



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 365 872**

51 Int. Cl.:
H04B 1/713 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07728599 .7**

96 Fecha de presentación : **27.04.2007**

97 Número de publicación de la solicitud: **2013981**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **14.01.2009**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo de comunicación por salto de frecuencia.**

30 Prioridad: **28.04.2006 FR 06 03866**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
11.10.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
11.10.2011

73 Titular/es: **THALES**
45 rue de Villiers
92200 Neuilly sur Seine, FR

72 Inventor/es: **Hethuin, Serge y**
Duprez, Adrien

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 365 872 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

Procedimiento y dispositivo de comunicación por salto de frecuencia

La invención se refiere a un procedimiento de comunicación por salto de frecuencia. Se aplica, por ejemplo, para el acceso de usuarios a una red de comunicación.

- 5 El principio de la comunicación por salto de frecuencia es transmitir datos (informaciones, de vídeo, vocales,...) sucesivamente sobre una variedad de canales frecuenciales, de manera pseudoaleatoria.

En las aplicaciones civiles, esta técnica se puede introducir para tratar especialmente dos problemáticas:

- 10 - Los desvanecimientos o fading: las señales de radio son propensas a desvanecimientos, que se distribuyen aproximadamente según la ley de Rayleigh. Siendo los desvanecimientos de tipo Rayleigh selectivos en frecuencia, el salto de frecuencia acoplado con codificación de canal y con entrelazado permite promediar los riesgos de perder información. Esta mejora es tanto más necesaria en la medida en que los nudos están en movimiento.
- 15 - Las interferencias: sin salto de frecuencia, las señales fuertes procedentes de las células vecinas afectan continuamente la comunicación. Con salto de frecuencia aleatorio, las células utilizan secuencias de salto pseudoaleatorias, haciendo de este modo que las interferencias sean aleatorias.

- 20 En algunas aplicaciones en red, el conjunto de una misma red conoce una ley de salto de frecuencia. Un nudo que llega tardíamente a la red, se sincroniza con los cambios de frecuencia y determina el avance en la secuencia pseudoaleatoria gracias al conocimiento de la ley de salto. Un nudo transmite en el seno de un grado de frecuencia. A cada nuevo grado de frecuencia corresponde una nueva frecuencia. Se prevé un tiempo de guarda al inicio de cada grado para permitir que la cadena de radio sintetice la nueva frecuencia. Este tiempo se liga al rendimiento del sintetizador y a la precisión frecuencia deseada. Típicamente, este tiempo varía entre 200 μ s a algunos ms. Algunas arquitecturas de sistema de comunicación aplican dos sintetizadores para ser más rápidas.

En el campo de la Defensa y de la Seguridad, el mecanismo de salto de frecuencia se usa para luchar contra la perturbación y reforzar la discreción.

- 25 Para luchar contra los multirayectos, se pueden usar diversas técnicas conocidas por el experto en la técnica, por ejemplo las técnicas de igualación, ensanchamiento de espectro, las portadoras múltiples.

- 30 En la técnica se conoce la utilización de multiplexado ortogonal OFDM para las comunicaciones de salto de frecuencia. Las figuras 1 y 2 representan una modulación multiportadora. La técnica OFDM (en inglés Orthogonal Frequency Division Multiplex) es una modulación multiportadora, es decir compuesta por un conjunto de portadoras ortogonales. La ortogonalidad de la modulación OFDM se efectúa seleccionando frecuencias armónicas de una frecuencia de base y utilizándolas a lo largo de una duración múltiple del periodo del armónico de base.

- 35 En el ejemplo dado en las figuras 2A, 2B, 2C, se utilizan 8 subportadoras (f_0 , $2f_0$, $3f_0$, $4f_0$, $5f_0$, $6f_0$, $7f_0$, $8f_0$). Sin embargo, por regla general, se utiliza también la componente continua que es ortogonal a cualquier senoide a poco que se integre energía a lo largo de una duración igual o múltiple de un periodo de f_0 . En este caso, se utiliza la componente continua y los armónicos f_0 a $7f_0$. Cada uno de estos armónicos es modulado por una señal a transmitir con una modulación seleccionada entre las modulaciones de fase (BPSK, QPSK, ...) o entre las modulaciones de amplitud (16QAM, 64QAM, 256QAM, ...) Cuanto más eficaces son las modulaciones en densidad de transmisión por Hz usado más importante es la reducción de alcance.

- 40 Un símbolo transmitido es el conjunto de las informaciones binarias transmitidas a las diferencias portadoras del multiplex OFDM. De este modo, en el ejemplo dado a las figuras 2A, 2B, 2C, el símbolo está constituido por informaciones binarias en las 8 portadoras f_0 a $8f_0$. Sabiendo que se deducen 1 bit, 2 bits, 4 bits, 6 bits, 8 bits respectivamente a partir de un símbolo en modulaciones BPSK, QPSK, 16QAM, 64QAM, 256QAM, el conjunto de las informaciones transmitidas por un símbolo completo OFDM es por lo tanto, según las modulaciones anteriores mencionadas, de 8, 16, 32 48 o 64 bits.

- 45 La figura 3 esquematiza un ejemplo de emisor OFDMA (caso general con varios usuarios en el seno de un mismo símbolo). Incluye por ejemplo los siguientes módulos:

- un dispositivo 1 de asignación de subportadoras en función de los usuarios con diferentes modulaciones,
- vario medios de modulación 'adaptativa', $2k$, el número de estos medios es por ejemplo igual al número de los usuarios k ,
- 50 - un dispositivo 3 adaptado para hacer pasar del campo frecuencial al campo temporal,

- un dispositivo 4 para insertar un tiempo de guarda o prefijo cíclico para evitar los solapamientos de los diferentes multitrayectos,
- un dispositivo 5 P/S (Parallel to Serial)
- una antena 6 de emisión.

5 La figura 4 representa un ejemplo de arquitectura para un receptor OFDMA. Comprende por ejemplo los siguientes módulos:

- una antena de recepción 7, en conexión con un dispositivo S/P 8,
- un dispositivo 9 adaptado para suprimir el prefijo cíclico introducido en la emisión,
- un dispositivo 10 que permite el paso del campo temporal al campo frecuencia,

- 10
- un medio 11 adaptado para seleccionar las subportadoras para cada usuario k,
 - varios dispositivos 12k de desmodulación adaptativa.

En algunos estándares, por ejemplo, HIPERLAN2 e IEEE802.16d, el OFDM se usa con un protocolo de acceso del tipo TDMA. Un intervalo de tiempo o time slot TDMA (Time division multiple access) es entonces un número entero de símbolos OFDM.

15 Igualmente es posible usar OFDM para compartir el acceso entre varios usuarios por la técnica de subcanalización (en inglés sub-channelization) o con OFDMA (Ortogonal Frequency Division Multiple Access) donde las N portadoras no están asignadas a un solo usuario. El conjunto de las N portadoras se subdivide en M subconjuntos de portadoras. Los recursos son asignados, subconjunto a subconjunto. Los M usuarios transmiten de manera concurrente en el seno del mismo símbolo OFDM.

20 La figura 5 esquematiza una arquitectura de red de comunicación basada en OFDMA. Esta última necesita una asignación de los recursos entre los diferentes usuarios. Esta asignación depende de la calidad de servicio y del caudal solicitado por cada usuario y del entorno (respuesta del canal para cada usuario, interferencias, ...).

En el ejemplo de la figura 5, k usuarios comunican en el seno de un mismo símbolo OFDM.

25 Los módulos idénticos en las figuras 3, 4 y 5 llevan las mismas referencias. Además de los esquemas de las figuras 3 y 4 relativos respectivamente a un emisor y un receptor, el sistema OFDMA comprende especialmente un módulo 13 de asignación de recursos que recibe las solicitudes de asignación de los diferentes usuarios, una información sobre la potencia máxima necesaria, una información sobre el canal del usuario, y que emite señales hacia el dispositivo de asignación de las subportadoras para los diferentes usuarios, así como hacia los módulos de desmodulación adaptativa.

30 Diferentes algoritmos de asignación de recursos existen en la bibliografía. Estos algoritmos permiten especialmente asignar las subportadoras a los usuarios y determinar el tipo de modulación/codificación para cada una de estas portadoras. Estos algoritmos son determinantes para explotar óptimamente el OFDMA. En efecto, las subportadoras "favorables" para un usuario, es decir, las que experimentan menos perturbaciones del OFDMA pueden ser no utilizables o al menos menos favorables para otros usuarios. Los algoritmos de asignación de recursos son

35 responsables de aprovechar esta diversidad.

El concepto FH_OFDMA (o Frequency Hopping OFDMA) es conocido en la técnica anterior (Hilmet Sari 1997 "Orthogonal frequency-division multiple access with frequency hopping and diversity") in Multi-carrier Spread-Spectrum, K. Fazel and G.P. Fettweiss, Eds. Kluwer Academic Publishers, 1997, pp 57-68) en el caso en que el canal de transmisión no es conocido. Al poder contener un canal portadoras inutilizables a causa de interferencias,

40 se asigna a cada usuario una secuencia de portadora en lugar de una portadora en particular. La secuencia utilizada es en general incremental.

El ensanchamiento de espectro se hace tradicionalmente introduciendo al nivel de la radio un sintetizador de sintonización rápida, del orden de 100 a 150 μ s, para saltar a un gran ancho de banda.

