

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 369 117**

51 Int. Cl.:

H04L 7/00 (2006.01)

H04B 7/155 (2006.01)

H04H 20/67 (2008.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08719648 .1**

96 Fecha de presentación: **12.03.2008**

97 Número de publicación de la solicitud: **2130321**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **09.12.2009**

54 Título: **MEJORAS PARA MÉTODOS DE SINCRONIZACIÓN PARA REDES DE RADIOCOMUNICACIÓN MÓVIL DE DIFUSIÓN SIMULTÁNEA MONOFRECUENCIA.**

30 Prioridad:
15.03.2007 IT TO20070194

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
25.11.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
25.11.2011

73 Titular/es:
SELEX ELSAG S.P.A.
Via Giacomo Puccini 2
16154 Genova, IT

72 Inventor/es:
RESIDORI, Francesco

74 Agente: **Linage González, Rafael**

ES 2 369 117 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

Mejoras para métodos de sincronización para redes de radiocomunicación móvil de difusión simultánea monofrecuencia

5 La presente invención se refiere al campo de radiocomunicación móvil analógica y digital en una red de difusión simultánea (simulcast) monofrecuencia, y específicamente al aspecto de la sincronización de frecuencias de las estaciones repetidoras de radio de una red de difusión simultánea.

10 Las redes de difusión simultánea se usan ampliamente en la actualidad, especialmente para la configuración de infraestructura para sistemas de radiocomunicación móvil profesionales, ya que ofrecen cobertura de radio extendida de un territorio, conexiones de alta calidad y el uso de servicios de valor añadido sin requerir un aumento en las frecuencias de radio, a diferencia de los sistemas celulares cuya arquitectura requiere un gran número de canales de radio disponibles.

15 Los sistemas de radiocomunicación móvil profesionales proporcionan servicios de comunicación (como telefonía, transmisión de datos y posicionamiento por radio a grupos de usuarios cerrados) y cumplen los requisitos de comunicación de organizaciones públicas o privadas cuya estructura requiere conexiones entre un centro de control y unidades distribuidas por un territorio.

20 Durante varios años ha existido una demanda creciente de redes de radiocomunicación de acceso público o privado para aplicaciones de radiocomunicación para fines profesionales, por ejemplo de fuerzas de seguridad públicas, operadores de servicios públicos, compañías de transportes o simplemente empresas que cuentan con sus propias flotas de vehículos y que necesitan gestionar un gran número de empleados que actúan según una base móvil en áreas locales, regionales o nacionales.

25 Las redes de difusión simultánea proporcionan una respuesta sencilla y extensa a estos requisitos, siendo altamente adaptables a cualquier configuración de emergencia del territorio que se cubrirá.

30 En la figura 1 se ilustra una red de difusión simultánea de ejemplo, y comprende una estación principal conectada por medio de un primer canal (a la frecuencia f_1) a una pluralidad de estaciones repetidoras por satélite o secundarias (o a una pluralidad de estaciones principales secundarias, posiblemente con una pluralidad de niveles jerárquicos, que conectan numerosas estaciones repetidoras remotas) que transmiten simultáneamente la misma señal (y reciben señales de los terminales de usuario) en un segundo canal de radio común (a la frecuencia f_2) en áreas de cobertura correspondientes.

35 Cada estación repetidora cubre una parte del área de cobertura total de la red. Las áreas de cobertura de las estaciones repetidoras individuales pueden superponerse, creando así áreas en las que un terminal transceptor móvil recibe señales de potencia comparable de dos o más estaciones simultáneamente.

40 Para asegurar un funcionamiento correcto y un buen rendimiento, las redes de difusión simultánea requieren una sincronización de frecuencias precisa. Esto se debe a que, en redes de difusión simultánea que no están sincronizadas con precisión, las señales de recepción de terminales móviles de dos o más estaciones repetidoras en niveles de potencia comparables sufren degradación en la calidad de la señal: en el caso de una señal analógica, la relación señal-ruido empeora, mientras que en el caso de una señal digital los errores en los bits recibidos aumentan, empeorando así la tasa de errores en los bits (BER).

45 No es posible conseguir una sincronización precisa entre las estaciones repetidoras usando osciladores de alta estabilidad en cada estación (redes cuasi síncronas), y la solución preferida ha sido difundir un tono de sincronización a los osciladores individuales por medio de un canal dedicado (a una frecuencia en la gama UHF).

50 Por ejemplo, la patente de EE.UU. 5.059.926 resuelve el problema de sincronización de frecuencias usando contadores y un conjunto de señalización dedicada que se intercambia periódicamente entre la estación principal y las estaciones secundarias de la red, de tal manera que los osciladores de las estaciones secundarias están sincronizados con el oscilador de la estación principal.

55 Sin embargo, este método es ineficaz, ya que tiene el inconveniente de requerir un conjunto de señales dedicadas para el fin de sincronizar todos los osciladores. Esto aumenta las demandas de recursos del uso de las conexiones de radio reduciendo la anchura de banda disponible para la señal útil, y hace imposible realizar la sincronización cuando la red está ocupada en la transmisión de tráfico generado por el usuario.

60 La patente IT 1.248.029 a nombre de Prod-El describe un innovador método de sincronización, que usa la frecuencia de la portadora con modulación en amplitud o en ángulo de la señal útil retransmitida por las estaciones repetidoras a los terminales transceptores, de manera que las señales que llevan el tráfico de usuario se usan directamente sin necesidad de señalización adicional.

