas de Acceso Múltiple por División en el Tiempo (TDMA) numeradas de 0 a 51, estando dividida cada trama de la multi-trama en ocho ranuras temporales. Se muestra la señal del enlace descendente desde la estación base a la estación móvil transportando los canales lógicos de Control de Canal de Difusión Compact (CPBCCH) y el Canal de Control de Comandos Compact (CPCCCH), como una ilustración de ejemplo de la estructura de señal multi-trama en el sistema COMPACT. La Figura 1b también muestra la presencia de un Canal de Corrección de Frecuencia (CFCCH) que contiene un impulso de corrección de frecuencia (FCB) en la ranura temporal 1 de la trama número 25, y la presencia de un Canal de Sincronización (CSCH) que contiene un impulso de sincronización (SB) en la ranura temporal 1 de la trama número 51. Se comprenderá, no

## ES 2 300 136 T3

obstante, que el canal de corrección de frecuencia (CFCCCH) y el canal de sincronización (CSCH) en una multi-trama pueden estar en cualquiera de las ranuras temporales correspondientes 1, 3, 5 ó 7 de sus tramas respectivas.

Tanto para el sistema de comunicaciones de radio GSM establecido como para el nuevo sistema de comunicaciones de radio COMPACT el impulso de corrección de frecuencia (FCB) se modula para contener un tono y se proporciona para potenciar la sincronización en la estación móvil con la señal de la estación base. El tono contenido por el impulso de corrección de frecuencia (FCB) puede detectarse fácilmente por la estación móvil. Si se recibe un impulso de corrección de frecuencia (FCB), la estación móvil puede deducir que el canal de radiofrecuencia recibido actualmente también contiene información de sincronización, en la forma de impulso de sincronización (SB). La estación móvil 10 puede intentar entonces sincronizar la trama con una señal de la estación base sobre el canal de radiofrecuencia recibido actualmente intentando localizar el impulso de sincronización (SB) transportado en el Canal de Control de Sincronización (CSCH).

No obstante, las estructuras multi-tramas usadas en el sistema de comunicaciones de radio GSM y el sistema de comunicaciones de radio COMPACT son diferentes, como se ha descrito anteriormente con referencia a las Figuras 1a y 1b. Como puede verse claramente de la comparación de las Figuras 1a y 1b, el impulso de sincronización (SB) en una señal multi-trama de formato GSM puede encontrarse en una posición 10 u 11 tramas después de la posición en la multi-trama de la trama que contiene el impulso de corrección de frecuencia detectado (FCB); en contraste el impulso de sincronización (SB) en una señal multi-trama de formato COMPACT puede encontrarse en una posición 26 tramas 20 después de la posición en la multi-trama de la trama que contiene el impulso de corrección de frecuencia detectado (FCB).

En vista de esto, se ha propuesto que el impulso de corrección de frecuencia usado en el sistema COMPACT se module para contener un tono con una desviación de - 67,7 kHz desde la portadora del canal de radiofrecuencia, 25 en lugar de un impulso de corrección de frecuencia (FCB) modulado para contener un tono con una desviación de + 67,7 kHz desde la portadora del canal de radiofrecuencia, como se establece para el sistema GSM. Como los tonos transportados por el impulso de corrección de frecuencia del sistema COMPACT (FCB) y el impulso de corrección de frecuencia GSM serían diferentes, las estaciones móviles COMPACT serían capaces de diferenciar entre un canal de radiofrecuencia que lleva una señal multi-trama de formato GSM, y un canal de radiofrecuencia que lleva una señal 30 multi-trama de formato COMPACT.

No obstante, un problema con esta propuesta es que se han implementado una diversidad de diferentes métodos de detectar la frecuencia del tono contenido en el impulso de corrección de frecuencia (FCB) en las estaciones móviles compatibles con GSM existentes hoy en uso. Uno de tales métodos es examinar la densidad espectral de potencia de la señal recibida en torno a 67,7 kHz.

No obstante, como es bien sabido, la densidad espectral de potencia para tonos desviados  $\pm f$  respecto a la portadora de radiofrecuencia obtiene el mismo espectro una vez trasladados a señal banda base en el microteléfono. Esto es porque las señales son reales y por tanto tienen un espectro de potencia que tiene simetría par respecto a cero. Este 40 resultado se ilustra por la Figura 2, en la que la Figura 2a) muestra la densidad espectral de potencia  $S(v)$  para un tono con una desviación positiva desde la portadora y la figura 2b) muestra la densidad espectral  $S(v)$  para un tono con una desviación negativa desde la portadora. En la Figura 2c) se muestra la densidad espectral de potencia  $S_b(v)$  resultante de la conversión hacia abajo de  $S(v)$  y se ve el resultado de la contribución de ambos tonos de frecuencias espejo.

45 Por lo tanto cualquier estación móvil GSM existente que detecte la frecuencia del tono contenido en el impulso de corrección de frecuencia (FCB) usando el método de evaluación de la densidad del espectro de potencia será incapaz de distinguir entre un tono del impulso de corrección de frecuencia (FCB) con una desviación de + 67,7 kHz desde la portadora y un tono del impulso de corrección de frecuencia (FCB) con una desviación de - 67,7 kHz desde la portadora. Cualquier estación móvil GSM existente que recibe un tono del impulso de corrección de frecuencia 50 (FCB) con una desviación de - 67,7 kHz desde la portadora intentaría una operación de decodificación del impulso de sincronización en una posición de 10 u 11 tramas después de la posición en la multi-trama de la trama que contiene el impulso de corrección de frecuencia detectado (FCB). Esta operación de decodificación del impulso de sincronización sería infructuosa por las razones expuestas anteriormente. De este modo el tiempo requerido por la estación móvil GSM para sincronizar con una señal GSM se extendería indeseablemente por el tiempo tomado por el intento fallido 55 de sincronización con la señal COMPACT recibida.

Además, la estación móvil usa la diferencia entre la frecuencia del tono recibido y la frecuencia esperada de + 67,7 kHz para ajustar el oscilador local. De este modo, una estación móvil GSM que detecta la frecuencia del tono contenido en el impulso de corrección de frecuencia (FCB) que usa un método de evaluación de la densidad del 60 espectro de potencia hará ajustes erróneos a su oscilador local al recibir el tono de - 67,7 kHz.

De este modo la presente invención pretende minimizar el tiempo necesario para un dispositivo de radio que recibe para establecer sincronización con la señal recibida desde un dispositivo de radio que transmite capaz de proporcionar un servicio apropiado para la estación móvil.

65 La solicitud de patente PCT número WO 99/12281 describe un método para comunicar información en un sistema de comunicaciones que soporta esquemas de modulación múltiples. La técnica descrita en esta solicitud PCT usa canales de control asociados con los canales de tráfico modulados de acuerdo con un primer esquema de modulación,

# ES 2 300 136 T3

tal como GMSK. Los canales de control restantes (FCCH, BCCH etc.) están modulados de acuerdo con un segundo esquema de modulación, tal como el QPSK. Esto reduce la sobrecarga asociada con la demodulación de la información de control en sistemas de comunicaciones que soportan esquemas de modulación múltiples.

## 5 Sumario de la invención

De acuerdo con un aspecto de la invención, se proporciona un método para transmitir señales desde un dispositivo de radio en un sistema de comunicaciones de radio como se menciona en la reivindicación 1 de las reivindicaciones que se acompañan.

10 De acuerdo con un segundo aspecto de la invención se proporciona un dispositivo de radio de un sistema de comunicaciones de radio como se menciona en la reivindicación 7 de las reivindicaciones que se acompañan.

15 De acuerdo con un tercer aspecto de la invención, se proporciona un dispositivo de radio para señales recibidas de un sistema de comunicaciones de radio como se menciona en la reivindicación 14 de las reivindicaciones que se acompañan.

20 De acuerdo con un cuarto aspecto de la invención, se proporciona un método para recibir señales de un sistema de comunicación de radio en un dispositivo de radio como se menciona en la reivindicación 23 de las reivindicaciones que se acompañan.

A continuación se describirá una realización de ejemplo de la presente invención con referencia a los dibujos que se acompañan.

## 25 Breve descripción de los dibujos

La Figura 1a) muestra un diagrama esquemático del formato multi-trama definido para las señales GSM;

la Figura 1b) muestra un diagrama esquemático del formato multi-trama definido para las señales COMPACT;

30 la Figura 2a) muestra la densidad espectral de potencia para un tono con una desviación positiva desde la portadora;

la Figura 2b) muestra la densidad espectral de potencia para un tono con una desviación negativa desde la portadora;

35 la Figura 2c) muestra la densidad espectral de potencia resultante desde la conversión hacia debajo de los tonos que tienen las densidades espectrales de potencia mostradas en las Figuras 2a) y 2b);

la Figura 3 es un diagrama de bloques funcional de una estación base de ejemplo;

40 la Figura 4 muestra un método para transmitir datos de acuerdo con una realización con una realización de la invención;

la Figura 5 muestra la estructura de un impulso de corrección de frecuencia GSM;

45 la Figura 6 es un primer diagrama trellis que ilustra las trayectorias de fase para tonos formados usando modulación GMSK;

la Figura 7 es un segundo diagrama trellis que ilustra las trayectorias de fase para tonos formados usando modulación GMSK;

50 la Figura 8 muestra el diagrama de constelación básico para 8PSK;

la Figura 9 ilustra la generación de una primera secuencia de símbolos usada para generar un tono de acuerdo con una realización de la invención;

55 la Figura 10 ilustra la generación de una segunda secuencia de símbolos usada para generar un tono de acuerdo con una realización de la invención;

la Figura 11 ilustra la generación de una tercera secuencia de símbolos usada para generar un tono de acuerdo con una realización de la invención;

la Figura 12 muestra el espectro de frecuencias de un tono generado de acuerdo con una realización de la invención;

la Figura 13 es un diagrama de bloques funcional de una estación móvil de ejemplo; y

65 la Figura 14 muestra un método para seleccionar un canal en una estación móvil de acuerdo con una realización de la invención.