45 El salto de frecuencia se aplica para proteger la sincronización de los nudos entre sí. En el caso de una sincronización (temporal/frecuencial) que utiliza señales dedicadas (caso de los preámbulos corto y largo del 802.16), se puede aplicar una protección de sincronización mediante una secuencia de señales seleccionados de manera pseudoaleatoria. De este modo, los motivos de sincronización no son simétricamente iguales sino que varían, además, según una secuencia definida por selección pseudoaleatoria.

El documento de Moon Fone Wong et al. cuyo título es "Performance analysis of OFDM/FHMA hybrid system operation in ISM band" Military Communications conference, 1996, divulga un sistema híbrido OFDM/FHMA que permite trabajar en la banda de frecuencia para voz y para transmisiones de baja velocidad de transmisión con una capacidad de múltiples usuarios.

- 5 La patente US 2005/1315229 describe un procedimiento de comunicación en el cual los datos circulan por soportes frecuenciales variables a lo largo del tiempo, siendo un soporte frecuencial definido como un par de subconjunto de portadoras en un canal de un conjunto de canales frecuenciales.

La patente US 2006/062279 describe un emisor digital de salto de frecuencia y su procedimiento que se puede aplicar en un sistema de comunicación.

- 10 La invención tiene especialmente por objetivo solucionar los inconvenientes anteriormente mencionados. Con este propósito, la invención tiene por objeto un procedimiento de comunicación en el cual los datos circulan por soportes frecuenciales variables a lo largo del tiempo. Un soporte frecuencial se define como un par de subconjunto de portadoras (subcanal) en un canal de un conjunto de canales frecuenciales (RF). La elección de los soportes frecuenciales procede de una selección pseudoaleatoria.
- 15 La invención se refiere a un procedimiento de comunicación en el cual los datos circulan por soportes frecuenciales variables a lo largo del tiempo, siendo un soporte frecuencial definido como un par de subconjunto de portadoras en un canal de un conjunto de canales frecuenciales (RF); siendo la elección de los soportes frecuencias procedente de una selección pseudoaleatoria y caracterizada porque se combinan dos leyes de salto pseudoaleatorias independientes, adaptándose la primera al salto de canal y la segunda al salto de subcanales.
- 20 El procedimiento según la invención se utiliza por ejemplo para las transmisiones que aplican el protocolo 802.16.

El procedimiento y el sistema según la invención ofrecen especialmente las siguientes ventajas:

- tener saltos de frecuencia en una banda importante en cada inicio de trama, basándose en una ley pseudoaleatoria,
- disponer saltos de intervalos frecuenciales más reducidos, pero con tiempo de sintonización nulo, en la banda del OFDMA en el interior de la trama para cada intervalo (incluso igual símbolo en algunas condiciones), basándose en una ley pseudoaleatoria,
- no necesitar punto central para organizar los intercambios,
- permitir intercambios de tipo multimedia a gran velocidad de transferencia,
- compatible con cualquier proceso de acceso, esté éste centralizado como, por ejemplo, el TDMA (Time Division Multiple Access) o esté éste distribuido como, por ejemplo, el TDMA distribuido.

Otras características y ventajas de la presente invención serán más evidentes en la descripción de un ejemplo de realización dado a título ilustrativo y en modo alguno limitativo, acompañado de las figuras que representan:

- la figura 1 muestra rellamadas en la modulación multiportadora y la figura 2 un ejemplo de una modulación de 8 portadoras,
- las figuras 2A, 2B, 2C muestran un conjunto de símbolos sucesivos,
- la figura 3 muestra el esquema de un emisor OFDMA, y la figura 4 el de un receptor,
- la figura 5, un ejemplo de arquitectura de un emisor-receptor OFDMA,
- la figura 6 muestra un ejemplo de estructura del salto de frecuencia combinado según la invención,
- las figuras 7 y 8 muestran dos diagramas de bloques del dispositivo que aplica la invención,
- la figura 9 muestra un esquema de transmisión de un punto central hacia varios usuarios,
- las figuras 10 y 11 muestran un esquema de acceso monousuario en cada una de las bandas y un ejemplo de comunicaciones asociadas,
- las figuras 12 y 13 muestran un esquema de acceso en el caso multiusuarios y las comunicaciones asociadas,
- las figuras 14, 15, 16 muestran ejemplos de aplicación del procedimiento según la invención.

El procedimiento según la invención se basa especialmente en el marco de transmisiones entre nudos, en la combinación del salto de frecuencia clásico, por control de un sintetizador, por ejemplo, e instantáneamente por uso de bloques parciales de subportadoras de una modulación multiportadoras.

5 La figura 6 esquematiza un primer ejemplo de realización del procedimiento según la invención en un diagrama de tiempo-frecuencia.

En esta figura, un canal representa una frecuencia de radio (RF) dada y en este ejemplo cada canal C_i está dividido en subcanales C_{ij} . Se trata de una división "lógica". Un subcanal es un conjunto de portadoras OFDM no necesariamente vecinas.

10 El procedimiento aplica un doble mecanismo de salto de frecuencia realizada por un procesador adaptado insertado por ejemplo en un dispositivo existente de tipo COTS (abreviatura de Components Off The Shelf, iniciales que designan en el campo "productos en estanterías"). Se puede, sin embargo, considerar enteramente una implementación en material específico.

La figura 7 representa un ejemplo de producto COTS 20 del mercado que permite la aplicación del procedimiento según la invención.

15 El sistema incluye por ejemplo, una interfaz de red 21, en conexión con la capa de acceso superior MAC (UMAC o Upper Medium Access Control) 22, que comunica con la capa de acceso inferior 23, LMAC. Al nivel de esta capa LMAC, se encuentran un componente programable de tipo FPGA (Field Programmable Gate Array) y un ASIC PHY. Todos los elementos están en conexión con una interfaz de energía 26. La radio comprende un sintetizador de frecuencia 24.

20 Según una segunda variante de realización, basada en COTS, representada en la figura 8, en la cual se puede trabajar en otra gama de frecuencias, la parte radio nativa se conserva y el salto de frecuencia clásico se introduce al nivel de un conversor de radiofrecuencia RF, 27 gobernado por la parte digital del COTS.

El procedimiento según la invención aplicado, por ejemplo, en los sistemas descritos en las figuras 7 y 8:

- 25
- la aplicación combinada de dos leyes de salto pseudoaleatorias independientes, una para el salto de canal y la otra para el salto de subcanales OFD-MA en el seno de un canal, o también
 - una ley única que gestiona a la vez el paso de un canal a otro y la explotación de los subcanales en un canal.

El conjunto de los datos transmitidos así como la señalización están protegidos por el salto de frecuencia.

30 Es posible utilizar una ley única para el salto de frecuencia clásico por una parte, y el salto de frecuencia instantáneo por otra parte, teniendo en cuenta las condiciones de las dos bandas acumuladas. En efecto, la combinación de leyes independientes facilita la conciliación de las condiciones de ortogonalidades de las bandas y de adaptación del número de portadoras a la velocidad de transferencia solicitada.

35 De este modo si se imagina una ley que acumula saltos clásicos sobre N bandas de BW MHz con posibilidades de saltos instantáneos en cada una de las N bandas por M subportadoras de b MHz ($M=BW/b$), entonces la salida del algoritmo es, por ejemplo, del tipo

$\text{Par}(nb, ns) = \text{selección}(n, 1)$

con nb = número de la banda a usar, ns = número de la subbanda a usar, para la trama n y el símbolo i ,

En el caso de uso de una subbanda y más generalmente del conjunto de subbandas para una sola transmisión, la ley de salto se optimiza para usar óptimamente el conjunto de los recursos frecuenciales.

40 La figura 9 representa la aplicación del procedimiento en el caso de una transmisión por un punto central y para accesos multiusuarios centralizados.

45 Uno de los ejemplos del procedimiento según la invención corresponde a la transmisión de flujos de informaciones selectivos hacia un conjunto de terminales. En este caso, el emisor (o punto central) es único y el conjunto de los usuarios conectados recibe el flujo de información que le está destinado a través de una secuencia de saltos en frecuencia. Los diferentes flujos pueden estar protegidos por leyes de salto diferentes (caso más complejo) pero también idénticas y desfasadas como se ilustra en la figura 9.