65

Esto permite que se use la anchura de banda total disponible de una forma más eficaz para transmitir información útil, incrementando así la velocidad de transmisión, o que se proporcionen nuevos servicios de valor añadido.

5 El documento WO-00/55996 desvela un sistema repetidor para un sistema de transmisión por radio que comprende una red de emisores que operan con las mismas frecuencias portadoras. El sistema repetidor comprende un oscilador de reloj para proporcionar una entrada de reloj en un primer oscilador controlable de un demodulador de entrada y un segundo oscilador controlable de un modulador de salida, respectivamente. El primer oscilador controlable se controla mediante una primera válvula de control de manera que la frecuencia de la señal demodulada se aproxima a un valor deseado. El segundo oscilador controlable está controlado por un segundo valor de control de manera que la señal de salida modulada tiene una frecuencia de salida predeterminada. Los medios de controlador obtienen el segundo valor de control del primer valor de control. Como el error de reloj del sistema repetidor se compensa en el demodulador, la precisión de reloj del sistema repetidor no influye directamente en la precisión de la frecuencia de salida, y un oscilador de reloj de precio moderado y tamaño moderado puede usarse para conseguir un sistema repetidor económico.

15 El objeto de la presente invención es proporcionar una mejora adicional para redes de difusión simultánea que funcionan con sincronización de portadora, con el fin de hacer la sincronización de frecuencias de una red completa extremadamente rápida, lo que es una característica ventajosa para el procesamiento de señales analógicas, y esencial para el procesamiento de señales digitales.

20 Según la presente invención, este objeto se consigue por medio de un equipo que tiene las características según la reivindicación 1, y de un método que tiene las características según la reivindicación 10.

25 La invención también propone una estación repetidora y una red de radiocomunicación de difusión simultánea monofrecuencia según se reivindica.

Brevemente, la presente invención proporciona un método de sincronización, adaptado para redes de difusión simultánea con estaciones repetidoras conectadas a una estación principal por medio de un enlace de radio y que opera con modulación de fase o de frecuencia, del tipo analógico o digital, basado en la recuperación precisa de una referencia de sincronización de la señal enviada por la estación principal. Esto se consigue proporcionando a la estación repetidora un primer bucle de control de sincronización adaptado para proporcionar una señal de control para el oscilador local de la estación repetidora, y un segundo bucle de control de sincronización adaptado para suministrar una señal para compensar la diferencia residual en sincronización entre el oscilador local y el oscilador principal directamente en la fase de transmisión de señal a los terminales de usuario.

35 Además se desvelarán características y ventajas adicionales de la invención más completamente en la siguiente descripción detallada de una forma de realización de la invención, proporcionada a modo de ejemplo no limitativo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

40 la figura 1 es una ilustración esquemática de una red de radiocomunicación de difusión simultánea monofrecuencia;

la figura 2 es una ilustración esquemática de la arquitectura de circuitos de una estación repetidora de la red de la figura 1, con recuperación de sincronización desde la portadora según la invención;

45 la figura 3 es un diagrama de circuitos de un dispositivo de recuperación de sincronización según la invención;

la figura 4 es un diagrama de un módulo de circuito para estimar el desplazamiento de frecuencia para una señal analógica;

50 la figura 5 es un diagrama de un módulo de circuito para estimar el desplazamiento de frecuencia para una señal digital;

la figura 6 es un diagrama de un módulo de circuito para control de sincronización "lento";

55 la figura 7 es un diagrama de un módulo de circuito para control de sincronización "rápido"; y

la figura 8 es una ilustración de los efectos de desplazamiento de frecuencia en la difusión de la portadora de radio por una estación repetidora.

60 La figura 1 muestra una configuración de una red convencional de radiocomunicación de difusión simultánea monofrecuencia N, que comprende una estación principal M y una pluralidad de estaciones repetidoras secundarias S, conectadas a la estación principal directamente (según se muestra) o a través de niveles jerárquicos adicionales de estaciones de redifusión para redes más complejas con una mayor cobertura territorial. Cada una de las estaciones repetidoras S tiene un área de cobertura de radio A en la que puede situarse un terminal T de radio móvil de un usuario.

65

La estación principal M puede transmitir señales a las estaciones repetidoras secundarias S por medio de un primer canal a una primera frecuencia f_1 , y las estaciones secundarias redifunden simultáneamente la misma señal en las áreas de cobertura A correspondientes por medio de un segundo canal a una segunda frecuencia f_2 , que es común en toda la red.

5 La estación principal contiene una referencia de frecuencia autónoma, y las estaciones secundarias recuperan la sincronización de la estación principal usando la referencia de portadora a la frecuencia f_1 . El método de sincronización es eficaz con cualquier modulación analógica o digital, que puede ser del tipo fase o frecuencia.

10 En particular, los tipos de modulación considerados para el funcionamiento de la red son modulación de frecuencia (FM) para señales analógicas y modulación de frecuencia de 4 niveles (4-FSK, modulación por desplazamiento de frecuencia) para señales digitales.