# ES 2 300 136 T3

## Descripción detallada de una realización preferida

A continuación se describirá una realización de ejemplo de la invención con referencia a los sistemas de comunicaciones de radio GSM y COMPACT como se han descrito anteriormente. No obstante, la invención no está limitada a estos sistemas de comunicaciones descritos y pueden aplicarse a otros sistemas de comunicaciones de radio, como será obvio para personas especialistas.

En primer lugar, se describirá una posible estructura para el dispositivo de radio que transmite del sistema de comunicaciones de radio de la presente invención con referencia a la Figura 3, que es un diagrama de bloques funcional de una estación base tipo superheterodino del sistema COMPACT. Los detalles de la estructura de tal estación base que serán obvios para las personas especialistas no son relevantes para la presente invención y se han omitido por claridad. Además, será obvio que pueden usarse otros tipos de estaciones base, y la estructura mostrada en la Figura 3 es sólo un ejemplo de un tipo adecuado de estación base.

La estación base 1 tiene una memoria intermedia de entrada 2 para recibir los datos de tráfico a transmitir por la estación base, y almacena tales datos hasta su transmisión. La estación base 1 también tiene una memoria de datos de control 3 para almacenar datos de la señal de control a transmitir por la estación base, y una memoria del impulso de control de frecuencia 4 para almacenar los datos del impulso de control de frecuencia. Aunque la memoria intermedia de entrada 2, la memoria de datos de control 3 y la memoria del impulso de control de frecuencia 4 se muestran como memorias separadas por claridad, claramente no es necesario proporcionar memorias separadas físicamente, como se apreciará por las personas especialistas.

Los datos a transmitir por la estación base se toman desde una de las memorias, la memoria intermedia de control 2, la memoria de datos de control 3 y la memoria del impulso de control de frecuencia 4 y entra al procesador de señal digital 5. El procesador de señal digital 5 está controlado por el controlador 6 para generar una señal en fase I y una señal en fase de cuadratura Q de acuerdo con un esquema de modulación. El procesador de señal digital 5 usado en la estación base del sistema COMPACT es capaz de usar tanto un esquema de modulación GSMK como un esquema de modulación 8PSK de desviación. No obstante, la invención no está restringida al uso de los esquemas de modulación GSMK y 8PSK de desviación y en general sólo es necesario que el procesador de señal digital pueda usar al menos un primer o un segundo esquema de modulación. En esta descripción, el "primer" esquema de modulación se refiere al esquema de modulación GSMK, y el "segundo" esquema de modulación se refiere al esquema de modulación 8PSK de desviación. Los detalles del procesamiento realizado por el procesador de señal digital 5, que incluye el intercalado y otros procesamientos que conocidos por las personas especialistas, se han omitido por claridad.

La señal en fase I y la señal en fase de cuadratura Q salen del procesador de señal digital 5 y se introducen a los convertidores digitales a analógicos respectivos 7a y 7b y sus filtros respectivos 8a y 8b. La salida de los filtros 8a y 8b se usan para modular la salida de señal de un oscilador local y una versión en cuadratura de la salida de señal del oscilador local 9, respectivamente. Las señales resultantes se combinan y se usan para modular la señal portadora suministrada desde el oscilador local 10. El oscilador local 10 se controla por el controlador 6 para suministrar la señal correcta para el canal de frecuencia de radio requerido. Finalmente la señal portadora modulada se filtra en el filtro 11, se amplifica en el amplificador 12, y se filtra en el filtro 13 antes de transmitirse por la antena 14.

A continuación se describirá un método para transmitir datos de acuerdo con una realización de la invención con referencia a la Figura 4.

Como se ha descrito anteriormente, la estación base transmite señales que contienen tanto canales de tráfico como canales de control, incluyendo el Canal de Control de Frecuencia COMPACT (CFCCH) que contiene el impulso de corrección de frecuencia.

Cuando la estación base COMPACT está transmitiendo una ranura temporal que contiene un canal de tráfico, el procesador digital de señal 5 es libre para usar cualquier esquema de modulación que esté disponible por el procesador de señal digital, como se muestra en la etapa 1 en la Figura 4.

Actualmente, tanto el esquema de modulación GSMK como el 8PSK de desviación se admiten para canales de tráfico en el sistema COMPACT. Claramente en situaciones en las que los dos esquemas de modulación son GSMK y 8PSK de desviación, el uso del esquema de modulación 8PSK es ventajoso para datos de tráfico ya que permite una mayor tasa de transferencia de datos de tráfico.

Cuando la estación base COMPACT está transmitiendo una ranura temporal que contiene un impulso de corrección de frecuencia, el procesador de señal digital 5 usa un esquema de modulación 8PSK de desviación como segundo esquema de modulación, como se muestra en la etapa 2 en la Figura 4. No obstante no se pretende limitar la invención al uso de un esquema de modulación 8PSK para la modulación del Canal de Control de Frecuencia (CFCCH).

Cuando la estación base está transmitiendo una ranura temporal que contiene un canal de control distinto que el Canal de Control de Frecuencia Compacto (CFCCH) que contiene el impulso de corrección de frecuencia, el procesador de señal digital 5 usa un esquema de modulación GSMK como primer esquema de modulación, como se muestra en la etapa 3 en la Figura 4. De nuevo, aunque el uso del esquema de modulación GSMK es el esquema de modulación actualmente admitido para la transmisión de un canal de control en el sistema COMPACT, al igual que en el sistema

## ES 2 300 136 T3

GSM, la presente invención no se pretende limitar al uso del esquema de modulación GMSK para la modulación del canal de control.

Los esquemas de modulación primero y segundo de la presente invención son tales que el tono resultante de la 5 modulación usando el segundo esquema de modulación tiene una frecuencia que el primer esquema de modulación no es apto para generar.

Como resultado, en una situación en la que una estación móvil es capaz de recibir una señal tanto en el primer 10 formato, en el que el canal de corrección de frecuencia se modula con el primer esquema de modulación, como en un segundo formato, en el que el canal de corrección de frecuencia se modula con el segundo esquema de modulación, la estación móvil puede establecer el formato de la señal recibida a partir de la frecuencia del tono contenido en el canal de corrección de frecuencia.

En la realización de la invención descrita con referencia a los sistemas de comunicación de radio de ejemplo, se 15 observa que el canal de control de frecuencia para las señales de formato GSM está modulado usando GMSK; en contraste el canal de control de frecuencia para las señales de formato COMPACT se modulan usando 8PSK.

A continuación se describen las frecuencias de tono que pueden generarse usando GMSK y 8PSK de desviación.

20 Para sistemas de modulación de fase continua tales como el GMSK, la señal transmitida es

$$S(t) = A \cos (2\pi\nu_0 \cdot t + \Phi(t, a) + \Phi_0) \quad (1)$$

25 en la que la fase que lleva la información es

$$\Phi(t, a) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} a_n \cdot \varphi(t - nT) \quad (2)$$

Como es conocido por las personas especialistas, cualquier modulación de fase controlada en binario puede definirse por la función de desplazamiento de fase  $\varphi(t)$  y el índice de modulación  $h$ . En el caso de cualquier modulación 35 MSK,  $h = 1/2$ . Usualmente el flujo de modulación de bits se representa por el conjunto  $\{a_n\}$  de signos de las variaciones de fase asociadas con cada bit. La norma GSM05.04 contiene un mapeo formal de GMSK usado en el sistema GSM. En el sistema GSM, el flujo de bits está codificado de forma diferencial antes de su modulación para ganar robustez - de este modo, después del demodulador coherente, los valores de los datos muestreados en cada rama no están 40 correlacionados con respecto a los valores de datos precedentes. Indicando el flujo de modulación de bits efectivo que experimenta la codificación diferencial por  $\{b_i\}$  el bit enésimo  $b_n$ , aparece en el instante  $t = nT$ , mapea a  $a_n$ , y causa una variación de fase de  $\varphi(t)$  que se suma a la variación de fase  $\Phi(t)$  asociada a los bits previos (como se detalla en la Ecuación 2).

A continuación se describirá la generación de un impulso de corrección de frecuencia usando el esquema de 45 modulación GMSK en el sistema GSM con referencia a la Figura 5. En el sistema GSM, una ranura temporal está dividida en 156,25 períodos de bit. Un periodo de bit particular dentro de una ranura temporal está referenciada por un número de bit (BN), con el primer periodo de bit numerado como 0, y el último (1/4) periodo de bit numerado como 156. Existen diferentes tipos de impulsos en el sistema - una característica de los cuales es su duración útil. La norma GSM 05.02 define un impulso de corrección de frecuencia (FCB) de 147 bits de duración útil. La *parte útil* 50 de un impulso se define empezando desde la mitad de camino a través del bit número 0. Los bits primero y último a introducir al codificador diferencial antes del modulador ( $d_i = 1$ ) se llaman bits de relleno, estos definen el comienzo y el final de las partes *activa* y *útil* del impulso, como se ilustra en la Figura 5. Nada está especificado acerca de la fase actual de la señal de salida del modulador aparte de la parte útil del impulso. El periodo entre impulsos que aparece en ranuras temporales sucesivas se denomina periodo de guarda. Cuando la ranura temporal que contiene el impulso de 55 corrección de frecuencia se va a transmitir la señal portadora transmitida por el transmisor se modula usando los datos del impulso de frecuencia.

