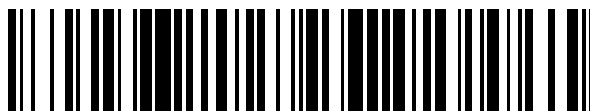


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 641 455**

51 Int. Cl.:

**H04W 28/24** (2009.01)

**H04W 72/08** (2009.01)

**H04W 76/02** (2009.01)

**H04W 84/18** (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.12.2013** **E 13196692 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.06.2017** **EP 2744263**

54 Título: **Procedimiento y sistema de establecimiento y mantenimiento de conexión de banda ancha**

30 Prioridad:

**14.12.2012 FR 1203407**

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

**10.11.2017**

73 Titular/es:

**THALES (100.0%)  
45, rue de Villiers  
92200 Neuilly Sur Seine, FR**

72 Inventor/es:

**LAMY-BERGOT, CATHERINE y  
CHANTELOUVE, JEAN-BAPTISTE**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

ES 2 641 455 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 sistema de establecimiento y mantenimiento de conexión de banda ancha

5 La invención se refiere a un procedimiento y a un sistema que permite una toma de conexión y un mantenimiento de enlace en un sistema de comunicaciones de banda ancha, en particular, en frecuencias altas o HF. Se aplica en el ámbito de la necesidad de toma de conexión ALE para Establecimiento de Enlace Automático (del inglés *Automatic Link Establishment*) y propone un acercamiento de nueva generación, llamado 4G, que permite inicializar una conexión de tráfico llamado "HL XL" que se basa en el uso de  $n \times 3$  kHz no necesariamente contiguos de banda útil, como de inicializar una conexión de tráfico llamado de bandas contiguas, ya sea de banda estrecha 3 kHz, o bien del tipo de banda ancha, de 6 a 24 kHz como en la MIL STD 188-110C, conocido en el Ámbito y para diferentes usos.

10 Se aplica en sistemas de comunicación punto a punto.

15 Un sistema de comunicación inalámbrica consta, en general, de varios dispositivos o subestaciones de radio que se intercambian datos de cualquier tipo. En el ámbito de las telecomunicaciones, los enlaces HF ofrecen, en particular, una capacidad fuera de línea de vista o BLOS que permite realizar comunicaciones de larga, incluso muy larga distancia, sin necesitar recurrir a un satélite o al empleo de estaciones de estaciones de relé. Sin embargo, la calidad de las comunicaciones varía en función de las condiciones atmosféricas, el medio ionosférico siendo extremadamente variable. En la banda VHF o UHF del canal de propagación es menos volátil pero los despliegues móviles pueden conducir a casos de interferencias debido a una voluntad de reutilización espacial de frecuencias, lo que lleva a fluctuaciones de la calidad del canal según las frecuencias utilizadas.

20 Uno de los objetos de la invención se refiere a la toma de conexión entre dos subestaciones de radio. Nos interesamos más particularmente en seguir el caso de las subestaciones HF, cuyo al menos una subestación que apela a una capacidad de funcionamiento (emisión y/o recepción) en banda ancha y desea determinar una banda de comunicación utilizable para una anchura de banda superior a 3 KHz. Este valor corresponde a lo que ofrecen los estándares actuales, que se trata de la solución de establecimiento de enlace automáticamente, llamado de segunda generación conocido bajo la abreviatura 2G ALE (establecimiento de enlace automático 2G, del inglés *automatic link establishment* 2G) según la norma MIL-STD 188-141, con o sin variantes propietarias, o llamada de tercera generación o 3G ALE según la norma STANAG 4538, con o sin variantes propietarias. Este tipo de toma de conexión es particularmente de interés para las subestaciones capaces de emplear un agregado de una pluralidad de canales HF tales como, por ejemplo, se propone en la norma MIL-STD 188-110C Anexo D, donde se describe el uso de varias portadoras contiguos de 3 KHz o uso generalizado tal como el descrito en las solicitudes de patente FR 10.04560 y FR 11.03083 del Solicitante o de las normas que utilizan una forma de onda monoportadora, según, por ejemplo, la norma MIL STD 110-188C Anexo D.

El estado de la técnica conocida por el Solicitante propone diferentes técnicas para la toma de conexión y el mantenimiento de enlace de banda ancha HF.

35 Una primera técnica consiste en efectuar una toma de conexión clásica 3 KHz y arbitrariamente ampliar el uso alrededor, posiblemente con un desplazamiento (del inglés *offset*), de la frecuencia central en relación con la frecuencia inicial, dejan de disminuir la banda utilizada o de reiniciar el procedimiento si la banda se utiliza. Esta técnica presenta el riesgo de desdibujar las frecuencias ya utilizadas. En efecto, existe no existe ninguna garantía de que haya bandas disponibles alrededor de esta frecuencia seleccionada por la ALE y, la duración de convergencia se conoce.

40 Una segunda técnica se basa en una toma de conexión clásico de unión decisión 3 KHz y una escucha de la banda alrededor, con el fin de determinar si se encuentra suficiente banda disponible para emitir en banda ancha. Sin embargo, no hay ninguna garantía de que haya bandas disponibles alrededor de esta frecuencia seleccionada por la ALE y, la duración de convergencia aquí aún se conoce, lo que puede llevar a una solución potencialmente larga.

45 Una tercera solución consiste en realizar tantos procedimientos de toma de conexión 3 KHz que de bandas consideradas y decidir en función de las medidas realizadas de los enlaces de comunicación posibles. Esta solución conduce a un mecanismo necesariamente lento, cuya convergencia puede incluso ser problemática si unas frecuencias libres inicialmente se ocupan mientras tanto en el trascurso del procedimiento.

50 Una cuarta solución descrita en la solicitud de patente EP 2.418.892 titulada "*High frequency automatic link establishment communication system with wideband probe and related method*", realiza una toma de conexión nativa de banda ancha de 6 a 24 KHz, a partir de una frecuencia  $F_0$  monoportadora robusta para evaluar la ocupación de un canal 6 a 24 KHz y para retener el intervalo libre lo más ancho posible en este canal. Esta técnica solo se aplica para bandas contiguas.

55 A pesar de todas las ventajas ofrecidas por las diferentes técnicas conocidas en la técnica anterior, las soluciones existentes que se basan en toma de conexión 3 KHz no permiten evaluar la calidad de los canales adyacentes de forma dinámica, salvo para aceptar un tiempo de toma de conexión muy grande. La solución basada en una portadora 24 KHz tal como la descrita en la solicitud de patente EP 2.418.892 no permite evaluar una pluralidad de canales repartidos sobre más de 24 KHz, ni adaptar fácilmente la forma de onda en el caso en el que la frecuencia

inicial se rodea de canales perturbados.

**Definiciones**

El término "heredado" designa un sistema o estándar histórico que reposa sobre transmisiones en banda única, por ejemplo.

5 La estación que apela corresponde a la subestación o dispositivo de comunicación que inicia la solicitud de comunicación. La subestación interpelada es la que recibe esta solicitud. La palabra subestación y la palabra estación se utilizan indiferentemente para designar un mismo objeto en la presente descripción.

10 El objeto de la presente invención se refiere a, en particular, un procedimiento que permite establecer una conexión en modo banda ancha, preferentemente de manera compatible con una toma de conexión heredada o "conexión histórica", en el sentido en el que la subestación compatible de banda ancha podrá responder a la toma de conexión. Este método permite igualmente realizar una estimación de las frecuencias utilizables para comunicaciones monoportadoras como las propuestas en la norma MIL STD 188 110C esto de manera más rápida como no lo permiten las soluciones actuales.

15 La invención se refiere a un sistema para establecer y mantener una conexión ALE, establecimiento de enlace automático, en el ámbito de una comunicación de banda ancha, comprendiendo dicho sistema al menos:

- una primera subestación de comunicación maestra adaptada para emitir un mensaje para el establecimiento de una comunicación con un servicio de destino deseado SLA, hacia una subestación interpelada en una frecuencia  $f_i$ , comprendiendo la primera subestación un primer emisor/receptor radio y un primer controlador y provisto de un conjunto de subbandas posibles para la comunicación,
- 20 • una segunda subestación de comunicación interpelada que comprende un segundo emisor/receptor radio y un segundo controlador, caracterizado el sistema porque:
- la primera subestación de comunicación maestra está adaptada para emitir una secuencia de prueba,  $S_{test}$ , conocida como una subbanda Bk hacia la segunda subestación interpelada desde que dicha segunda subestación interpelada ejecuta el acto de iniciar el análisis para determinar la mejor configuración que hay que retener par el establecimiento de la conexión,
- 25 • dicho segundo controlador de la segunda subestación interpeladas está adaptado para determinar todas las notas de calidad en las frecuencias  $M_k$  de la subbanda Bk y transmitir dichos valores de calidad hacia la primera subestación maestra,
- dicha primera subestación maestra está adaptada para determinar a partir de las notas de calidad, la capacidad de la subbanda Bk que tiene que responder al servicio de destino deseado SLA solicitada por la comunicación y, para seleccionar la subbanda Bk que representa la capacidad requerida o la mejor nota de calidad, para determinar la subbanda a usar para la comunicación, para confirmar a la segunda subestación de comunicación interpelada, la subbanda seleccionada, así como los subcanales retenidos, y para iniciar la comunicación con dicha segunda subestación interpelada.

35 Según un modo de realización, la comunicación es bidireccional y la segunda subestación está adaptada para emitir una segunda secuencia conocida hacia la primera subestación maestra, dicha subestación maestra adaptándose para evaluar la capacidad de una subbanda Bk para responder a las necesidades de los servicios de destino deseados SLAcible, SLAcible2 en el sentido de comunicación de la subestación hacia la subestación interpelada y viceversa.

40 Dicha primera subestación de comunicación maestra comprende, por ejemplo, medios adaptados para determinar un conjunto de frecuencias llamadas frecuencias de interpelación  $f_A$  para el establecimiento de una conexión en banda estrecha entre la primera subestación maestra y la segunda subestación en función de restricciones en términos del flujo solicitado, latencia máxima permisible, punto de funcionamiento de la tasa de error de destino, utilizándose dichas frecuencias en el momento de la solicitud de comunicación.

45 La primera subestación maestra puede comprender medios adaptados para establecer un enlace de comunicación de banda estrecha entre la primera subestación maestra y la segunda subestación interpelada, para verificar la compatibilidad de la subestación interpelada con el modo de comunicación 4G y continuar la comunicación en un modo compatible con la subestación interpelada.

50 La secuencia de prueba conocida  $S_{test}$ , por ejemplo, se compone de una trama que comprende una cabecera que lleva la dirección de la subestación interpelada, una primera serie de símbolos de flujo medio y una segunda serie de símbolos de flujo bajo.

La invención se aplica para un sistema de comunicación de banda ancha, por ejemplo, para comunicaciones de alta frecuencia HF, siendo la primera subestación y la segunda subestación de alta frecuencia.