15 Convenientemente, el tipo elegido de modulación digital es modulación 4-FSK con una velocidad de transmisión de 6.000 símbolos por segundo, dado que las características de modulación de fase continua (CPM) multinivel (4 niveles) para transmisión de paquetes puede proporcionar una señal de envolvente constante y optimizar el uso de la anchura de banda disponible.

20 La figura 2 muestra las partes de la arquitectura de circuitos de una estación repetidora secundaria S que se relacionan con los aspectos de sincronización de recuperación de la señal recibida de la estación principal M.

La estación comprende un dispositivo receptor de radiofrecuencias 10 adaptado para demodular la señal analógica o digital recibida de la estación principal M, sintonizada a la frecuencia nominal (f_1) de la conexión de radio con la estación principal por medio de un oscilador controlado por tensión (VCO) 12 correspondiente.

25 El dispositivo receptor 10 está acoplado a un dispositivo modulador I/Q 14, que está sintonizado a la frecuencia nominal (f_2) de la conexión de radio con los terminales de usuario T por medio de un oscilador controlado por tensión (VCO) 16 correspondiente, y está adaptado para modular la señal que se transmitirá a los terminales mencionados anteriormente. Si la señal recibida y demodulada es analógica, el modulador 14 realiza una modulación FM a la frecuencia f_2 . Si la señal recibida y demodulada es digital, el modulador 14 realiza una modulación 4-FSK en torno a la frecuencia f_2 , habiendo reconstruido la forma de onda de la señal digital después de la decodificación de los símbolos.

30 Una disposición de circuitos 18 para recuperar la señal de referencia de sincronización está diseñada para recibir la señal analógica o digital enviada por la estación principal M a través del receptor 10, y está adaptada para enviar una primera señal para ajustar un oscilador local 20 de la estación repetidora y una segunda señal para ajustar la sincronización suministrada al modulador 14.

35 A su vez, el oscilador local 20 está acoplado al oscilador controlado por tensión 12 para sincronizar el receptor 10 (la rama de recepción) y al oscilador controlado por tensión 16 para sincronizar el modulador 14 (la rama de transmisión).

40 La disposición de recuperación de sincronización 18, mostrada en detalle en la figura 3, incluye un primer módulo 30 para estimar el desplazamiento de frecuencia entre una señal analógica recibida y el oscilador de sincronización 12 del receptor, y un segundo módulo 32 para estimar el desplazamiento de frecuencia entre una señal digital recibida y el oscilador de sincronización 12 del receptor, estando estos módulos conectados en paralelo.

45 Cada uno de los módulos 30 y 32 tiene su salida acoplada a un módulo de circuito para control de sincronización "lento" 40 y a un módulo de circuito para control de sincronización "rápido" 42, que están adaptados, respectivamente, para enviar dicha primera señal de control al oscilador local 20 y dicha segunda señal de control rápida (residual) al modulador 14.

Con referencia a las figura 4 y 5, estas muestran los detalles de la arquitectura de circuitos de los módulos de estimación del desplazamiento de frecuencia.

50 El módulo de estimación del desplazamiento de frecuencia 30 para señales analógicas (figura 4) comprende un circuito detector de señales analógicas 50 y, aguas abajo de este, un filtro de paso bajo 52.

55 El módulo de estimación de desplazamiento de frecuencia 32 para señales digitales (figura 5) comprende un circuito detector de señales digitales 60 y, aguas abajo de este, un circuito convertidor-reductor 62 para convertir la señal a símbolos para cada paquete recibido, estando este circuito controlado por medio de un circuito de recuperación de temporización 64. Un circuito sumador conectado aguas abajo del convertidor reductor 62 está adaptado para recibir los símbolos recibidos de cada paquete en una entrada no inversora, y está adaptado para recibir los símbolos esperados para el mismo paquete en una entrada de inversión, estando producidos los últimos símbolos por medio de un circuito de regeneración de símbolos 66, de tal manera que se determina la diferencia entre los símbolos. Finalmente, la salida del circuito sumador está conectada a la entrada de un circuito 68 para determinar el

significado de los símbolos, estando adaptado este circuito para suministrar una señal de estimación de desplazamiento de frecuencia correspondiente.

5 Con referencia a las figura 6 y 7, estas muestran los detalles de la arquitectura de circuitos de los módulos de control de sincronización.

10 El módulo de circuito de control de sincronización "lento" 40 incluye un dispositivo conmutador 70 para conmutar entre un primer y un segundo canal de entrada, llevando estos canales las señales de estimación de desplazamiento de frecuencia para las señales analógicas y digitales respectivamente, y, aguas abajo de este dispositivo y conectado en serie, un filtro de bucle 72 para el circuito controlado por realimentación y un convertidor D/A de salida 74.

15 El módulo de circuito de control de sincronización "rápido" 42 incluye un dispositivo conmutador 80 para conmutar entre un primer y un segundo canal de entrada, llevando estos canales las señales de estimación de desplazamiento de frecuencia para las señales analógicas y digitales respectivamente, y un circuito multiplicador aguas abajo. En el canal de entrada de señales digitales se coloca un filtro de paso bajo inteligente 82, cuyos polos varían con la variación en el número de paquetes recibidos por unidad de tiempo.

20 En funcionamiento, la disposición de recuperación de señales de referencia de sincronización 18 usa la señal demodulada de frecuencia presente en el dispositivo receptor 10 para recuperar la señal de referencia.

