



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 284 809**

(51) Int. Cl.:
H04B 7/005 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Número de solicitud europea: **02425743 .8**

(86) Fecha de presentación : **02.12.2002**

(87) Número de publicación de la solicitud: **1427117**

(87) Fecha de publicación de la solicitud: **09.06.2004**

(54) Título: **Control de las ganancias de potencia de recepción y transmisión dentro de un sistema inalámbrico punto a multipunto.**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.11.2007

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.11.2007

(73) Titular/es: **Siemens S.p.A.**
Viale Piero e Alberto Pirelli 10
20126 Milano, IT

(72) Inventor/es: **Abbiati, Fausto;**
Gaspere, Licitra y
Santacesaria, Claudio

(74) Agente: **Zuazo Araluze, Alexander**

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

Control de las ganancias de potencia de recepción y transmisión dentro de un sistema inalámbrico punto a multipunto.

Campo de la invención

La presente invención se refiere a redes de radio punto a multipunto, y de manera más precisa a un método para ajustar de manera óptima las ganancias de potencia de recepción y transmisión dentro de un sistema inalámbrico punto a multipunto.

Técnica anterior

En redes (de radio) inalámbricas punto a multipunto tanto fijas, tales como sistemas de satélite y bucles locales, como móviles, tales como sistemas de telefonía celular, se definen estaciones maestras y esclavas para comunicación en dos direcciones. Las transmisiones desde un maestro hacia uno o más esclavos se realizan sobre un canal físico de flujo descendente compartido entre las estaciones esclavas, también denominadas periféricos o abonados. Las transmisiones desde uno o más esclavos hacia el maestro se realizan sobre un canal físico de flujo ascendente compartido entre los esclavos. A partir de aquí en el presente documento en la descripción, flujo y enlace son sinónimos. El canal de enlace descendente es el enlace directo, mientras que el canal de enlace ascendente es el enlace inverso. Las técnicas conocidas que comparten canal útiles para la comunicación inalámbrica son las siguientes: FDMA (acceso múltiple por división de frecuencia, *Frequency Division Multiple Access*), TDMA (acceso múltiple por división de tiempo, *Time Division Multiple Access*), CDMA (acceso múltiple por división de código, *Code Division Multiple Access*), y SDMA (acceso múltiple por división de espacio, *Space Division Multiple Access*), mientras que puede accederse a fibras ópticas mediante WDMA (acceso múltiple por división de longitud de onda, *Wavelength Division Multiple Access*). Estas técnicas pueden utilizarse individualmente o dos o más conjuntamente. En las comunicaciones en dos direcciones el flujo ascendente se divide a partir del flujo descendente mediante duplexación por división de frecuencia (FDD, *Frequency Division Duplexing*), o mediante duplexación por división de tiempo (TDD, *Time Division Duplexing*). En la especificación técnica del ETSI "ETSI TS 101 999 - Broadband Radio Access Networks (BRAN); HIPERACCESS; PHY protocol specification" se explican ejemplos de estos esquemas de duplexación.

Las redes de radio punto a multipunto proporcionan servicio a un gran número de abonados en cada nodo caracterizadas por una estación maestro, en la que a su vez cada abonado puede reunir y distribuir servicios a varios terminales locales. Debido al gran tráfico y reutilización de los recursos, el problema de minimizar las interferencias del canal propio y el canal adyacente deberá considerarse cuidadosamente en el diseño de red. El control de potencia en bucle cerrado, tanto de enlace ascendente como enlace descendente, es una herramienta potente que puede garantizar un entorno de RF (radiofrecuencia) limpio. En ausencia de control de potencia de enlace descendente, la señal se transmite por flujo descendente a un nivel de potencia fijo desde la estación maestra hacia todas las estaciones esclavas, independientemente de su distancia desde la estación maestra. Según la distancia real, la estación esclava colocada cerca de la estación maestra recibirá (en promedio) una señal de radio superior con respecto a otro esclavo colocado lejos del maestro. Puesto que el sistema tendrá que garantizar un servicio de calidad incluso para el abonado más lejano, se deduce que con una potencia de transmisión fija el abonado más cercano está excesivamente favorecido. Extendiendo esta conclusión a todos los esclavos, el resultado es una gran cantidad de potencia de transmisión desperdiciada en el lado del maestro que aumenta la interferencia promedia del sistema.

Además, en ausencia de un control de potencia en bucle cerrado de flujo ascendente todos los esclavos transmiten en enlace ascendente de nivel de potencia fijo hacia la estación maestra, independientemente de sus distancias desde ésta. Según la distancia real, la estación maestra recibirá (en promedio) una señal de radio superior desde la estación esclava más cercana a la de la más lejana. Esto no cumple con el requisito planteado claramente en la especificación ETSI TS 101 999 ya citada, por lo que en el enlace inverso (enlace ascendente) la estación maestra necesita recibir de cada esclavo a un nivel de señal fijo (a nivel "de trabajo", que se establece pocos dB por encima que el umbral del sistema).