55 La invención se refiere también a un procedimiento de toma de conexión ALE de banda ancha y de mantenimiento de la conexión entre una primera subestación maestra y una segunda subestación interpelada, caracterizado porque comprende, al menos, las siguientes etapas:

- la segunda subestación de comunicación interpelada está en espera sobre un plano de frecuencias  $\{f_1, \dots, f_M\}$  predefinido,
- la primera subestación de comunicación maestra emite un mensaje de solicitud de comunicación hacia la subestación interpelada en una frecuencia  $f_i$  y espera la ejecución de su detección de interpelación,
- 5 • la primera subestación de comunicación maestra dispone de un conjunto de subbandas posibles para la comunicación,
- la primera subestación de comunicación maestra inicia el procedimiento de cálculo de calidad de los canales transmitiendo una secuencia de prueba conocida hacia dicha subestación interpelada, dicha subestación interpelada determina las notas de calidad en las frecuencias  $M_k$  de la subbanda  $B_k$ , después, trasmite estos valores a la subestación maestra,
- 10 • la segunda subestación de comunicación maestra determina, a partir de estas notas de calidad, la capacidad de la subbanda  $B_k$  para responder al servicio de destino deseado SLA, y
  - selecciona dicha subbanda si ella permite responder al servicio de destino SLA solicitado por la comunicación, o
  - 15 • repite las etapas de búsqueda de subbandas seleccionando una nueva banda  $B_k$ , o bien,
  - en el caso en el que no queden más subbandas que permitan alcanzar una calidad superior a la mejor calidad encontrada en las subbandas probadas anteriormente, elige la subbanda que presente la nota de la mejor calidad,
- 20 • la subestación determina la subbanda para utilizar para la comunicación, confirma a la subestación interpelada la subbanda seleccionada, así como los subcanales retenidos e inicia la comunicación.

El procedimiento consta de, por ejemplo, una etapa de determinación de las subbandas posibles en la que, una vez que la subestación interpelada ha validado la detección de interpelación, en la frecuencia  $f_i$ , dicha subestación interpelada transmite sus informaciones de calidades de plan de frecuencias y sus subestaciones características y, dicha subestación maestra determina las subbandas posibles.

- 25 El procedimiento implementa, por ejemplo, una comunicación bidireccional y el procedimiento ejecuta, por ejemplo, al menos, las siguientes etapas: en el momento de la transmisión de notas de calidad obtenidas por la segunda subestación interpelada para una subbanda  $B_k$ , la segunda subestación interpelada transmite una segunda secuencia conocida hacia la subestación maestra, dicha subestación evalúa, pues, la capacidad de una subbanda  $B_k$  para responder a las necesidades de los servicios de destino deseados SLAcible, SLAcible2 en el sentido de comunicación de la subestación hacia la subestación interpelada y viceversa.
- 30

En el momento de la implementación del procedimiento, la nota de calidad de un canal puede evaluarse por una subestación que recibe una secuencia de prueba estimando el flujo que la subestación sabrá recibir en el canal considerado.

- 35 En el caso en el que no se encuentren subbandas que verifiquen la calidad requerida para la comunicación, el procedimiento selecciona la banda que presenta la mejor nota de calidad y actualiza las notas de los diferentes canales para el valor más reciente probado.

El procedimiento puede constar de una etapa de inicialización de conexión en banda estrecha que verifica la compatibilidad del modo de comunicación entre la subestación maestra y la subestación interpelada y, continúa la comunicación con el modo compatible encontrado o termina la solicitud de comunicación.

- 40 Según una variante de realización, el procedimiento consta de una etapa de inicialización de conexión que utiliza una subestación interpelada de banda ancha adaptado para supervisar varias frecuencias al mismo tiempo.

El procedimiento utiliza, por ejemplo, como secuencia de prueba un mensaje en forma de una trama compuesta por una primera cabecera que contiene la dirección de la subestación interpelada, seguido de una primera serie de símbolos de flujo medio y de una segunda serie de símbolos de flujo bajo.

- 45 Los símbolos utilizados son, por ejemplo, seleccionados de entre la siguiente lista: PSK (Phase Shift Keying), QAM (Quadrature Amplitude Modulation),

Habiéndose establecido la comunicación entre la subestación maestra y la subestación interpelada, entonces la información transmitida se transmite multiplexada en el conjunto de las vías.

El procedimiento se utiliza en el caso de banda de comunicación de banda ancha de alta frecuencia HF.

- 50 Otras características y ventajas del dispositivo según la invención aparecerán mejor tras la lectura de la descripción que sigue de un ejemplo de realización dado a título ilustrativo y en ningún caso limitante anexo de las figuras que representan:

- la figura 1, un esquema de un sistema de comunicación en HF,
- la figura 2, un diagrama de las etapas implementadas en el procedimiento según la invención,

- la figura 3, una ilustración de la primera fase con selección de las frecuencias para probar y de las bandas de frecuencia candidatas,
- la figura 4, la ilustración de la definición de subbandas útiles sobre la banda pasante,
- la figura 5, un ejemplo de etapas de integración del procedimiento ALE,
- la figura 6, un diagrama de bloques de las etapas implementadas para la selección de la subbanda de tráfico,
- la figura 7, un ejemplo de formato de una trama de prueba,
- la figura 8, un diagrama de bloques en el caso de una comunicación bilateral, y
- la figura 9, una ilustración posible para la interconexión de procedimiento ALE/ALM.

La presente invención se describirá mejor haciendo referencia a las figuras 1 a 7, para un sistema de comunicación de banda ancha HF, de manera ilustrativa y en ningún caso limitante.

La figura 1 muestra esquemáticamente un ejemplo de sistema de comunicación de banda ancha HF adaptado para implementar el procedimiento de establecimiento de conexión ALE según la invención. El sistema 1 comprende una primera subestación o primer dispositivo de comunicación de radio HF, 10, y una segunda subestación o segundo dispositivo de comunicación HF, 11. El primer dispositivo 10 de comunicación comprende un primer emisor/receptor 12 acoplado a una primera antena 13 y un primer controlador 14. El primer emisor/receptor se dota de un microprocesador y de un módem. El segundo dispositivo de comunicación de radio HF, 11, comprende una segunda antena 15, un segundo emisor/receptor 16 acoplado a la segunda antena y un segundo controlador 17 acoplado al segundo emisor/receptor. El segundo emisor/receptor se equipa él mismo de un microprocesador adaptado a ejecutar las etapas del procedimiento según la invención. Según otra variante de realización, el emisor/receptor 12 o 16 puede, en la práctica, conectarse a antenas de emisión y de recepción diferentes. Las subestaciones están en el ejemplo dado, subestaciones de radio HR.

El primer y el segundo dispositivos 10, 11 de comunicación pueden funcionar en una gama de frecuencias que varía desde 1,5 a 30 MHz (banda HF llamada militar). Este dispositivo también se puede utilizar en bandas superiores VHF/UHF (Very High Frequency/Ultra High Frequency) para radios que disponen de una capacidad de banda ancha.

Antes de explicar la implementación del procedimiento según la invención, se establecen algunas hipótesis y principios.

Las frecuencias seleccionadas, preferentemente, se utilizan tanto como sea posible en los dos sentidos de la comunicación, incluyendo cuando los flujos que van a transmitirse son asimétricos, con el fin de evitar que las frecuencias se detecten como utilizables por otras subestaciones y, por lo tanto, que la comunicación se deteriore.

En el ejemplo dado de implementación del procedimiento según la invención, se supone que es la subestación que interpela o la estación 10 con la iniciativa de la apertura de la comunicación que gestiona el establecimiento de la comunicación y su mantenimiento y que es la subestación maestra. Es, pues, esta subestación la que recopila las informaciones necesarias en la selección de la o de las frecuencias, sin que haya necesidad de proporcionar su propia información, tal como, por ejemplo, su capacidad de antena, su potencia, su observación de las ocupaciones de banda y sus niveles de ruido.

La consideración de la información de la subestación interpelada se realizará gracias a la transmisión de datos de calidad, de posición, pero, igualmente las posibles necesidades de la subestación que pueda aprovecharse del enlace para transmitir datos que podrían estar en espera de transmisión por su parte, haciendo, entonces, volcar la conexión en un modo llamado "bidireccional", por oposición al caso en el que la subestación receptora no tiene datos que transmitir, aparte de los datos de señalización y de control (es decir, ejecuciones) que se designa modo "unidireccional".

En una estrategia de racionalización del uso del recurso espectral, el procedimiento podrá reasignar los canales del plano de frecuencias en dos tipos: de frecuencias llamadas "de interpelación", que tienen, en particular, por vocación ser utilizadas únicamente para el inicio de la toma de conexión y de las frecuencias llamadas "de combinación", utilizadas, en particular, en la etapa de intercambio de datos, pudiendo estas frecuencias evaluarse en el momento de la implementación del procedimiento. Esta separación ofrece como ventaja limitar el número de frecuencias de interpelación y, por lo tanto, acelerar la primera etapa de toma de conexión, la congestión sobre estas frecuencias teniendo que limitarse por su uso únicamente en toma de conexión.

En la práctica, es posible seleccionar en el momento de la planificación del sistema de comunicación, atribuir a las frecuencias excéntricas en relación con las otras, el papel de frecuencia de interpelación. Por el contrario, el hecho de favorecer frecuencias que no son capaces de alto flujo, las frecuencias que tiene pocos vecinos a menos de 200 kHz, permitirá evitar reducir las capacidades de alto flujo.

En la figura 2 se representan resumidas, tres etapas que pueden implementarse por el procedimiento según la invención.

## 55 Etapa 1

La etapa 1, E1, es opcional y corresponde al nivel de la subestación 10 interpelante con una etapa de selección de

frecuencias de interpelación en función, en particular, de la hora, del lugar, de la información de análisis preexistentes, posibles medidas locales y conocimiento del plano de frecuencias, un conjunto de frecuencias extraído del plano de frecuencias globales para establecer una conexión de banda estrecha de 3 KHz, entre interpelante e interpelada. Estas frecuencias formarán parte de un conjunto de frecuencias llamadas frecuencias de interpelación, que como se dijo anteriormente, podrán limitarse en número con el fin de acelerar la toma de conexión inicial.

La figura 3 esquematiza la fase 1 o etapa 1 del procedimiento que conducirá a definir un conjunto 43 de frecuencias de interpelación  $f_A$ , así como de subbandas  $B_i$  candidatas, 44, posibles para la comunicación según el servicio deseado, entre las del conjunto del plano de frecuencias  $\{f_1, \dots, f_M\}$ . El procedimiento determinará, localmente en la subestación maestra o estación 10 de interpelación, las frecuencias que permiten poner en marcha el establecimiento de la conexión con la subestación interpelada y determinar lo más rápidamente posible una subbanda  $B_k$  que permiten implementar el servicio deseado, definido por su abreviatura anglosajona SLA de Service Level Agreement, que da limitaciones en términos de flujo solicitado, de latencia máxima permitida, de punto de funcionamiento en términos de relación señal-ruido.