25 La señal demodulada de frecuencia contiene la información que indica la extensión del desplazamiento de frecuencia del oscilador de referencia de la estación repetidora con respecto a la estación principal. Esta información se estima por medio de algoritmos de cálculo ejecutados por los módulos de estimación de desplazamiento de frecuencia 30 y 32 en diferentes formas, según se reciba una señal analógica o digital.

30 El módulo 30 estima el desplazamiento de frecuencia entre la señal recibida y la señal enviada por el VCO 12 sobre la base de una señal analógica recibida. Más precisamente, efectúa el filtrado de banda estrecha alrededor del componente continuo de la señal demodulada, y el valor calculado proporciona la información necesaria para estimar el desplazamiento de frecuencia.

35 El módulo 32 estima el desplazamiento de frecuencia entre la señal recibida y la señal enviada por el VCO 12 sobre la base de una señal digital recibida. Más precisamente, para cada paquete recibido (que comprende n símbolos) determina la amplitud media de los valores recibidos a_k' con respecto a los valores esperados a_k . Si la distribución de los símbolos a_k tuviera una media cero, en otras palabras, si el valor esperado de a_k fuera cero ($E[a_k] = 0$), podría aplicarse aquí el mismo método usado para la señal analógica, pero como $E[a_k]$ no es cero, y cambia de un paquete al siguiente, debe usarse un método diferente. A continuación se calcula la estimación buscando la diferencia entre los símbolos recibidos a_k' y los símbolos esperados a_k dentro de cada paquete. Cualquier desviación en frecuencia modifica la posición de los símbolos recibidos, y la media de este desplazamiento produce la información que será
40 utilizada para recuperar el desplazamiento.

Para la descripción detallada del proceso de estimación del desplazamiento de frecuencia, los autores de la invención considerarán una señal de modulación que puede ser:

45 - de tipo analógico

$$m(t) = B \cdot \text{sen}(2 \cdot \pi \cdot f_m \cdot t)$$

50 en la que f_m es la frecuencia instantánea de la señal de modulación $m(t)$; o

- del tipo CPM general

$$m(t) = \sum_k a_k g(t - kT)$$

55 en la que

$$a_k \in \{\pm 1, \pm 3, \pm M-1\}$$

60 en la que a_k representa los símbolos y $g(t)$ representa la forma de onda de los símbolos.

Cuando la señal $m(t)$ está modulada en frecuencia, la frecuencia portadora instantánea puede expresarse en la forma

$$f(t) = f_0 + hm(t)$$

en la que f_0 es la frecuencia central de banda y h es un índice de modulación.

5 La fase φ de la portadora está modulada por la integral de $m(t)$. En particular, es posible escribir:

$$\varphi(t) = \varphi_0 + K_f \int_{-\infty}^t m(\tau) d\tau$$

en la que φ_0 es la fase inicial de la portadora, mientras que K_f es el índice de modulación.

10

Si A denota la amplitud de la portadora, la señal modulada puede escribirse como:

$$s(t) = A \cos[2\pi f_0 t + \varphi(t)]$$

15 Claramente, la siguiente relación es verdadera:

$$s(t) = A \cdot \operatorname{Re} \{ e^{j\varphi(t)} e^{j2\pi f_0 t} \}$$

y por tanto la representación de esta señal en términos de componentes en fase y en cuadratura es:

20

$$s(t) = x(t) \cos(2\pi f_0 t) - y(t) \operatorname{sen}(2\pi f_0 t)$$

en la que:

25

$$x(t) = A \cdot \cos[\varphi(t)]$$

$$y(t) = A \cdot \operatorname{sen}[\varphi(t)]$$

30 Suponiendo que en la estación repetidora el oscilador de referencia tiene un error de frecuencia con respecto a la frecuencia de la estación principal, el VCO 12 de la rama de recepción creará una demodulación de la señal $s(t)$ en el receptor 10 con una portadora de frecuencia $f_0 + \Delta f_0$, y por tanto con una imprecisión de frecuencia de Δf_0 .

Esto produciría una señal afectada por error que se combina con la señal recibida de la forma siguiente:

35

$$v(t) = A \cdot \operatorname{Re} \{ e^{j\varphi(t)} e^{j2\pi\Delta f_0 t} \} = A \cdot \operatorname{Re} \{ e^{j(\varphi(t)+2\pi\Delta f_0 t)} \}$$

En la salida del discriminador de frecuencias en el receptor 10, esta oscilación residual se traduce en una constante que mueve el componente continuo de la señal de modulación $m(t)$.

40 Debe observarse que el discriminador de frecuencias puede construirse alternativamente en la forma de un filtro analógico, o mediante el procesamiento digital de los componentes en fase (I) y los componentes en cuadratura (Q) de la señal.

45 Si el sistema receptor fuera ideal, este componente continuo no provocaría problemas, pero como los filtros tienen una banda operativa limitada, cualquier desplazamiento Δf_0 (véase la figura 8) crearía distorsión en la señal recibida y un desplazamiento de frecuencia en la redifusión de la portadora de radio por los repetidores.

Según se menciona anteriormente, las estimaciones de desplazamiento de frecuencia producidas por el módulo 30 o 32 se envían a las entradas de los módulos de control de sincronización 40 y 42.

50

Los módulos de control de sincronización "lentos" y "rápidos" 40 y 42 están dispuestos para ejecutar algoritmos de cálculo correspondientes en paralelo, con el fin de generar señales de control correspondientes para el oscilador local 20 y para el modulador 14.