Las etapas ejecutadas por el procedimiento según la invención en las partes LMAC y UMAC de las estructuras especialmente las descritas por ejemplo en las figuras 7 y 8, son las siguientes:

Al nivel de la capa UMAC, antes del inicio de cada trama o de un GRUPO de tramas:

- Preparación de los diferentes emplazamientos de frecuencia a usar para cada símbolo ($i = 1, I$) en cada canal utilizado en las siguientes tramas $k, k+1, \dots, k+N$ (pudiendo N valer, según la anticipación buscada, 1 a 4) para la transmisión hacia un abonado A:
- 5
- $\text{Par}(nb, ns)_{A, n, i} = \text{selección}(n, i)$
 - para n : variando nº de trama de k a $k+N$
 - para i : variando nº de símbolo de 1 a I
 - con nb = número de la banda a usar
 - ns = número de la subbanda a usar.
- 10
- Asimismo, preparación de los diferentes emplazamiento de frecuencia a usar para cada símbolo ($i = 1, I$) en cada canal usado en las siguientes tramas $k, k+1, \dots, k+N$ para la transmisión hacia el abonado B:
 - $nb_{B, n, i} = nb$
 - $ns_{B, n, i} = (ns_{A, n, i} + 1) \text{ módulo } NS$
 - con NS : número de subbandas disponibles en un canal.
- 15
- Observación 1: Estos índices representan bien valores físicos, bien valores lógicos i.e. cuyos valores dianas físicos son conocidos mediante una tabla de correspondencia.
- Observación 2: Los índices físicos de subbandas utilizados son consecutivos de modulo NS .
- Observación 3: Las subbandas utilizadas pueden por lo tanto ser separadas, es decir no consecutivos, bien a causa del módulo en el caso de índices físicos, bien implícitamente gracias a la tabla de correspondencias en el caso de índices lógicos.
- 20
- Asimismo, preparación de los diferentes emplazamientos de frecuencia a usar para cada símbolo ($i = 1, I$) en cada canal usado en las siguientes tramas $k, k+1, \dots, k+N$ para la transmisión hacia el abonado C:
 - $nb_{C, n, i} = nb$
 - $ns_{C, n, i} = (ns_{B, n, i} + 1) \text{ mód } NS$
- 25
- con NS : número de subbandas disponibles en un canal.
 - Y así sucesivamente para el conjunto de los abonados $D, \dots$
 - En el punto central, preparación de los diferentes símbolos ($i = 1, I$) a enviar a las siguientes tramas $k, k+1, \dots, k+N$ hacia los abonados $A, B, C, D, \dots$: canales, emplazamientos de frecuencia respectivos en el canal, informaciones respectivas a transmitir en estos emplazamientos frecuenciales,
- 30
- Envío del conjunto de los canales, de los emplazamientos de frecuencia, de los símbolos a la parte LMAC y al módem.

Al nivel LMAC, antes del inicio de cada trama

- Aplicación al sintetizador RF del número de canal deseado para la trama que viene.

Al nivel LMAC, justo antes de cada símbolo a transmitir:

- 35
- En el punto central, envío a la capa PHY de las informaciones binarias a transmitir a los emplazamientos frecuenciales respectivos para la fabricación por la capa PHY del símbolo a transmitir.

La parte de recepción es totalmente recíproca.

Por ejemplo, en la figura 10, A y B son los solos en comunicar en el canal 1, para la trama J, y a continuación pasan por canal L para la trama J+1; C y D son los solos en comunicar en el canal 2 para la trama J y saltan en el canal 1 para la trama J+1.

El procedimiento coordina el acceso de los diferentes usuarios a las diferentes bandas, incluso si un solo usuario puede acceder a un instante dado a las diferentes subbandas de una banda dada.

Las operaciones a efectuar, siendo los nudos considerados en sincronización temporal, en las partes LMAC y UMAC de las estructuras, especialmente las representadas en las figuras 7 y 8, son las siguientes:

Al nivel UMAC de los nudos A y B (véase la figura 11), antes del inicio de cada trama o de un GRUPO de tramas:

- 5
 - Preparación de los diferentes emplazamientos de frecuencia a usar para cada símbolo ($i = 1, I$) en cada canal utilizado en las siguientes tramas $k, k+1, \dots, k+N$ (pudiendo N valer, según la anticipación buscada, 1 a 4) para la transmisión entre el abonado A y el abonado B:
 - Par $(nb, ns)_{A,n,i} = \text{selección}_1(n, i)$
 - para n : variando nº de trama de k a $k+N$
 - para i : variando nº de símbolo de 1 a I
- 10
 - con $nb_{A,n,i}$ = número de la banda a usar en la trama n
 - $ns_{A,n,i}$ = número de la subbanda a usar en el intervalo i de la trama n .

Al nivel UMAC de los nudos C y D antes del inicio de cada trama o de un GRUPO de tramas:

- 15
 - Preparación de los diferentes emplazamientos de frecuencia a usar para cada símbolo ($i = 1, I$) en cada canal utilizado en las siguientes tramas $k, k+1, \dots, k+N$ para la transmisión entre el abonado C y el abonado D:
 - Par $(nb, ns)_{C,n,i} = \text{selección}_2(n, i)$
 - para n : variando nº de trama de k a $k+N$
 - para i : variando nº de símbolo de 1 a I
 - con $nb_{C,n,i}$ = número de la banda a usar en la trama n
- 20
 - $ns_{C,n,i}$ = número de la subbanda a usar en el intervalo i de la trama n .
 - Función “selección_2” ortogonal a la función “selección_1”

Al nivel UMAC del nudo A (respectivamente B), antes del inicio de cada trama o de un GRUPO de tramas:

- 25
 - Preparación de los diferentes símbolos ($i = 1, I$) a enviar (respectivamente recibir) en las siguientes tramas $k, k + 1, \dots, k + N$ hacia el abonado B (respectivamente del abonado A): canal, emplazamiento de frecuencia en el canal, informaciones a transmitir al emplazamiento frecuencial de cada símbolo sucesivo considerado,
 - Envío del conjunto de los canales, de los emplazamientos de frecuencia, de los símbolos a la parte LMAC (respectivamente recepción de los símbolos).

Al nivel UMAC del nudo C (respectivamente D), antes del inicio de cada trama o de un GRUPO de tramas:

- 30
 - Preparación de los diferentes símbolos ($i = 1, I$) a enviar (respectivamente recibir) en las siguientes tramas $k, k + 1, \dots, k + N$ hacia el abonado D (respectivamente del abonado C): canal, emplazamiento de frecuencia en el canal, informaciones a transmitir al emplazamiento frecuencial de cada símbolo sucesivo considerado,
- 35
 - Envío del conjunto de los canales, de los emplazamientos de frecuencia, de los símbolos a la parte LMAC (respectivamente recepción de los símbolos).

Al nivel LMAC para todos los nudos, antes del inicio de cada trama:

- Aplicación al sintetizador RF del número de canal deseado para la trama que viene.

Al nivel LMAC, justo antes de cada símbolo transmitido (respectivamente al final de cada símbolo recibido):

- 40
 - Envío a (respectivamente recepción de) la capa PHY de las informaciones binarias a transmitir (respectivamente a recibir) en los emplazamientos frecuenciales respectivos para la fabricación por la capa PHY del símbolo a transmitir/recibir.

La figura 12 representa un ejemplo de realización para el caso general multiusuarios y la figura 13 el reparto de

diferentes usuarios. Las etapas aplicadas en el procedimiento según la invención se describen, por ejemplo, en lo sucesivo.

Las operaciones a efectuar, siendo considerados los nudos en sincronización temporal, en las partes LMAC y UMAC de las estructuras, especialmente las representadas en las figuras 7 y 8, son las siguientes:

5 Al nivel UMAC de todos los nudos, antes del inicio de cada trama o de un GRUPO de tramas:

- Preparación de los diferentes emplazamientos de frecuencia a usar para cada símbolo ($i = 1, I$) en cada canal usado en las siguientes tramas $k, k + 1, \dots, k + N$ (pudiendo N valer, según la anticipación buscada, 1 a 4) para la transmisión entre el abonado A y el abonado B:

- Par $(nb, ns)_{A,n,i} = \text{selección}_1(n, i)$

10 - para n : variando n° de trama de k a $k+N$

- para i : variando n° de símbolo de 1 a I

- con $nb_{A,n,i}$ = número de la banda a usar en la trama n

- $ns_{A,n,i}$ = número de la subbanda a usar en el intervalo i de la trama n .

Al nivel UMAC de los nudos C y D, antes del inicio de cada trama o de un GRUPO de tramas:

- 15
- Preparación de los diferentes emplazamientos de frecuencia a usar para cada símbolo ($i = 1, I$) en cada canal usado en las siguientes tramas $k, k + 1, \dots, k + N$ para la transmisión entre el abonado C y el abonado D:

- Par $(nb, ns)_{C,n,i} = \text{selección}_{1bis}(n, i)$

- para n : variando n° de trama de k a $k+N$

20 - para i : variando n° de símbolo de 1 a I

- con $nb_{C,n,i}$ = número de la banda a usar en la trama n

- $ns_{C,n,i}$ = número de la subbanda a usar en el intervalo i de la trama n .

- Función “selección_1 bis” ortogonal a la función “selección_1” para la selección de los intervalos en el canal actual, siendo los canales seleccionados idénticos entre las dos funciones.

- 25
- Idem para la preparación de los emplazamientos de frecuencia a usar para las transmisiones entre los abonados E y F por una parte y G y H por otra parte pero utilizando las funciones de selección_2 y selección_2bis,

- 30
- Idem para la preparación de los emplazamientos de frecuencia a usar para las transmisiones entre los abonados I y J por una parte y K y L por otra parte pero utilizando las funciones de selección_3 y selección_3bis.

Al nivel UMAC del nudo A, antes del inicio de cada trama o de un GRUPO de tramas:

- Preparación de los diferentes símbolos ($i = 1, I$) a enviar en las siguientes tramas $k, k + 1, \dots, k + N$ hacia el abonado B: canal, emplazamiento de frecuencia en el canal, informaciones a transmitir al emplazamiento frecuencial de cada símbolo sucesivo considerado,

- 35
- Envío del conjunto de los canales, de los emplazamientos de frecuencia, de los símbolos a la parte LMAC.