Además de la pérdida de trayectoria en espacio libre, cada transmisión de radio en dos direcciones está sometida a un desvanecimiento de la señal por trayectorias múltiples y desvanecimiento de la señal por lluvia imprevisibles, que son variables debido a su naturaleza estadística y en general diferentes desde una dirección de transmisión a la otra. Mediante el efecto combinado de pérdidas previsible e imprevisibles, las señales con grandes niveles de potencia variable son posibles en los dos extremos de una trayectoria de radio. Para la estimación de la pérdida de trayectoria total tienen que considerarse algunos otros parámetros estadísticos en el peor de los casos, es decir, temperatura, envejecimiento, inexactitudes, etc.; en el extremo un valor de 80 dB es realista. El control de potencia en bucle cerrado, y en menor medida el control de potencia en bucle abierto, deben poder enfrentarse a una dinámica tan grande. En la técnica conocida se pueden distinguir sustancialmente tres maneras diferentes para tener en cuenta las grandes variaciones en el nivel de potencia transmitida y recibida:

1. utilizar un conjunto de circuitos AGC (control automático de ganancia, *Automatic Gain Control*) de transmisión y recepción con un gran intervalo de regulación variable en el tiempo (también llamada "dinámica") rápida. Esto ofrece una adaptación automática a todas las condiciones de trabajo posibles, pero es bastante caro y complejo.

2. Utilizar un conjunto de circuitos AGC de transmisión y recepción con un intervalo de regulación “dinámico” pequeño y un intervalo grande configurable pero no variable en el tiempo (también llamado intervalo “semiestático”); estos valores de ganancia/atenuación “semiestáticos” se establecen normalmente fuera de línea por el operador después de que se han reconocido las condiciones de trabajo. La solución es económica pero requiere algunas acciones realizadas por el operador durante la fase de instalación.

3. Utilizar un conjunto de circuitos AGC de transmisión y recepción con un intervalo de regulación “dinámico” pequeño y adoptar diferentes valores de ganancia de antena y/o atenuadores fijos a nivel de radiofrecuencia para estaciones esclavas más cercanas a la estación maestra. Esto requiere una intervención durante la fase de instalación, son necesarias diferentes partes de radiofrecuencia para adaptar la estación esclava a diferentes escenarios. Se consiguen rendimientos del sistema por debajo del óptimo, tales como factor de ruido y distorsión de señal.

El uso de un conjunto de circuitos AGC de transmisión y recepción en un sistema de comunicación inalámbrico fijo (punto a multipunto) se da a conocer en gran parte en las siguientes patentes: US 6.253.077 B1 y US 6.308.080 B1 (presentadas en la misma fecha) para una misma realización. A todos los efectos la enseñanza principal de las dos patentes estadounidenses es una calibración de potencia del transmisor de torre maestro (documento US 6.253.077 B1) y el receptor de torre maestro (documento US 6.308.080 B1) en vista de control de potencia en bucle cerrado o bien de enlace descendente o bien de enlace ascendente. La calibración requiere la medición exacta de las ganancias del transmisor y receptor de torre. Entre otras cosas, el texto común de las dos patentes incluye la descripción de un AGC de recepción y un AGC de transmisión AGC en cada estación de abonado. El AGC de recepción está asociado con una unidad de receptor y se utiliza principalmente para ajustar diferencias de pérdida de trayectoria entre estaciones esclavas cercanas y lejanas (es decir: 34 dB) y desvanecimiento por lluvia. Un segundo bucle de AGC de receptor puede estar incluido en un sintonizador/demodulador acoplados en serie al primer AGC, para garantizar que el conjunto de circuitos de demodulador real tiene un buen nivel de señal para demodular. El AGC de transmisión recibe un comando para cambiar la ganancia de la potencia de transmisión RF según mensajes transmitidos por el enlace descendente de maestro para la ejecución de un control de potencia de enlace ascendente en modo continuo emulado (se llevan a cabo controles y correcciones más veces cada segundo). Por efecto de los AGC de transmisión y recepción cada estación esclava puede recibir con un intervalo amplio de valores de potencia variables en el tiempo rápidamente, y adaptar su potencia de transmisión según la distancia real desde la estación maestra y las condiciones de propagación instantáneas. Con el fin de reducir el intervalo dinámico de los diversos AGC, la realización común incluye una tabla 2 en la que se enumeran todas las causas fijas y variables que afectan a la gran variabilidad de la potencia de transmisión de abonado. El propósito es extraer todas las contribuciones fijas en el establecimiento, dejando una variabilidad reducida para su compensación. Por ejemplo, se necesita un intervalo dinámico de potencia de 79 dB en el peor caso y sólo un mínimo de 20 dB si se extrae toda la variación fija durante el establecimiento.