55 La estimación del desplazamiento de frecuencia es usada por el módulo de control "lento" 40 para corregir la tensión de sintonización del oscilador local interno 20 de la estación repetidora, compensando así las variaciones de la frecuencia de referencia debido al envejecimiento del cuarzo y las variaciones de temperatura, y manteniendo la señal de frecuencia intermedia (FI) centrada con respecto a los filtros de cuarzo presentes en el receptor. El control del oscilador local 20, por tanto, es sustancialmente del tipo de realimentación, y hace que el oscilador oscile a la

frecuencia del oscilador de referencia de la estación principal.

5 A continuación la frecuencia del oscilador local 20 es usada por el VCO 12 de la rama de recepción para determinar la frecuencia de recepción del demodulador del dispositivo receptor 10 y por el VCO 16 de la rama de transmisión para determinar la frecuencia de transmisión para el modulador I/Q.

10 La estimación del desplazamiento de frecuencia es usada por el módulo de control "rápido" 42 para calcular un valor de compensación de frecuencia que es usado por el modulador I/Q para rectificar su frecuencia operativa incorrecta cuando el algoritmo de control "lento" no ha alcanzado la convergencia.

15 En el caso de una señal analógica, la estimación del desplazamiento de frecuencia se cambia de escala mediante un factor f_2/f_1 para permitir las diferentes frecuencias de los dos VCO 12 y 16. En el caso de una señal digital, la estimación del desplazamiento de frecuencia muestra una variación por pasos para el primer paquete recibido, mientras que en el caso de transmisión continua se promedia en una pluralidad de paquetes por medio del filtro de paso bajo 82 y se cambia de escala mediante el factor f_2/f_1 para permitir las diferentes frecuencias de los dos VCO 12 y 16.

El control del modulador 14 es, por tanto, sustancialmente del tipo anticipado.

20 Naturalmente, manteniéndose el principio de la invención, las formas de realización y los detalles de construcción pueden variar ampliamente con respecto a los descritos e ilustrados, que se han dado puramente a modo de ejemplo no limitativo, sin salir por ello del ámbito de protección de la presente invención según se define en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Disposición de circuitos para sincronizar las señales de comunicación entre una estación repetidora (S) de una red de radiocomunicación de difusión simultánea monofrecuencia (N) y terminales de usuario (T) con respecto a una señal de referencia de frecuencia universal enviada por una estación central (M) de la red (N) que se comunica con dicha estación repetidora (S), comprendiendo dicha disposición de sincronización:
- un circuito oscilador (20) adaptado para producir una señal de referencia de frecuencia local para sintonizar medios de receptor (10) de la estación (S) a una primera frecuencia operativa (f_1) para demodular las señales recibidas de la estación central (M), y para sintonizar medios de emisor (14) de la estación (S) a una segunda frecuencia operativa (f_2) para transmitir las señales a los terminales de usuario (T), y
 - medios (30; 32) para determinar un desplazamiento de frecuencia entre dicha señal de referencia de frecuencia universal recibida de la estación central (M) y dicha señal de referencia de frecuencia local; caracterizada porque incluye:
 - primeros medios de control de frecuencia (40), para sintonizar dicho circuito oscilador local (20) a la frecuencia de dicha señal de referencia universal, y dispuestos para variar su frecuencia de oscilación sobre la base de dicho desplazamiento de frecuencia determinado, en una primera configuración de bucle de control lento de realimentación; y
 - segundos medios de control de frecuencia (42) dispuestos para proporcionar a dichos medios de emisor (14) una señal para compensar la diferencia residual en sincronización entre la frecuencia de oscilación del circuito oscilador local (16), con respecto al cual se sintonizan dichos medios de emisor (14), y la frecuencia de la señal de referencia universal, en una segunda configuración de bucle de control rápido directo, cuando el control lento no ha alcanzado la convergencia.
2. Disposición según la reivindicación 1, en la que dicha señal de referencia de frecuencia universal es una onda portadora de una señal de comunicación analógica con modulación en ángulo entre dicha estación central (M) y dicha estación repetidora (S).
3. Disposición según la reivindicación 1, en la que dicha señal de referencia de frecuencia universal es una onda portadora de una señal de comunicación digital con modulación en ángulo entre dicha estación central (M) y dicha estación repetidora (S).
4. Disposición según las reivindicaciones 2 y 3, que comprende un primer módulo (30) para determinar un desplazamiento de frecuencia de una señal de comunicación analógica y un segundo módulo (32) para determinar un desplazamiento de frecuencia de una señal de comunicación digital, estando estos módulos adaptados para recibir una señal de comunicación demodulada correspondiente en sus entradas.
5. Disposición según la reivindicación 4, en la que dicho módulo (30) para determinar un desplazamiento de frecuencia de una señal de comunicación analógica comprende un filtro de paso bajo (52) para filtrado de banda estrecha en torno al componente continuo de la señal demodulada.
6. Disposición según la reivindicación 4 o 5, en la que dicho módulo (32) para determinar un desplazamiento de frecuencia de una señal de comunicación digital comprende:
- medios (62) para convertir la señal digital en símbolos, para cada paquete recibido;
 - medios para comparar una secuencia de símbolos recibidos (a_k') de cada paquete con una secuencia correspondiente de símbolos esperados (a_k) para el mismo paquete; y
 - medios (68) para determinar el desplazamiento medio de los símbolos de la secuencia.
7. Disposición según la reivindicación 5 o 6, en la que los primeros medios de control de frecuencia (40) comprenden:
- medios (70) para conmutar entre un primer canal de entrada analógica y un segundo canal de entrada digital, llevando estos canales señales de estimación de desplazamiento de frecuencia para señales de comunicación analógicas y digitales, respectivamente;
 - un filtro de bucle (72) aguas abajo de dichos medios de conmutación (70); y
 - medios convertidores D/A (74) en serie con dicho filtro (72).