La subestación 10 de interpelación envía una solicitud de establecimiento de un enlace entre ella y una subestación 11 interpelada. La función 45 de recopilación de información y de evaluación de las selecciones de toma de conexión se alcanza con el software de predicción 40 a bordo que tiene en cuenta información relativa las posiciones geográficas memorizadas en una base 41 de datos, a las calidades conocidas almacenadas en una base 42 de datos, para definir 43, un plano de frecuencias de interpelación que el conjunto 44 de subbandas posibles para una comunicación, comprendidas en un intervalo  $F_{min}, F_{max}$  a partir de las frecuencias 46 posibles.

Según un modo de implementación, el procedimiento supone que se dispone de una serie de canales elementales, típicamente de 3 KHz, formando parte de un plano de frecuencias global inyectado en la subestación de interpelación en el momento de la preparación de su uso. Este plano de frecuencias puede contener cualquier tipo de frecuencias, por ejemplo, frecuencias que no son o que son poco pasantes en ciertos momentos del día, del año, etc.

Por ejemplo, en el ámbito de comunicación sobre un teatro de operaciones tácticas o, aún, en el ámbito aeronaval, la coherencia sobre una zona definida por un radio de diversas centenas de kilómetros de valores LUF/MUF (frecuencias más débiles utilizables/frecuencias más elevadas o, en anglosajón, Lowest Usable Frequency/Maximal Usable Frequency) puede permitir alcanzar de nuevo el rango de supervisión para las subestaciones en escucha y, de esta manera, permitir al as subestaciones interpelantes ejecutar su toma de conexión sobre al menos frecuencias, eliminando éstas que no son pasantes.

En el ámbito de una operación proyectada que informa de la información hacia un centro de control, el conocimiento de la zona de despliegue, así como la zona de recopilación, combinado con la fecha, puede permitir seleccionar automáticamente sobre cada subestación un subplano de frecuencias eficaz que se utilizará automáticamente por todas las subestaciones.

Cuando el procedimiento ALE es asíncrono, el procedimiento, por ejemplo, de tipo 2G, la subestación podrá, pues, realizar su selección de orden de interpelación de frecuencias en función de su propio entorno de radio, y de sus conocimientos previos de los enlaces con la subestación interpelada.

Durante esta primera etapa, el procedimiento realiza una etapa de filtrado en función de las limitaciones de la comunicación, con el fin de definir un conjunto de subbandas de radio posibles sobre las que el sistema de alto flujo es susceptible de funcionar. Estas subbandas  $B_j$  son, por ejemplo, una reagrupación de canales elementales dados en el momento de la definición del plano de frecuencias. Estas diferentes subbandas pueden predefinirse aguas arriba del funcionamiento del sistema de comunicación. La figura 4 es un ejemplo de subbandas  $B_i$  desunidas entre ellas y que pueden tener canales  $C_k$  comunes, por ejemplo, el canal  $C_3$  es común a las dos subbandas  $B_1, B_2$ .

La interpelación inicial de la subestación interpelante proporciona entre los dos lados del enlace de comunicación, en relación con el reconocimiento del preámbulo del mensaje de solicitud de interpelación o de comunicación. Esta sincronización ofrece la posibilidad de tener un mecanismo de reloj que permite el volcado de manera coordinada de una banda  $B_i$  no operacional en la banda  $B_{i+1}$  siguiente en la expiración de un intervalo de tiempo o "timer" en las etapas descritas a continuación.

La etapa  $E_1$  es opcional, en efecto, es posible poseer previamente un plano de frecuencias y de subcanales predefinidos que permiten implementar el servicio deseado por su SLA y ejecutar las siguientes etapas del procedimiento. En una red síncrona con subestaciones heredadas, el procedimiento considerará un plano de frecuencias existente o una actualización de este plano distribuida por una subestación maestra.

## Etapa 2

Esta etapa permite, en particular, constituir redes heterogéneas en las que las subestaciones no utilizan los mismos protocolos de comunicación, por ejemplo, los estándares 2G, 3G o 4G.

La etapa 2,  $E_2$ , corresponde a la fase de establecimiento de una conexión de banda estrecha, por ejemplo 3 KHz,

entre subestación 10 interpelante y la subestación 11 compatible con los estándares "heredados", por ejemplo, los estándares 2G o 3G, con el fin de establecer un enlace de comunicaciones entre la subestación 10 interpelante y la subestación 11 interpelada, antes de ejecutar el procedimiento para la creación de enlace y de verificar la capacidad 4G de las subestaciones.

- 5 Con el fin de reforzar la rapidez de la aplicación de un procedimiento ALE 4G según la inseminación, es posible verificar que la etapa es compatible con las subestaciones de antigua generación de tipo 2G y 3G. Esto se hace, por ejemplo, si el mensaje HELLO es comprensible para una subestación heredada como, por ejemplo, una subestación 4G, solo este último que responde con sus capacidades y, por lo tanto, que permite continuar el procedimiento en 4G como se ilustra en la figura 5.
- 10 La subestación interpelante envía un mensaje Hello, 51, sobre un canal de 3 kHz, hacia la subestación interpelada. Si la subestación interpelada es compatible con el modo "XL HF", entonces la subestación interpelada responde comunicando su información de capacidades (el tipo de estación o de subestación de radio, la capacidad de ancho de banda, su potencia, las características de su antena y, una estimación de calidad sobre el conjunto del plano de frecuencias, posible necesidad de transmisión de su lado y SLA asociado, ...), 52, después, el procedimiento pasa a la tercera etapa del procedimiento en banda ancha, 53. Si al menos una de las subestaciones no es compatible con el modo 4G, entonces la subestación interpelada responde, 54, en su modo estándar 2G o 3G. Es, por lo tanto, tarea de la subestación interpelante decidir si está de acuerdo para continuar con la comunicación, 55. Si sí, 56, el procedimiento ejecuta un procedimiento estándar que corresponde, en el ejemplo dado, ya sea a 2G o a 3G, de lo contrario, 57, la subestación interpelante abandona el intento de conexión. Este enfoque se describe en la figura 5.
- 20 En la práctica, el ALE 4G solo podrá emular uno de los dos modos en la elección en un mismo instante, salvo para hacer una supervisión múltiple como ha es el caso actual. Para la implementación de estas etapas, es posible utilizar mensajes en el formato ALE 2G o ALE 3G siguiendo el tipo de compatibilidad retenida, con el uso de uno o varios bits no útiles del mensaje para señalar la capacidad 4G, al que la subestación interpelada podrá responder en función de su propia capacidad 4G.
- 25 Esta fase se realiza sin presuponer que la subestación interpelada tiene una capacidad diferente a la banda estrecha de 3 KHZ. Esta funcionalidad permite, en particular, no predecir el tipo de despliegue, pudiendo una subestación de banda ancha, por ejemplo, encontrarse utilizada con una antena de banda estrecha una primera vez, después, una antena de banda ancha otra vez. Independientemente del modo de comunicación síncrona o asíncrona, la subestación interpelada barrerá el conjunto del plano de frecuencias de interpelación, estando este último constituido únicamente por frecuencias pasantes seleccionadas en el momento de la etapa 1. En la práctica, si la subestación interpelada es de banda ancha, podrá supervisar diversas frecuencias al mismo tiempo y, así, mejorar sus posibilidades de recepción y/o acelerar la toma de conexión. En el caso particular de una estación interpelada capaz de realizar una escucha instantánea del conjunto de frecuencias de interpelación posibles, no será más útil que sea síncrona para proceder a la toma de conexión, la subestación interpelante pudiendo seleccionar, elegir, entonces, barrer las frecuencias de interpelación a voluntad. En el caso particular de una estación interpelada capaz de realizar una escucha sobre una parte de las frecuencias de interpelación, se podrá proponer barrer las frecuencias para favorecer la toma de conexión rápida, por ejemplo, reagrupando las frecuencias cercanas entre sí. No obstante, esta fase es compatible con una toma de conexión estándar tal como la realizada en los procedimientos de banda estrecha 2G o 3G.
- 40 En esta fase de establecimiento de un enlace sobre frecuencia  $f_i$ , no es necesario que la frecuencia  $f_i$  esté necesariamente en la subbanda de destino final de comunicación con alto flujo.

Preferentemente, el procedimiento tiene en cuenta las calidades al nivel de la estación de interpelación de la comunicación, con el fin de evitar perturbaciones posibles en la señal recibida.

- 45 La subestación de interpelación o interpelante gestiona el conjunto de las etapas del procedimiento según la invención, sin embargo, la subestación de interpelación proporcionará información de SLA que permite al receptor de la subestación interpelada saber hacia qué tipo de recurso volcar (es decir, capacidad de alto flujo o de bajo flujo). De esta manera, en caso en el que el SLA corresponda, por ejemplo, a una simple comunicación de bajo flujo de fonía, solo la fase de toma de conexión podría ser de tipo 4G, la fase de transmisión de datos siguientes pudiendo hacerse con el emisor/receptor que utiliza un modo "heredado". Un tal enfoque permite aprovechar la aceleración de la toma de conexión, sin ocupar, por tanto, un recurso escaso de tipo XL para servicios de bajo flujo.

### **Etapas 3**

- 55 La etapa 3, E3, es una fase en la que el procedimiento calificará los canales con el fin de seleccionar la subbanda de comunicación. Es una fase de evaluación de banda ancha de las diferentes bandas contemplables para la comunicación y selección de las subbandas de trabajo en función de una medida de calidad de los diferentes canales, con selección de la primera banda probada compatible con la necesidad expresada en términos de servicio o, en su defecto, si el servicio es muy exigente, de la mejor subbanda posible. Esta tercera etapa y la selección final de frecuencias o, calificación de los canales, se gestiona en el presente ejemplo por la subestación interpelante, denominada subestación maestra.