Los tonos generados por la modulación GMSK como se ha esbozado anteriormente pueden obtenerse razonadamente, tanto en el dominio del tiempo como en el de la frecuencia, sobre un posible escenario para la función de desplazamiento de fase  $\varphi(t)$ . Se obtienen dos tonos puros correspondientes a las trayectorias lineales de la función de desplazamiento de fase, induciendo una acumulación de fase de  $\pm \pi/2$  por cada periodo de bit en estado estable, o por el contrario una acumulación de fase de  $\pm 2\pi$  después de 4 períodos. Estos tonos son ondas sinusoidales puras ya que se generan usando un desplazamiento de fase constante y tienen una desviación de frecuencia desde la frecuencia portadora de  $\pm 67,7$  kHz ya que la tasa de modulación de símbolos en el sistema GSM es de 270,833 ksímbolos/segundo.

65 Se induce un tono que tiene una frecuencia de desviación cero restringiendo la dinámica de la oscilación de acumulación de fase a su mínimo, que se obtiene con un patrón de periodo de 2 bits alternos debido al efecto de filtrado del filtro de preconformación GMSK. La señal en la Ecuación 1 es por tanto equivalente a un tono modulado en frecuen-

## ES 2 300 136 T3

cia de onda sinusoidal de bajo índice de modulación. El espectro correspondiente de este tono muestra frecuencias localizadas a  $\pm nxF_m$  - donde  $F_m$  corresponde a la frecuencia de la onda sinusoidal modulante, es decir 135,46 kHz ya que la tasa de modulación de símbolos es de 270,833 ksímbolos/s. Se espera que se produzca un reparto de energía entre el fundamental y el primer armónico dado el bajo índice de modulación. Esos armónicos son suficientemente altos para filtrarse por el filtro paso banda del receptor del microteléfono, mientras que la energía deseada alrededor de la frecuencia cero puede generarse asignando la media a la función de desplazamiento de fase, es decir  $\Phi_0 \neq 0$ .

La figura 6 es un diagrama trellis que ilustra las trayectorias de fase para tonos a  $\pm 67,7$  kHz un tono DC.

10 Pueden obtenerse dos tonos muestreando un patrón con un seudo periodo de 5 bits de duración obteniendo una acumulación de fase de  $\pm 2\pi$  después de un periodo de 8 bits, conduciendo a un tono que tiene una frecuencia de alrededor de  $\pm 33,85$  kHz ya que la tasa de modulación de símbolos es de 270,833 ksímbolos/segundo. Como el cambio de fase no es constante, el tono no es una onda sinusoidal pura. Sólo se generan armónicos impares debido a la paridad impar de la señal resultante generada por la Ecuación 1. Esos armónicos son suficientemente altos para filtrarse por el filtro paso banda del receptor del microteléfono, excepto posiblemente el armónico de grado 3 localizado a  $\pm 101,56$  kHz, que esta en el borde del ancho de banda de la banda de entrada para GSM. Se considera que el vestigio de energía de post filtrado a la frecuencia de  $\pm 101,56$  kHz es lo suficientemente pequeña comparada con la energía localizada a  $\pm 33,85$  kHz de modo impida la convergencia de cualquier algoritmo de detección sobre ese armónico.

20 La Figura 7 es un diagrama trellis que ilustra las trayectorias de fase para tonos a  $\pm 33,85$  kHz.

Para GSMK, las trayectorias de variación de fase determinan los diversos conjuntos de  $\{a_i\}$  como por la ecuación 2. Los  $\{b_i\}$  correspondientes se deducen después del mapeo NRZ a RZ y la decodificación diferencial inversa.

25 De este modo puede verse de lo anterior que la modulación que usa GMSK puede generar ondas sinusoidales puras u ondas sinusoidales con armónicos aceptables sólo a 0,  $\pm 33,85$  kHz y  $\pm 67,7$  kHz con relación a la frecuencia portadora usando el filtrado paso banda requerido para cumplir la selectividad GSM.

30 A continuación se describirán los tonos que pueden generarse usando 8PSK de desviación y sus patrones de bit asociados con referencia a las Figuras 8-12.

En la figura 8 se muestra el diagrama de constelación básica para 8PSK. Aunque la diferencia de fase entre los ocho símbolos es  $\pi/4$  la norma GSM5.04 especifica que la propia constelación está desplazada sucesivamente en  $3\pi/8$  en períodos de símbolos consecutivos conduciendo a una tasa de la función de desplazamiento de fase tan pequeña como  $\pi/8$  por símbolo. Esta tasa de la función de desplazamiento de fase asciende a una acumulación de fase de  $\pm 2\pi$  después de 16 períodos de símbolo obteniéndose tonos de  $\pm 16,92$  kHz ya que la tasa de modulación de símbolos es de 270,833 ksímbolos/segundo.

40 Las Figuras 9 a 11 representan unas ejemplificaciones de constelaciones de las constelaciones 8PSK resultando en una desviación de  $\pm\pi/8$  por símbolo. En cada uno de estos diagramas, cada círculo sucesivo representa la constelación en el siguiente tiempo de símbolo, siendo el original el de la Figura 8. Las diferencias entre los diagramas surgen de las diferencias en el desplazamiento de fase inicial y el uso de desplazamientos de constelaciones positivos y negativos entre símbolos sucesivos, como resultará claro para las personas especialistas.

45 De estas figuras está claro que pueden generarse tonos transmitiendo los símbolos modulados 8PSK siguientes en las secuencias indicadas a continuación.

Símbolos	Localización del Tono	Periodicidad del Patrón
75317531	- 16,9 kHz	4 símbolos/12 bits
06420642	- 16,9 kHz	4 símbolos/12 bits
76543210	16,9 kHz	8 símbolos/24 bits

50 Claramente, las series de símbolos indicados se repiten a lo largo de la longitud del impulso de corrección de frecuencia. De este modo los datos necesarios para generar los símbolos anteriores pueden almacenarse en la memoria del impulso de control de frecuencia 4, como se conocerá por las personas especialistas.

55 La Figura 12 muestra el espectro de frecuencia de los tonos anteriores. Las simulaciones se realizaron con Matlab, con una difusión de periodo de 5 bits para el pulso GMSK linealizado descrito en el documento GSM5.04. La llanura de potencia de 0,17 dB debida a la modulación 8-PSK resulta en los armónicos observados en el intervalo 250-300 kHz con una supresión superior a 22 dB con respecto al fundamental. Esos armónicos caen lejos de la banda de 200 kHz asignada al canal de RF y no se verán después del filtrado. Las series se insertaron en un impulso de control de frecuencia en lugar de los bits fijos y los bits puestos a la cola, y se aplicó una conformación de potencia de coseno

## ES 2 300 136 T3

alzado a los impulsos resultantes antes de realizar las transformadas rápidas de fourier. Vale volver a exponer en ese estado que los bits de cola se omitieron, para ayudar al la construcción del espectro - ya que tienen como objetivo fijar el codificador del canal que no se usa para la generación FCB.

5 De este modo puede verse que la 8PSK de desviación es capaz de generar una onda sinusoidal pura que tiene una desviación de frecuencia desde la frecuencia de portadora de  $\pm 16,9$  kHz.

10 Está claro de la discusión anterior que el uso del esquema de modulación 8PSK para modulación del canal de control de frecuencia (CFCCH) resulta en la generación de un tono que tiene una frecuencia que un esquema de modulación GMSK no es apto para generar.

Uno de los tonos 8PSK en la tabla anterior puede usarse como tono del impulso de corrección de frecuencia para el sistema COMPACT.

15 Con referencia a la Figura 13 se describirá una posible estructura del dispositivo de radio que recibe del sistema de comunicación de radio de la presente invención, que es un diagrama de bloques funcional de una estación móvil tipo superheterodino del sistema COMPACT. Los detalles de la estructura de tal estación móvil que resultarán obvios para las personas especialistas y que no son relevantes para la presente invención se han omitido por claridad. Además, será obvio que pueden usarse otros tipos de estaciones móviles y la estructura mostrada es sólo un ejemplo de un tipo 20 adecuado de estación móvil.

25 La estación móvil 15 tiene una antena 16 para recibir las señales transmitidas desde la estación base. La señal recibida se filtra y se amplifica en los filtros 17, 18 y el amplificador 19 antes de que se convierta a banda base mezclando con la señal portadora del canal desde el oscilador local 20. El controlador 21 controla el oscilador local para seleccionar un canal apropiado para recibir la señal.

30 La señal banda base se mezcla con una señal del segundo oscilador local 22 y también con la señal en cuadratura del segundo oscilador local 22 y las señales resultantes se filtran respectivamente en los filtros 23a y 23b y entran a los convertidores de analógico a digital 24a y 24b. Las señales resultantes en fase y en cuadratura se introducen en el procesador de señal digital 25 para el procesamiento ulterior. El procesador de señal digital 25 comunica con el controlador 21, como se muestra.

35 A continuación se describirá un método para seleccionar un canal en una estación móvil con referencia a la Figura 14.

40 Como se ha indicado anteriormente, la estación móvil debe detectar un impulso de corrección de frecuencia para sincronizar con la señal recibida desde la estación base. De este modo para recibir señales en el formato COMPACT, la estación móvil debe detectar un tono contenido en el impulso de corrección de frecuencia de una señal de formato COMPACT, es decir uno predeterminado de los tonos indicados en la tabla anterior que tiene una frecuencia de  $\pm 16,9$  kHz.