8. Disposición según la reivindicación 5 o 6, en la que los segundos medios de control de frecuencia (42) comprenden:

5 - medios (80) para conmutar entre un primer canal de entrada analógica y un segundo canal de entrada digital, llevando estos canales señales de estimación de desplazamiento de frecuencia para señales de comunicación analógicas y digitales, respectivamente;

10 - aguas abajo de estos medios de conmutación (80), un circuito multiplicador para cambio de escala del desplazamiento estimado como una función de la proporción entre dichas frecuencias operativas de transmisión primera (f_1) y segunda (f_2).

9. Disposición según la reivindicación 8, en la que dicho canal de entrada digital comprende un filtro de paso bajo (82).

15 10. Método para sincronizar las señales de comunicación entre una estación repetidora (S) de una red de radiocomunicación de difusión simultánea monofrecuencia (N) y terminales de usuario (T) con respecto a una señal de referencia de frecuencia universal enviada por una estación central (M) de la red (N) que se comunica con dicha estación repetidora (S), comprendiendo el método las operaciones de:

20 - producción por un circuito oscilador (20) de una señal de referencia de frecuencia local para sintonizar medios de receptor (10) de la estación (S) a una primera frecuencia operativa (f_1) para demodular las señales recibidas de la estación central (M), y para sintonizar medios de emisor (14) de la estación (S) a una segunda frecuencia operativa (f_2) para transmitir las señales a los terminales de usuario (T), y

25 - determinación de un desplazamiento de frecuencia entre dicha señal de referencia de frecuencia universal recibida de la estación central (M) y dicha señal de referencia de frecuencia local;

caracterizado porque incluye las operaciones de:

30 - variación de la frecuencia de oscilación de dicho circuito oscilador local (20) sobre la base de dicho desplazamiento de frecuencia determinado, con el fin de sintonizar este circuito a la frecuencia de dicha señal de referencia universal, en una primera configuración de bucle de control lento de realimentación; y

35 - suministro de dichos medios de emisor (14) con una señal para compensar la diferencia residual en sincronización entre la frecuencia de oscilación del circuito oscilador local (16) con respecto al cual se sintonizan esos medios y la frecuencia de señal de referencia universal, en una segunda configuración de bucle de control rápido directo, cuando el control lento no ha alcanzado la convergencia.

40 11. Método según la reivindicación 10, en el que dicha señal de referencia de frecuencia universal es una onda portadora de una señal de comunicación analógica con modulación en ángulo entre dicha estación central (M) y dicha estación repetidora (S).

45 12. Método según la reivindicación 10, en el que dicha señal de referencia de frecuencia universal es una onda portadora de una señal de comunicación digital con modulación en ángulo entre dicha estación central (M) y dicha estación repetidora (S).

50 13. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, en el que la determinación de un desplazamiento de frecuencia de una señal de comunicación analógica comprende filtrado de paso de banda estrecha en torno al componente continuo de la señal demodulada.

14. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, en el que la determinación de un desplazamiento de frecuencia de una señal de comunicación digital comprende:

55 - la conversión de la señal digital en símbolos, para cada paquete recibido;

- la comparación de una secuencia de símbolos recibidos (a_k') de cada paquete con una secuencia correspondiente de símbolos esperados (a_k) para el mismo paquete; y

60 - la determinación del desplazamiento medio de los símbolos de la secuencia.

15. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 14, en el que la sintonización de la frecuencia de oscilación del circuito oscilador local (20) a la frecuencia de dicha señal de referencia universal comprende:

65 - la selección del canal de entrada que lleva la señal de estimación de desplazamiento de frecuencia con la señal de comunicación, desde un primer canal de entrada para señales de comunicación analógicas y un segundo canal de entrada para señales de comunicación digitales;

- el bloqueo de frecuencia a dicha señal de referencia universal; y
 - la conversión digital/analógica de dicha señal de referencia universal bloqueada.
- 5 16. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 15, en el que la compensación de la diferencia de sincronización residual entre la frecuencia de oscilación del circuito oscilador local (20) y la frecuencia de la señal de referencia universal comprende:
- 10 - la selección del canal de entrada que lleva la señal de estimación de desplazamiento de frecuencia con la señal de comunicación, desde un primer canal de entrada para señales de comunicación analógicas y un segundo canal de entrada para señales de comunicación digitales; y
- 15 - el cambio de escala del desplazamiento estimado en función de la proporción entre dichas frecuencias operativas de transmisión primera (f_1) y segunda (f_2).
- 20 17. Estación repetidora (S) de una red de radiocomunicación de difusión simultánea monofrecuencia (N), que comprende una disposición de circuitos según las reivindicaciones 1 a 9 para sincronizar las señales de comunicación con terminales de usuario (T) con respecto a una señal de referencia de frecuencia universal enviada por una estación central (M) de la red.
18. Red de radiocomunicación de difusión simultánea monofrecuencia (N), que comprende una pluralidad de estaciones repetidoras (S) según la reivindicación 17.