Problema técnico resumido

Aunque las patentes tratadas US 6.253.077 B1 y US 6.308.080 B1 enseñan un control de potencia muy especializado y la idea de extraer la atenuación fija durante la fase de establecimiento para no distorsionar los AGC de recepción y transmisión, no obstante el sistema todavía no es óptimo, a pesar de las siguientes razones presentadas textualmente de las citas con el fin de exposición:

a) “El cálculo de retardo de propagación es necesario (en el maestro) para alinear ranuras de tiempo entre las estaciones de abonado que están transmitiendo sobre el mismo canal. Cada estación de abonado tiene un registro que adelanta o retarda su tiempo de transmisión dependiendo de la distancia (retardo de tiempo)”. R.N.: esta es una tarea ampliamente conocida realizada, es decir por el GSM BTS para alinear de manera adaptativa el instante inicial de las tramas MS sometidas a un retardo variable como consecuencia de la movilidad.

b) “La distancia CPE (equipo en las instalaciones del cliente, *Customer Premise Equipment*) desde el puerto de radio de nodo (maestro) no se conoce automáticamente y debe estimarse mediante software”. R.N.: la estimación podría obtenerse mediante la ejecución del punto a) anterior.

c) “El enfoque de bajo coste para el control de potencia situará los requisitos en el equipo de abonado e instaladores para extraer una gran parte del intervalo dinámico fijo en la instalación” R.N.: es decir, el enfoque es similar a la segunda solución ampliamente conocida anteriormente mencionada y descartada. A todos los efectos, tal como ya se dijo, el tema de las reivindicaciones independientes de las dos patentes estadounidenses era la calibración de ganancia del transmisor de torre de maestro (documento US 6.253.077 B1) y el receptor de torre de maestro (documento US 6.308.080 B1). Parece no aparecer un estímulo real para mejorar el conjunto de circuitos AGC en el conocimiento común en el campo.

Objetivos de la invención

El objeto principal de la invención es por tanto superar los inconvenientes de los sistemas punto a multipunto de la técnica anterior con respecto a la prestación del conjunto de circuitos AGC de transmisión y recepción fiables en las estaciones esclavas, e indicar un método de control de ganancia de potencia adaptado para este fin.

Otro objetivo de la invención es el de extender los beneficios de la solución anterior a los sistemas de radiorrelé.

Sumario y ventajas de la invención

Según la presente invención, un objetivo de este tipo se consigue por medio de un método de control de ganancia en un sistema de radiocomunicación que incluye una estación maestra conectada en dos direcciones con al menos una estación esclava, que tiene las propiedades citadas en las reivindicaciones que siguen, formando estas reivindicaciones una parte esencial de la descripción en el presente documento. El método es aplicable tanto en sistemas punto a multipunto como en sistemas punto a punto. Según el método de la presente invención, un esclavo se configura a sí mismo de tal manera que es posible una comunicación inicial, incluso con un rendimiento pobre. Tan pronto como se consigue una comunicación entre el maestro y una estación esclava, el maestro empezará la operación denominada normalmente “registro” o “referencia” o “conexión”. Durante o inmediatamente después de esta fase se transmite por enlace descendente un elemento de información relacionado con la distancia desde el maestro a la estación esclava, que utiliza la información recibida para configurar apropiadamente la parte “semiestática” de la ganancia/atenuación de potencia de recepción y/o la parte “semiestática” de la ganancia/atenuación de potencia de transmisión. El intervalo dinámico del conjunto de circuitos AGC se reduce considerablemente en consecuencia para compensar el desvanecimiento de la señal variable único. Un elemento de información relacionado con la distancia es tanto una medida codificada de manera oportuna de la distancia, como directamente la atenuación en espacio libre de la trayectoria de radio debida a la distancia. Si la información recibida es la pérdida de trayectoria fija el esclavo la utiliza directamente, mientras que si la información recibida es la distancia el esclavo la convierte en la pérdida de trayectoria correspondiente por medio de una fórmula ampliamente conocida. Un elemento de información relacionado con la distancia es normalmente fácil de determinar en la estación maestra. Un primer enfoque es el de medir el retardo de sincronización entre la ráfaga del maestro y el esclavo durante la fase de registro y obtener la información relacionada con la distancia utilizando expresiones ampliamente conocidas. Un segundo enfoque es el de leerla de una base de datos de la instalación accesible mediante el maestro. Se prefiere el primer enfoque porque hace que el sistema no sea dependiente de la instalación, al menos para esta propiedad. La ventaja inmediata es la de no tener que medir esta distancia sobre el mapa.