45 Para detectar un impulso de corrección de frecuencia sobre un canal de radiofrecuencia particular, el controlador 21 de la estación móvil selecciona ese canal controlando el oscilador local 20 para sacar la portadora para ese canal como se muestra (etapa 1). El procesador de señal digital 25 evalúa si se ha recibido o no un impulso de corrección de frecuencia detectando si se ha recibido un tono predeterminado, como se ha indicado anteriormente (etapa 2). Son conocidas varias técnicas para determinar la frecuencia del tono recibido, por ejemplo la rotación y acumulación de la energía recibida, la detección y estimación de los cruces por cero, y la estimación de energía alrededor de la frecuencia, y no se describirán adicionalmente.

50 Si no se recibe un tono predeterminado dentro del periodo correspondiente a la duración esperada dentro de los impulsos de corrección de frecuencia, que corresponden a la duración de una multi-trama de 52 tramas para una señal COMPACT, el controlador 21 deduce que el canal de radiofrecuencia recibido no contiene ninguna información de sincronización (etapa 3) y el controlador 21 controla el oscilador local para seleccionar un nuevo canal (etapa 1).

55 Por el contrario, si se recibe el tono predeterminado (etapa 2) el controlador 21 deduce que el canal de radiofrecuencia recibido contiene información de sincronización relevante, y continúa el procedimiento de sincronización conocido (etapa 4).

60 No obstante, puede observarse que es posible determinar si el tono recibido está desplazado por encima o por debajo de la frecuencia portadora. Además, es también posible detectar la diferencia entre las dos secuencias de símbolos dando lugar al tono de  $-16,9$  kHz indicado anteriormente sobre la base de la fase de la señal y la secuencia de símbolos recibida.

65 De este modo de acuerdo con una realización particularmente ventajosa de la invención, la pluralidad de tonos diferentes proporcionada por la presente invención puede usarse para dirigir información adicional a las estaciones móviles capaces de distinguir entre los diferentes tonos.

## ES 2 300 136 T3

Tal información adicional, por ejemplo en un sistema COMPACT, podría relacionar los servicios ofrecidos por la célula de modo que la estación móvil puede determinar después de recibir un impulso de corrección de frecuencia si es deseable sincronizar con la portadora actual o buscar un nuevo canal en base a los servicios requeridos por la estación móvil y los servicios disponibles ofrecidos por la célula. Un ejemplo de tales servicios es si se soporta la transferencia de datos por la célula.

De este modo, de acuerdo con esta realización ventajosa de la invención, el tono transmitido por la estación base en una célula que soporta transferencia de datos (es decir un tono de +16,9 kHz, por ejemplo) puede ser diferente del tono transmitido por la estación base en una célula que no soporta transferencia de datos (es decir un tono de -16,9 kHz, por ejemplo). Esta determinación está también representada por la etapa 3 mostrada en la Figura 14.

Esta realización permite reducir el tiempo de la selección de célula ya que se evita la penalización de tiempo incurrida en realizar un procedimiento de sincronización que se desaprovecha si la célula no soporta los servicios requeridos por la estación móvil.

Claramente, los diferentes tonos predeterminados puestos a disposición en esta realización ventajosa de la invención pueden usarse para indicar cualquier capacidad de servicio u otra información, tal como la identidad del proveedor de servicio.

Aunque la estación móvil del ejemplo de la invención y la operación de la estación móvil de ejemplo se han descrito anteriormente como si la estación móvil estuviese adaptada para recibir señales sólo en un primer formato del sistema de comunicaciones de radio (es decir el formato del sistema COMPACT), en la práctica la estación móvil está adaptada ventajosamente también para recibir señales en un segundo formato del sistema de comunicaciones de radio (es decir el formato del sistema GSM/(E)GPRS).

La invención puede implementarse por cambios menores de software en la estación base y la estación móvil para producir el nuevo conjunto de tonos, y la disponibilidad para detectarlos respectivamente. Está previsto que cualquier algoritmo existente implementado en una estación móvil para detectar el tono del impulso de corrección de frecuencia de 67,7 kHz usado en el sistema GSM existente puede modificarse de un modo simple para detectar también los nuevos tonos.

Aunque se ha descrito la invención con referencia al uso de 8PSK como el segundo esquema de modulación cuando se usa GSMK como el primer esquema de modulación, está claro que pueden usarse otros esquemas de modulación tanto para el primero como para el segundo esquemas de modulación. Además respecto a los sistemas de radio descritos, en los que se usa la modulación GMSK para la modulación de todos los canales de control en el sistema GSM y se usa también para canales de control distintos del canal de corrección de frecuencia (CFCCH) en el sistema COMPACT, está claro que pueden usarse esquemas de modulación distintos que 8PSK como segundo esquema de modulación, para modular el canal de corrección de frecuencia (CFCCH) en el sistema COMPACT.

Ventajosamente el segundo esquema de modulación se elegirá de modo que el tono generado por el segundo esquema de modulación tenga una frecuencia que no se detecte por una estación móvil adaptada para detectar un tono generado por el primer esquema de modulación.

El uso de la presente invención tiene ventajas que son claras desde una consideración de los sistemas GSM y CONTACT. En particular, la naturaleza de las señales sostenidas por las portadoras de radiofrecuencia recibidas, es decir bien señales GSM/(E)GPRS o señales COMPACT, y por lo tanto se conoce la necesidad de sincronización lógica sobre esas portadoras de radiofrecuencia en la estación móvil, antes de se intente decodificar el impulso de sincronización.

Como resultado, se evitan los intentos de decodificación fallidos, que dan lugar a un tiempo prolongado de sincronización para estaciones móviles aptas para COMPACT sobre portadoras COMPACT, y también degradan el tiempo de sincronización para las estaciones móviles no aptas para COMPACT en un entorno con portadoras COMPACT. Como resultado, se mantiene el nivel de servicios del sistema de comunicaciones de radio percibido por ambas estaciones aptas para COMPACT y no aptas para COMPACT.

A este respecto, se observará que las estaciones móviles GSM existentes no detectarán las señales de formato COMPACT, asegurando de este modo la compatibilidad total hacia atrás que es altamente deseable. Esto se consigue porque las estaciones móviles GSM existentes detectan el tono de + 67,7 kHz y el tono que tiene la frecuencia de  $\pm 16,9$  kHz no se detectará como un impulso de corrección de frecuencia.

Además, de acuerdo con una realización ventajosa de la invención, un microteléfono COMPACT puede inferir los servicios soportados por una célula COMPACT antes de la sincronización de trama, evitando de este modo las penalizaciones de tiempo incurridas debido a que el servicio esperado no esté disponible dando lugar al rechazo de la célula por la estación móvil después de la sincronización.

De este modo como de acuerdo con la invención el tono contenido en el impulso de corrección de frecuencia del sistema COMPACT tiene una frecuencia generada por modulación 8PSK, y por lo tanto es inherentemente diferente del usado por el sistema GSM/(E)GPRS, puede ahorrarse un tiempo sustancial en la selección de célula en el sistema

## ES 2 300 136 T3

COMPACT, ya que puede descartarse una célula no buscada después de la detección del impulso de corrección de frecuencia.

Por ejemplo, el tiempo de selección de célula para una estación móvil COMPACT podría reducirse en -120 ms 5 evitando un intento de sincronización con una portadora GSM/(E)GPRS. Esto podría ahorrar 4,8 s si la banda de 1900 MHz contiene portadoras de gran alcance pero no COMPACT, y potencialmente 9,6 s si se implementa un mecanismo de reintento.

Por el contrario, un microteléfono no apto para COMPACT intentando seleccionar una célula en un entorno con 10 portadoras COMPACT no detectará un impulso de corrección de frecuencia de señal COMPACT de acuerdo con la invención. Más específicamente, un microteléfono no apto para COMPACT vería una portadora COMPACT como una portadora de tráfico regular, prestando a la invención la compatibilidad hacia atrás con la generación previa de microteléfonos GSM.

15 En esta situación el tiempo de selección de célula se reduce en - 50 ms con relación a la situación en la que se investiga una portadora COMPACT antes de una selección exitosa, o hasta 100 ms por intento de sincronización fallido con una portadora COMPACT si se implementa un mecanismo de reintento.

Si se implementan impulsos de corrección de frecuencia de acuerdo con la invención que contienen más de un 20 posible tono, y el operador usa esa capacidad para indicar el tipo de servicios soportados por la célula, el tiempo de selección de célula disminuiría adicionalmente. Por ejemplo, si una estación móvil COMPACT Clase C recibe un impulso de corrección de frecuencia indicando que no se soporta el tráfico de datos, la estación móvil puede rechazar esa célula después de recibir el impulso de corrección de frecuencia sin necesidad de sincronizar con la señal y 25 decodificarla. El tiempo de selección de célula se reduciría entonces en - 720 ms extras con relación a la situación de que no se usase la realización ventajosa de la invención.

De este modo la invención potencia un impulso de corrección de frecuencia específico COMPACT generado usando 30 8PSK y localizado con una desviación de 16,92 kHz desde la portadora, para distinguir entre células GSM/(E)GPRS y COMPACT. En una realización ventajosa de la invención, la estación móvil compatible con COMPACT se provee con información relativa a la capacidad de servicios de la célula potenciando que se rechacen células no deseables 35 después de la decodificación del impulso de corrección de frecuencia sin requerir sincronización con la portadora para establecer la información del sistema. El tiempo requerido para sincronización tanto para GSM/(E)GPRS como para COMPACT en un entorno con portadoras COMPACT se minimiza de este modo para todas las estaciones móviles, manteniendo la compatibilidad hacia atrás con la generación previa de estaciones móviles GSM.