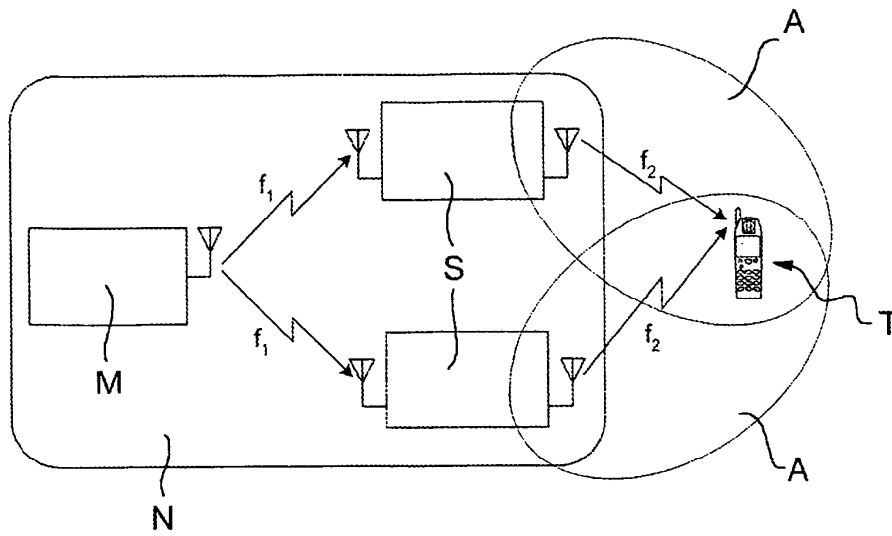


FIG. 1

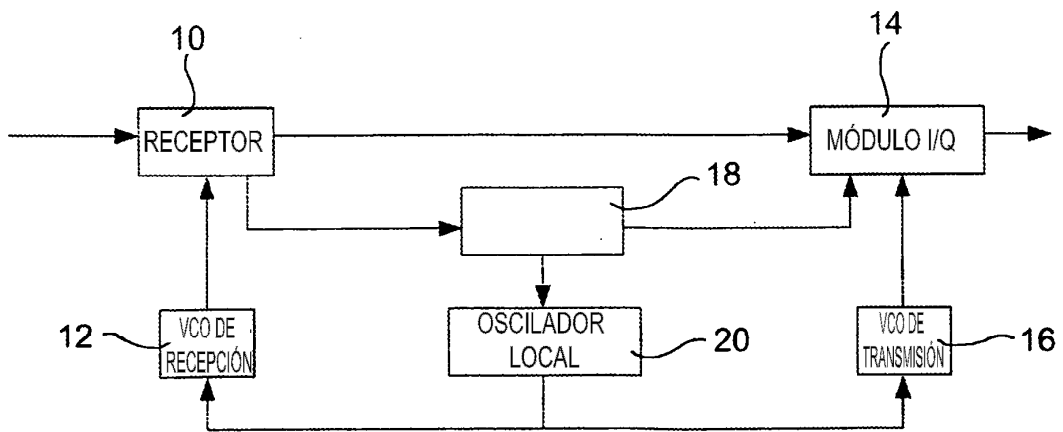


FIG. 2

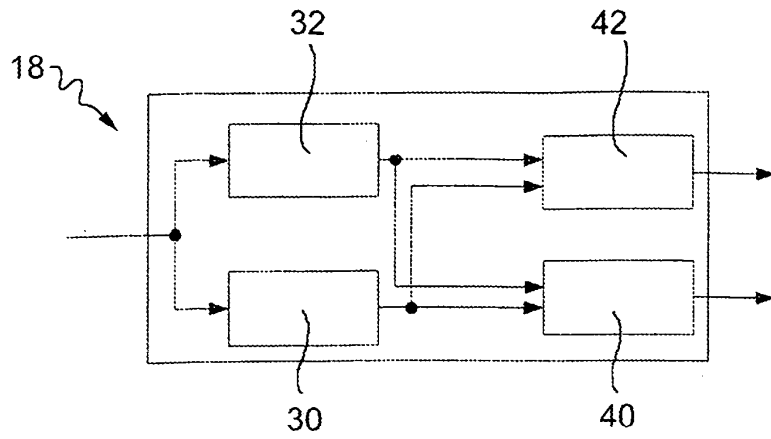


FIG.3

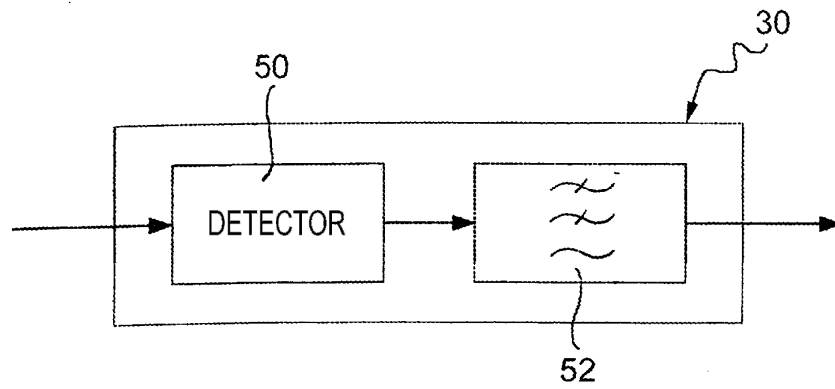


FIG.4

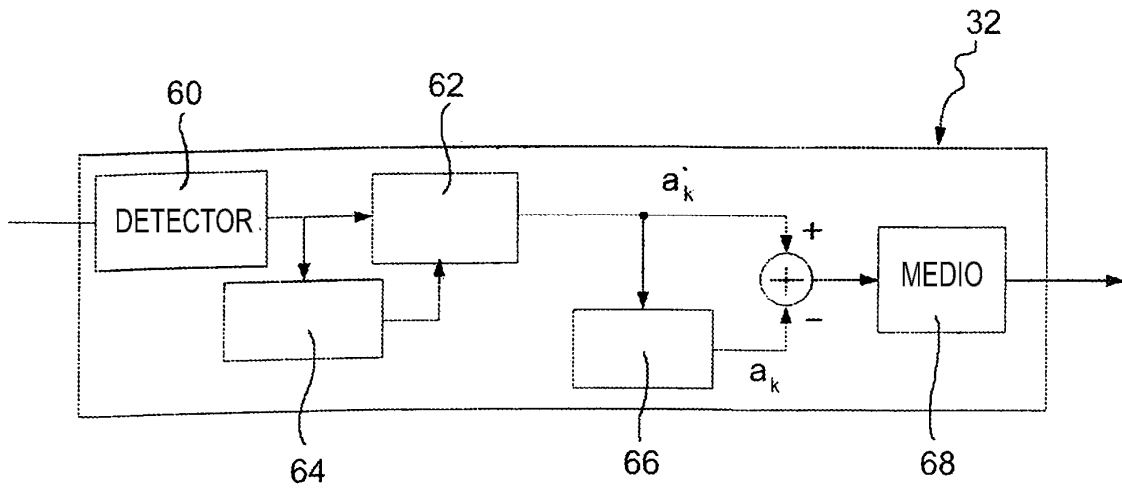


FIG.5

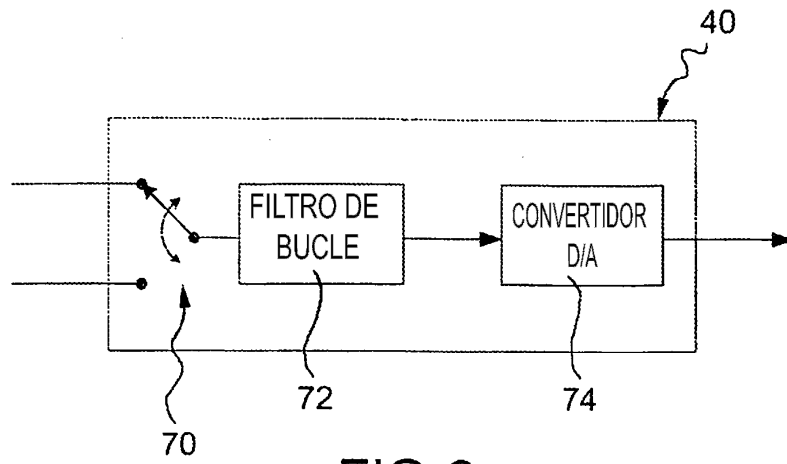


FIG.6

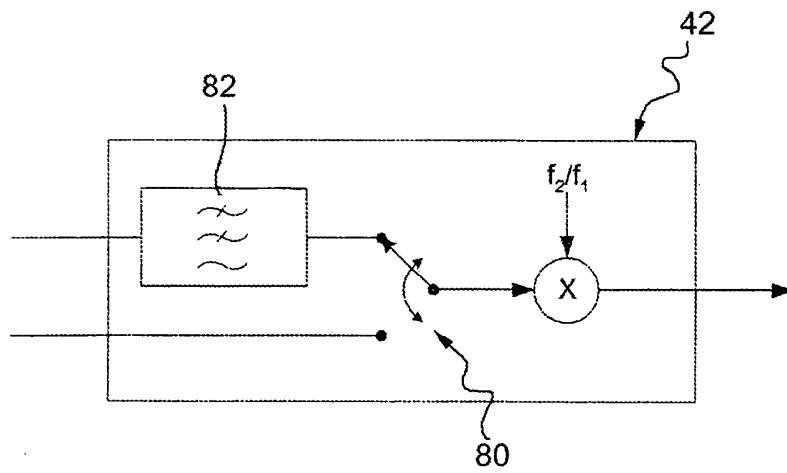


FIG.7

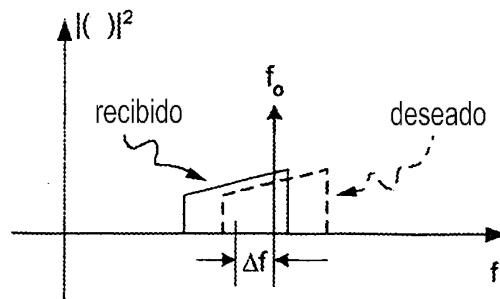


FIG.8