Al nivel UMAC del nudo C, antes del inicio de cada trama o de un GRUPO de tramas:

- Preparación de los diferentes símbolos ($i = 1, I$) a enviar en las siguientes tramas $k, k + 1, \dots, k + N$ hacia el abonado D: canal, emplazamiento de frecuencia en el canal, informaciones a transmitir al emplazamiento frecuencial de cada símbolo sucesivo considerado,

- 40
- Envío del conjunto de los canales, de los emplazamientos de frecuencia, de los símbolos a la parte LMAC.

Y así sucesivamente para todos los otros nudos emisores E, G, I, K,...

Al nivel LMAC para todos los nudos, antes del inicio de cada trama:

- Aplicación LMAC al sintetizador RF del número de canal deseado para la trama que viene.

Al nivel LMAC, para todos los nudos emisores justo antes de cada símbolo a transmitir:

- Envío a la capa PHY de las informaciones binarias a transmitir a los emplazamientos frecuenciales respectivos para la fabricación por la capa PHY del símbolo a transmitir.

5 La parte de recepción es totalmente recíproca.

Todas las comunicaciones punto a punto, representadas en las configuraciones anteriores, se pueden generalizar a comunicaciones del tipo "multicast".

La figura 14 representa un ejemplo de realización en el cual la ley de salto está integrada en la parte UMAC y el control de RF está integrado en la parte LMAC. Las dos etapas aplicadas consisten en :

- 10
- Etapa 1: generación de la frecuencia para la próxima trama,
 - Etapa 2: control de la tarjeta DF. Aplicación de la RF activada y de la última CAG (control automático de ganancia) asociada a esta frecuencia.

La figura 15 representa un ejemplo en el cual la ley de salto está integrada en la parte UMAC y la aplicación de la ley de salto rápido en la parte LMAC. Las etapas son las siguientes:

- 15
- Etapa 1: generación de las portadoras a usar para la transmisión de la próxima trama a partir de una ley aleatoria,
 - Etapa 2: en un componente o chip PHY, síntesis del símbolo OFDM en las portadoras asignadas por el UMAC.

La figura 16 representa otra variante de realización que comprende las dos etapas:

- 20
- Etapa 1: al nivel del UMAC:
 - generación de las portadoras a usar para la transmisión de la próxima trama a partir de una ley aleatoria,
 - generación de la frecuencia a aplicar en la próxima trama
 - Etapa 2: al nivel de LMAC
 - Componente PHY: síntesis del símbolo OFDM en las portadoras asignadas por el UMAC.
- 25
- Control de la tarjeta RF. Aplicación de la RF activada y de la última CAG asociada a esta frecuencia.

Las diferentes variantes de realización descritas anteriormente se aplican especialmente para intercambios multiservicios entre vehículos en movimiento de un mismo grupo.

30 Los servicios asociados son, por ejemplo, servicios de difusión de vídeo de un uno hacia nudos colaterales, la transferencia de datos entre algunos nudos según las fases de cambio de una organización en red, de voz entre todos los nudos de red.

35 La invención se aplica especialmente para el estándar 802.16, en la mayoría de sus modos, modo PMP, modo MESH centralizado en el cual se retransmiten los paquetes destinados a datos distantes, fuera del alcance de la estación base a las velocidades de transmisión más elevadas por nudos intermedios, o también en el modo MESH distribuido, que posee la misma función, pero con una topología suficientemente compleja para que la estación base ya no pueda efectuar la asignación de los intervalos temporales y la delegue en cada nudo de retransmisión.

La invención se utiliza, por ejemplo, para la protección de la sincronización de los nudos por secuencia de sincronización definida por una ley pseudoaleatoria.

REIVINDICACIONES

1.- Procedimiento de comunicación en el cual los datos circulan por soportes frecuenciales variables a lo largo del tiempo, definiéndose un soporte frecuencial como un par de subconjunto de portadoras en un canal de un conjunto de canales frecuenciales (RF); procediendo la elección de los soportes frecuenciales de una selección pseudoaleatoria y **se caracteriza porque** se combinan dos leyes de salto pseudoaleatorias independientes, adaptándose la primera al salto de canal y la segunda al salto de subcanales.

2.- Procedimiento según la reivindicación 1, que corresponde a un caso de acceso multiusuarios centralizado en el cual un punto central transmite flujos de informaciones diferentes hacia uno o varios abonados **caracterizado porque** incluye al menos las siguientes etapas:

10 Al nivel de la capa UMAC, (Upper MAC) antes del inicio de cada trama o de un grupo de tramas:

- Preparación de los diferentes emplazamientos de frecuencia a usar para cada símbolo ($i = 1, I$) en cada canal utilizado en las siguientes tramas $k, k+1, \dots, k+N$ (N entero) para la transmisión entre el punto central y el primer abonado A:

- $\text{Par}(nb, ns)_{A, n, i} = \text{selección}(n, i)$

15 - para n : variando n° de trama de k a $k+N$

- para i : variando n° de símbolo de 1 a I

- con nb = número de la banda a usar

- ns = número de la subbanda a usar.

20 • Preparación de los diferentes emplazamiento de frecuencia a usar para cada símbolos ($i = 1, I$) en cada canal usado en las siguientes tramas $k, k+1, \dots, k+N$ para la transmisión entre el punto central y el abonado B

- $nb_{B, n, i} = nb$

- $ns_{B, n, i} = (ns_{A, n, i} + 1) \text{ módulo } NS$

- con NS : número de subbandas disponibles en un canal.

25 Estos índices representan bien valores físicos, bien valores lógicos cuyos valores dianas físicos son conocidos mediante una tabla de correspondencia, los índices físicos de subbandas utilizados son consecutivos de modulo NS .

30 • En el punto central, preparando los diferentes símbolos ($i=1, \dots, I$) para usarlos en las diferentes tramas $k, k+1, \dots, k+N$ con respecto a los diferentes abonados A, B, C, D, ...: Canales, emplazamientos de frecuencia respectivos en el canal, información respectiva transferida a estos emplazamientos de frecuencia.

- En cada nudo, transferir el conjunto de canales, los emplazamientos de frecuencia y los símbolos para la sección LMAC (MAC bajo) y al modem (capa PHY).

Al nivel LMAC, antes del inicio de cada trama

- Aplicación al sintetizador RF del número de canal deseado para la trama que viene.

35 Al nivel LMAC, justo antes de cada símbolo a transmitir:

- En el punto central, envío a la capa PHY de las informaciones binarias a transmitir a los emplazamientos frecuenciales respectivos para la fabricación por la capa PHY del símbolo a transmitir.

La parte de recepción es totalmente recíproca.

40 3.- Procedimiento según la reivindicación 1, que corresponde a un caso multiusuario con un solo usuario por banda, **caracterizado porque** incluye al menos las siguientes etapas, siendo los nudos A y , C, D, considerados en sincronización temporal en las partes LMAC y UMAC:

Al nivel UMAC de los nudos A y B, antes del inicio de cada trama o de un GRUPO de tramas:

- Preparación de los diferentes emplazamientos de frecuencia a usar para cada símbolo ($i = 1, I$) en cada canal utilizado en las siguientes tramas $k, k+1, \dots, k+N$ (pudiendo N valer, según la anticipación buscada, 1

a 4) para la transmisión entre el abonado A y el abonado B:

- Par $(nb, ns)_{A,n,i} = \text{selección}_1(n, i)$
- para n : variando nº de trama de k a $k+N$
- para i : variando nº de símbolo de 1 a I
- con $nb_{A,n,i}$ = número de la banda a usar en la trama n
- $ns_{A,n,i}$ = número de la subbanda a usar en el intervalo i de la trama n .

Al nivel UMAC de los nudos C y D antes del inicio de cada trama o de un GRUPO de tramas:

- Preparación de los diferentes emplazamientos de frecuencia a usar para cada símbolo ($i = 1, I$) en cada canal utilizado en las siguientes tramas $k, k+1, \dots, k+N$ para la transmisión entre el abonado C y el abonado D:
- Par $(nb, ns)_{C,n,i} = \text{selección}_2(n, i)$
- para n : variando nº de trama de k a $k+N$
- para i : variando nº de símbolo de 1 a I
- con $nb_{C,n,i}$ = número de la banda a usar en la trama n
- $ns_{C,n,i}$ = número de la subbanda a usar en el intervalo i de la trama n .
- Función “selección_2” ortogonal a la función “selección_1”

Al nivel UMAC del nudo A (respectivamente B), antes del inicio de cada trama o de un GRUPO de tramas:

- Preparación de los diferentes símbolos ($i = 1, I$) a enviar (respectivamente recibir) en las siguientes tramas $k, k + 1, \dots, k+N$ hacia el abonado B (respectivamente del abonado A): canal, emplazamiento de frecuencia en el canal, informaciones a transmitir al emplazamiento frecuencial de cada símbolo sucesivo considerado,
- Envío del conjunto de los canales, de los emplazamientos de frecuencia, de los símbolos a la parte LMAC (respectivamente recepción de los símbolos).