35 Finalmente, se observará que la invención también permite una disminución en la complejidad de la programación de sincronización.

40

45

50

55

60

65

# ES 2 300 136 T3

## REIVINDICACIONES

5 1. Un método para transmitir señales desde un dispositivo de radio (1) en un sistema de comunicaciones de radio, en el que una señal comprende una pluralidad de tramas, que transportan canales de control (FCCH, CFCCH) y canales de tráfico en un modo de acceso múltiple por división en el tiempo, contenido cada una de las tramas una pluralidad de ranuras temporales (TS), en el que:

10 al menos una ranura temporal (TS1) de una de las tramas (Trama 0 en la Fig. 1a) se asigna al canal de corrección de frecuencia (FCCH) de un primer sistema de comunicaciones y se modula usando un primer esquema de modulación; y

15 al menos una ranura temporal (TS1) de una de las tramas (Trama 25 en la Fig 1b) se asigna a un canal de corrección de frecuencia (CFCCH) de un segundo sistema de comunicaciones y se modula para contener un tono;

20 **caracterizado** porque la al menos una ranura temporal que contiene el tono se modula usando un segundo esquema de modulación diferente del primer esquema de modulación, y el tono resultante tiene una frecuencia que el primer esquema de modulación no es apto para generar.

25 2. El método para transmitir señales desde un dispositivo de radio (1) en un sistema de comunicaciones de radio de acuerdo con la reivindicación 1, en el que se modula una trama asignada a un canal de tráfico usando el segundo esquema de modulación.

30 3. El método para transmitir señales desde un dispositivo de radio (1) en un sistema de comunicaciones de radio de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, en el que el segundo esquema de modulación es tal que pueden generarse una pluralidad de tonos separados usando el segundo esquema de modulación.

35 4. El método para transmitir señales desde un dispositivo de radio (1) en un sistema de comunicaciones de radio de acuerdo con la reivindicación 3, en el que cada tono de la pluralidad de tonos indica una capacidad de servicio del dispositivo de radio que transmite (1).

40 5. El método para transmitir señales desde un dispositivo de radio (1) en un sistema de comunicaciones de radio de acuerdo con la reivindicación 4, en el que dicha capacidad de servicios se refiere a la capacidad de tráfico de datos del dispositivo de radio que transmite (1).

45 6. El método para transmitir señales desde un dispositivo de radio (1) en un sistema de comunicaciones de radio de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el primer esquema de modulación es GMSK, y el segundo esquema de modulación es 8PSK.

50 7. Un dispositivo de radio (1) de un sistema de comunicaciones de radio, para transmitir señales que comprenden una pluralidad de tramas, que transportan canales de control (FCCH, CFCCH) y canales de tráfico en un modo de acceso múltiple por división en el tiempo, contenido cada una de las tramas una pluralidad de ranuras temporales (TS), teniendo el dispositivo de radio:

45 medios de modulación (5, 10) para modular una señal portadora; y

55 un medio de control (6) para controlar los medios de modulación (5, 10) durante la transmisión de la señal, en el que

50 el medio de control (6) controla los medios de modulación (5, 10) modulando al menos una ranura temporal (TS1) de una de las tramas (Trama 0 en la Fig. 1a) asignada al canal de corrección de frecuencia (FCCH) de un primer sistema de comunicaciones usando un primer esquema de modulación; y

55 el medio de control (6) controla los medios de modulación (5, 10) para modular al menos una ranura temporal (TS1) de una de las tramas (Trama 25 en la Fig. 1b) asignada al canal de corrección de frecuencia (CFCCH) de un segundo sistema de comunicaciones para contener un tono;

60 **caracterizado** porque el medio de control (6) controla los medios de comunicación (5, 10) para modular la al menos una ranura temporal que contiene el tono usando un segundo esquema de modulación diferente del primer esquema de modulación, y el tono resultante tiene una frecuencia que el primer esquema de comunicación no es apto para generar.

65 8. El dispositivo de radio (1) de acuerdo con la reivindicación 7, en el que se modula una trama asignada a un canal de tráfico usando un segundo esquema de modulación.

9. El dispositivo de radio (1) de acuerdo con la reivindicación 7 u 8, que comprende además un medio de almacenamiento (4) para almacenar los datos relativos al tono, en el que los datos almacenados se usan durante la modulación de al menos una ranura temporal que contiene el tono.

## ES 2 300 136 T3

10. El dispositivo de radio (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 7-9, en el que el segundo esquema de modulación es tal que puede generarse una pluralidad de tonos separados usando el segundo esquema de modulación.
- 5 11. El dispositivo de radio (1) de acuerdo con la reivindicación 10, en el que cada tono de la pluralidad de tonos indica una capacidad de servicio del dispositivo de radio que transmite (1).
12. El dispositivo de radio (1) de acuerdo con la reivindicación 11, en el que dicha capacidad de servicio se refiere a la capacidad de tráfico de datos del dispositivo de radio que transmite (1).
- 10 13. El dispositivo de radio (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 7-12, en el que el primer esquema de modulación es GMSK, y el segundo esquema de modulación es 8PSK.
14. Un dispositivo de radio (15) para recibir señales de un sistema de comunicaciones de radio, cuyas señales de dicho sistema de comunicaciones de radio comprenden una pluralidad de tramas, que transportan canales de control (FCCH, CFCCH) y canales de tráfico en un modo de acceso múltiple por división en el tiempo, conteniendo cada una de las tramas una pluralidad de ranuras temporales (TS), en el que al menos una ranura temporal (TS1) de una de las tramas (Trama 0 en la Fig. 1a) asignada a un canal de corrección de frecuencia (FCCH) de un primer sistema de comunicaciones se modula usando un primer esquema de modulación y al menos una ranura temporal (TS1) de una de las tramas (Trama 25 en la Fig. 1b) asignada al canal de corrección de frecuencia (CFCCH) del segundo sistema de comunicaciones se modula para contener un tono,
- 20 teniendo el dispositivo de radio (15)
- medios (16-25) para recibir y demodular dichas señales, en los que se demodula una ranura temporal asignada a un canal de corrección de frecuencia de la señal recibida usando el primer esquema de modulación; y
- 25 un medio de procesamiento de la señal (25) para determinar la presencia de un tono en al menos una ranura temporal de una de las tramas de la señal recibida,
- 30 **caracterizada** porque el medio de procesamiento de señal (25) está adaptado para determinar si el tono en la al menos una ranura temporal de una de las tramas asignadas al canal de corrección de frecuencia de la señal recibida es un tono predeterminado, en el que la frecuencia del tono predeterminado es el resultante de la modulación de al menos una ranura temporal que contiene el tono usando un segundo esquema de modulación diferente del primer esquema de modulación, y que el primer esquema de modulación no es apto para generar.
- 35 15. El dispositivo de radio (15) de acuerdo con la reivindicación 14, en el que se demodula una trama asignada a un canal de tráfico usando el segundo esquema de modulación.
- 40 16. El dispositivo de radio (15) de acuerdo con la reivindicación 14 ó 15, en el que el segundo esquema de modulación es tal que pueden generarse una pluralidad de tonos separados usando el segundo esquema de modulación, y en el que el tono predeterminado es uno de una pluralidad de tonos.
- 45 17. El dispositivo de radio (15) de acuerdo con la reivindicación 16, en el que cada tono de la pluralidad de tonos indica una capacidad de servicio.
18. El dispositivo de radio (15) de acuerdo con la reivindicación 17, en el que dicha capacidad de servicio se refiere a la capacidad de tráfico de datos.
- 50 19. El dispositivo de radio (15) de acuerdo con una de las reivindicaciones 16-18, que tiene un medio de selección (20) para seleccionar un canal de una pluralidad de canales de radiofrecuencia, y un medio de control (21) para controlar el medio de selección (20) para seleccionar un canal, en el que el medio de control (21) controla el medio de selección (20) para seleccionar un canal de radiofrecuencia diferente del canal de radiofrecuencia recibido actualmente en respuesta al fallo del medio de procesamiento de señal (25) para detectar un tono indicativo de la capacidad de servicio deseada.
- 55 20. El dispositivo de radio (15) de acuerdo con la reivindicación 19, en el que el medio de selección comprende un oscilador (20) para convertir una señal de radiofrecuencia recibida a banda base antes de la demodulación.
- 60 21. El dispositivo de radio (15) de acuerdo con una de las reivindicaciones 14-20, en el que el primer esquema de modulación es GMSK, y el segundo esquema de modulación es 8PSK.
22. Un sistema de comunicaciones de radio que comprende al menos un dispositivo de radio (1) de acuerdo con las reivindicaciones 7-13 y una pluralidad de dispositivos de radio de acuerdo con las reivindicaciones 14-21.
- 65 23. Un método para recibir señales de un sistema de comunicaciones de radio en un dispositivo de radio cuyas señales de dicho sistema de comunicación de radio comprenden una pluralidad de tramas, que transportan canales de control (FCCH, CFCCH) y canales de tráfico en un modo de acceso múltiple por división en el tiempo, conteniendo cada una de las tramas una pluralidad de ranuras temporales (TS), en la que al menos una ranura temporal (TS1) de

## ES 2 300 136 T3

una de las tramas (Trama 0 en la Fig. 1a) asignada al canal de corrección de frecuencia (FCCH) de un primer sistema de comunicaciones se modula usando un primer esquema de modulación y al menos una ranura temporal de las tramas de señal (Trama 25 en la Fig. 1b) asignada al canal de corrección de frecuencia (CFCCCH) de un segundo sistema de comunicaciones se modula para contener un tono,

5 en el que una ranura temporal asignada al canal de corrección de frecuencia de la señal recibida se demodula usando el primer esquema de modulación, y

10 se determina la presencia de un tono en al menos una ranura temporal de una de las tramas de la señal recibida,

15 **caracterizado** porque se determina si el tono en la al menos una ranura temporal de una de las tramas asignada al canal de corrección de frecuencia de una señal recibida es un tono predeterminado, en el que la frecuencia del tono predeterminado es la resultante de la modulación de la al menos una ranura temporal que contiene el tono usando un segundo esquema de modulación diferente del primer esquema de modulación, siendo la frecuencia del tono predeterminado una que el primer esquema de modulación no es apto para generar.