En el momento de la etapa de evaluación de banda ancha, el procedimiento según la invención tratará de:

- 1 - integrar la información de análisis local de cada subestación o estación desde el inicio del proceso de toma de conexión, en particular, cuando la subestación ha podido establecer unas primeras medidas de calidad, que se basan en, por ejemplo, una medida de nivel de ruido en los canales de interés (los del plano de frecuencia o del subconjunto seleccionado). Esta información tendrá por objeto permitir a la subestación interpelante ejecutar la fase de búsqueda de frecuencias hacia una subbanda a priori favorable;
  - 2 - refinar la evaluación de la calidad de cada uno de los posibles canales según el plano de comunicaciones. En efecto, si en el ámbito de la fase de espera es posible que las diferentes subestaciones consten de una tabla de información sobre la calidad basada en una simple información de nivel de ruido, tal medida es poco precisa y no estará disponible para una subestación que desea realizar una entrada tardía o previamente comunicada, por lo tanto, incluso evaluar regularmente el canal;
  - 3 - tener en cuenta para la selección de la subbanda y del número de frecuencias recomendados, el SLA contemplado, en términos de flujo, latencia, punto de funcionamiento y, posiblemente es a la vez al nivel de la subestación interpelante y de la subestación interpelada o receptora.
- El procedimiento probará en las diferentes subbandas predefinidas, el empleo de una secuencia conocida, por ejemplo, una secuencia pseudoaleatoria, de una duración de algunos segundos a algunas decenas de segundos, con el fin de permitir una medida media de la calidad encontrada en una subbanda con una potencia constante en cada canal. De hecho, la calidad medida en un canal no depende del número de canales en la subbanda.
- Las subestaciones emitirán su respuesta en el conjunto de canales multiplexando los datos con el fin de utilizar la diversidad frecuencial aportada, en particular, en el caso en el que se transmiten respuestas o información de cambio, una hipercodificación que puede contemplarse con el fin de asegurar que la información se transmite bien, mientras que las secuencias conocidas se emiten sin multiplexar para permitir evaluar los rendimientos de cada canal independiente.
- El procedimiento según la invención se basa, en particular, en un cálculo de las calidades en las frecuencias  $M_k$  de una subbanda  $B_k$  y, esto, en un conjunto de subbandas definido mediante la integración, si existen, de las enseñanzas de la etapa 1, las capacidades de la subestación interpelada que se habrán comunicado en la etapa 2, así como las restricciones del o de los servicio(s) buscados en términos de SLA. Las etapas implementadas en el caso de una comunicación unidireccional, por ejemplo, se describen a continuación con la figura 6. El cálculo de la calidad del canal se realiza en cada canal y se hace sobre el error de ecualización y, por lo tanto, canal por canal.
- Inicialmente, la subestación maestra definirá un conjunto de subbandas posibles para la comunicación.
- Esta acción se realiza en la subestación maestra en la base de la información disponible en sus propias capacidades y las de la subestación interpelada obtenida en la etapa 2, así como las enseñanzas de la etapa 1. Habiendo terminado, 64, una o varias subbandas posibles y sus canales asociados, la subestación maestra puede pasarlas una después de la otra o, preferentemente, ordenarlas en términos de velocidad de flujo posible con el objetivo de funcionamiento latencia + tasa de error de destinos. Ya sea  $B_i$  las diferentes subbandas ordenadas, con  $i$  que varía de 1 a  $p$  y sus  $M$  canales asociados  $f_1^i, \dots, f_M^i$ .
- La subestación maestra entonces se inicia, 65, permitiendo el procedimiento determinar la subbanda mejor adaptada para la comunicación entre las dos subestaciones.
- La subestación maestra se solicitará en la frecuencia establecida  $f_j$  en banda estrecha en el momento de la etapa 2 de inicio del procedimiento de cálculo de calidad para el SLA de destino para la subbanda  $B_1$  y sus  $M$  canales  $f_1^1, \dots, f_M^1$ . La subestación interpelada acusa recepción de la confirmación de la comunicación en la frecuencia  $f_j$ , 66. Pasa a modo de escucha, por ejemplo, en una frecuencia de 200 kHz en la subbanda  $B_1$ . La subestación interpelada reenvía un mensaje de acuerdo con la subbanda maestra para iniciar el procedimiento de selección de la subbanda de tráfico.
- La subestación maestra emite, 67, una secuencia de símbolos conocidos en la subbanda  $B_1$  hacia la subestación interpelada. La subestación interpelada, en escucha en esta subbanda  $B_1$ , demodulará las frecuencias  $M_1$  de la subbanda  $B_1$ . Después, la subestación interpelada, 68, comparará los símbolos recibidos con la secuencia conocida y estimará las calidades en las frecuencias  $M_1$  de la subbanda y atribuirá notas de calidad  $Q_i$  para las frecuencias  $M_1$ . La subestación interpelada, 69, envía las notas de calidad correspondientes a la subestación maestra. La transmisión de estas informaciones de respuesta se efectúa, por ejemplo, en modo de bajo flujo entrelazado en las frecuencias  $M_1$  o en una parte de estas frecuencias, las mejores medidas en el sentido de la subestación interpelada.
- La subestación maestra, en recepción de las notas de calidad evaluará, 70, la capacidad de la subbanda  $B_1$  para responder al servicio SLA de destino. La subestación maestra recibe, pues, un conjunto de notas en los canales de su subbanda y deriva de ellas una nota global para la subbanda.
- Si la subbanda  $B_1$  cumple las condiciones requeridas para el servicio, entonces la subestación maestra advierte, 67, la subestación interpelada, utilizando la subbanda  $B_1$  y la comunicación entre las dos subestaciones puede



comenzar.

5 En el caso contrario, 72, cuando la subbanda  $B_1$  no ofrece la capacidad requerida para la comunicación, la subestación maestra anuncia a la subestación interpelante que considera la banda siguiente  $B_{1+1}$  y para los canales asociados. La subestación interpelante acusa recibo y pasa a escucha en la nueva subbanda. Acusa recepción a la subestación maestra y efectúa medidas de calidad para esta subbanda.

En caso de no respuesta en una subbanda, el procedimiento se vuelve automáticamente después de expirar un temporizador tanto del lado emisor como del lado receptor a una subbanda  $B_{i+1}$  del plano de frecuencias.

10 Generalizando las etapas de cálculo para una subbanda  $B_k$ , el procedimiento puede explicarse como sigue. La subestación maestra emite una secuencia de símbolos conocida en la subbanda  $B_k$ . La subestación interpelada escucha en esta subbanda y demodula las frecuencias  $M_k$  de la subbanda. La subestación interpelada compara la secuencia conocida a los símbolos demodulados y estima notas de calidad en cada una de las frecuencias  $M_k$ . La subestación interpelada transmite esta información en modo de bajo flujo entrelazado en las frecuencias  $M_k$ , por ejemplo, a la subestación maestra. La subestación maestra evalúa la capacidad de la subbanda  $B_k$  para responder al servicio SLA. En el caso en el que la subbanda verifique esta capacidad, La subestación maestra confirma a la subestación interpelada, el uso de la subbanda  $B_k$  y de sus canales asociados. El procedimiento de toma de conexión en banda ancha HF se termina y la comunicación se efectuará en los  $n$  canales seleccionados de la subbanda  $B_k$ , 69. La subestación interpelada recibirá el mensaje de la subestación maestra y pasará en modo recepción en los  $n$  canales seleccionados de  $B_k$ . La subestación interpelada transmite a la subestación maestra. un mensaje OK para comunicación. Las dos subestaciones se colocan entonces en la subbanda seleccionada e inician la comunicación. El segundo controlador está adaptado para determinar unas notas de calidad en las frecuencias  $M_k$  de la subbanda  $B_k$  y transmitir dichos valores de calidad hacia la primera subestación maestra.

Cada una de las subbandas se probará hasta que una de las dos condiciones: siguientes se logre:

- la calidad necesaria para el servicio solicitado SLA se logra, se retiene la subbanda considerada,
- ya no es posible con las subbandas restantes lograr una calidad superior a la mejor calidad encontrada en las subbandas anteriormente probadas, por ejemplo, por falta de frecuencias.

30 La calidad de la conexión se calcula como la suma de las calidades de los diferentes canales que contiene. Estas calidades básicas se calculan ellas mismas en función del flujo que será posible hacer pasar sobre el canal. En la práctica, la secuencia de símbolos conocidos o la secuencia de pruebas Stest, que reagrupan símbolos de modulaciones PSK (Phase Shift Keying) y QAM (Quadrature Amplitude Modulation) permitirá estimar si es posible pasar, por ejemplo, los flujos siguientes: 12800 b/s, 9600 b/s, 8000 b/s, 6400 b/s, 4800 b/s, 3200 b/s, 1200 b/s, 600 b/s, 300 b/s, 150 b/s, 75 b/s o 0 b/s (en caso de no recepción). En aras de generalización, se podrá añadir el valor 1600 b/s, que corresponde típicamente a un modo de BPSK, extensión de bajo flujo del ST4539.

35 La subestación que recibe la secuencia de prueba  $S_{test}$  evalúa la calidad percibida y determina una "nota" para cada canal estimando el flujo que sabrá recibir en el canal considerado. Esta nota, en una escala de 0 a 15 (4 bits), por ejemplo: 0 = sin recepción, 1 = 75 b/s, 2 = 150 b/s, 3 = 300 b/s, 4 = 600 b/s, 5 = 1200 b/s, 6 = 1600 b/s, 7 = 3200 b/s, 8 = 4800 b/s, 9 = 6400 b/s, 10 = 8000, 11 = 9600, 12 = 12800, quedando las siguientes notas reservadas para combinaciones de modulaciones y codificación o *modcod* aún no estandarizadas.

40 En los dos sentidos, una vez iniciada la comunicación, la información transmitida, los datos, la señalización, las ejecuciones, etc. se transmiten, por ejemplo, multiplexados en el conjunto de vías, con el fin de beneficiar ganancia de diversidad, pero también, de ocupar las frecuencias en los dos sentidos de la comunicación, con el fin de evitar que las frecuencias no se detecten como "libres" por otras comunicaciones que perturbarían la comunicación en curso.

45 En el caso en el que el procedimiento no encuentra subbanda que permita alcanzar el SLA deseado, que conserva la subbanda que ofrece la mejor nota. Cabe señalar que ciertos canales  $C_i$  pueden pertenecer a varias subbandas  $B_j$  y, por lo tanto, pueden probarse varias veces. El procedimiento implementado por la subestación interpelada actualiza pues las notas de los diferentes canales por el valor más reciente y recalculará el conjunto de las notas de las subbandas, para determinar la mejor.

50 En el caso en el que hubiera un número importante de frecuencias no accesibles en la subbanda y en el que el procedimiento responde en banda ancha en la totalidad de la subbanda  $B_1$ , no sería eficaz, es posible proceder transmitiendo el mensaje de información sobre las calidades no sobre toda la subbanda  $B_1$ , sino multiplexada en el conjunto de frecuencias cuyo nivel de calidad es superior a un umbral dado estimado por su relación de señal a ruido en recepción. La subestación maestra recibe, pues, un conjunto de notas en los canales de una subbanda probada y deriva de ellas una nota global para la subbanda. Esta nota corresponde no a una suma de las notas básicas de calidad sobre los canales, sino a una media ponderada que tiene en cuenta los flujos a los que estas notas corresponden. De este modo, para una subbanda  $B$  cuyas tres frecuencias se habrían anotado respectivamente 1, 4 y 11, la nota global será 10275. Esta nota sirve para comparar con el flujo contemplado, por ejemplo, un flujo de 32 kb/s necesita una nota de al menos 32000.

5 La figura 7 esquematiza un ejemplo de formato de trama posible para la trama de prueba. Se ve en esta trama de prueba símbolos que provienen de dos estándares diferentes, demodulándose cada una por un ecualizador individual. Esto se aplica porque de preferencia, para tener una estimación precisa de la calidad del canal, es el mismo ecualizador que el de la forma de onda empleada para la fase posterior de transmisión de datos que se utilizará.

10 La secuencia de prueba puede constar de un preámbulo de la trama ALE que conduce la dirección de la estación interpelada, por ejemplo, una dirección de multidifusión o de grupo, segundo de una primera serie de símbolos de flujo medio, típicamente de símbolos STANAG 4539 a 4800 b/s, después, de una segunda serie de símbolos de bajo flujo, típicamente de símbolos MIL STD 188-110A a 600 b/s. Este tipo de trama permite, en particular, determinar errores de ecualización para los diferentes tipos de ecualizador de la subestación o estación.