Al nivel UMAC del nudo C (respectivamente D), antes del inicio de cada trama o de un GRUPO de tramas:

- Preparación de los diferentes símbolos ($i = 1, I$) a enviar (respectivamente recibir) en las siguientes tramas $k, k + 1, \dots, k+N$ hacia el abonado D (respectivamente del abonado C): canal, emplazamiento de frecuencia en el canal, informaciones a transmitir al emplazamiento frecuencial de cada símbolo sucesivo considerado,
- Envío del conjunto de los canales, de los emplazamientos de frecuencia, de los símbolos a la parte LMAC (respectivamente recepción de los símbolos).

Al nivel LMAC para todos los nudos, antes del inicio de cada trama:

- Aplicación al sintetizador RF del número de canal deseado para la trama que viene.

Al nivel LMAC, justo antes de cada símbolo transmitido (respectivamente al final de cada símbolo recibido):

- Envío a (respectivamente recepción de) la capa PHY de las informaciones binarias a transmitir (respectivamente a recibir) en los emplazamientos frecuenciales respectivos para la fabricación por la capa PHY del símbolo a transmitir/recibir.

4.- Procedimiento según la reivindicación 1, que corresponde a un caso multiusuarios generalizado, **caracterizado porque** incluye al menos las siguientes etapas

Al nivel UMAC de todos los nudos, antes del inicio de cada trama o de un GRUPO de tramas:

- Preparación de los diferentes emplazamientos de frecuencia a usar para cada símbolo ($i = 1, I$) en cada canal usado en las siguientes tramas $k, k + 1, \dots, k+N$ (pudiendo N valer, según la anticipación buscada, 1 a 4) para a transmisión entre el abonado A y el abonado B:

- Par $(nb, ns)_{A,n,i} = \text{selección_1}(n,i)$
- para n : variando nº de trama de k a $k+N$
- para i : variando nº de símbolo de 1 a I
- con $nb_{A,n,i}$ = número de la banda a usar en la trama n
- 5 - $ns_{A,n,i}$ = número de la subbanda a usar en el intervalo i de la trama n .

Al nivel UMAC de los nudos C y D, antes del inicio de cada trama o de un GRUPO de tramas:

- Preparación de los diferentes emplazamientos de frecuencia a usar para cada símbolo ($i = 1, I$) en cada canal usado en las siguientes tramas $k, k + 1, \dots, k+N$ para a transmisión entre el abonado C y el abonado D:
- 10 - Par $(nb, ns)_{C,n,i} = \text{selección_1bis}(n,i)$
- para n : variando nº de trama de k a $k+N$
- para i : variando nº de símbolo de 1 a I
- con $nb_{C,n,i}$ = número de la banda a usar en la trama n
- $ns_{C,n,i}$ = número de la subbanda a usar en el intervalo i de la trama n .
- 15 - Función “selección_1 bis” ortogonal a la función “selección_1” para la selección de los intervalos en el canal actual, siendo los canales seleccionados idénticos entre las dos funciones.
- Idem para la preparación de los emplazamientos de frecuencia a usar para las transmisiones entre los abonados E y F por una parte y G y H por otra parte pero utilizando las funciones de selección_2 y selección_2bis,
- 20 • Idem para la preparación de los emplazamientos de frecuencia a usar para las transmisiones entre los abonados I y J por una parte y K y L por otra parte pero utilizando las funciones de selección_3 y selección_3bis.

Al nivel UMAC del nudo A, antes del inicio de cada trama o de un GRUPO de tramas:

- 25 • Preparación de los diferentes símbolos ($i = 1, I$) a enviar en las siguientes tramas $k, k + 1, \dots, k+N$ hacia el abonado B: canal, emplazamiento de frecuencia en el canal, informaciones a transmitir al emplazamiento frecuencial de cada símbolo sucesivo considerado,
- Envío del conjunto de los canales, de los emplazamientos de frecuencia, de los símbolos a la parte LMAC.

Al nivel UMAC del nudo C, antes del inicio de cada trama o de un GRUPO de tramas:

- 30 • Preparación de los diferentes símbolos ($i = 1, I$) a enviar en las siguientes tramas $k, k + 1, \dots, k+N$ hacia el abonado D: canal, emplazamiento de frecuencia en el canal, informaciones a transmitir al emplazamiento frecuencial de cada símbolo sucesivo considerado,
- Envío del conjunto de los canales, de los emplazamientos de frecuencia, de los símbolos a la parte LMAC.

Al nivel LMAC para todos los nudos, antes del inicio de cada trama:

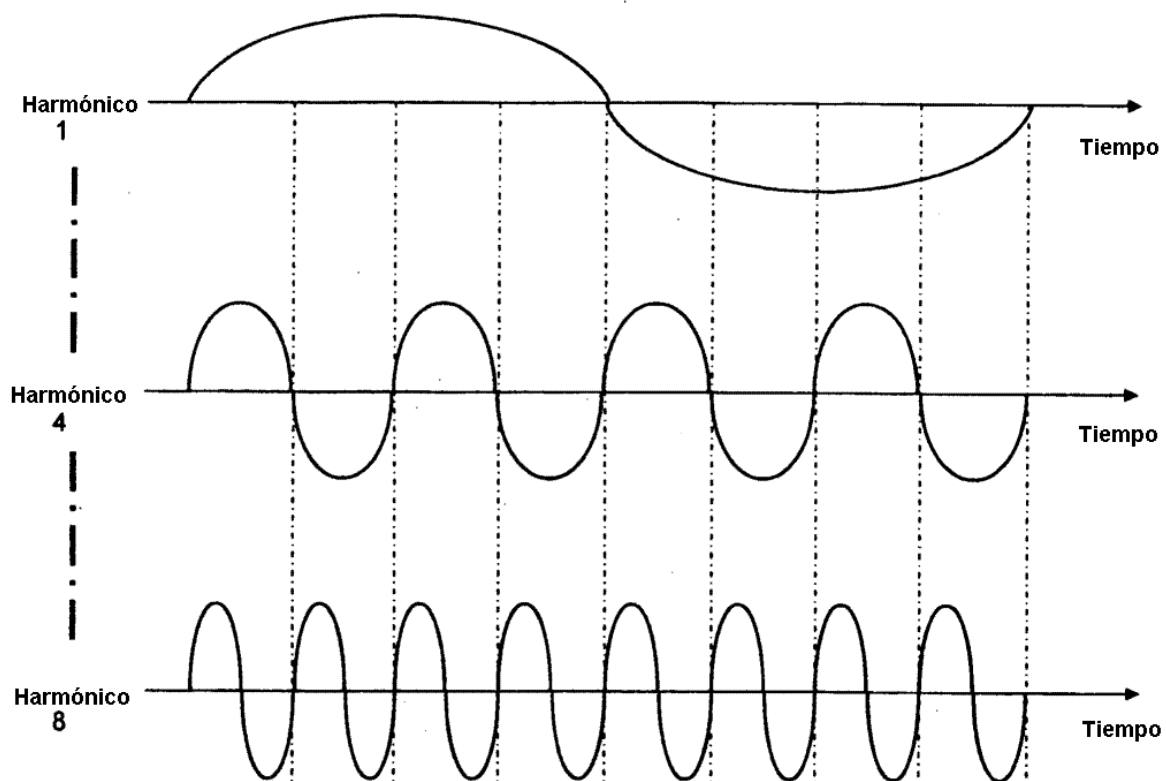
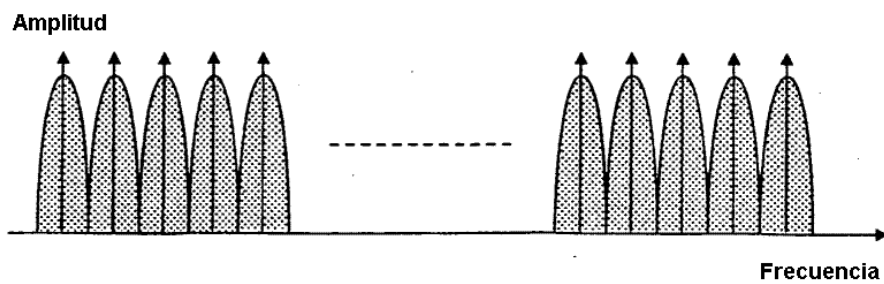
- Aplicación LMAC al sintetizador RF del número de canal deseado para la trama que viene.

35 Al nivel LMAC, para todos los nudos emisores justo antes de cada símbolo a transmitir:

- Envío a la capa PHY de las informaciones binarias a transmitir a los emplazamientos frecuenciales respectivos para la fabricación por la capa PHY del símbolo a transmitir.

siendo la parte de recepción totalmente recíproca.