24. El método para recibir señales de acuerdo con la reivindicación 23, en el que se demodula una trama asignada a un canal de tráfico usando el segundo esquema de modulación.

20 25. El método para recibir señales de acuerdo con la reivindicación 23 ó 24, en el que el segundo esquema de modulación es tal que pueden generarse una pluralidad de tonos separados usando el segundo esquema de modulación, y en el que el tono predeterminado es un tono de la pluralidad de tonos.

25 26. El método para recibir señales de acuerdo con la reivindicación 25, en el que cada tono de pluralidad de tonos indica una capacidad de servicio.

27. El método para recibir señales de acuerdo con la reivindicación 26, en el que dicha capacidad de servicio se refiere a la capacidad de tráfico de datos.

30 28. El método para recibir señales de acuerdo con una de las reivindicaciones 25-27, en el que se selecciona un canal de radiofrecuencia diferente del canal de radiofrecuencia recibido actualmente en respuesta a un fallo para detectar un tono indicativo de la capacidad de servicio deseada.

35 29. El método para recibir señales de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 23- 28, en el que el primer esquema de modulación es GMSK, y el segundo esquema de modulación es 8PSK.

40

45

50

55

60

65

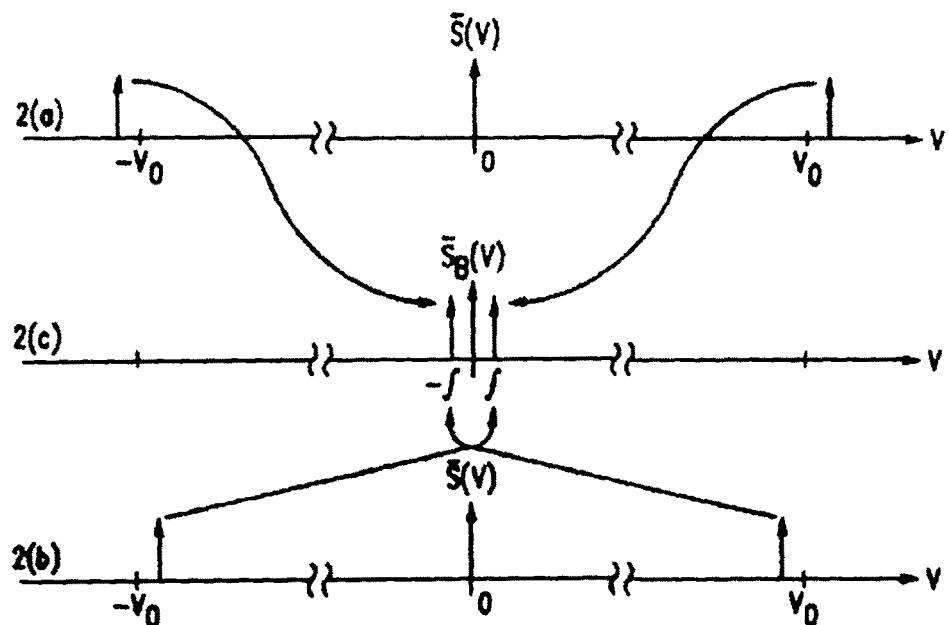
ES 2 300 136 T3

TRAMA	TS	1	2	3	4	5	6	7	8
0	FCCH								
1	SCH								
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10	FCCH								
11	SCH								
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20	FCCH								
21	SCH								
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30	FCCH								
31	SCH								
32									
33									
34									
35									
36									
37									
38									
39									
40	FCCH								
41	SCH								
42									
43									
44									
45									
46									
47									
48									
49									
50									

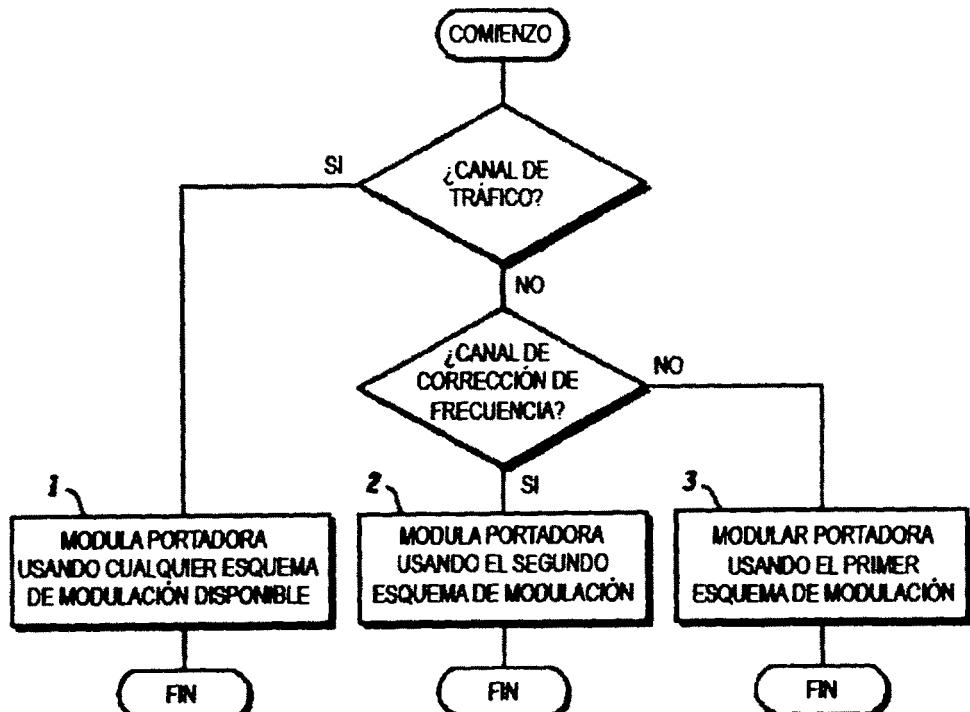
*FIG.1a*

TRAMA	TS	0	1	2	3	4	5	6	7
0	x	x		D(0)	x	x	x	x	
1	x	x		D(0)	x	x	x	x	
2	x	x		D(0)	x	x	x	x	
3	x	x		D(0)	x	x	x	x	
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21	C(0)	x	x	x	x	x	x	x	
22	C(0)	x	x	x	x	x	x	x	
23	C(0)	x	x	x	x	x	x	x	
24	C(0)	x	x	x	x	x	x	x	
25	REPOS	FCCH							REPOSO
26									
27									
28									
29									
30									
31									
32									
33									
34	C(0)	x	x	x	x	x	x	x	
35	C(0)	x	x	x	x	x	x	x	
36	C(0)	x	x	x	x	x	x	x	
37	C(0)	x	x	x	x	x	x	x	
38									
39									
40									
41									
42									
43									
44									
45									
46									
47	C(11)	x	x	x	x	x	x	x	
48	C(11)	x	x	x	x	x	x	x	
49	C(11)	x	x	x	x	x	x	x	
50	C(11)	x	x	x	x	x	x	x	
51	REPOS	CSCH							REPOSO