La disponibilidad de la información relacionada con la distancia en las estaciones esclavas abre el camino a varias optimizaciones de la trayectoria de transmisión y recepción que pueden realizarse en la invención. Gracias al método de la invención el conjunto de circuitos AGC de las estaciones esclavas trabajará apropiadamente en el intervalo nominal incluso si el intervalo disponible no es lo suficientemente grande para cubrir todas las situaciones. A diferencia de los métodos conocidos, la reducción de la dinámica de ganancia/atenuación de transmisión/recepción no solicita ningún ajuste particular en las instalaciones del esclavo durante la fase de instalación, si no que se realiza automáticamente por los esclavos después de la recepción de la información relacionada con la distancia desde el maestro. Esto permite un diseño económico del equipo de comunicación y una mejora del rendimiento del equipo. La idea de transmitir mediante el enlace descendente del maestro hacia los esclavos elementos de información relacionados con las distancias respectivas entre las antenas de los esclavos y el maestro, es la clave que permite a cada esclavo establecer por sí mismo una parte fija de la ganancia/atenuación de potencia total. No existe una indicación clara de esta propiedad en la técnica anterior mencionada; se deduce que la única manera posible ofrecida por la técnica anterior a los esclavos para calcular por sí mismos la ganancia/atenuación de potencia fija, es la manera clásica basada en el cálculo de pérdida de trayectoria RF en correspondencia con la recepción de un canal de control común de emisión (es decir: BCH, BCCH, CCC, etc.) transmitido a potencia máxima (conocida por adelantado por el esclavo). Esta manera no es completamente fiable debido al posible desvanecimiento de la señal por trayectorias múltiples que puede falsificar el resultado (se necesitan algunas precauciones).

Considerada la característica técnica específica de la invención basada en la adquisición de la medida de distancia mediante el esclavo al comienzo de una fase de protocolo inicial particular tal como el registro, durante la que la transmisión del esclavo no está todavía optimizada, no puede proponerse la medida de la distancia ejecutada por el esclavo por sí mismo. Por otro lado el esclavo no tiene un registro de instalación en sus instalaciones; puede argumentarse fácilmente la efectividad de la invención. Un comentario obvio final es que los términos “ganancia/atenuación de potencia”, aunque evidentes en un vistazo, es en realidad redundante: “ganancia de potencia” es suficiente; de hecho es ampliamente conocido que una ganancia logarítmica negativa es igual a una atenuación, tal como una ganancia natural inferior a la unidad.

En lo que respecta a la aplicación del método de la invención en sistemas punto a punto, los radiorrelés son sistemas punto a punto clásicos que comprenden una cadena de repetidores de línea de visión conectados entre estaciones terminales en los dos extremos. En estos sistemas cuando se tienen en cuenta saltos de radio con diferentes longitudes, existe una dispersión de nivel de potencia similar a los sistemas punto a multipunto. Esto significa que cada estación adapta la potencia de transmisión y puede recibir con un amplio intervalo de valores de potencia recibida según la distancia real entre estaciones adyacentes y las condiciones de propagación instantáneas. La enseñanza del método puede extenderse fácilmente a los sistemas punto a punto, por ejemplo activando cada estación para ser o bien maestro o bien esclavo según el método pertinente.

Otro objetivo de la invención es un sistema de radiocomunicación en el que las estaciones esclavas funcionan según el método descrito anteriormente, tal como se da a conocer en las reivindicaciones del sistema relevantes, haciendo inherentes las ventajas tanto para sistemas punto a multipunto como para sistemas punto a punto.

Breve descripción de los dibujos

Las propiedades de la presente invención que se consideran como novedosas se exponen de manera particular en las reivindicaciones adjuntas. La invención, junto con los objetivos y ventajas adicionales de la misma, pueden entenderse con referencia a la siguiente descripción detallada de una realización de la misma tomada conjuntamente con los dibujos adjuntos dados simplemente para fines explicativos no limitantes y en los que:

- la figura 1 muestra un diagrama de bloques general de una red de radio punto a multipunto que incluye una estación maestra que se comunica en dos direcciones con varias estaciones esclavas fijas colocadas a diferentes distancias desde el maestro;

- la figura 2 muestra un diagrama de bloques general de un sistema de radiorrelé parcial;

- la figura 3 muestra la arquitectura funcional de una estación maestra cuyo protocolo está adaptado para actuar conjuntamente con las estaciones esclavas, con el fin de implementar la presente invención;

- la figura 4 muestra la arquitectura funcional de una estación esclava de la presente invención;

- la figura 5 muestra una representación de circuitos de un bloque de transmisión SGC incluido en la estación esclava de la figura 4.

- la figura 6 muestra una representación de circuitos de un bloque de transmisión REG-PW-TX-AMP incluido en la estación esclava de la figura 4; y

- la figura 7 muestra un desplazamiento posible de las dos estaciones esclavas desde el maestro en el escenario de la figura 1 ó 2 y una representación esquemática de la subdivisión de la ganancia de potencia dentro de las dos estaciones esclavas obtenida mediante la presente invención.

Descripción detallada de una realización de la invención

En la figura 1 se representa un diagrama de bloques general de una red de radio punto a multipunto. En lo que concierne a la siguiente descripción los términos “red” y “sistema” han que considerarse sinónimos. Debido a su gran generalidad la realización de la invención no es evidente en la red de la figura 1 y la red podría confundirse con la técnica anterior. A todos los efectos las propiedades de la invención se destacarán a partir de la descripción del funcionamiento. La red incluye una estación maestra y una pluralidad de estaciones esclavas colocadas a diferentes distancias D1, D2, D3 desde el maestro. Para mayor simplicidad las estaciones esclavas únicas están conectadas localmente a un número variable de terminales TER de usuario. La estación maestra está conectada adicionalmente a través de radio con otras estaciones maestras y mediante un portador físico (cableado, cable, fibras ópticas) a una PSTN, RDSI, red IP, etc. El escenario representado se limita a estaciones maestras fijas, estaciones esclavas fijas, y terminales de usuario fijos. Ser fijos no es obligatorio para las terminales TER, al menos en lo que concierne a los propósitos de la presente invención, de tal modo que las posibles aplicaciones de la red punto a multipunto son sustancialmente las mismas que aquellas indicadas en la técnica anterior citada.