Para las dos partes de la trama, el cálculo de estimación de la relación señal a ruido a partir del error cuadrático medio se efectúa en la constelación después de la ecualización.

Un ejemplo numérico se dará ahora con el fin de ilustrar el principio implementado por la invención.

15 Se considera un plano de frecuencia de 16 canales, repartidos en 4 subbandas cuya anchura no sobrepasa los 200 kHz.

- B1 = reunión de canales C1 a C8
- B2 = reunión de canales C3 a C12
- B3 = reunión de canales C6 a C14
- B4 = reunión de canales C7 a C16

20 Después de la fase de intercambio, se obtiene después de la prueba de las cuatro subbandas las notas de calidad siguientes:

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16
Medida B1	5	6	10	0	2	3	7	9								
Medida B2	5	6	9	0	3	3	6	7	9	8	9	1				
Medida B3	5	6	9	0	3	2	8	9	9	10	6	2	9	0		
Medida B4	5	6	9	0	3	2	7	10	10	9	7	3	10	0	1	0
Actualización	5	6	9	0	3	2	7	10	10	9	7	3	10	0	1	0

Las notas de las cuatro subbandas se calculan entonces:

- 25 B1: 20850
- B2: 35950
- B3: 37250
- B4: 37175

En el ejemplo en el que se buscara una solución que sobrepase la nota 34000, se pararía después de haber evaluado la subbanda B3. Por otro lado, en el caso en el que el límite se coloque en 40000, las cuatro bandas se probarían y, en última instancia, la mejor se retendría, es decir, aquí también B3.

30 Es, pues, la subbanda B3 la que se seleccionará y, en la práctica, la subestación maestra decidirá no utilizar C14 (totalmente borrosa) y, probablemente tampoco C6 o C12 (flujos muy débiles mientras que los otros canales son pasantes y, por lo tanto, podrán incluso ir potencialmente más allá del flujo detectado si proporcionamos más potencia).

35 La subestación maestra emitirá, pues, una confirmación hacia la subestación interpelada para indicar que la subbanda B3 se retiene y precisar los canales que se utilizarán para el inicio de la fase de transmisión, siendo estos canales, por ejemplo, enumerados por orden de calidad:

Mensaje 1 - ejemplo del formato de un mensaje ALM.

C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14
0	5	1	2	4	6	0	3	0

En la práctica, es este mismo formato de mensaje el que se utilizará cuando se querrá indicar, en el curso del procedimiento de ALM (automatic link management), un cambio de las frecuencias empleadas.

5 Se señala que se favorece implícitamente con este enfoque las subbandas con más canales pasantes ya que el aumento del número de canales no disminuye la potencia emitida en cada canal en el momento de la prueba. Sin embargo, una subbanda con menos frecuencias, todas de muy buena calidad, obtendrá un mejor resultado que una subbanda con muchas frecuencias borrosas, lo que es lógico puesto que permitirá encaminar más datos.

10 La selección de la subbanda realizada, se calcula el número óptimo de canales en la subbanda calculando la combinación que da a priori el mejor flujo teniendo en cuenta la restricción de potencia máxima. Típicamente, es posible utilizar la enseñanza técnica descrita en la patente del Solicitante FR 11.03084 "Procedimiento y sistema que permite la asignación dinámica de potencia y/o modulación en un sistema que comprende n canales".

15 En caso de fracaso, una transmisión monocanal podrá ser la mejor selección y se considerará si permite servir a las necesidades del servicio en curso. Se señalará, en la práctica, que los flujos inferiores al flujo mínimo compatible ST4539, típicamente 3200 b/s, incluso la versión 1600 b/s de bajo flujo no se seleccionarán si se pasa de monobanda de 3 kHz a bajo flujo. En efecto, en el caso en el que se desee emitir en varias subportadoras de tipo "XL" se utilizará la forma de onda 4539XL que no implementa flujos inferiores a 1600 b/s en una subbanda de 3 kHz.

La figura 8 esquematiza por medio de bloques las etapas implementadas por el procedimiento en el caso de su aplicación a una comunicación bidireccional.

20 En relación con el caso descrito en el ámbito de una comunicación unidireccional en la figura 6, los intercambios se doblan con el fin de permitir a la subestación maestra evaluar los diferentes canales  $C_i$  de cada subbanda probada. Al nivel de la decisión de calidad, el objetivo es permitir la transmisión de dos flujos y, por lo tanto, tener los dos niveles de servicio donde SLAcible y SLAcible2 se verifican. En el caso en el que una selección debiera realizarse entre diferentes subbandas que no permitan alcanzar las calidades deseadas, la evaluación deberá realizarse sobre la base de una media de los flujos logrados sobre cada uno de los dos sentidos.

Inicialmente, la subestación maestra definirá un conjunto de subbandas posibles para la comunicación.

25 En esta configuración, la subestación interpelada tiene aquí también transmitiendo sus características, pero igualmente una información sobre su SLAcible2, 84b cuando ha respondido en una etapa 2 después de haber detectado la interpelación de la subestación maestra.

30 Sobre la base de esta información, la subestación maestra determina 85 subbandas posibles y sus canales asociados. También puede efectuar una programación en términos de flujo posible para el punto de funcionamiento que corresponde a las exigencias de latencia y de tasas de error de destino. Ya sea  $B_i$  las diferentes subbandas ordenadas, con  $i$  que varía de 1 a  $p$ . La subestación maestra que programa las bandas teniendo en cuenta los sentidos de comunicación, subestación maestra hacia subestación interpelada o, recíprocamente, en términos de flujo posible en el punto de funcionamiento, latencia y tasa de error de destino.

35 La subestación maestra desencadena el procedimiento 86 que permite determinar la primera subbanda de tráfico para probar, la subbanda  $B_1$  y sus canales  $f_1^1 f_{M_1}^1$  y lo indica en la frecuencia de comunicación  $f_j$  de banda estrecha de la etapa 2. La subestación interpelada acusa recepción de la confirmación de la comunicación en la frecuencia  $f_j$ . Pasa a modo de escucha, por ejemplo, en 200 kHz en la subbanda  $B_1$ . La subestación interpelada reenvía un mensaje de acuerdo con la subbanda maestra para una prueba en  $B_1$ .

40 La subestación maestra emite, 87, una primera secuencia de símbolos conocidos en la subbanda  $B_1$  hacia la subestación interpelada. La subestación interpelada, en escucha en esta subbanda  $B_1$ , desmodulará las frecuencias  $M_1$  de la subbanda. Después, la subestación interpelada comparará los símbolos recibidos en la secuencia conocida y estimará, 88, las calidades en las frecuencias  $M_1$  de la subbanda y atribuirá notas de calidad  $Q_i$  para las frecuencias  $M_1$ . La subestación interpelada envía la información de calidad correspondiente a la subestación maestra. La transmisión de esta información se efectúa, por ejemplo, en modo de bajo flujo entrelazado en las frecuencias  $M_1$  o en una parte de estas frecuencias, las mejores medidas en el sentido de la subestación interpelada.

La subestación interpelada transmite a su vez una segunda secuencia de símbolos conocidos en la subbanda  $B_1$ , con el fin de evaluar la calidad de la conexión en el sentido subestación interpelada-subestación maestra, 89.

50 La subestación maestra, en recepción de las notas de calidad evaluará, 90, la capacidad de la subbanda  $B_1$  para responder a las necesidades de los servicios en los dos sentidos para la SLA de destino y la SLA de destino 2.

Si la subbanda  $B_1$  cumple las condiciones requeridas para el servicio, entonces la estación maestra advierte, 91, la subestación interpelada, utilizando la subbanda  $B_1$  seleccionada y la comunicación entre las dos subestaciones puede comenzar en los  $n$  canales seleccionados al nivel de la subbanda seleccionada.

55 En el caso contrario, cuando la subbanda  $B_1$  no ofrece la capacidad requerida para la comunicación, el procedimiento continúa el anuncio a la estación interpelante que considera la siguiente banda  $B_{i+1}$  y para los canales

asociados. La subestación maestra acusa recibo y pasa a escucha en la nueva subbanda. La subestación interpelante acusa recibo a la subestación maestra y efectúa medidas de calidad para esta subbanda como se describió anteriormente.

5 En caso de no respuesta en una subbanda, el procedimiento vuelca automáticamente tanto en el lado del emisor como en el lado del receptor en una subbanda  $B_{i+1}$  del plano de frecuencias.

En el caso de un modo bidireccional alternativo de canales diferentes en emisión y en recepción, el cronograma bidireccional permanece válido pero la subestación maestra determina una selección de frecuencias no promediadas para los dos sentidos de transmisión y puede, igualmente, llegar a usos de canales en número diferentes en los dos sentidos de transmisión. Esta aplicación permite, en particular, protegerse de las interferencias locales.

## 10 **Mantenimiento de la conexión ALM**

Una subbanda  $B_i$  que se ha seleccionado, el procedimiento ALE según la invención se termina y la subbanda permanece inalterada siempre que el proceso ALE no se reinicie.

La figura 9 esquematiza un ejemplo de integración del procedimiento ALE según la invención en un esquema ALM.

15 Las modulaciones en cada canal pueden variar en el tiempo o no, así como la selección de los canales utilizados en el interior de la subbanda se cambiarán dinámicamente gracias a mensajes de ALM.

Es la subestación maestra la que gestiona la optimización del uso de la banda, en vista de las notas ascendidas en el curso de comunicación por la estación remota y, posiblemente, de su propio análisis de la subbanda cuando está en recepción.

- 20 100 - solicitud de servicio
- 101 - negociación ALE ejecutando, por ejemplo, las etapas E1, E2 y E3,
- 102 - transmisión de datos, con todas las X tramas, reinicia el procedimiento de gestión del flujo, por ejemplo, como se enseña en la proposición de invención de patente del Solicitante FR 11.03084 "Procedimiento y sistema que permite la asignación dinámica de potencia y/o modulación en un sistema que comprende n canales",
- 25 103 - la siguiente etapa es una etapa de cálculo de optimización con la selección de los canales y su número, los esquemas de modulación y de codificación,
- 104 - la proposición de la etapa de optimización no es compatible con el servicio buscado, por tanto
- 105 - la proposición de la etapa de optimización implica un cambio de los canales,
- 105a - si sí la subestación maestra previene que la subestación interpelada cambie por un mensaje ALM 107 antes de pasar, con un desfase para llevar la consideración de este paso, a la transmisión de datos en la nueva configuración de canales,
- 30 105b - si no la proposición de la etapa de optimización no implica cambio de canales, entonces, los campos AutoBaud solo se modificarán para indicar la o las nuevas selecciones de modulación por canal y el cambio puede, por lo tanto, aplicarse sin esperar,
- 35 106 - en el caso en el que la proposición de la etapa de optimización sea incompatible con el servicio buscado, entonces se reinicia el procedimiento ALE según la invención al nivel de la etapa E1 o al nivel de la etapa E3.

Este mecanismo presenta dos aspectos:

- 1 - asegura la transmisión de los mensajes de cambio de las frecuencias que se escucharán,
- 2 - reinicia el procedimiento ALE cuando el canal se degrada demasiado dado el servicio buscado.