*FIG.1b*



**FIG.2**



**FIG.4**

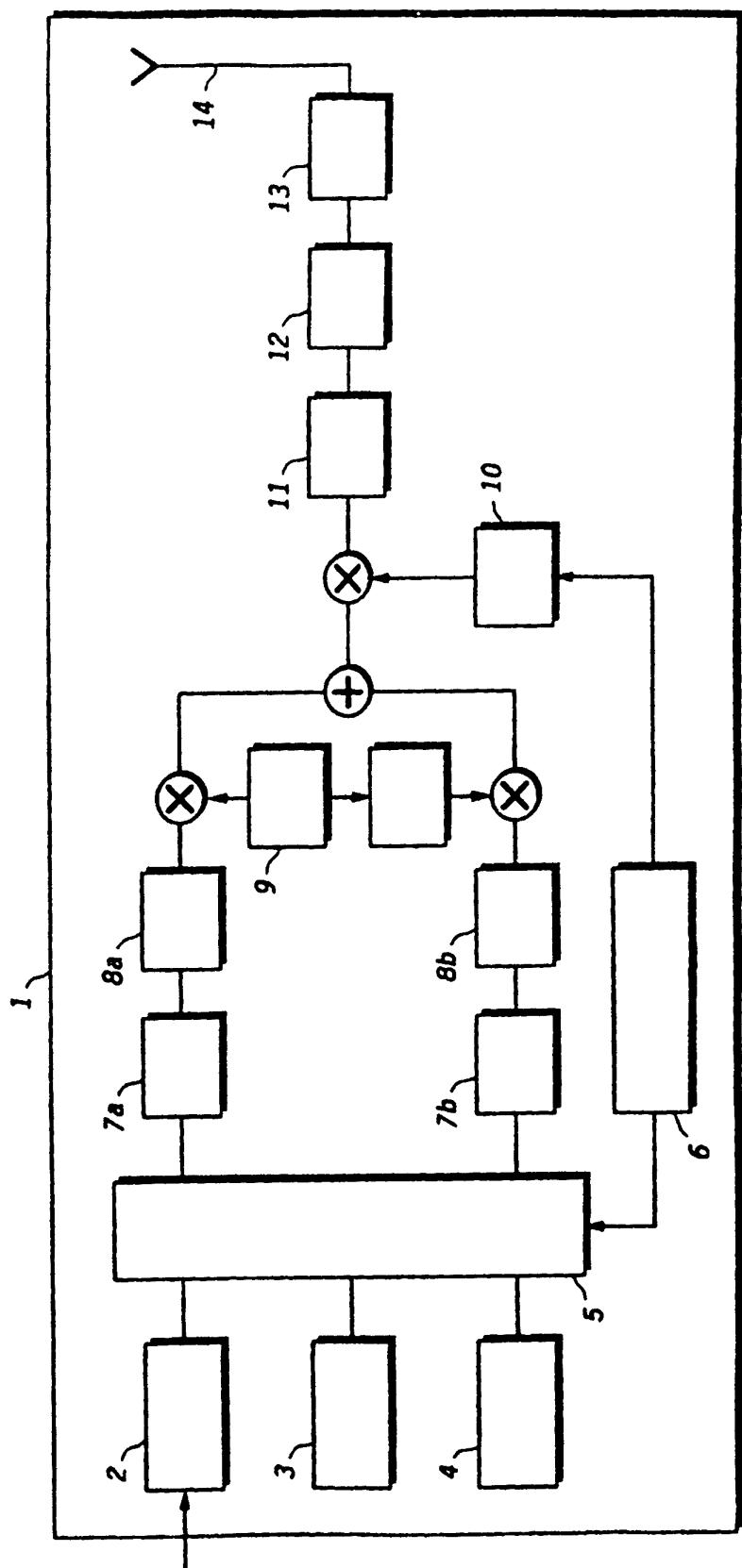
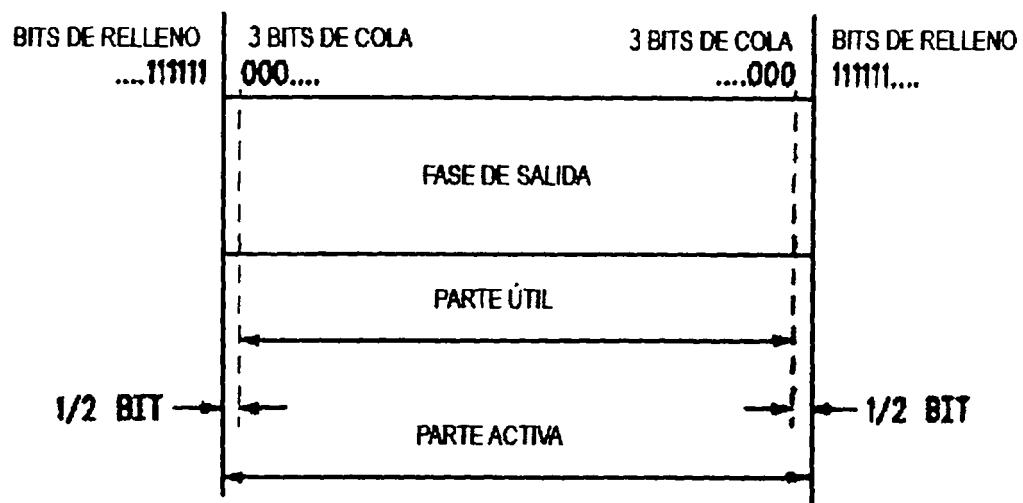
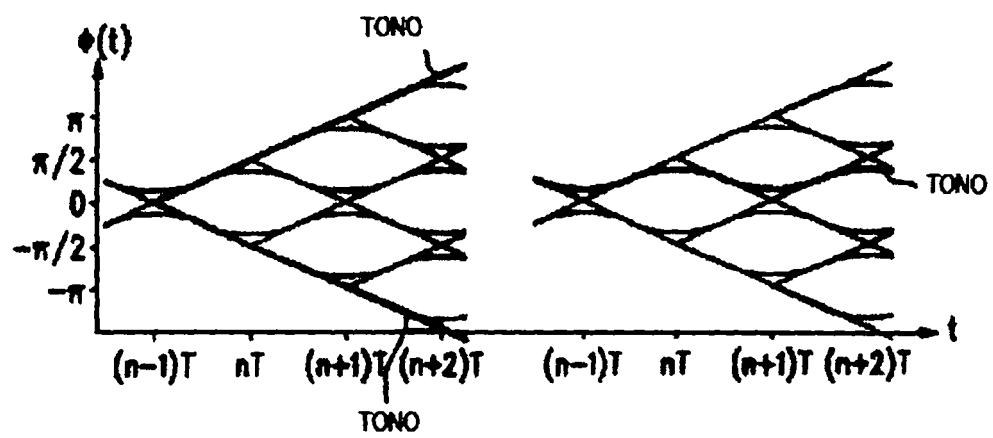