40 5.- Utilización del procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4 para las transmisiones que aplican el protocolo 802.16



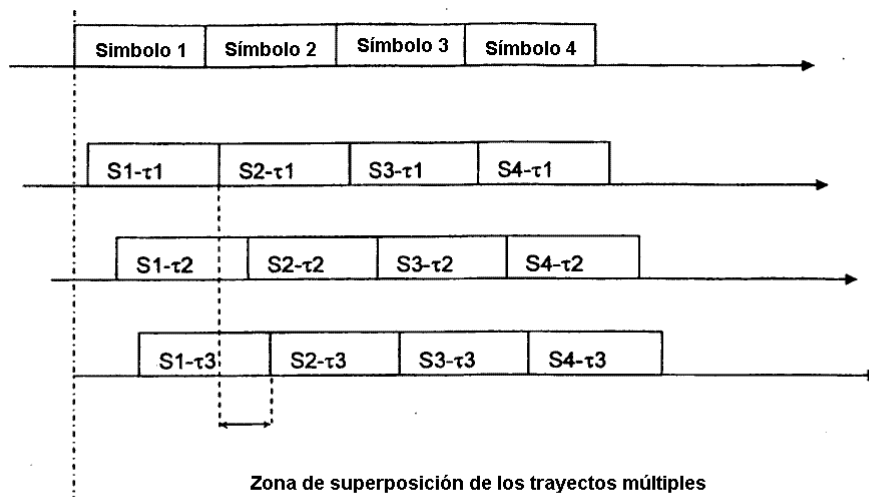


FIG.2B

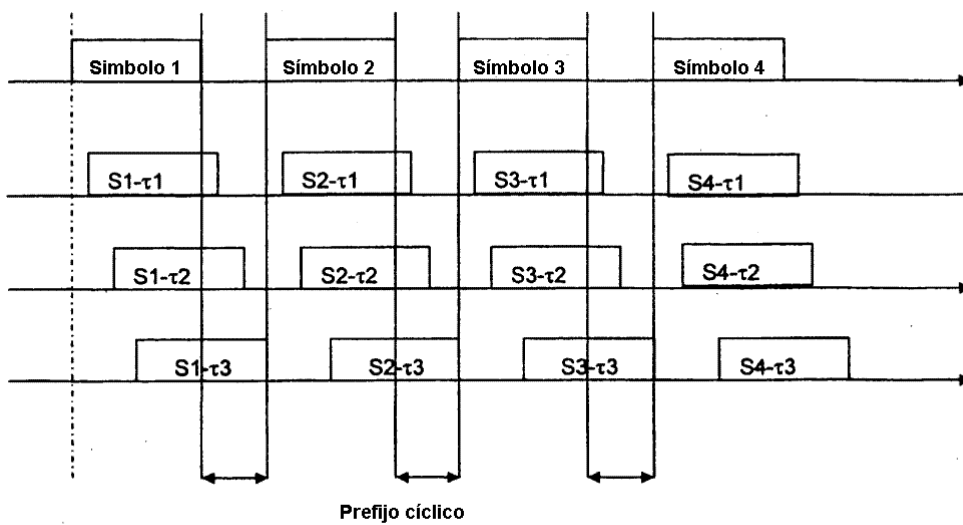


FIG.2C

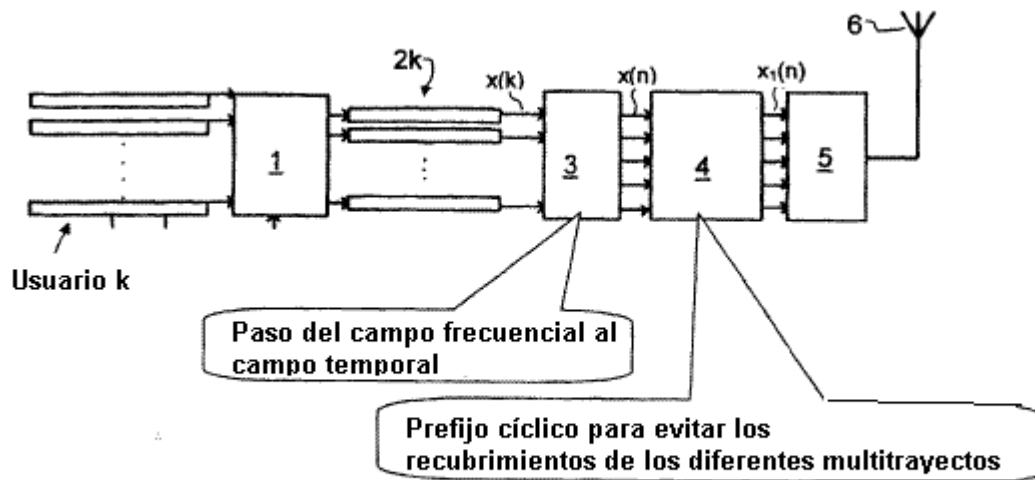


FIG.3