40 El ALM 4G, por lo tanto, se enriquece en términos de capacidad para integrar una capacidad preventiva que permite, por una parte, cambios de frecuencia en la banda útil, pero también, reiniciar el procedimiento de selección de banda antes de que la comunicación no esté demasiado degradada mediante un mecanismo de protección ligado a la calidad de los canales utilizables y, al servicio que saben ofrecer con respecto al servicio en curso.

45 Al establecer este umbral de compatibilidad del servicio buscado con un margen, se puede pues decidir reiniciar el procedimiento ALE antes de perder totalmente la comunicación, como se ilustra en la figura 9, lo que puede permitir emitir un mensaje de señalización que indica que se reinicia el procedimiento ALE: se propone enviar un mensaje que transmite la información de la subbanda que se va a probar para el ALE y sus frecuencias de destino, multiplexada en el conjunto de los canales activos en el momento de la transmisión y utilizados en bajo flujo, como en el procedimiento ALE estándar ilustrado en la figura 6. Esto permitirá acelerar el procedimiento evitando tener que volver a pasar por la fase inicial de búsqueda de una primera frecuencia de banda estrecha pasante.

50 Para los mensajes ALM de actualización de los canales seleccionados, es posible utilizar el mismo formato que el propuesto para el mensaje de resultado de procedimiento ALE, a saber, un vector binario de los diferentes canales presentes en el plano de frecuencia para la subbanda considerada. Si la frecuencia se selecciona, el bit se pone a 1, si no, se pone a 0.

Información ALM	Información ALM	C0	C1	C2	C3	...	C <sub>M-1</sub>	C <sub>M</sub>
		0	1	0	0	...	0	1

Otra posibilidad es enumerar en este mensaje los canales de manera creciente en función de su uso en la subbanda de interés, a costa de una señalización más costosa en flujo.

5 Con el fin de mejorar el procedimiento de evaluación de la conexión, se propone incluir, igualmente, en el ALM un mecanismo lento de análisis de los canales no utilizados en comunicación. Este mecanismo retoma el principio utilizado en el procedimiento ALE que emite datos pseudoaleatorios en diferentes formatos (600 b/s, 4800 b/s) con el fin de evaluar los rendimientos en los diferentes canales analizados con el ecualizador de destino de la forma de onda que podría utilizarse. Con el fin de perturbar solo al mínimo la comunicación en curso, los datos de análisis no se multiplexarán con los datos útiles transmitidos, sino que se transmitirán en paralelo en el canal de banda estrecha probado por medio de una trama similar a la descrita en la figura 7 con el fin de no degradar la comunicación. La emisión de banda ancha constará, en este caso, a la vez de las portadoras de datos y la portadora de análisis en una misma emisión. La información de calidad obtenida por este análisis se utilizará para refinar la estimación de calidad medida en recepción por simple integral del ruido. Para que este análisis no obligue a emitir sistemáticamente un mensaje de ALM que indica el canal adicional para escuchar, se propone adaptar un mecanismo simple como sigue: es el mensaje ALE o ALM el que indica el inicio del mecanismo de análisis, por ejemplo, utilizando dos bits "Información ALM" colocados en la cabecera del mensaje

- ■ 2 bits (b<sub>1</sub>..b<sub>2</sub>): mecanismo de análisis adicional
  - 0: sin análisis en curso (o detención del análisis en curso)
  - 1: inicio del análisis desde la primera frecuencia del plano
  - 2: inicio del análisis desde la n/3<sup>a</sup> frecuencia del plano
  - 3: inicio del análisis desde la 2<sup>a</sup>/3<sup>a</sup> frecuencia del plano
- ■ n bits (b<sub>3</sub>..b<sub>n+2</sub>): información de uso en utilización en comunicación de cada uno de los n canales del plano en la subbanda considerada (máximo: n canales, por lo tanto). Por defecto n=30.
  - Para cada bit: 0: canal no utilizado / 1: canal utilizado

25 Este mecanismo podrá, por ejemplo, iniciarse reutilizando una emisión en dos tramas consecutivas, antes del cambio a la frecuencia siguiente no utilizada en el plano y, así sucesivamente. Los valores nb tramas, velocidad de cambio, etc., se validarán por pruebas.

30 El procedimiento y el sistema según la invención ofrecen la posibilidad de una toma de conexión y de mantenimiento de la conexión en banda ancha, calificando los canales utilizados, pero permite, también, acelerar la toma de conexión para subestaciones asíncronas y ser compatible con las subestaciones existentes.

La invención ofrece, en particular, las siguientes ventajas:

- es una solución de toma de conexión de banda ancha HF que es compatible con los estándares existentes, sujeto a una selección en el estándar existente en cuestión,
- permite una mejora de la velocidad de toma de conexión entre todas las subestaciones que embarcan este mecanismo o los que se comunican con subestaciones "heredadas" asíncronas o subestaciones "heredadas" síncronas que aceptan la actualización de los planos de frecuencia de radio,
- permite una interacción eficaz del ALM con el ALE por reinicio del ALE directamente en la fase 3,
- es aplicable sin que sea necesario modificar el estándar ALE existente y, por lo tanto, sin ruptura de la interoperabilidad con equipos no modificados según el procedimiento.
- iniciando la comunicación desde que se encuentra un conjunto de recursos compatibles con la necesidad, evita tener que probar muchas configuraciones para seleccionar la mejor, lo que no es útil cuando una configuración menos buena permite, sin embargo, proporcionar el servicio deseado.

## REIVINDICACIONES

1. Sistema para establecer y mantener una conexión "ALE", establecimiento de enlace automático, en el ámbito de una comunicación de banda ancha, comprendiendo dicho sistema al menos:

- una primera subestación (10) de comunicación maestra adaptada para emitir un mensaje para el establecimiento de una comunicación con un servicio de destino deseado "SLA", hacia una subestación interpelada en una frecuencia  $f_i$ , comprendiendo la primera subestación un primer emisor/receptor (12) de radio y un primer controlador (14) y dispone de un conjunto de subbandas posibles para la comunicación,
- una segunda subestación (11) de comunicación interpelada en espera en un plano de frecuencias  $\{f_1, \dots, f_M\}$  predefinido y que comprende un segundo emisor/receptor (16) de radio y un segundo controlador (17),

estando el sistema **caracterizado porque**:

- la primera subestación (10) maestra está adaptada para emitir una secuencia de prueba, Stest, conocida en una subbanda  $B_k$  hacia la segunda subestación (11) interpelada desde que dicha segunda estación (11) interpelada reconoce el acto de iniciar el estudio para determinar la mejor configuración que hay que retener para el establecimiento de la conexión,
- dicho segundo controlador (17) de la segunda estación (11) interpelada está adaptado para determinar las notas de calidad en las  $M_k$  frecuencias de la subbanda  $B_k$  y transmitir dichos valores de calidad hacia la primera subestación maestra,
- dicha primera subestación (10) maestra está adaptada para determinar a partir de notas de calidad, la capacidad de la subbanda  $B_k$  para responder al servicio de destino deseado "SLA" solicitado por la comunicación y para seleccionar la subbanda  $B_k$  que representa la capacidad requerida o la mejor nota de calidad, para determinar la subbanda a usar para la comunicación, para confirmar a la segunda subestación de comunicación interpelada la subbanda seleccionada, así como los subcanales retenidos y para iniciar la comunicación con dicha segunda subestación (11) interpelada.

2. Sistema según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la comunicación es bidireccional y **porque** la segunda subestación (11) está adaptada para emitir una segunda secuencia conocida hacia la primera subestación (10) maestra, estando dicha subestación maestra adaptada para evaluar la capacidad de una subbanda  $B_k$  para responder a las necesidades del servicio de destino deseado SLAcible y del servicio de destino deseado SLAcible2 en el sentido de comunicación de la subestación maestra hacia la subestación interpelada y, recíprocamente.

3. Sistema según la reivindicación 1, **caracterizado porque** dicha primera subestación (10) de comunicación maestra comprende unos medios (14) adaptados para determinar un conjunto de frecuencias denominadas frecuencias de interpelación  $f_A$  para el establecimiento de una conexión en banda estrecha entre la primera subestación (10) maestra y la segunda subestación (11) teniendo en cuenta en función de las restricciones en términos de flujo solicitado, la latencia máxima permitida, el punto de funcionamiento de la tasa de error de destino, utilizándose dichas frecuencias en el momento de la solicitud de comunicación.

4. Sistema según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la primera subestación (10) maestra comprende unos medios (14) adaptados para establecer un enlace de comunicación de banda estrecha entre la primera subestación maestra y la segunda subestación interpelada, para verificar la compatibilidad de la subestación interpelada con el modo de comunicación 4G y continuar la comunicación en un modo compatible con la subestación interpelada.

5. Sistema según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la secuencia de prueba conocida Stest está compuesta de una trama que comprende una cabecera que transporta la dirección de la subestación interpelada, una primera serie de símbolos de flujo medio y una segunda serie de símbolos de flujo bajo.

6. Sistema según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque** el sistema de comunicación es un sistema de banda ancha en Altas Frecuencias y **porque** la primera y la segunda subestación son subestaciones de altas frecuencias HF.

7. Procedimiento de toma de conexión "ALE", establecimiento de enlace automático, de banda ancha y de mantenimiento de conexión entre una primera subestación (10) de comunicación maestra y una segunda subestación (11) de comunicación interpelada, ejecutado en el seno de un sistema según una de las reivindicaciones 1 a 6 **caracterizado porque** comprende al menos las siguientes etapas:

- la segunda subestación de comunicación (11) interpelada está en espera sobre un plano de frecuencias  $\{f_1, \dots, f_M\}$  predefinido,
- la primera subestación (10) de comunicación maestra emite un mensaje de solicitud de comunicación hacia la subestación interpelada en una frecuencia  $f_i$  y espera su reconocimiento de detección de interpelación,
- la primera subestación (10) de comunicación maestra dispone de un conjunto de subbandas posibles para la comunicación,
- la primera subestación (10) de comunicación maestra inicia el procedimiento de cálculo de calidad de los canales transmitiendo una secuencia de prueba conocida hacia dicha segunda subestación de comunicación interpelada, dicha subestación (11) de comunicación interpelada determina las notas de calidad en las  $M_k$

frecuencias de la subbanda Bk, después transmite estos valores a la subestación (10) de comunicación maestra,  
 • la subestación de comunicación maestra determina, a partir de estas notas de calidad, la capacidad de la subbanda Bk para responder al servicio de destino deseado "SLA", y

5                   • selecciona dicha subbanda si permite responder al servicio de destino "SLA" solicitado por la comunicación,  
 o  
 • repite las etapas de búsqueda de subbandas seleccionando una nueva banda Bk, o bien,  
 • en el caso en el que no queden más subbandas que permitan alcanzar una calidad superior a la mejor calidad encontrada en las subbandas probadas anteriormente, elige la subbanda que presente la mejor nota de calidad,

10               • la subestación de comunicación maestra determina la subbanda a utilizar para la comunicación, confirma a la subestación de comunicación interpelada la subbanda seleccionada, así como los subcanales retenidos e inicia la comunicación.