En funcionamiento, tal como se dijo anteriormente, las transmisiones en dos direcciones entre el maestro y cada esclavo individual están sometidas a un desvanecimiento de la señal por trayectorias múltiples imprevisible y desvanecimiento de la señal por lluvia que son variables debido a su naturaleza estadística, y en general diferentes en las dos direcciones de la transmisión. Además de dicho desvanecimiento de la señal existe una pérdida de trayectoria en espacio libre que sólo depende de la distancia (D1, D2, ó D3) entre las antenas del esclavo y el maestro. Esta atenuación es completamente previsible y puede calcularse mediante la siguiente expresión:

$$A = kA_{\text{espacio libre}} = k \frac{\left(4\pi \frac{D}{\lambda}\right)^2}{G_T G_R}, \quad (1)$$

en la que:

- λ es la longitud de onda de la portadora;

- D es la distancia entre las antenas del esclavo y el maestro;

- G_T y G_R son las ganancias de las antenas de transmisión y recepción, respectivamente;

- k tiene en cuenta algunos valores de atenuación constantes que dependen de, por ejemplo: pérdida por cable, atenuación de filtro en banda, etc.

Por el efecto combinado de pérdidas previsibles e imprevisibles, son posibles señales con grandes niveles de potencia variable en los dos extremos de una trayectoria de radio. Para la estimación de la pérdida de trayectoria total tienen que considerarse algunos otros parámetros estadísticos en el peor caso, por ejemplo: temperatura, envejecimiento, inexactitudes, etc.; en el extremo un valor de 80dB es realista.

La estación maestra implementa funciones de maestro típicas descritas en las diversas especificaciones del ETSI correspondientes a la norma BRAN. Para el alcance limitado de la figura 1, considerada como conocida, se tratan algunas funciones de maestro típicas. Puesto que desde la fase de instalación el maestro tendrá que mantener la memoria y tener acceso a la configuración del sistema y los principales parámetros de funcionamiento de las diversas estaciones esclavas. Entre estos parámetros se incluyen, por ejemplo: número de estaciones esclavas configuradas, distancia desde las antenas del esclavo y el maestro, potencia de transmisión máxima de los esclavos, tipo de acceso y duplexación, código de modulación y redundancia, código de aleatorización, encriptación, política de facturación, etc. Durante el ejercicio el maestro tendrá que emitir continuamente la información común hacia los esclavos y monitorizar los canales de acceso en enlace ascendente con el fin de detectar las solicitudes de acceso desde los esclavos. En cada detección de acceso, se empieza un procedimiento de protocolo llamado normalmente “registro” o “referencia” o “conexión”. Dependiendo del tipo de acceso y las capacidades del esclavo, el maestro asigna al esclavo que accede un grupo de recursos dedicados (frecuencia, ranura de tiempo, código, canales de señalización dedicados, parámetros ad hoc, etc.) para necesidades de señalización y tráfico, buscando equilibrar entre las diversas solicitudes; esto presupone una política de arbitraje de imparcialidad. Dependiendo del destino de la llamada, el maestro establece una trayectoria de encaminamiento hacia un elemento de red o bien dentro o bien fuera de la red P a MP. Otros procedimientos bien conocidos ampliamente implementados sobre el canal físico son la sincronización de tramas (FS, *Frame Synchronisation*) y el control de potencia (PC, *Power Control*), ambos de los cuales permiten el cálculo de la distancia entre las antenas del esclavo y el maestro durante la fase de registro pero el primero es el preferido. Las normas relevantes para FS y PC son las siguientes:

- “ETSI TS 101 999 - Broadband Radio Access Networks (BRAN); HIPERACCESS; PHY protocol specification”,

y

- “ETSI TS 102 000 - Broadband Radio Access Networks (BRAN); HIPERACCESS; DLC protocol specification”.