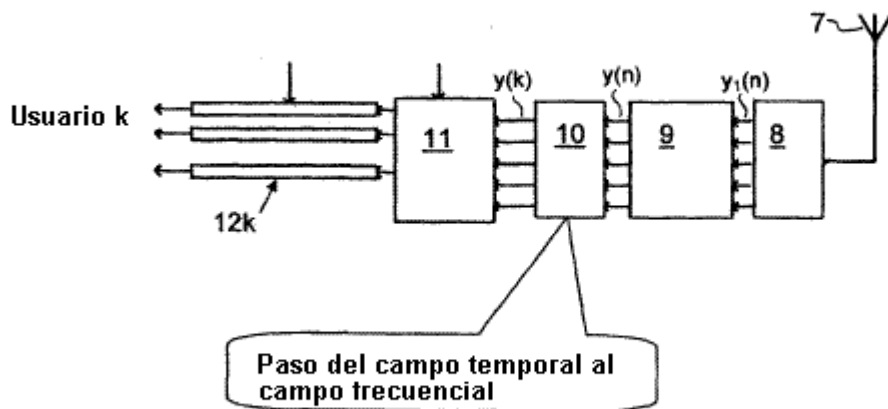


FIG.4

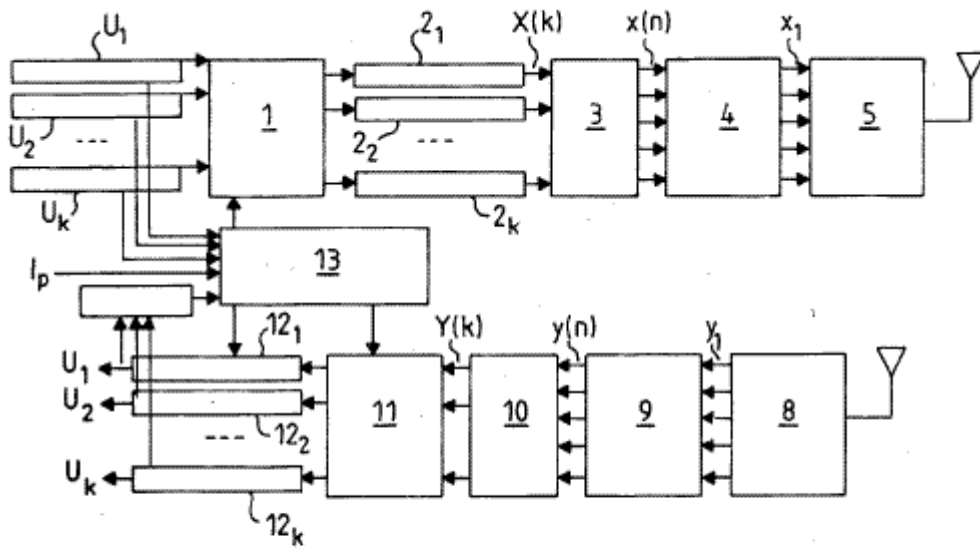


FIG.5

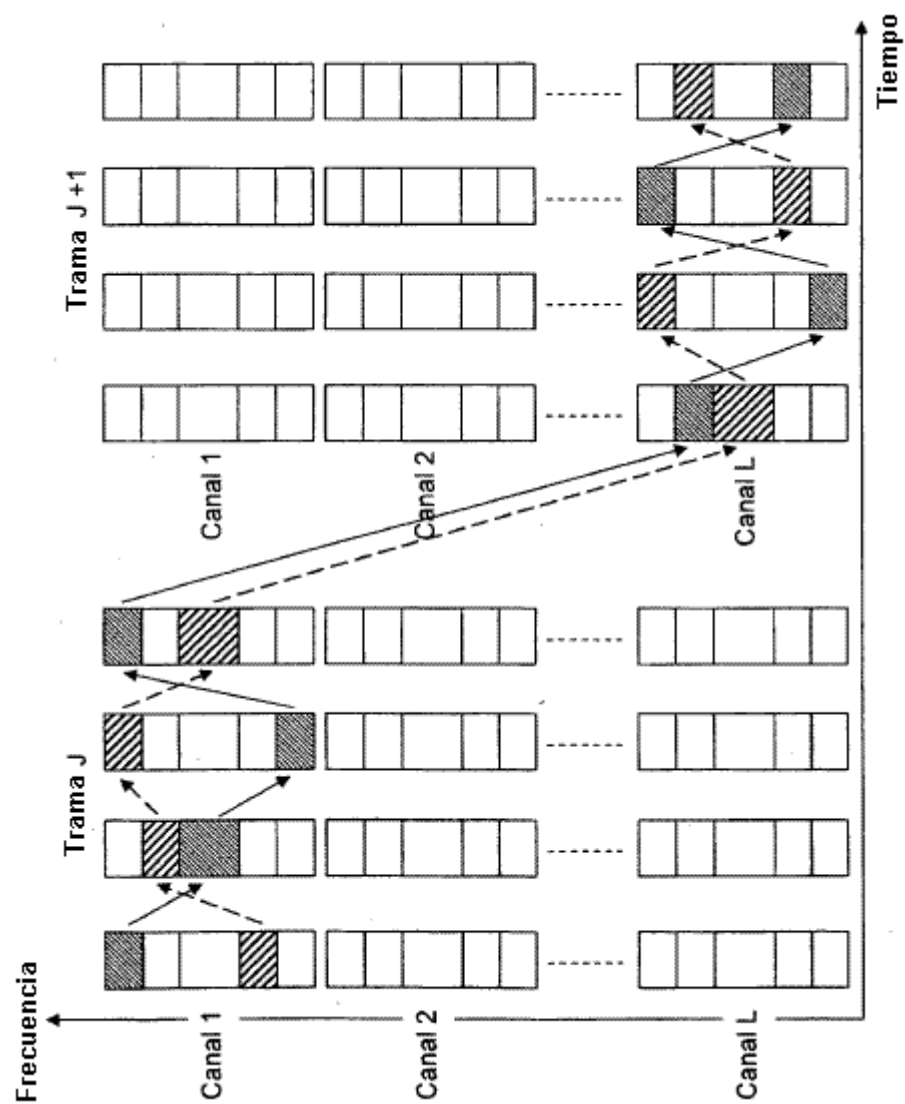


FIG.6

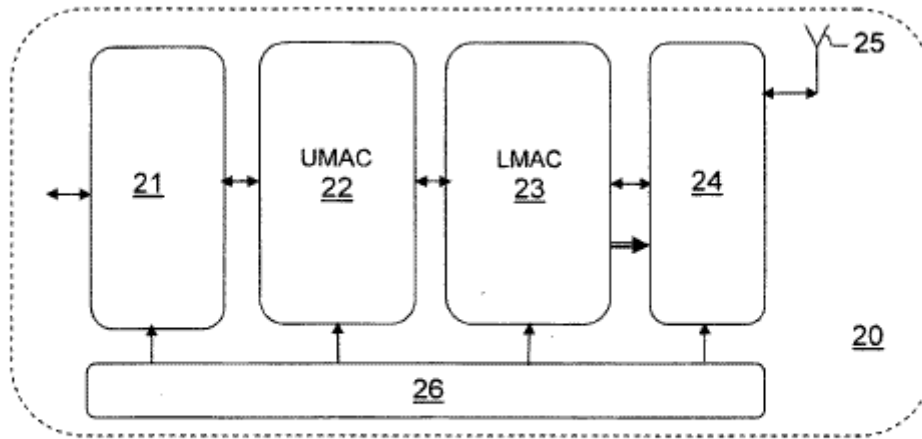


FIG.7

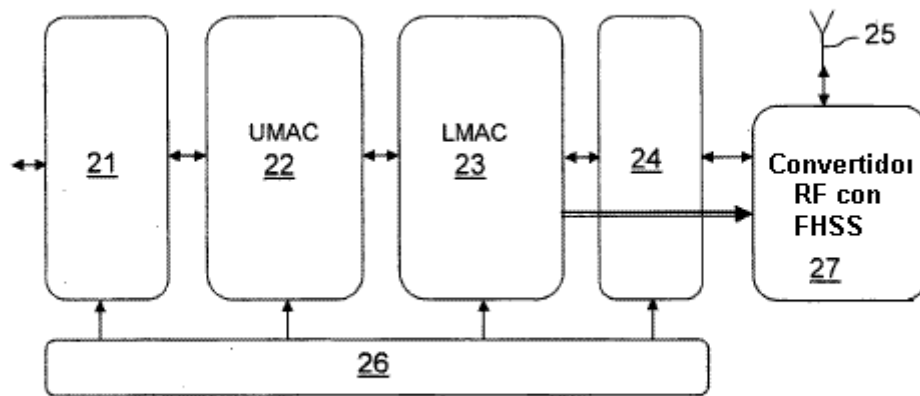


FIG.8

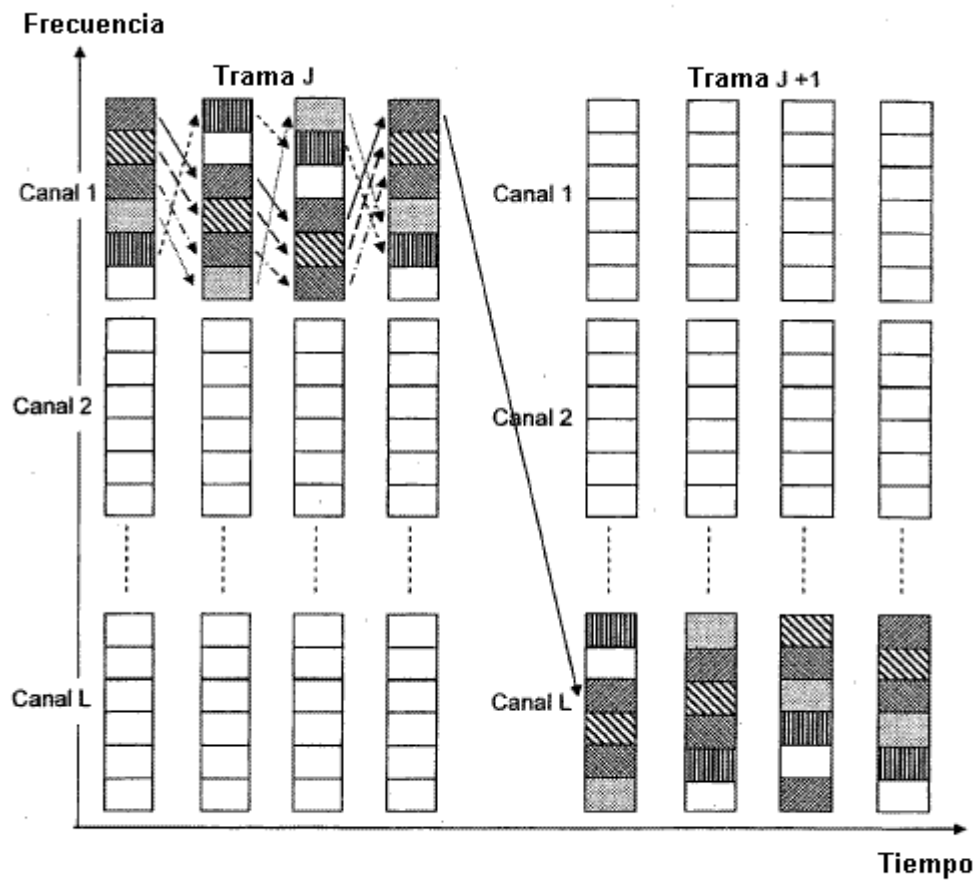


FIG.9

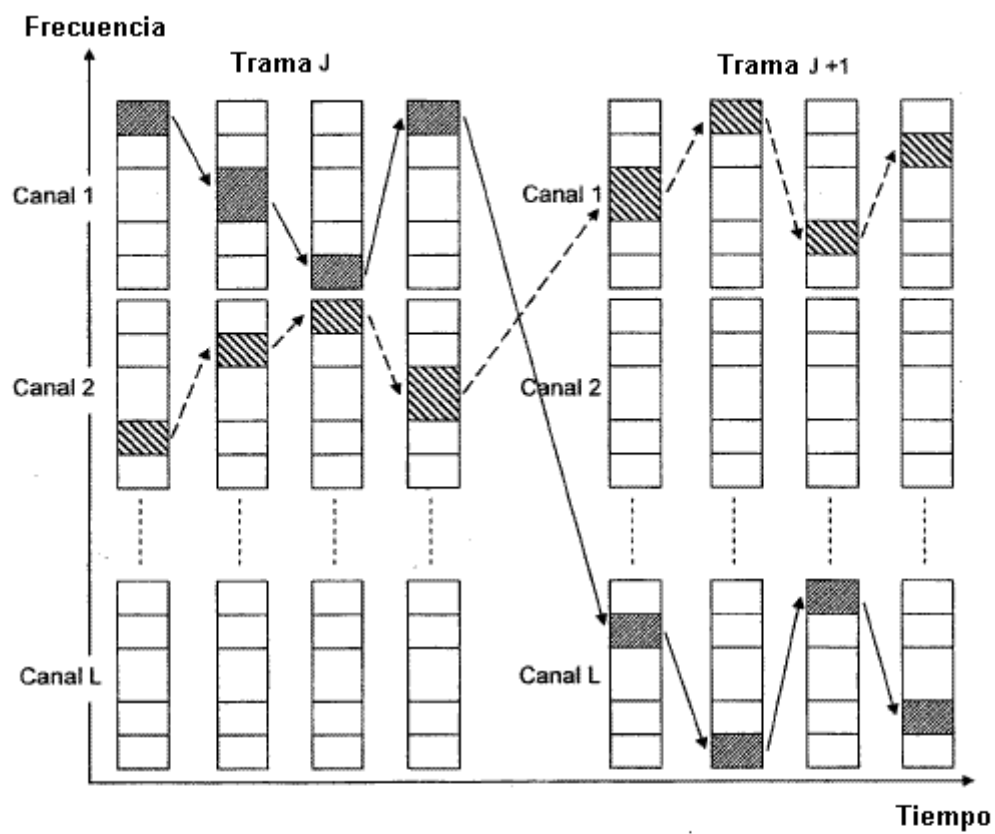