15               8. Procedimiento según la reivindicación 7, **caracterizado porque** comprende una etapa de determinación de las subbandas posibles de la siguiente manera: una vez que la estación interpelada ha validado la detección de interpelación, en la frecuencia fi, dicha subestación interpelada transmite sus informaciones de calidades de plan de frecuencia y las características de sus estaciones y dicha subestación maestra determina las subbandas posibles.

20               9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 7 u 8, **caracterizado porque** la comunicación es una comunicación bidireccional y **porque** comprende al menos las siguientes etapas: en el momento de la transmisión de notas de calidad obtenidas por la segunda subestación interpelada para una subbanda Bk, la segunda subestación interpelada transmite una segunda secuencia conocida hacia la subestación maestra, dicha subestación maestra evalúa entonces la capacidad de una subbanda Bk para responder a las necesidades de los servicios de destino deseados "SLAcible ", "SLAcible2" en el sentido de comunicación de la subestación maestra hacia la subestación interpelada y recíprocamente.

25               10. Procedimiento según la reivindicación 7, **caracterizado porque** la nota de calidad de un canal es evaluada por una subestación que recibe una secuencia de prueba estimando el flujo que la subestación sabrá recibir en el canal considerado.

30               11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 7 u 8, **caracterizado porque**, en el caso en el que no se encuentren subbandas que verifiquen la calidad requerida para la comunicación, el procedimiento selecciona la banda que presenta la mejor nota de calidad y actualiza las notas de los diferentes canales para el valor más reciente probado.

12. Procedimiento según la reivindicación 7, **caracterizado porque** comprende una etapa de inicialización de conexión en banda estrecha que verifica la compatibilidad del modo de comunicación entre la subestación maestra y la subestación interpelada y **porque** continúa la comunicación con el modo compatible encontrado o termina la solicitud de comunicación.

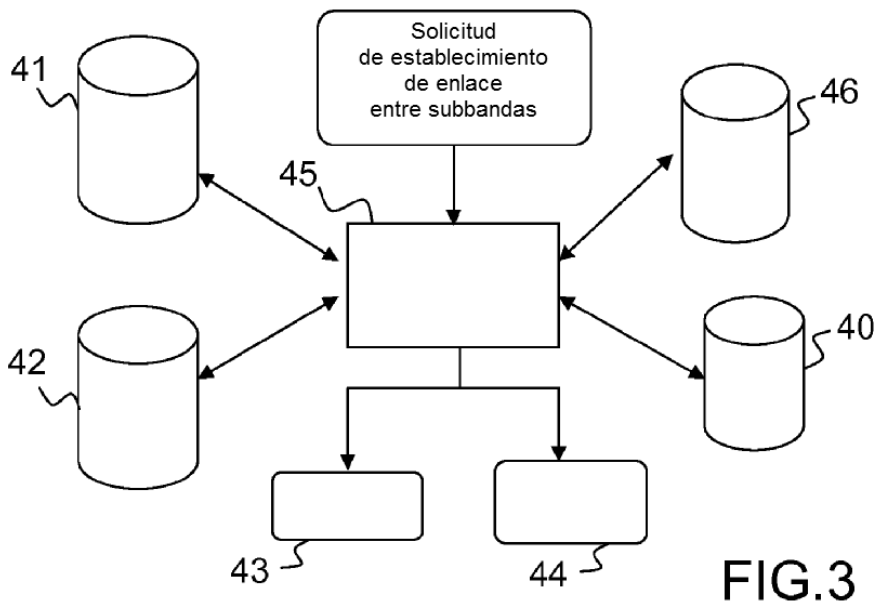
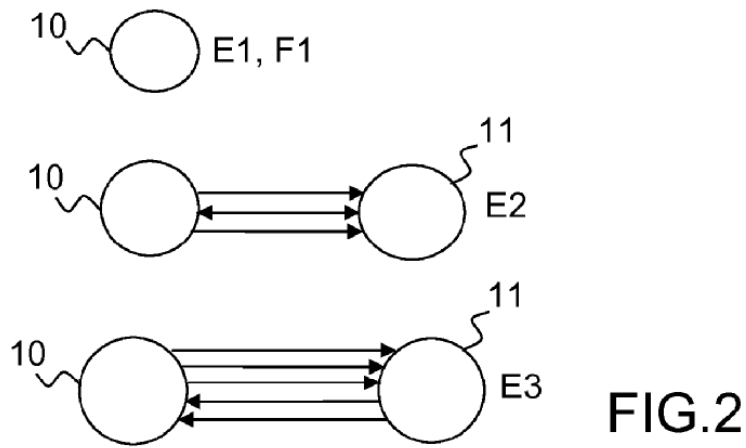
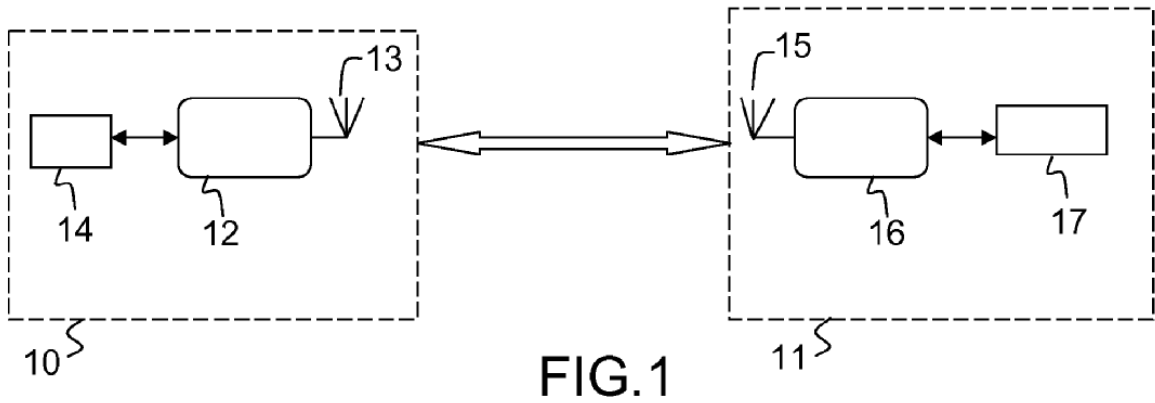
35               13. Procedimiento según la reivindicación 7, **caracterizado porque** comprende una etapa de inicialización de conexión que utiliza una subestación interpelada de banda ancha adaptada para supervisar varias frecuencias al mismo tiempo.

40               14. Procedimiento según la reivindicación 7, **caracterizado porque** utiliza como secuencia de prueba un mensaje en forma de una trama compuesta por una primera cabecera que contiene la dirección de la subestación interpelada, seguido de una primera serie de símbolos de flujo medio y de una segunda serie de símbolos de flujo bajo.

15. Procedimiento según la reivindicación 13, **caracterizado porque** los símbolos utilizados se seleccionan de entre la siguiente lista: PSK, QAM.

45               16. Procedimiento según la reivindicación 7, **caracterizado porque** habiéndose establecido la comunicación entre la subestación maestra y la subestación interpelada, entonces la información transmitida se transmite multiplexada en el conjunto de las vías.

17. Procedimiento según una de las reivindicaciones 7 a 16, **caracterizado porque** se utiliza una banda de comunicación de banda ancha de alta frecuencia HF.





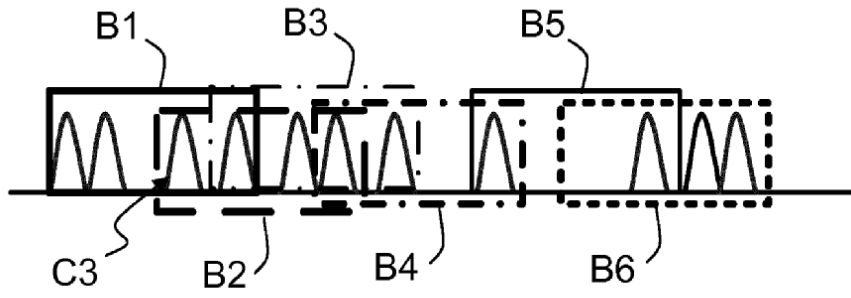


FIG.4

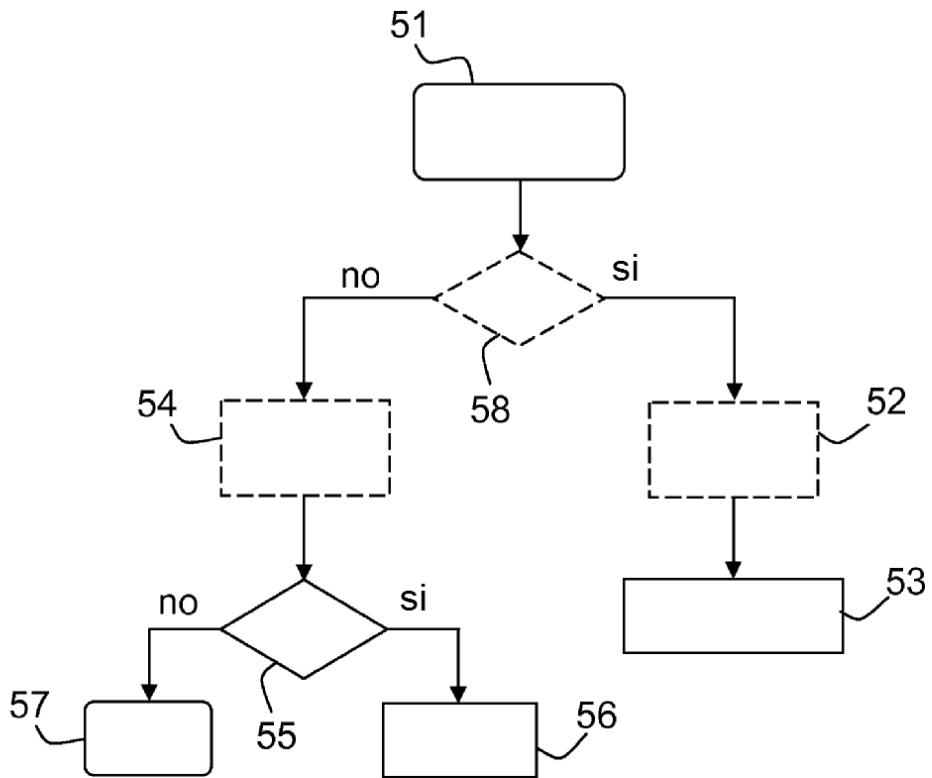


FIG.5

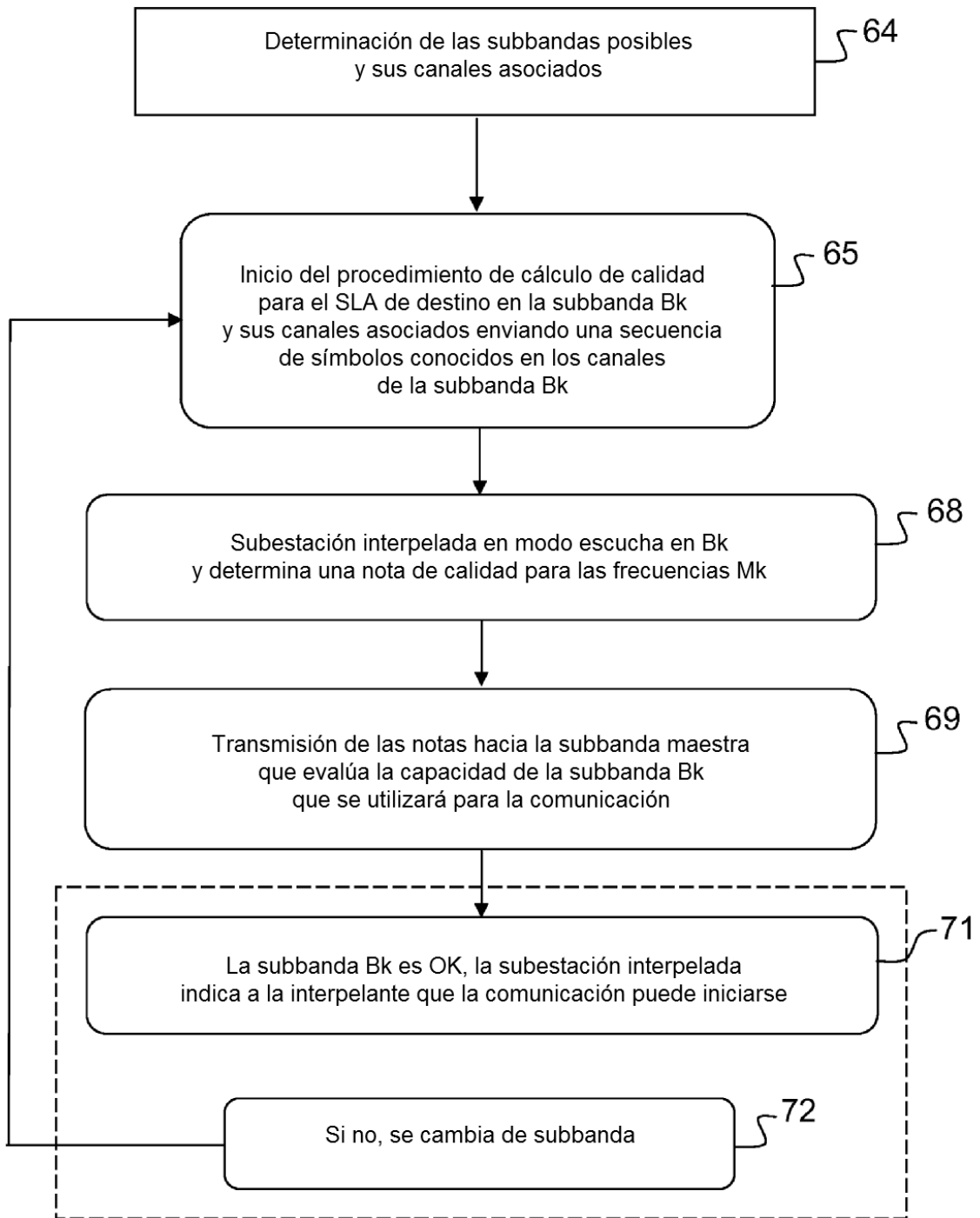


FIG.6

Preámbulo de trama ALE

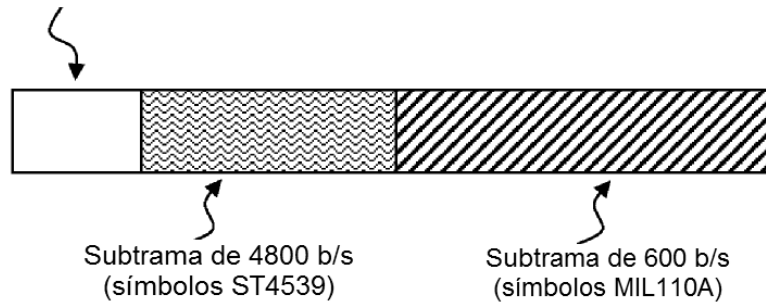


FIG.7

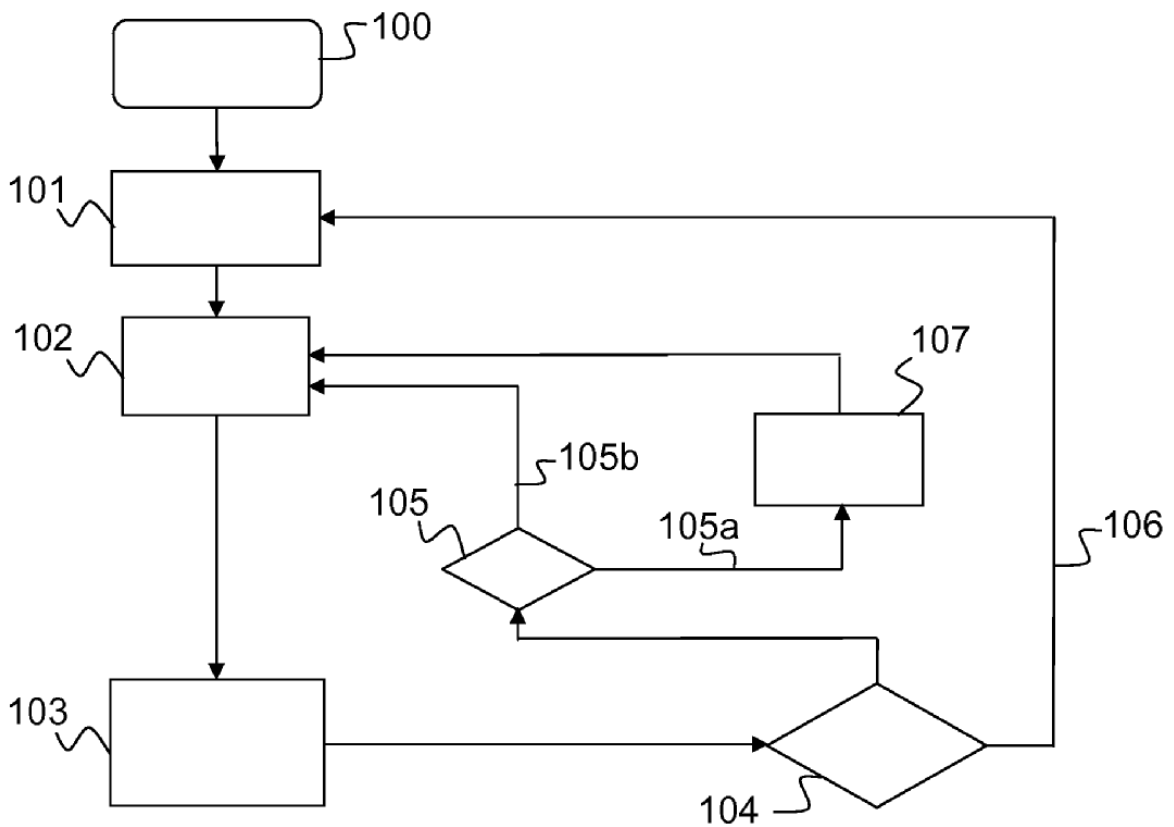


FIG.9

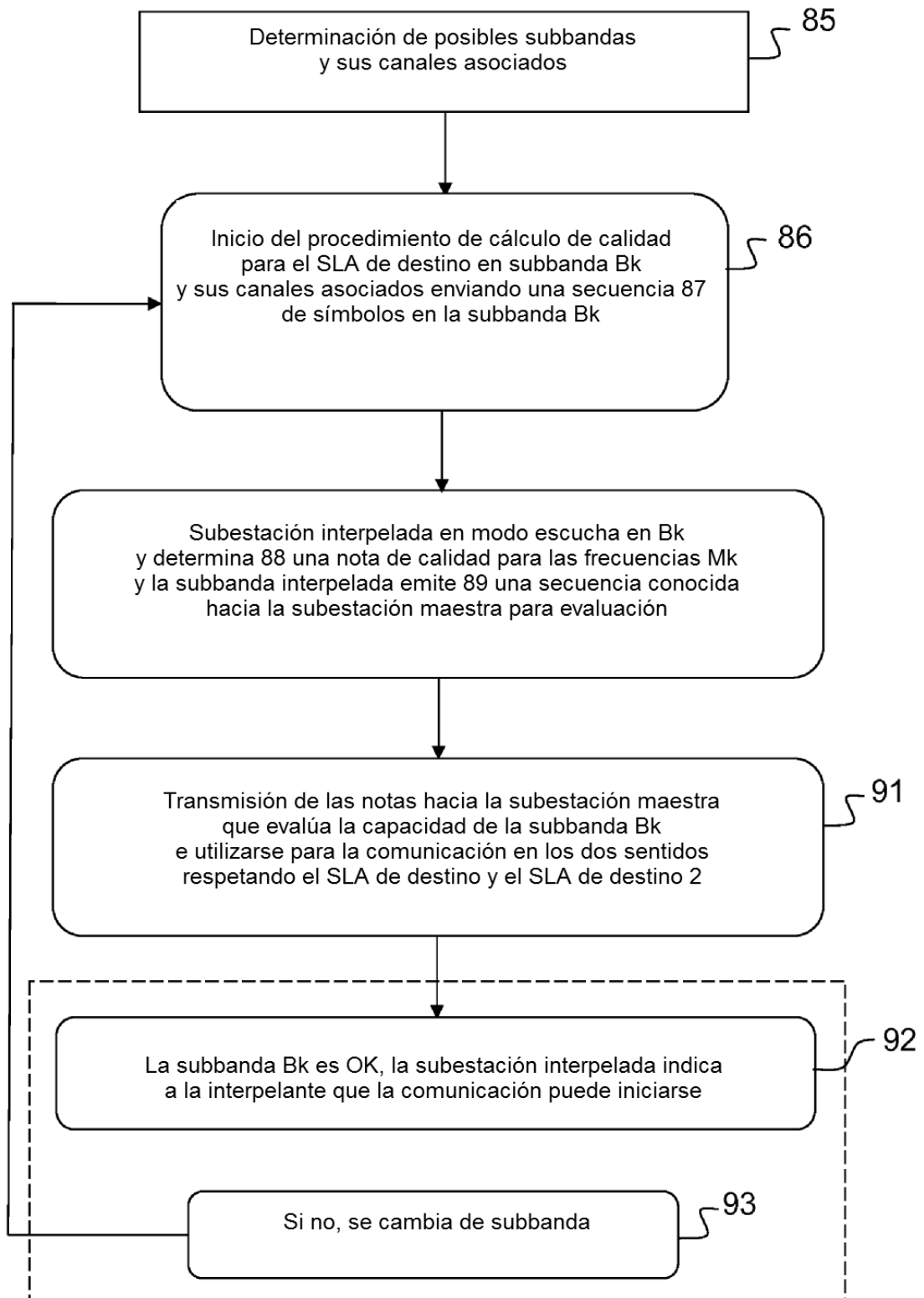


FIG.8