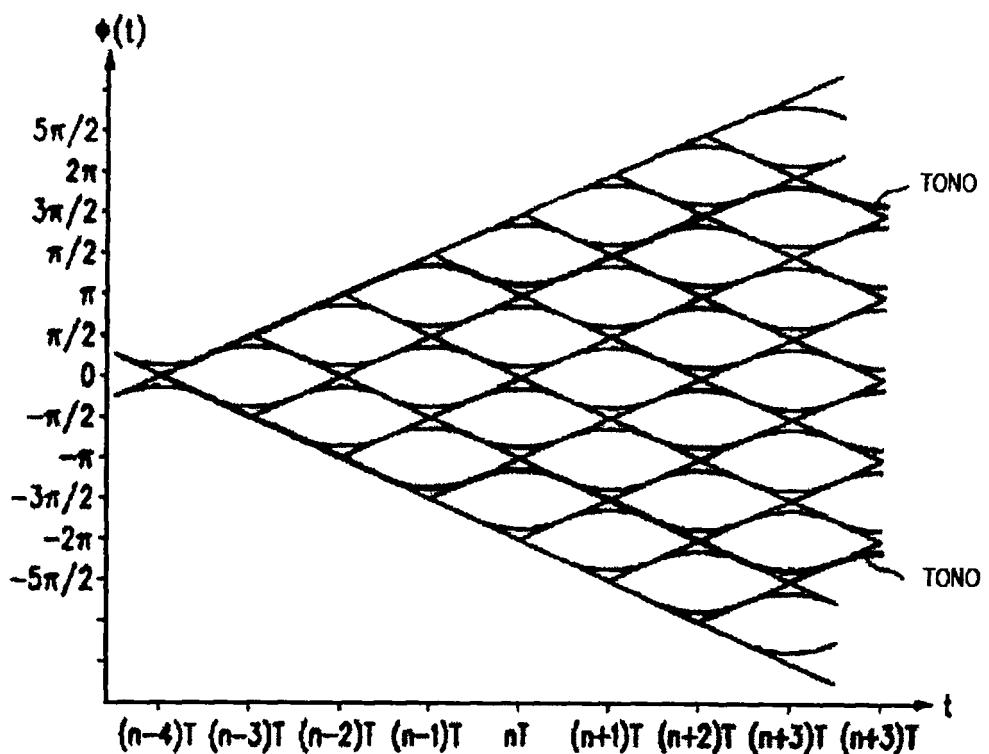
FIG. 3



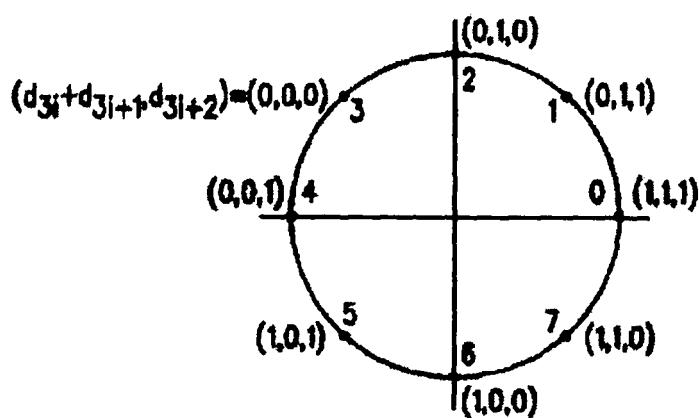
**FIG.5**



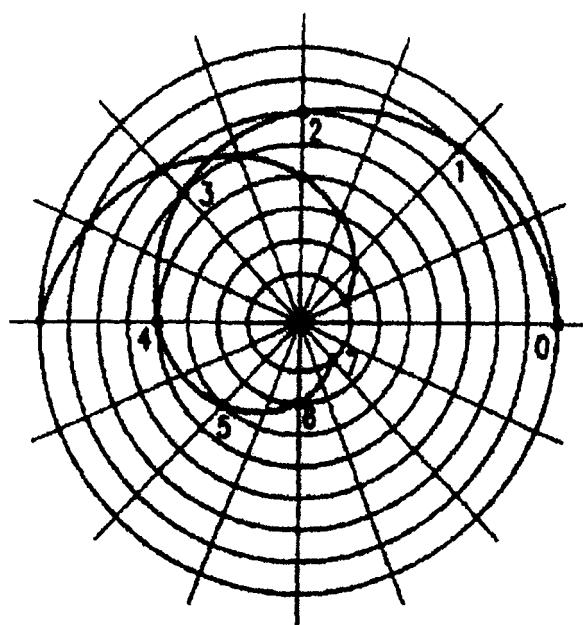
**FIG.6**



**FIG. 7**

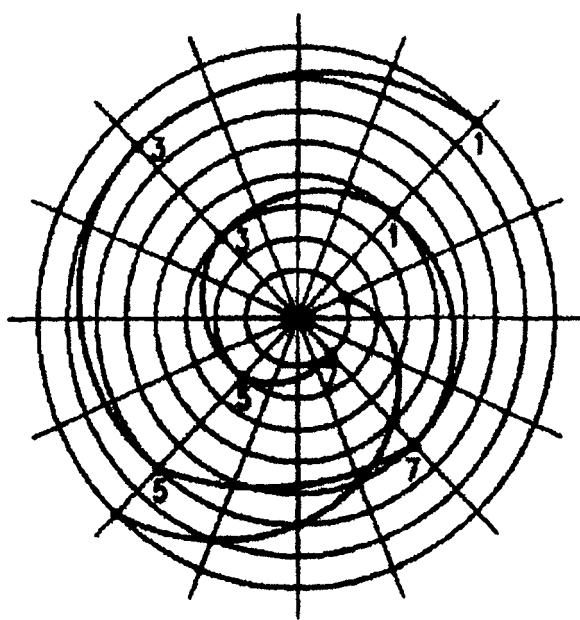


**FIG. 8**



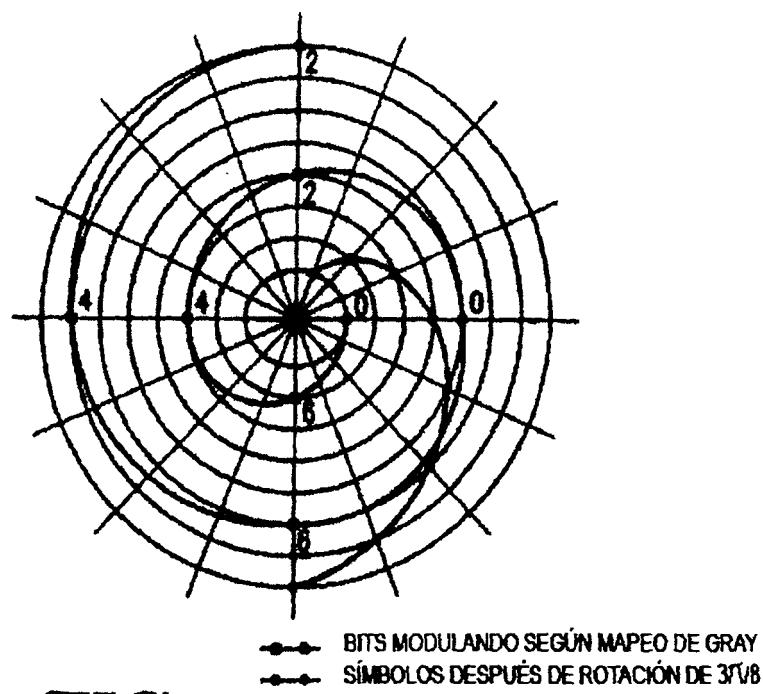
↔ BITS MODULANDO SEGÚN MAPEO DE GRAY  
↔ SÍMBOLOS DESPUÉS DE ROTACIÓN DE  $3\pi/8$

**FIG.9**

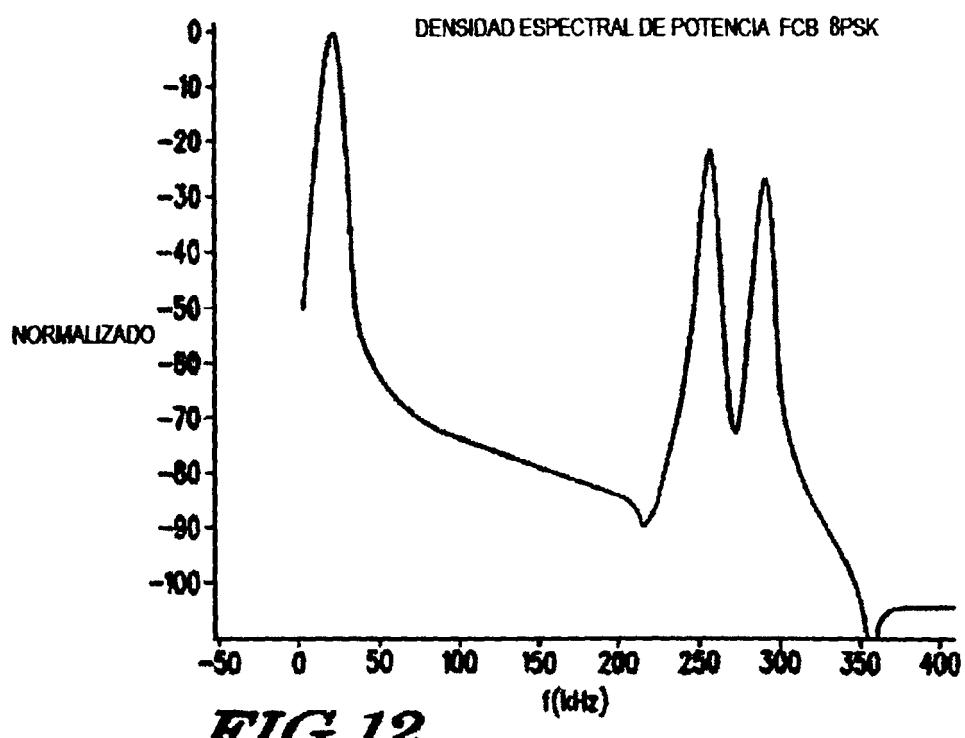


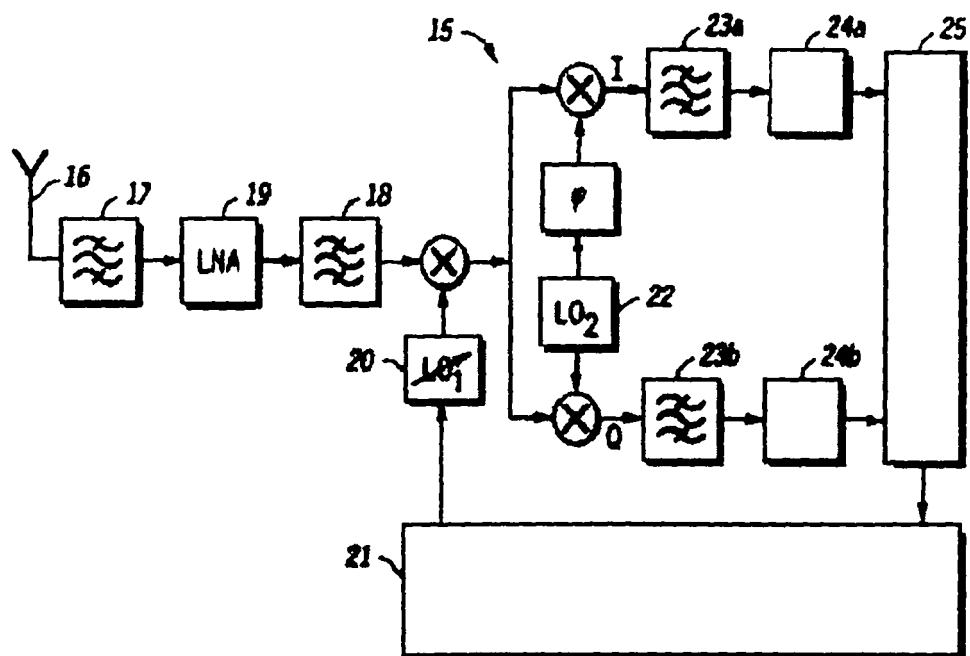
↔ BITS MODULANDO SEGÚN MAPEO DE GRAY  
↔ SÍMBOLOS DESPUÉS DE ROTACIÓN DE  $3\pi/8$

**FIG.10**

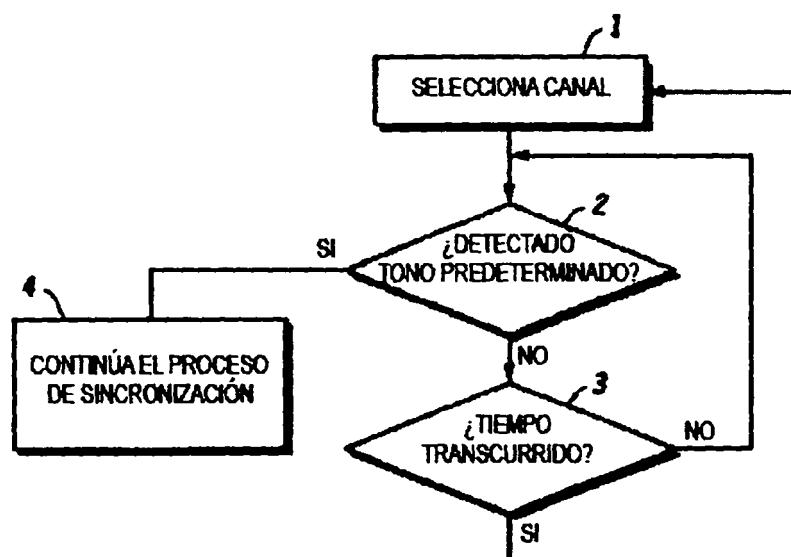


**FIG.11**





*FIG.13*



*FIG.14*