FIG.10

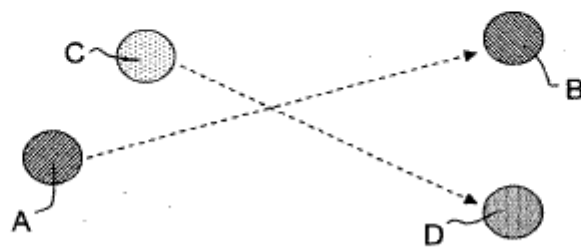


FIG.11

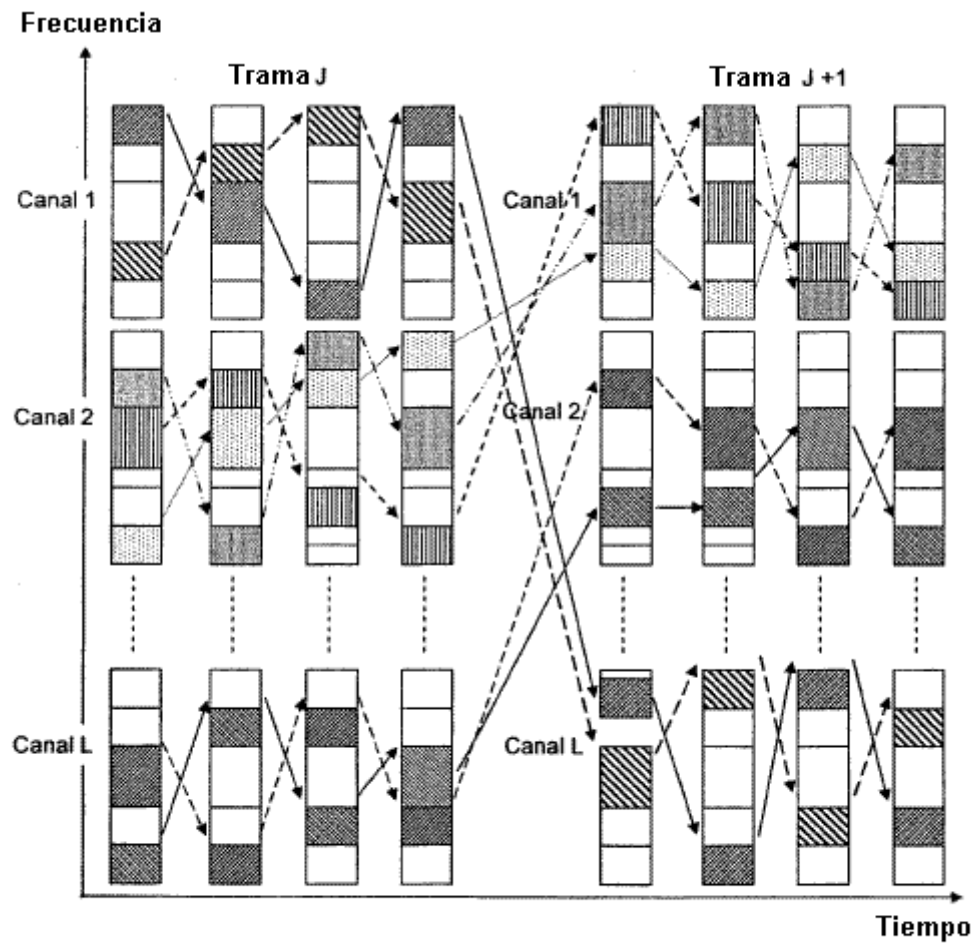
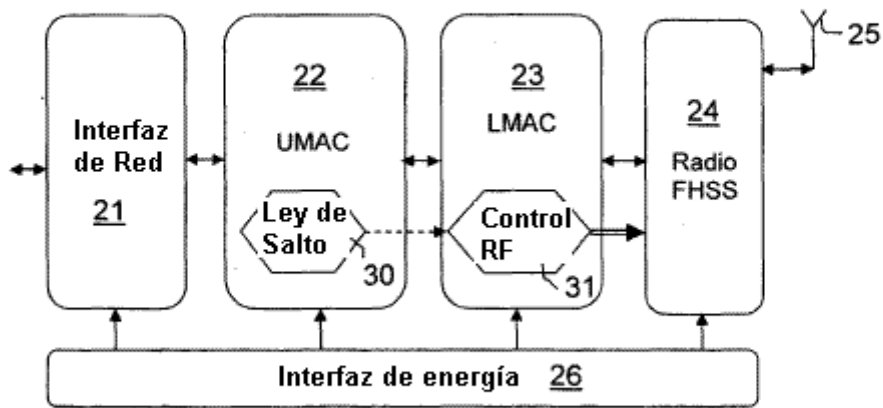
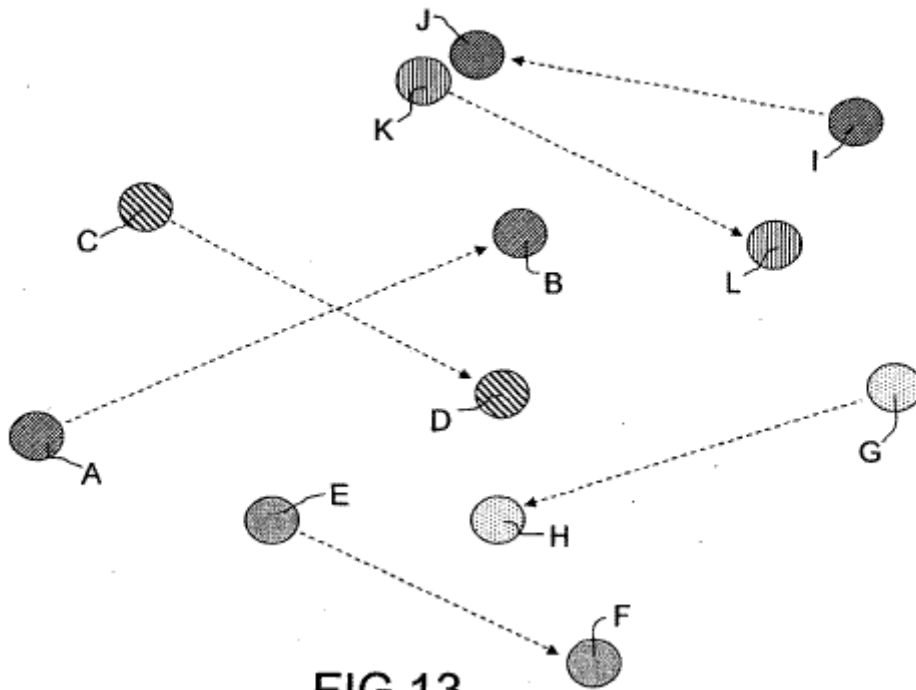


FIG.12



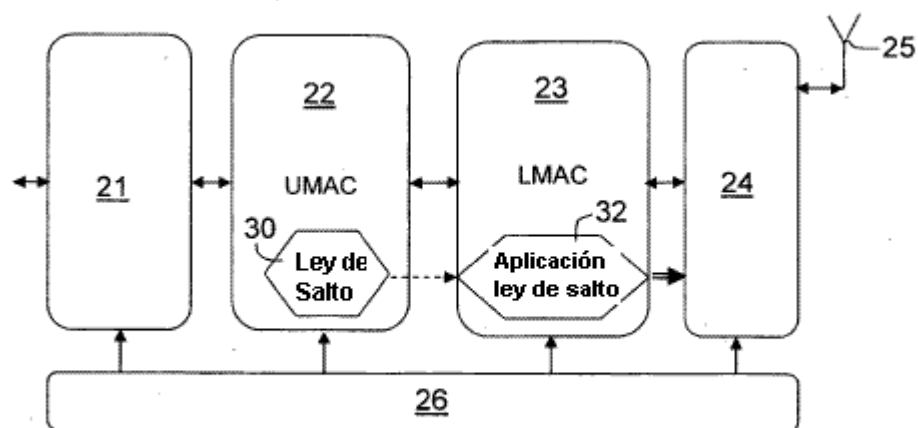


FIG.15

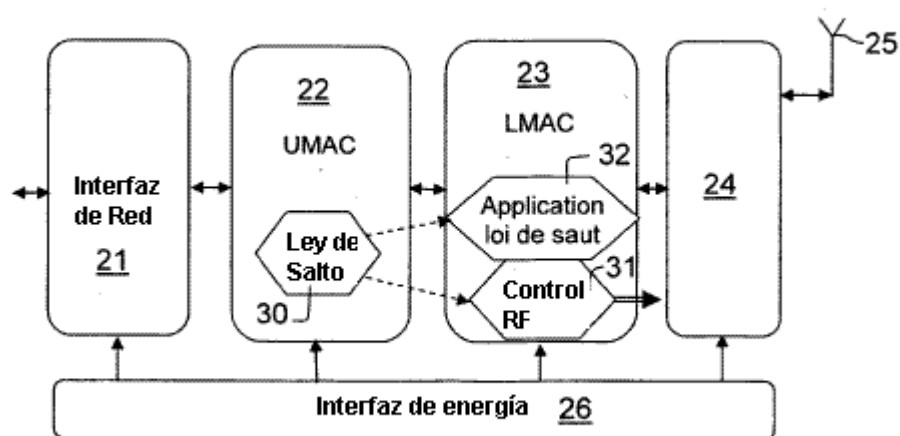


FIG.16