La sincronización de tramas es habitual en sistemas digitales y permite la decodificación exacta de la ráfaga inicial mediante el esclavo y el mantenimiento del estado de sincronización a lo largo del tiempo. Contrariamente al GSM, el mantenimiento de la sincronización no es decisivo cuando las estaciones esclavas son fijas. FS incluye las siguientes etapas:

a) la estación maestra transmite sobre el canal de sincronización una secuencia particular de bytes que corresponden a una ráfaga de “sincronización” conocida por adelantado por el esclavo, y la indicación de un retardo D fijo preferido entre la señal de flujo descendente y la señal de flujo ascendente que no depende de la distancia entre las dos estaciones, pero que depende de otros requisitos tales como el de fomentar una implementación más sencilla del aparato evitando emitir y recibir simultáneamente;

b) la estación esclava que accede en primer lugar a la red recibe y almacena la ráfaga de sincronización, inmediatamente después realiza la autocorrelación de la ráfaga almacenada con una copia de la secuencia de sincronización almacenada localmente. La frecuencia del pico de correlación indica un retardo preciso desde el comienzo de la ráfaga, que significa la sincronización. El esclavo, tan pronto como sincroniza, transmite una ráfaga específica de protocolo de flujo ascendente con el retardo D dado;

c) la estación maestra recibe la ráfaga específica de protocolo sincronizada transmitida desde el esclavo y calcula la distancia entre las dos antenas según el tiempo transcurrido entre su transmisión de la ráfaga de “sincronización” y su recepción de la ráfaga de flujo ascendente;

d) la estación maestra transmite a la estación esclava accedida un elemento de información relacionado con dicha distancia. Se abren dos oportunidades, concretamente: 1) la información es una medida codificada de manera oportuna de la distancia; 2) la información es una medida codificada de manera oportuna de la atenuación en espacio libre de la trayectoria de radio que depende de dicha distancia;

e) la estación esclava accedida recibe y decodifica la información relacionada con dicha distancia y la utiliza de una manera que se detallará posteriormente.

Según otra realización de la invención la estación maestra adquiere la información relacionada con la distancia durante la fase de instalación, y la transmite al esclavo que accede durante, o inmediatamente después de, la fase de registro. Esto significa que el registro de instalación accesible al maestro mantiene almacenadas o bien las distancias o bien la atenuación en espacio libre correspondiente, o ambas. La invención en cuestión se refiere al conjunto de circuitos AGC incluido en las estaciones esclavas únicas, para los siguientes tres casos que tener en cuenta: sólo recepción, sólo transmisión, tanto recepción como transmisión. Para la descripción restante se supone que el maestro puede tener en cuenta de la manera conocida la dinámica de sus señales de recepción y transmisión.

El control de potencia (PC) se lleva a cabo para regular la potencia de transmisión de los esclavos (PC de enlace ascendente) y el maestro (PC de enlace descendente no obligatorio). El procedimiento PC implica tanto al maestro como a cada esclavo de forma asimétrica, concretamente, el maestro es el que decide la totalidad de la corrección de potencia tanto para enlace ascendente como para enlace descendente; los esclavos sólo transmiten al maestro algunas medidas realizadas sobre las señales de recepción y ejecutan comandos PC mandados por el maestro. Las regulaciones de potencia se solicitan principalmente para satisfacer un requisito de calidad global, en un caso de este tipo las transmisiones dedicadas se adaptan a las recepciones a nivel “de trabajo”, con el fin de evitar la propagación de interferencias de canal propio peligrosas dentro del sistema y reducir las interferencias de canales adyacentes, debidas por otro lado al efecto cerca-lejos. El control de potencia puede ejecutarse o bien en bucle abierto o bien en bucle cerrado. En lo que concierne al cálculo aproximado de la distancia, la estación maestra transmite tanto su nivel de potencia de transmisión como su nivel de recepción “deseado” a las estaciones esclavas, de tal manera que pueden calcular la distancia a partir de la fórmula (1) y un nivel de potencia aproximado para la primera transmisión. Al final el maestro ejecuta procedimientos de manera rutinaria para el mantenimiento de los diversos esclavos.

Las estaciones esclavas implementan las funciones de esclavo típicas descritas en las diversas especificaciones del ETSI correspondientes a la norma BRAN. Entre estas funciones están: la escucha de los canales de emisión para recibir información correspondiente a su funcionamiento; la configuración inicial para enviar una solicitud de acceso y participar en la fase de registro; sincronización de tramas, control de potencia, etc. La recepción de la información relacionada con la distancia entre las antenas del esclavo y el maestro y el uso de esta información se detallará posteriormente. Otras funciones de los esclavos son las que implican la conexión y servicio de los terminales TER. Los detalles de servicios son dependientes del tipo de terminales que están conectados y no se investigan adicionalmente.

En la figura 2 se representa un diagrama de bloques de un sistema de radiorrelé. Sólo se muestra la parte izquierda del radioenlace para brevedad. El sistema incluye una estación terminal y una pluralidad de repetidores colocados a diferentes distancias entre sí. Los radiorrelés son sistemas punto a punto clásicos que comprenden una cadena de repetidores de línea de visión conectados entre estaciones terminales en los dos extremos. En esos sistemas cuando se tienen en cuenta los saltos de radio con diferentes longitudes, existe una dispersión de nivel de potencia similar a los sistemas punto a multipunto. Esto significa que cada estación adapta la potencia de transmisión y puede recibir con un intervalo amplio de valores de potencia recibida según la distancia (D_1 , D_2) real entre estaciones adyacentes y las condiciones de propagación instantáneas. En general una de las dos estaciones terminales es el maestro de todo el sistema pero esta regla no es obligatoria y son posibles otras opciones, por ejemplo: una de las estaciones desempeña el papel de “maestro” u otra puede desempeñar el papel de “esclavo”, o ambas pueden desempeñar ambos papeles al mismo o diferente tiempo. Las funciones del maestro son similares a las ya enumeradas para la figura 1 anterior. Los esclavos funcionan con la limitación de estar todos activos simultáneamente para garantizar la continuidad de la transmisión a través del todo el enlace. No obstante, en caso de que un repetidor está defectuoso y tenga que ponerse fuera de servicio, un sistema de protección apaga automáticamente el repetidor defectuoso y se conecta uno de sustitución de reserva de funcionamiento inmediato a la misma antena. En tal caso, el repetidor entrante puede tener o no conocimiento de la longitud de los saltos en los dos lados. Se supone el primer caso: así, el sólo conocimiento de la distancia no es suficiente para optimizar las dos comunicaciones de salto. De hecho algunos ajustes internos tales como las referencias de voltaje programables del conjunto de circuitos AGC no podrían sintonizarse suficientemente a los valores efectivos en el cambio. En tal caso la presente invención enseña cómo tiene que aprovecharse la información de la distancia para optimizar los parámetros que son dependientes del nivel de potencia para obtener comunicaciones fiables en los extremos de las dos trayectorias de radio.

En la figura 3 se representa un diagrama de bloques de la estación maestra de las figuras 1 y 2. Sin introducir limitación a la invención, la arquitectura considerada hace referencia al caso de TDMA-FDD que utiliza (para brevedad) sólo un enlace ascendente de portadora y un enlace descendente de portadora diferente. Con referencia a la figura se incluyen los siguientes bloques funcionales: INTERFAZ DE RED PSTN/IP (PNI), CONTROL DE ESTACIÓN MAESTRA Y ENRUTAMIENTO (MSCR), TXCH-INT, MULTCH, DAC y filtro, UPC, PWA, filtro duplexor, filtro de imagen, LNA, DWC, filtro y ADC, DEMULTCH, RXCH-INT, y sintetizador de frecuencia. El bloque MSCR está interconectado con casi todos los otros bloques, concretamente: PNI para el intercambio de canales de tráfico y señalización entre red P a MP y redes PSTN/IP; a TXCH-INT y RXCH-INT para intercambiar todos los canales configurados y los otros maestros; y al sintetizador de frecuencia para la generación de la señal CLK de reloj del sistema y la señal f_{OL-TX} y f_{OL-RX} del oscilador local analógico utilizada en la conversión ascendente desde IF a RF y la conversión descendente desde RF a IF, respectivamente, más la señal f_{OL-IF} del oscilador para la conversión desde banda base a la frecuencia intermedia (IF) y viceversa. En funcionamiento, considerando en primer lugar el lado de transmisión, el bloque MSCR principal encamina los canales de recepción de banda base a la entrada de la interfaz TXCH-INT. El bloque TXCH-INT realiza el procesamiento de banda base típico para todos los canales transmitidos, es decir: filtrado TX, codificación (paridad, convolucional, activación), intercalado, formateo de ráfaga, aleatorización, cifrado y modulación digital (M-PSK, M-QAM, TCM, etc.). Las señales digitales moduladas se envían al bloque MULTCH que realiza la multiplexación en tiempo de los canales digitales en tantas ranuras de tiempo de una trama TDMA a velocidad superior. La señal TDMA puede convertirse a IF al mismo tiempo que la multiplexación por medio de la señal f_{OL-IF} . La señal digital TDMA se convierte en analógica y la PAM se reconstruye por medio del bloque DAC y filtro. La señal filtrada IF se envía al mezclador UPC para conversión ascendente a radiofrecuencia RF por medio de la señal f_{OL-TX} del oscilador local a la salida del sintetizador de frecuencia. La señal RF se amplifica mediante el amplificador de potencia PWA y se manda a un primer puerto del filtro duplexor. Este filtro actúa como un circulador

de tres puertos que transporta la señal de transmisión RF al cable coaxial conectado a la antena, y la señal de recepción RF que viene de la antena hacia el filtro de imagen a la entrada del amplificador con bajo nivel de ruidos LNA. La señal RF amplificada de recepción se envía al mezclador DWC para la conversión descendente a IF por medio de la señal f_{OL-RX} del oscilador local. La señal IF analógica se filtra en paso banda y se convierte digitalmente mediante el bloque filtro y ADC. El bloque DEMULTCH realiza una demultiplexación en tiempo de la trama IF TDMA en ranuras de tiempo singulares correspondientes a tantos canales. Esto presupone que la conversión de IF a banda base por medio de la señal f_{OL-IF} (con un mezclador digital o aleatorización descendente), la extracción de reloj y sincronización de tiempo (es decir aprovecharse de canales de sincronización adecuados para frecuencia (FCCH) y tiempo (SCH)). Cada canal digital se manda al bloque RXCH-INT de interfaz que lleva a cabo el procesamiento de banda base, concretamente: ecualización y filtrado RX, sincronización de ráfaga, demodulación digital, descifrado, desaleatorización, desensamblado de ráfaga, desintercalado, decodificación y corrección de errores. La ecualización individual se basa en la estimación de la respuesta de impulso del canal relevante en correspondencia con una secuencia de entrenamiento situada en la parte inicial o en la parte media de cada ráfaga transmitida (dependiendo de la estructura de ráfaga). Esto presupone la detección de la secuencia de entrenamiento, obtenida normalmente por la correlación con una secuencia almacenada. La detección permite tener una estimación del retardo de transmisión de cada ráfaga individual utilizada para sincronizar la ráfaga. El bloque MSCR ejecuta todas las funciones de maestro explicadas en la descripción de la figura 1; o bien las típicas o las particulares necesitadas para llevar a cabo la presente invención: por ejemplo el cálculo de las distancias de los esclavos después de la recepción de los retardos de transmisión respectivos. Además MSCR encamina un canal digital hacia su destino, bien: a otra estación esclava, a otra estación maestra, a las redes PSTN/IP externas por medio de la interfaz PNI. Esta última convierte los protocolos de señalización usados dentro de la red P-a-MTP en la señalización por canal común SS7 usada por la red PSTN o en el protocolo IP usado por la red homónima. La adaptación de velocidad y conversión de código (TRAU) es una funcionalidad adicional implementada dentro de la interfaz PNI y/o el bloque MSCR. Para completar, el sintetizador de frecuencia envía un reloj CLK principal al bloque MSCR. Además, se rectifica la señal de recepción IF analógica para obtener una señal RSSI (*Received Signal Strength Indicator*, indicador de intensidad de señal recibida) enviada al bloque de control MSCR, que utiliza la indicación relevante en el procedimiento de control de potencia del enlace ascendente junto con BER (*Bit Error Rate*, tasa de error de bit) en la salida de los demoduladores. El procedimiento de control de potencia del enlace descendente es bastante más complicado que en el enlace ascendente, principalmente porque en lugar de compensar atenuaciones de potencia en cada uno de las trayectorias individuales, también ha de considerarse una compensación menor en la señal acumulativa transmitida a, o recibida desde, la antena remota. Este problema se ha puesto de manifiesto adecuadamente en las dos patentes estadounidenses anteriormente comentadas. El enlace descendente de control de potencia individual se lleva a cabo digitalmente dentro del bloque TXCH-INT; se soporta por las medidas relevantes realizadas por cada esclavo y transmitidas al maestro. En lo que respecta a la compensación acumulativa, se proporcionan dos señales de calibración, T-CALIB y R-CALIB, a una entrada de control de regulación de ganancia de los amplificadores PWA y LNA, respectivamente.

En la figura 4 se ilustra un diagrama de bloques de una estación esclava de la figura 1, los bloques marcados y la letra en negrita indica aquellas partes y señales implicadas en mayor medida en la invención. Omitiendo la interfaz hacia el terminal local TER, la descripción también es válida para los esclavos de la figura 2. Con referencia a la figura, se incluyen los siguientes bloques funcionales: INTERFAZ TERMINAL LOCAL (LCI), PROCESADOR DE CONTROL DE ESTACIÓN ESCLAVA (SSCP), sintetizador de frecuencia, SECCIÓN DE TRANSMISIÓN DE BANDA BASE (incluyendo el procesador BBP-TX, RRCFILT, DIGMOD, e INSERT), convertidor DAC y filtro e IF, UPCONV, REG-PW-TX-AMP, filtro duplexor, filtro de imagen, RD-AGC, DWCONV, SGC, ADC, y SECCIÓN DE RECEPCIÓN DE BANDA BASE (incluyendo EXTRACT, EQUAL, DIGDEM y procesador BBP-RX). El bloque SSCP está interconectado con casi todos los demás bloques, concretamente: LCI para el intercambio de canales de tráfico y señalización entre la estación esclava y los distintos terminales TER1,2,3; SECCIONES DE TRANSMISIÓN Y RECEPCIÓN DE BANDA BASE para controlar y gestionar operaciones; sintetizador de frecuencia para la generación de la señal CLK de reloj de sistema y las señales f_{OL-TX} y f_{OL-RX} del oscilador local analógico usadas en la conversión ascendente de IF a RF y la conversión descendente de RF a IF, respectivamente, más la señal f_{OL-IF} del oscilador para la conversión de banda base a IF y viceversa. El bloque del procesador SSCP está conectado con los bloques marcados: RD-AGC, SGC, y REG-PW-TX-AMP para implementar, junto con la ESTACIÓN MAESTRA, las características técnicas de la presente invención. Con este fin, el procesador SSCP envía las siguientes señales: V_{REF} , V_{DIST} y TX-REG a los bloques relevantes en el orden enumerado.

Durante el funcionamiento, considerando en primer lugar el lado de transmisión, cada terminal TER1,2,3 transmite su propia información codificada: voz, datos, señalización, sobre el respectivo medio físico conectado a la interfaz LCI. