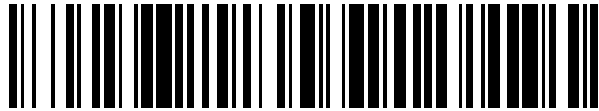


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 473 971**

51 Int. Cl.:

H04B 7/155 (2006.01)

H04B 7/15 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.11.2010 E 10782238 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.03.2014 EP 2502359**

54 Título: **Procedimiento para un repetidor adaptado para funcionar en un modo numérico y analógico**

30 Prioridad:

17.11.2009 FR 0958110

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

08.07.2014

73 Titular/es:

**DETRACOM (100.0%)
14, Chemin de Fondeyre
31200 Toulouse, FR**

72 Inventor/es:

**HUC, SERGE;
RAFIN, JÉRÉMIE y
FOURTET, CHRISTOPHE**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 473 971 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 para un repetidor adaptado para funcionar en un modo numérico y analógico

La presente invención pertenece al dominio de los sistemas profesionales de radiocomunicaciones, y se refiere más particularmente a la gestión de la coexistencia de terminales de usuario que ponen en práctica protocolos de radiocomunicaciones diferentes, en particular protocolos numérico y analógico.

Por « sistemas profesionales de radiocomunicaciones », se entiende, por oposición a los sistemas de telefonía móvil de gran público (GSM, UMTS, CDMA 2000, etc.), las redes de telecomunicaciones móviles privadas, generalmente puestas en práctica por particulares, empresas, colectivos, servicios públicos, administraciones, etc. Tales sistemas profesionales de radiocomunicaciones se conocen a veces bajo el acrónimo PMR (del inglés « Professional Mobile Radio»).

La utilización de tales sistemas es antigua, y se remonta a la concepción de los « talkie-walkies ».

Tales sistemas profesionales de radiocomunicaciones presentan la ventaja, con relación a los sistemas de telefonía móvil de gran público, de permitir un establecimiento casi instantáneo de comunicaciones (contra más de cinco segundos en un sistema de telefonía móvil de gran público, cuando la comunicación no ha sido rechazada por causa de perturbaciones sobre la red telefónica), de atribuir prioridades a las diferentes llamadas y/o terminales de usuario, de llamar simultáneamente a grupos de terminales de usuario, etc. Todas estas ventajas hacen que los sistemas profesionales de radiocomunicaciones sigan siendo indispensables en un número importante de situaciones, ligadas particularmente a la seguridad civil.

Durante muchos años, los sistemas profesionales de radiocomunicaciones han sido sistemas que utilizan protocolos de radiocomunicaciones analógicos. Ejemplos de tales protocolos de radiocomunicaciones analógicos son CCIR, CTCSS, ZVEI, EEA, etc.

Se asiste actualmente al despliegue de sistemas que utilizan protocolos de radiocomunicaciones numéricos para mejorar los rendimientos, proponer nuevos servicios a los usuarios, etc.

Existen diferentes protocolos de radiocomunicaciones numéricos, por ejemplo TETRA, dPMR, DMR, eDMR (marca registrada), etc.

Sin embargo, el despliegue de un sistema profesional de radiocomunicaciones constituye una inversión financiera muy grande, puesto que exige la instalación de una infraestructura que comprende repetidores, y exige igualmente dotarse de un parque de terminales de usuario que pueden ser terminales fijos, embarcados en un vehículo o portátiles.

Se comprende que, cuando un sistema analógico ha sido desplegado, éste debe ser rentabilizado antes de desplegar un nuevo sistema numérico. Por las razones mencionadas anteriormente, la transición de un sistema analógico hacia un sistema numérico se realizará principalmente de forma progresiva, de manera que será necesario gestionar un parque de terminales de usuario que comprende a la vez terminales analógicos y terminales numéricos.

El despliegue de un nuevo sistema profesional de radiocomunicaciones necesita además la obtención de una autorización, proporcionada por la autoridad administrativa competente, para utilizar uno o varios canales de frecuencia. Los canales de frecuencia actualmente utilizados se encuentran mayoritariamente en las bandas de frecuencias de alrededor de 40 megahercios (MHz), 80 MHz, 160 MHz y 400 MHz. Estas bandas de frecuencias están definidas a la vez para los sistemas analógicos y los sistemas numéricos, de manera que puede revelarse necesario gestionar la coexistencia de terminales numéricos y analógicos en un mismo canal de frecuencia.

Se conoce, de la solicitud de patente N° EP 1 624 589 un repetidor que gestiona la coexistencia de terminales analógicos y de terminales numéricos.

El repetidor de acuerdo con la solicitud de patente N° EP 1 624 589 efectúa a continuación y simultáneamente a la vez una búsqueda de actividad analógica y una búsqueda de actividad numérica, e intercambia simultáneamente señales con terminales numéricos y analógicos.

Tal repetidor es complejo y necesita por consiguiente una potencia de cálculo importante en la medida en que, para cada señal de radiofrecuencia, se verifica a la vez si ésta ha sido emitida por un terminal analógico y si ha sido emitida por un terminal numérico. Además, tal repetidor no contribuye a reducir las colisiones entre señales numéricas y señales analógicas.

La presente invención tiene por objetivo resolver en todo o en parte los problemas anteriormente mencionados, y propone para ello un repetidor adaptado para funcionar según un modo numérico y un modo analógico, así como un procedimiento de funcionamiento de tal repetidor, con el fin de gestionar la coexistencia en un mismo canal de frecuencia de terminales analógicos y de terminales numéricos.

Según un primer aspecto, la presente invención se refiere a un procedimiento de funcionamiento de un repetidor de un sistema profesional de radiocomunicaciones, estando el citado repetidor adaptado para funcionar según dos modos, un modo de funcionamiento numérico, en el cual el citado repetidor intercambia señales numéricas con uno o varios terminales numéricos, y un modo de funcionamiento analógico en el cual el citado repetidor intercambia señales analógicas con uno o varios terminales analógicos. Además, el modo de funcionamiento numérico se utiliza por defecto, y el procedimiento comprende:

- una etapa recurrente de búsqueda de actividad analógica de al menos un terminal analógico, ejecutada cuando el repetidor está en modo de procedimiento numérico,
- una etapa de cambio al modo de funcionamiento analógico, ejecutada cuando una actividad analógica ha sido detectada, siendo el modo de funcionamiento numérico interrumpido mientras el repetidor está en modo de funcionamiento analógico,
- una etapa de retorno al modo de funcionamiento numérico, ejecutada cuando se ha verificado un criterio de retorno.

De acuerdo con modos particulares de puesta en práctica, el procedimiento comprende una o varias de las características siguientes, tomadas de manera aislada o según todas las combinaciones técnicamente posibles:

- el criterio de retorno se verifica cuando se verifica un criterio de inactividad analógica y/o cuando ha transcurrido una duración predefinida máxima de interrupción del modo de funcionamiento numérico,
- en el curso de la etapa de cambio, el repetidor informa a los terminales numéricos de la interrupción del modo de funcionamiento numérico,
- el repetidor interrumpe la difusión de una vía de baliza del modo de funcionamiento numérico cuando el repetidor está en modo de funcionamiento analógico,
- el criterio de inactividad analógica se verifica cuando ninguna señal analógica ha sido detectada durante una duración predefinida máxima de inactividad analógica,
- la duración predefinida máxima de inactividad analógica se descompone en una primera duración, a la expiración de la cual el repetidor interrumpe las retransmisiones de señales analógicas, y una segunda duración, a la expiración de la cual el repetidor ejecuta la etapa de retorno al modo de funcionamiento numérico,
- a continuación de la ejecución de la etapa de retorno en el modo de funcionamiento numérico, la ejecución de la etapa de búsqueda de actividad analógica se interrumpe durante un tiempo predefinido mínimo de ejecución del modo de funcionamiento numérico,
- el procedimiento comprende una etapa recurrente de búsqueda de actividad numérica de al menos un terminal numérico, y no se consideran en el curso de la etapa de búsqueda de actividad analógica más que señales medidas en uno o varios intervalos de tiempo, llamados « intervalos de búsqueda », para los cuales una actividad numérica no ha sido detectada,
- estando los terminales numéricos multiplexados en el tiempo y utilizando intervalos de tiempos distintos, llamados « slots », la etapa de búsqueda de actividad numérica es ejecutada para cada slot,
- en el curso de la etapa de búsqueda de actividad analógica, se busca una actividad analógica en las señales medidas en intervalos de búsqueda comprendidos en una ventana de tiempo deslizante, llamada « ventana de búsqueda », cuya duración está predefinida en función de parámetros del modo de funcionamiento analógico,
- la duración de la ventana de búsqueda está adaptada para permitir la detección de una secuencia de cinco tonalidades según la recomendación 257-2 del CCIR.

De acuerdo con un segundo aspecto, la presente invención se refiere a un repetidor de un sistema profesional de radiocomunicaciones, que comprende un módulo de tratamiento numérico, adaptado para poner en práctica un modo de funcionamiento numérico, en el cual el citado repetidor intercambia señales numéricas con uno o varios terminales numéricos, y un módulo de tratamiento analógico, adaptado para poner en práctica un modo de funcionamiento analógico en el cual el citado repetidor intercambia señales analógicas con uno o varios terminales analógicos. Además, el repetidor está configurado para utilizar por defecto el modo de funcionamiento numérico, y comprende:

- medios de buscar de manera recurrente una actividad analógica de al menos un terminal analógico, cuando el citado repetidor está en modo de funcionamiento numérico,

- medios de cambiar el repetidor al modo de funcionamiento analógico cuando una actividad analógica ha sido detectada,
- medios de interrumpir el modo de funcionamiento numérico mientras el repetidor está en modo de funcionamiento analógico,
- 5 - medios de volver al modo de funcionamiento numérico cuando se verifica un criterio de retorno.

De acuerdo con modos particulares de realización, el repetidor comprende una o varias de las características siguientes, tomadas aisladamente o de acuerdo con todas las combinaciones técnicamente posibles:

- el criterio de retorno se verifica cuando se verifica un criterio de actividad analógica y/o cuando ha transcurrido una duración predefinida máxima de interrupción del modo de funcionamiento numérico,
- 10 - los medios de interrumpir el modo de funcionamiento numérico están configurados para informar a los terminales numéricos de la interrupción del modo de funcionamiento numérico,
- los medios de interrumpir el modo de funcionamiento numérico están configurados para interrumpir la difusión de una vía de baliza del modo de funcionamiento numérico,
- 15 - el repetidor comprende medios de búsqueda de una actividad numérica de al menos un terminal numérico, y los medios de búsqueda de una actividad analógica no utilizan más que señales medidas en uno o varios intervalos de tiempo para los cuales una actividad numérica no ha sido detectada.

La presente invención se refiere igualmente a un producto de programa de ordenador, que comprende un conjunto de instrucciones de código de programa adaptadas para la puesta en práctica de un procedimiento de acuerdo con la invención, cuando estas instrucciones son ejecutadas por un repetidor de acuerdo con la invención.

20 La invención se comprenderá mejor con la lectura de la descripción siguiente, dada a título de ejemplo en absoluto limitativo, y realizada en referencia a las figuras que representan:

- Figura 1: una representación esquemática de un sistema de radiocomunicaciones que comprende un repetidor, terminales numéricos y terminales analógicos,
- 25 - Figura 2: un diagrama que ilustra el principio general de un procedimiento de funcionamiento de un repetidor de acuerdo con la invención,
- Figuras 3a, 3b y 3c: diagramas de tiempo que ilustran ejemplos de criterios de retorno a un modo analógico,
- Figura 4: un diagrama que ilustra un modo particular de puesta en práctica de un procedimiento de funcionamiento de acuerdo con la invención,
- 30 - Figuras 5a y 5b: diagramas de tiempo que ilustran ejemplos de intervalos de búsqueda que pueden ser utilizados para detectar una actividad analógica.

La figura 1 representa un sistema 10 profesional de radiocomunicaciones que comprende al menos un repetidor 20, uno o varios terminales numéricos 30a, y uno o varios terminales analógicos 30b.

35 La presente invención encuentra una aplicación particularmente ventajosa en la gestión de la coexistencia de terminales numéricos 30a y analógicos 30b en un mismo canal de frecuencia, o en canales diferentes pero que se recubren al menos parcialmente (por ejemplo canales de anchos diferentes, tales como un canal de frecuencia de 12,5 kHz de ancho y un canal de frecuencia de 6,25 kHz de ancho).

40 Nada excluye aplicar la invención a la coexistencia de terminales numéricos 30a y analógicos 30b en canales de frecuencia diferentes, que no se recubren, pero se comprende que la utilización de tales canales de frecuencia es en sí misma una forma de gestionar la coexistencia de los citados terminales.

La presente invención es además aplicable a cualquier banda de frecuencias, particularmente las bandas de frecuencias en los alrededores de 40 MHz, 80 MHz, 160 MHz y 400 MHz.

45 El repetidor 20 está adaptado para funcionar según al menos dos modos de funcionamiento: un modo de funcionamiento numérico, en el cual el repetidor 20 intercambia señales numéricas con uno o con varios terminales numéricos 30a, y un modo de funcionamiento analógico, en el cual el repetidor 20 intercambia señales analógicas con uno o con varios terminales analógicos 30b.

Por « señal analógica », se entiende una señal de radiofrecuencia puesta en forma según un protocolo de radiocomunicaciones analógico (CCIR, CTCSS, o cualquier otro protocolo de radiocomunicaciones analógico).

Por « señal numérica », se entiende una señal de radiofrecuencia formada según un protocolo de radiocomunicaciones numérico (TETRA, dPMR, DMR, eDMR (marca registrada), o cualquier otro protocolo de radiocomunicaciones numérico).

5 Debe observarse que existen generalmente protocolos de radiocomunicaciones híbridos, a la vez analógicos y numéricos (MPT1327, MDC1200, BISS1200, etc.). Tales protocolos pueden igualmente ser considerados y entran, en el sentido de la invención, en la categoría de los protocolos de radiocomunicaciones analógicos.

La figura 2 representa esquemáticamente el principio general del procedimiento de funcionamiento del repetidor 20. El repetidor 20 utiliza por defecto el modo de funcionamiento numérico, y el citado procedimiento comprende las etapas siguientes:

- 10 - una etapa 50 recurrente de búsqueda de actividad analógica de al menos un terminal analógico 30b, cuando el repetidor 20 está en modo de funcionamiento numérico,
- una etapa 51 de cambio al modo de funcionamiento analógico, ejecutado cuando una actividad analógica ha sido detectada, siendo el modo de funcionamiento numérico interrumpido mientras el repetidor está en modo de funcionamiento analógico,
- 15 - una etapa 52 de retorno al modo de funcionamiento numérico, cuando se ha verificado un criterio de retorno.

Se comprende que la coexistencia entre los terminales numéricos 30a y los terminales analógicos 30b está asegurada por una multiplexación en el tiempo de los modos de funcionamiento numérico y analógico.

20 Por el hecho de que el modo de funcionamiento numérico es utilizado por defecto, los terminales numéricos 30a tienen un acceso privilegiado al repetidor 20. Esto resulta ventajoso en la medida en que, cuando no hay ningún terminal analógico 30b presente, la puesta en práctica del procedimiento de funcionamiento es transparente para los terminales numéricos 30a. Además, no será necesario reconfigurar el repetidor 20 cuando el sistema 10 de radiocomunicaciones no comprenda ya terminales analógicos 30b.

25 Los protocolos de radiocomunicaciones numéricos actuales prevén generalmente la difusión, mediante el repetidor 20, de informaciones de control llamadas « vía de baliza ». Esta vía de baliza es utilizada por el repetidor 20 para indicar su presencia a los terminales numéricos 30a, e igualmente para indicar a los citados terminales numéricos informaciones útiles para acceder al canal de frecuencia (por ejemplo informaciones de sincronización).

Si se ha previsto la difusión de una vía de baliza, ésta es emitida por el repetidor 20 cuando utiliza el modo de funcionamiento numérico.

30 En el curso de la etapa 50 de búsqueda de actividad analógica, se evalúa, en función de señales medidas al nivel de una antena del repetidor 20, si un terminal analógico 30b está emitiendo una señal analógica.

35 La etapa 50 de búsqueda de actividad analógica es ejecutada de manera recurrente. Por « recurrente », se entiende que la etapa 50 de búsqueda de actividad analógica es ejecutada regularmente, mientras una actividad analógica no ha sido detectada, para verificar si una actividad analógica ha aparecido desde la ejecución precedente. La etapa 50 de búsqueda de actividad analógica es por ejemplo ejecutada de manera sensiblemente periódica, en continuo, etc.

Una actividad analógica es por ejemplo detectada si las señales recibidas presentan características de señales analógicas. Las características de señales analógicas dependen del protocolo de radiocomunicaciones analógico implementado en el repetidor 20.

40 Por ejemplo en el caso de la recomendación 257-2 del CCIR (ahora IUT-R), las señales analógicas están constituidas por secuencias de cinco tonalidades (siendo una tonalidad una señal sensiblemente sinusoidal, caracterizada por su frecuencia principal). Una tonalidad representa una cifra, y una tonalidad específica está definida en el caso de dos cifras consecutivas idénticas, de manera que dos tonalidades consecutivas de una misma secuencia son siempre frecuencias principales diferentes. En general, la duración de una tonalidad es del orden de 100 milisegundos (ms), la duración de un silencio entre dos tonalidades consecutivas de una secuencia es del orden de 7,5 ms, la separación en el tiempo de dos secuencias es generalmente del orden de 350 ms.

Las características de señales analógicas en el caso de la recomendación 257-2 del CCIR son por ejemplo: las frecuencias posibles para las diferentes tonalidades, la duración de una tonalidad, la duración de un silencio entre dos tonalidades, el número de tonalidades de una secuencia, la duración de una secuencia, etc.

50 Si las características de las señales recibidas son compatibles con las de una secuencia de cinco tonalidades, se detecta una actividad analógica.

Se comprende que los principios expuestos anteriormente no están limitados a las secuencias de cinco tonalidades en el sentido de la recomendación 257-2 del CCIR, sino que se extienden en cambio a cualquier tipo de señal

analógica que pueda ser definida en un protocolo de radiocomunicaciones analógico implementado en el repetidor 20.

5 Cuando una actividad analógica ha sido detectada, el repetidor 20 pone en práctica la etapa 51 de cambio, y cambia al modo de funcionamiento analógico. Mientras el repetidor 20 está en modo de funcionamiento analógico, el modo de funcionamiento numérico es interrumpido, es decir, que el citado repetidor deja de intercambiar señales numéricas con terminales numéricos 30a. Ventajosamente, el repetidor 20 no efectúa ninguna búsqueda de actividad numérica cuando está en modo de funcionamiento analógico, de manera que el citado repetidor trata todas las señales de radiofrecuencia recibidas como señales analógicas emitidas por terminales analógicos 30b.

10 Preferentemente, en el curso de la etapa 51 de cambio, el repetidor 20 informa a los terminales numéricos 30a de una interrupción inmediata o inminente del modo de funcionamiento numérico, transmitiendo una señal de interrupción que puede tomar cualquier forma adaptada. Un terminal numérico 30a informado de esta interrupción podrá parar de emitir señales numéricas al menos temporalmente, de manera que los riesgos de colisiones entre señales numéricas y señales analógicas serán reducidos.

15 Preferentemente, la señal de interrupción comprende un campo que indica un motivo de interrupción. Esto resulta ventajoso por diversas razones. En primer lugar, puede permitir al terminal numérico 30a informar al usuario del citado motivo de interrupción. Además, si el terminal numérico 30a está igualmente adaptado para utilizar el modo de funcionamiento analógico, puede igualmente cambiar al citado modo de funcionamiento analógico.

20 Si el repetidor 20 difunde una vía de baliza cuando utiliza el modo de funcionamiento numérico, esta difusión es preferentemente interrumpida en el curso de la etapa 51 de cambio, por ejemplo cuando se utiliza el modo de funcionamiento analógico. Sin esta vía de baliza, los terminales numéricos 30a no podrán comunicarse con el repetidor 20, de manera que los riesgos de colisiones entre señales numéricas y señales analógicas se reducirán. Un terminal numérico 30a podrá por ejemplo parar de emitir señales numéricas cuando la vía de baliza no se haya recibido.

25 La etapa 52 de retorno al modo de funcionamiento numérico es ejecutada cuando se ha verificado un criterio de retorno.

Preferentemente, el citado criterio de retorno se verifica cuando se verifica un criterio de inactividad analógica y/o tras la expiración de una duración máxima de interrupción del funcionamiento según el modo numérico.

30 Preferentemente, la etapa 52 de retorno al modo de funcionamiento numérico es ejecutada únicamente cuando se verifica el criterio de inactividad analógica y/o tras la expiración de la duración máxima de interrupción del funcionamiento según el modo numérico.

El criterio de inactividad analógica se ha verificado por ejemplo cuando ninguna señal analógica ha sido recibida por el repetidor 20 durante un tiempo predefinido, llamado « duración máxima de inactividad analógica », preferentemente comprendido ente 30 segundos y 1 minuto.

35 De acuerdo con un ejemplo no limitativo, la propia duración máxima de inactividad analógica citada se descompone en una primera duración y una segunda duración:

- una primera duración de expiración de la cual, si el repetidor 20 no detecta señales analógicas para ser retransmitidas, abandona las retransmisiones, con fines principalmente de economizar sus recursos energéticos (por ejemplo poniendo un amplificador de potencia en espera),
- 40 - una segunda duración, que se inicia en la expiración de la primera duración, a la expiración de la cual, si el repetidor 20 no detecta señales analógicas para ser retransmitidas, vuelve al modo de funcionamiento numérico.

Las figuras 3a y 3b ilustran la utilización respectivamente de la primera duración y de la segunda duración. En estas figuras, se designa por « Actividad RX » una actividad analógica, y por « TX del repetidor » las retransmisiones de señales analógicas por parte del repetidor 20.

45 En la figura 3a, se distinguen principalmente seis tiempos T1 a T6:

- tiempo T1: el repetidor 20 detecta una actividad analógica y ejecuta la etapa 51 de cambio al modo de funcionamiento analógico,
- tiempo T2: la actividad analógica se detiene y el repetidor 20 inicia el descuento de la primera duración,
- 50 - tiempo T3: la actividad analógica se retoma, el descuento de la primera duración se detiene,

- tiempo T4: la actividad analógica se detiene y el repetidor 20 inicia de nuevo el descuento de la primera duración,
- tiempo T5: la primera duración ha expirado, las retransmisiones de señales analógicas por parte del repetidor 20 se detienen,
- 5 - tiempo T6: la actividad analógica se retoma; las retransmisiones de señales analógicas son retomadas.

En la figura 3b, se distinguen principalmente cuatro tiempos T1 a T4:

- tiempo T1: el repetidor 20 detecta una actividad analógica y ejecuta la etapa 51 de cambio al modo de funcionamiento analógico,
- 10 - tiempo T2: la actividad analógica se detiene y el repetidor 20 inicia el descuento de la primera duración,
- tiempo T3: la primera duración ha expirado, las retransmisiones de señales analógicas por parte del repetidor 20 se detienen, el repetidor 20 inicia el descuento de la segunda duración,
- 15 - tiempo T4: la segunda duración ha expirado, el repetidor 20 ejecuta la etapa 52 de retorno al modo de funcionamiento numérico.

Alternativamente al criterio de inactividad analógica, o en combinación con el citado criterio de inactividad analógica, el retorno al modo de funcionamiento numérico es efectuado de oficio a la expiración de una duración predefinida máxima de interrupción del modo de funcionamiento numérico.

20 La figura 3c ilustra la utilización de la duración de interrupción máxima del modo de funcionamiento numérico. Se distinguen principalmente dos tiempos T1 y T2:

- tiempo T1: el repetidor 20 detecta una actividad analógica, ejecuta la etapa 51 de cambio al modo de funcionamiento analógico, e inicia el descuento de la duración de interrupción máxima,
- tiempo T2: la duración de interrupción máxima ha expirado, el repetidor 20 ejecuta la etapa 52 de retorno al modo de funcionamiento numérico.

25 Así, tal como se ha descrito precedentemente, el repetidor 20 utiliza por defecto el modo de funcionamiento numérico, y resulta ventajoso asegurar que la interrupción de este funcionamiento sea acotada en el tiempo, independientemente de la actividad analógica, con el fin de asegurar de nuevo una disponibilidad del repetidor 20 para los terminales numéricos 30a.

30 La duración máxima de interrupción resulta ventajosa por el hecho de que el repetidor 20 puede confundir una señal analógica con ruido presente en la antena del repetidor 20, en cuyo caso no se verificaría un criterio de inactividad analógica, mientras que en realidad ningún terminal analógico 30b ha emitido ninguna señal analógica. La duración predefinida máxima de interrupción está por ejemplo comprendida entre 1 minuto y 5 minutos.

35 En un modo particular de puesta en práctica, compatible con uno cualquiera de los modos descritos precedentemente, la ejecución de la etapa 50 de búsqueda de actividad analógica puede ser interrumpida, tras la ejecución de la etapa 52 de retorno, durante un tiempo predefinido, llamado « duración mínima de ejecución del modo de funcionamiento numérico ».

40 La duración mínima de ejecución del modo de funcionamiento numérico resulta ventajosa con el fin de evitar cambiar de nuevo demasiado rápidamente al modo de funcionamiento analógico. Además, habiéndose interrumpido la ejecución de la etapa 50 de búsqueda de actividad analógica, los tratamientos que se deben efectuar simultáneamente son reducidos en tiempo.

En el curso de la etapa 52 de retorno a un funcionamiento según el modo numérico, el repetidor 20 inicia de nuevo la difusión de la vía de baliza, si ésta ha sido interrumpida en el curso de la etapa 51 de cambio.

45 La figura 4 representa un modo preferido de puesta en práctica del procedimiento de funcionamiento del repetidor 20, en el cual el citado procedimiento comprende una etapa 53 de búsqueda de actividad numérica, de al menos un terminal numérico 30a, en señales medidas por el repetidor 20, y la etapa 50 de búsqueda de actividad analógica no es ejecutada más que para señales medidas para las cuales no se ha detectado ninguna actividad numérica.

La etapa 53 de búsqueda de actividad numérica no es ejecutada cuando el repetidor 20 está en el modo de funcionamiento analógico, siendo el modo de funcionamiento numérico interrumpido.

Este modo de puesta en práctica resulta ventajoso por el hecho de que las señales numéricas, tales que están definidas por ejemplo en la norma DMR, pueden a veces ser sensiblemente sinusoidales, y ser confundidas con señales analógicas, tales como tonalidades en el sentido de la recomendación 257-2 del CCIR.

5 Tales señales numéricas pueden por consiguiente conducir a una detección errónea de actividad analógica, que sería perjudicial para los rendimientos del sistema 10 profesional de radiocomunicaciones puesto que el repetidor 20 podría cambiar al modo de funcionamiento analógico incluso en ausencia de terminal analógico 30b.

10 Tales señales numéricas pueden igualmente conducir a no detectar la presencia de un terminal analógico 30b. Por ejemplo, tales señales numéricas podrían ser confundidas con tonalidades en el sentido de la recomendación 257-2 del CCIR. Una secuencia de cinco tonalidades, efectivamente emitida por un terminal analógico 30b, sería entonces perturbada por tonalidades parásitas (por el hecho de las señales numéricas), y podría no ser detectada por el repetidor 20 puesto que la secuenciación estimada y el número estimado de las tonalidades en la señal medida no serían considerados como los de una secuencia de cinco tonalidades.

15 Se comprende que, no siendo la etapa 50 de búsqueda de actividad analógica ejecutada más que considerando señales medidas para las cuales no ha sido detectada ninguna actividad numérica en el curso de la etapa 53, se reduce la probabilidad de detección errónea en ausencia de señales analógicas, y se aumenta la probabilidad de detección en presencia de una señal analógica.

20 Se describen ahora las etapas 53 de búsqueda de actividad numérica y 50 de búsqueda de actividad analógica en referencia a las figuras 5a y 5b, en el caso de un protocolo de radiocomunicaciones numérico basado en una multiplexación en el tiempo de los usuarios (o TDMA del inglés « Time Division Multiple Access »). En tales protocolos, un canal de frecuencia es generalmente organizado en el tiempo de acuerdo con una trama sensiblemente periódica, dividida en varios intervalos de tiempo distintos, llamados « slots », pudiendo cada slot ser utilizado por un terminal numérico 30a. La posición en el tiempo de los slots es conocida o determinable, pero no se sabe necesariamente de antemano si un slot va a ser utilizado por un terminal numérico.

25 Las figuras 5a y 5b representan ejemplos en el caso de un slot tal como el definido en la norma DMR. Tal slot se descompone en tres partes:

- una primera parte D1 y una tercera parte D3 que, cuando el slot es utilizado, están ocupadas por datos del usuario,
- una segunda parte D2, intercalada entre las citadas partes primera y segunda que, cuando el slot es utilizado, está ocupado por informaciones de control por ejemplo, una secuencia de sincronización.

30 La etapa 53 de búsqueda de actividad numérica es preferentemente ejecutada sobre las señales medidas en el curso de la segunda parte D2, por el hecho de la posible presencia de una secuencia de sincronización que, por el hecho de que es conocida a priori, es más simple de detectar.

Si se detecta una actividad numérica en el curso de un slot de índice N, ninguna señal medida en el curso de este slot será considerada en el curso de la etapa 50 de búsqueda de actividad analógica.

35 Si, por el contrario, no se detecta actividad numérica en el curso de un slot de índice N, varios intervalos de señales medidas podrán ser considerados en el curso de la etapa 50 de búsqueda de actividad analógica.

40 La figura 5a ilustra el caso en el que sólo señales medidas tras el fin de la ejecución de la etapa 53 son consideradas para la búsqueda de actividad analógica. Este punto se ilustra en la figura 5a mediante la curva inferior, cuyo nivel alto representa un intervalo considerado en el curso de la etapa 50 (designado por « I_R » en la figura 5a, correspondiente sensiblemente a la parte D3). Por el contrario, el nivel bajo representa un intervalo en el cual las señales medidas no son conservadas.

45 De acuerdo con otro ejemplo, ilustrado por la figura 5b, es posible memorizar sucesivamente las señales medidas en un slot. Así, en el curso de la etapa 50 de búsqueda de actividad analógica, se podrán considerar señales medidas previamente al fin de la ejecución de la etapa 53, si ninguna actividad numérica ha sido detectada. Tal como se representa en la figura 5b, se conserva por ejemplo un intervalo I_R correspondiente a la integralidad del slot.

Otros ejemplos son posibles, y se comprende que se van a considerar, en el curso de la etapa 50 de búsqueda de actividad analógica, de las señales medidas en el curso de intervalos, llamados « intervalos de búsqueda » I_R , cuya duración depende de la implementación elegida, no siendo una elección particular de duración del intervalo de búsqueda más que una variante de implementación del procedimiento.

50 Debe observarse que se ha previsto generalmente un intervalo, llamado « intervalo de guarda », entre los slots, con el fin de evitar colisiones entre señales numéricas emitidas por terminales numéricos 30a diferentes (por el hecho particularmente de las diferencias de tiempos de propagación y de errores de sincronización). Los intervalos de búsqueda pueden igualmente comprender señales medidas en el curso de estos intervalos de guarda.

Los principios descritos precedentemente, en referencia a las figuras 5a y 5b, no están limitados a la norma DMR, sino que se extienden en cambio a cualquier otro tipo de protocolo de radiocomunicaciones numérico.

5 En un modo particular de puesta en práctica del procedimiento de funcionamiento del repetidor 20, se consideran en el curso de la etapa 50 de búsqueda informaciones determinadas a partir de las señales medidas en el curso de todos los intervalos de búsqueda comprendidos en una ventana de tiempo, llamada « ventana de búsqueda », cuya duración está predefinida en función de parámetros del protocolo de radiocomunicaciones analógico soportado por el repetidor 20.

10 Por ejemplo, si se considera la duración de un slot DMR, que es del orden de 30 ms, y una secuencia de cinco tonalidades según la recomendación 257-2 del CCIR, cuya duración está comprendida entre 500 ms y 600 ms, se comprende que in intervalo de búsqueda, cuya duración es generalmente igual o menor que la de un slot (en los intervalos de guarda cercanos), será suficiente para detectar una secuencia de cinco tonalidades.

15 Considerando intervalos de búsqueda comprendidos en una ventana de búsqueda cuya duración depende del protocolo de radiocomunicaciones analógico (por ejemplo sensiblemente igual o mayor que 500 ms en el caso de una secuencia de cinco tonalidades), la búsqueda de actividad analógica está mejor adaptada al protocolo analógico considerado.

La ventana de búsqueda es preferentemente una ventana deslizante, es decir, que las informaciones (determinadas a partir de las señales medidas en el curso de intervalos de búsqueda) más antiguas ya no son consideradas a medida que se determinan nuevas informaciones.

20 Se comprende que no se dispone en general de informaciones de manera continua en la integralidad de la ventana de búsqueda, sino únicamente en los intervalos de búsqueda comprendidos en la ventana de decisión deslizante en curso. En otras palabras, se dispone, en una ventana de búsqueda, de intervalos de búsqueda separados por silencios que corresponden a intervalos de tiempo no retenidos por el hecho de una detección de actividad numérica.

25 Las informaciones sobre cada uno de los intervalos de búsqueda corresponden particularmente a los instantes de inicio y de fin de cada uno de estos intervalos de búsqueda.

En el caso de una secuencia de cinco tonalidades, las informaciones dependen de la posición en el tiempo del intervalo de búsqueda con respecto a la citada secuencia de cinco tonalidades. Las señales medidas en un intervalo de búsqueda pueden corresponder a:

- 30 - una tonalidad de la secuencia: en este caso, las informaciones comprenden la frecuencia estimada de la tonalidad,
- una tonalidad de la secuencia y un silencio, correspondiendo el silencio a un silencio entre dos tonalidades consecutivas o a un silencio anterior o posterior a la citada secuencia: en este caso, las informaciones comprenden la frecuencia estimada de la tonalidad, y el instante estimado de transición entre la tonalidad y el silencio,
- 35 - dos tonalidades separadas por un silencio: en este caso, las informaciones comprenden las frecuencias estimadas de las dos tonalidades, y los instantes estimados de transición entre la primera tonalidad y el silencio, y entre el silencio y la segunda tonalidad.

40 En función de las informaciones determinadas a partir de las señales medidas en los intervalos de búsqueda de una ventana de búsqueda, el repetidor 20 puede verificar si éstas pueden corresponder a una señal analógica, teniendo en cuenta el conocimiento a priori del cual dispone el repetidor 20 sobre las citadas señales analógicas (en el caso de una secuencia de cinco tonalidades: frecuencias posibles de las tonalidades, duración de las tonalidades, duración de los silencios entre tonalidades, duración de los silencios entre secuencias de tonalidades, tonalidades consecutivas necesariamente diferentes, etc.).

45 Por ejemplo, en el caso de una secuencia de cinco tonalidades, si las citadas informaciones indican que se tendrían dos tonalidades consecutivas de la misma frecuencia, el repetidor 20 decidirá que no hay actividad analógica puesto que las informaciones son incompatibles con el tipo de señal analógica buscada. Si las citadas informaciones indican que una tonalidad tendría una duración inferior a 50 ms, de la misma manera el repetidor 20 decidirá que no hay actividad analógica, etc.

50 La utilización de una ventana de búsqueda resulta igualmente ventajosa para limitar las detecciones erróneas de señales analógicas, ligadas a interferencias intra canal de frecuencias. Tales interferencias están ligadas al hecho de que las señales de radiofrecuencia pueden propagarse sobre distancias importantes: el repetidor 20 puede por consiguiente recibir señales analógicas, emitidas en un canal de frecuencias explotado por el citado repetidor, pero destinadas a otro repetidor distante. Basándose en las informaciones determinadas por ejemplo a partir de un solo intervalo de búsqueda, el repetidor 20 podría cambiar a modo de funcionamiento analógico por el hecho de estas

interferencias intra canal de frecuencias. Por el hecho de la utilización de la ventana de búsqueda, este tipo de errores de detección podrá ser reducido.

La presente invención se refiere igualmente a un repetidor 20 adaptado para funcionar según uno cualquiera de los modos de puesta en práctica del procedimiento.

5 El repetidor 20 comprende al menos una antena acoplada a un módulo de radiofrecuencia. El módulo de radiofrecuencia está adaptado por una parte para tratar señales de radiofrecuencia emitidas por terminales numéricos 30a o analógicos 30b y recibidos por la antena, y por otra parte para formar señales de radiofrecuencia para ser emitidas por la antena en dirección a terminales numéricos 30a o analógicos 30b.

10 El repetidor 20 comprende igualmente un módulo de tratamiento numérico y un módulo de tratamiento analógico, acoplados a la antena a través del módulo de radiofrecuencia. De acuerdo con otros ejemplos, el repetidor 20 comprende una antena y/o un módulo de radiofrecuencia por cada módulo de tratamiento (numérico o analógico).

El módulo de tratamiento numérico está adaptado para poner en práctica el modo de funcionamiento numérico, y el módulo de tratamiento analógico está adaptado para poner en práctica el modo de funcionamiento analógico.

15 El repetidor 20 pone en práctica un procedimiento de funcionamiento según uno cualquiera de los modos descritos precedentemente.

20 El repetidor 20 está configurado para utilizar por defecto el modo de funcionamiento numérico, y el citado repetidor comprende medios de puesta en práctica de las diferentes etapas del procedimiento de funcionamiento. En particular, el repetidor 20 comprende medios de buscar una actividad analógica, medios de cambiar a modo de funcionamiento analógico, medios de interrumpir el modo de funcionamiento numérico mientras el repetidor 20 está en modo de funcionamiento analógico, y medios de volver al modo de funcionamiento numérico cuando se verifica el criterio de retorno.

De acuerdo con un modo preferido de realización, el repetidor 20 comprende igualmente medios de búsqueda de una actividad numérica, y los medios de búsqueda de una actividad analógica no utilizan más que señales medidas en intervalos de búsqueda para los cuales no ha sido detectada una actividad numérica.

25 De acuerdo con un modo particular de realización del repetidor 20, comprende uno o varios microcontroladores y/o microprocesadores, conectados a memorias informáticas (disco duro magnético, memoria rápida, disco óptico, etc.) en los cuales está memorizado un producto de programa de ordenador, bajo la forma de un conjunto de instrucciones de código para ser ejecutadas para poner en práctica las funciones de los medios de búsqueda de una actividad analógica, de los medios de cambio al modo de funcionamiento analógico y de interrumpir el modo de funcionamiento numérico, de los medios de volver al modo de funcionamiento numérico y, en este caso, de los
30 medios de búsqueda de una actividad numérica.

De acuerdo con ciertos modos de realización del repetidor 20, comprende igualmente uno o varios circuitos integrados, de tipo ASIC, FPGA, etc., adaptados para poner en práctica en todo o en parte funciones de los citados medios anteriormente mencionados.

35 La presente invención encuentra una aplicación particularmente ventajosa en los sistemas profesionales de radiocomunicaciones que comprenden una pluralidad de terminales de usuario, de los cuales algunos ponen en práctica un protocolo numérico y algunos ponen en práctica un protocolo analógico. La invención gestiona esta coexistencia sin que los rendimientos del sistema sean degradados en ausencia de terminales analógicos. Además, la invención permite reducir las colisiones entre señales analógicas y señales numéricas.

REIVINDICACIONES

- 1 - Procedimiento de funcionamiento de un repetidor (20) de un sistema (10) profesional de radiocomunicaciones, estando el citado repetidor adaptado para funcionar según dos modos, un modo de funcionamiento numérico, en el cual el citado repetidor intercambia señales numéricas con uno o varios terminales numéricos (30a), y un modo de funcionamiento analógico en el cual el citado repetidor intercambia señales analógicas con uno o varios terminales analógicos (30b), caracterizado por que el modo de funcionamiento numérico es utilizado por defecto, y por que comprende:
- una etapa (50) recurrente de búsqueda de actividad analógica de al menos un terminal analógico (30b), ejecutada cuando el repetidor (20) está en modo de funcionamiento numérico,
 - una etapa (51) de cambio al modo de funcionamiento analógico, ejecutada cuando una actividad analógica ha sido detectada, siendo el modo de funcionamiento numérico interrumpido mientras el repetidor (20) está en modo de funcionamiento analógico,
 - una etapa (52) de retorno al modo de funcionamiento numérico, ejecutada cuando se verifica un criterio de inactividad analógica y/o cuando la duración predefinida máxima de interrupción del modo de funcionamiento numérico ha transcurrido.
- 2 - Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual, en el curso de la etapa (51) de cambio, el repetidor (20) informa a los terminales numéricos (30a) de la interrupción del modo de funcionamiento numérico.
- 3 - Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 2, en el cual el repetidor (20) interrumpe la difusión de una vía de baliza del modo de funcionamiento numérico mientras el repetidor está en modo de funcionamiento analógico.
- 4 - Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, en el cual el criterio de inactividad analógica se verifica cuando ninguna señal analógica ha sido detectada durante un tiempo predefinido máximo de inactividad analógica.
- 5 - Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4, en el cual la duración predefinida máxima de inactividad analógica se descompone en una primera duración, a la expiración de la cual el repetidor (20) interrumpe las retransmisiones de señales analógicas, y una segunda duración, a la expiración de la cual el repetidor (20) ejecuta la etapa (52) de retorno al modo de funcionamiento numérico.
- 6 - Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, en el cual, a continuación de la ejecución de la etapa (52) de retorno al modo de funcionamiento numérico, la ejecución de la etapa (50) de búsqueda de actividad analógica es interrumpida durante un tiempo predefinido mínimo de ejecución del modo de funcionamiento numérico.
- 7 - Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, que comprende una etapa (53) recurrente de búsqueda de actividad numérica de al menos un terminal numérico (30a), y en el cual no se consideran en el curso de la etapa (50) de búsqueda de actividad analógica más que señales medidas en uno o en varios intervalos de tiempo, llamados « intervalos de búsqueda » (I_R), para los cuales una actividad numérica no ha sido detectada.
- 8 - Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 7, en el cual, los terminales numéricos (30a) están multiplexados en el tiempo y utilizan intervalos de tiempo distintos, llamados « slots », en el cual la etapa (53) de búsqueda de actividad numérica es ejecutada para cada slot.
- 9 - Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 7 a 8, en el cual, en el curso de la etapa (50) de búsqueda de actividad analógica, una actividad analógica es buscada en señales medidas en intervalos de búsqueda (I_R) comprendidos en una ventana de tiempo deslizante, llamada « ventana de búsqueda », cuya duración está predefinida en función de parámetros del modo de funcionamiento analógico.
- 10 - Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 9, en el cual la duración de la ventana de búsqueda está adaptada para permitir la detección de una secuencia de cinco tonalidades según la recomendación 257-2 del CCIR.
- 11 - Repetidor (20) de un sistema (10) profesional de radiocomunicaciones, que comprende un módulo de tratamiento numérico, adaptado para poner en práctica un modo de funcionamiento numérico, donde el citado repetidor intercambia señales numéricas con uno o con varios terminales numéricos (30a), y un módulo de tratamiento analógico, adaptado para poner en práctica un modo de funcionamiento analógico en el cual el citado repetidor intercambia señales analógicas con uno o con varios terminales analógicos (30b), caracterizado por que el repetidor (20) está configurado para utilizar por defecto el modo de funcionamiento numérico, y por que comprende:
- medios de buscar de manera recurrente una actividad analógica de al menos un terminal analógico (30b), cuando el citado repetidor (20) está en modo de funcionamiento numérico,

- medios de cambiar el repetidor al modo de funcionamiento analógico cuando una actividad analógica ha sido detectada,
 - medios de interrumpir el modo de funcionamiento numérico mientras el repetidor (20) está en modo de funcionamiento analógico,
- 5 - medios de volver al modo de funcionamiento numérico cuando se verifica un criterio de inactividad analógica y/o cuando ha transcurrido una duración predefinida máxima de interrupción del modo de funcionamiento numérico.
- 12 - Repetidor (20) de acuerdo con la reivindicación 11, en el cual los medios de interrumpir el modo de funcionamiento numérico están configurados para informar a los terminales numéricos (30a) de la interrupción del modo de funcionamiento numérico.
- 10
- 13 - Repetidor (20) de acuerdo con una de las reivindicaciones 11 a 12, en el cual los medios de interrumpir el modo de funcionamiento numérico están configurados para interrumpir la difusión de una vía de baliza del modo de funcionamiento numérico.
- 15
- 14 - Repetidor (20) de acuerdo con una de las reivindicaciones 11 a 13, que comprende medios de búsqueda de una actividad numérica de al menos un terminal numérico (30a), y en el cual los medios de buscar una actividad analógica no utilizan más que señales medidas en uno o en varios intervalos de tiempo, llamados « intervalos de búsqueda » (I_R), para los cuales no ha sido detectada una actividad analógica.

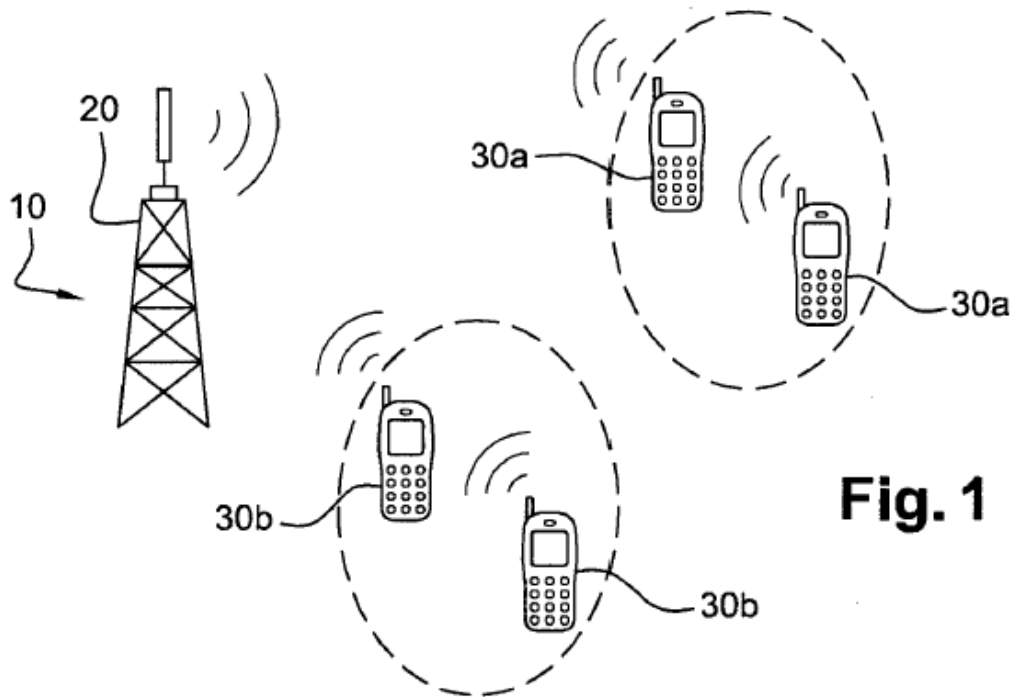


Fig. 1

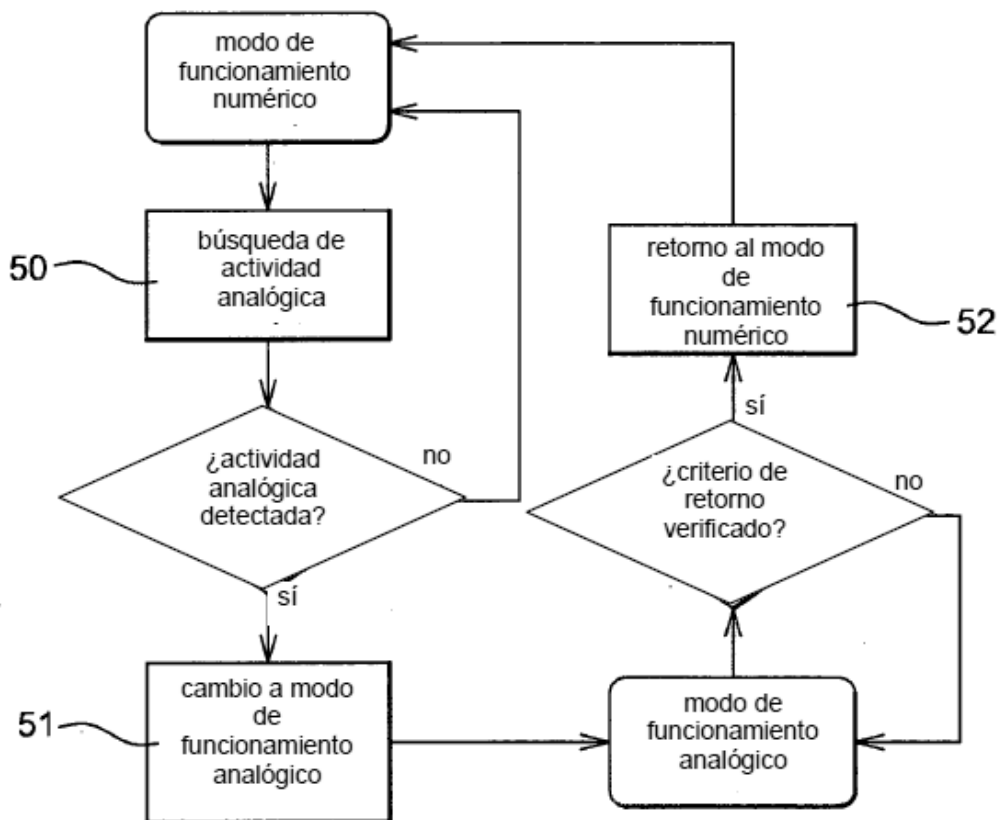


Fig. 2

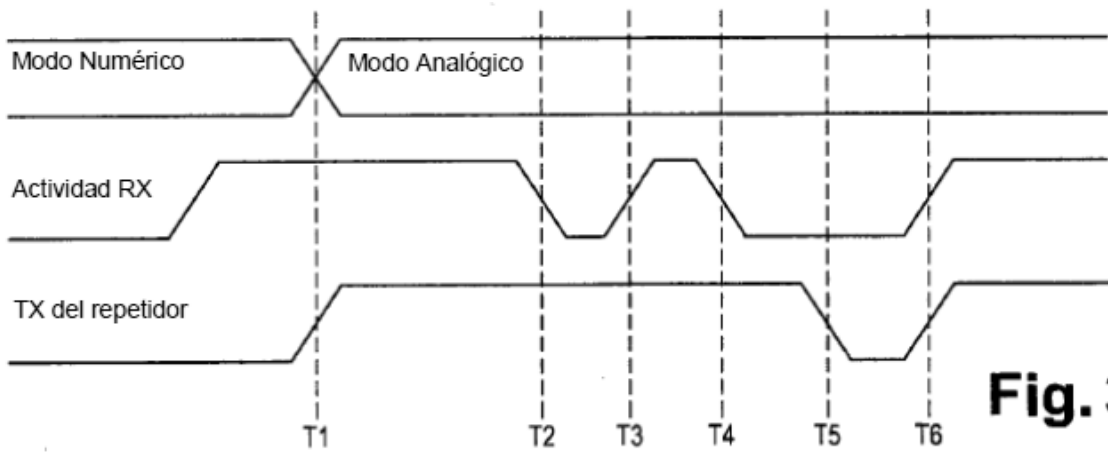


Fig. 3a

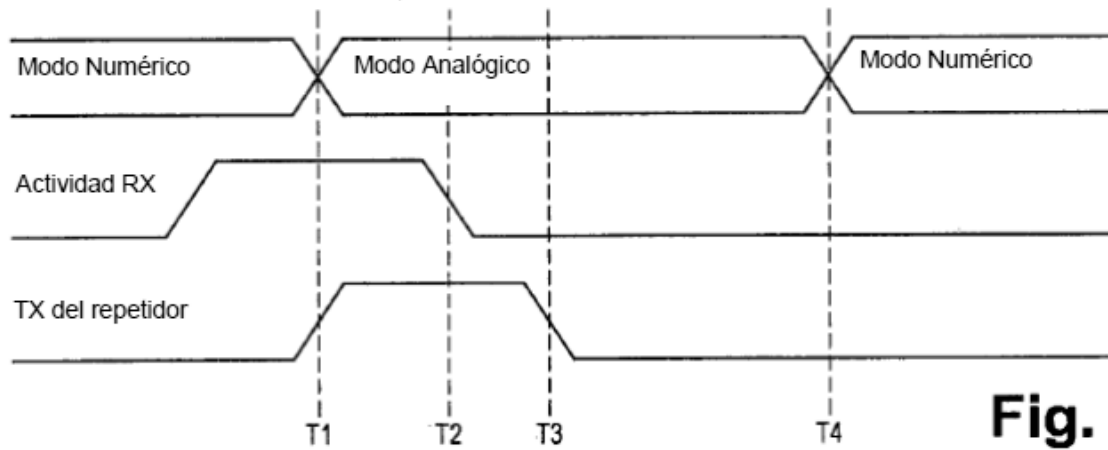


Fig. 3b

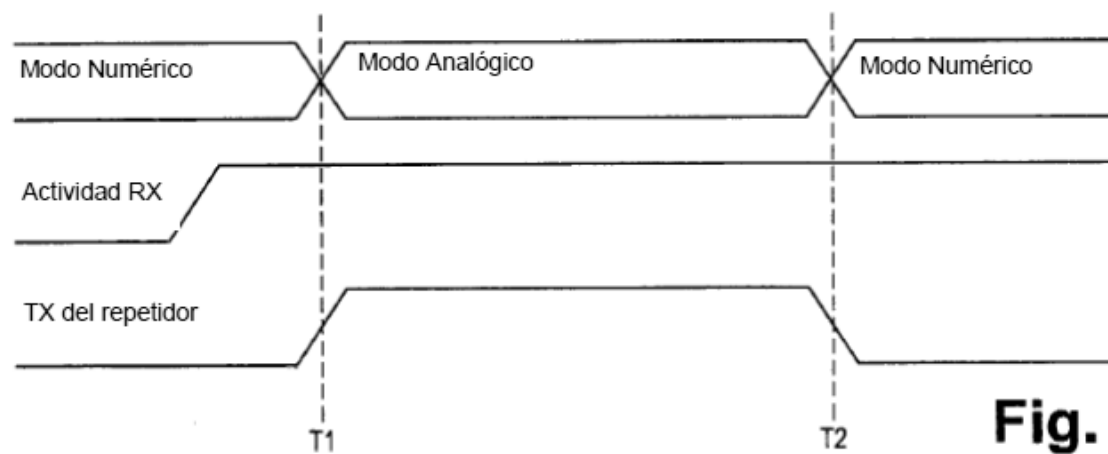


Fig. 3c

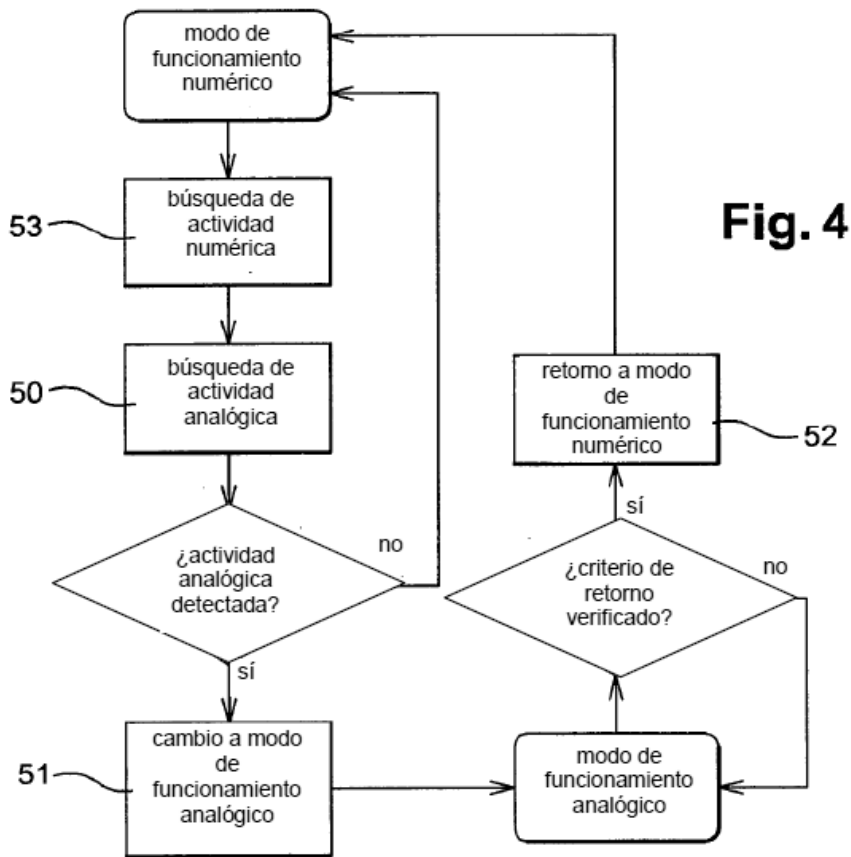


Fig. 4

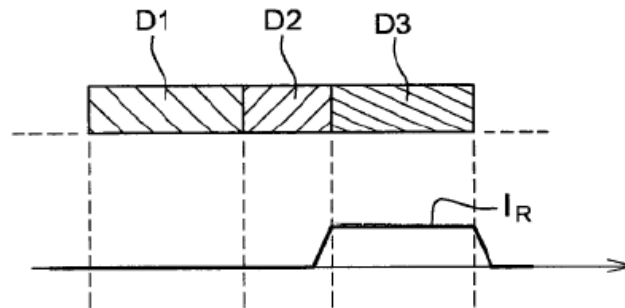


Fig. 5a

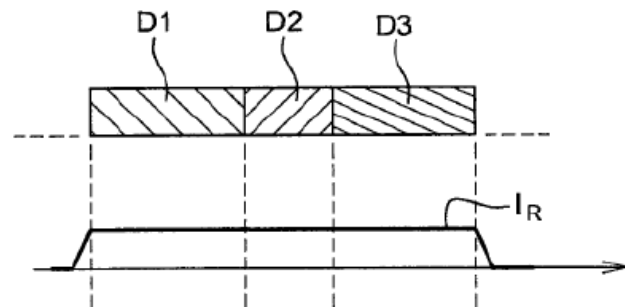


Fig. 5b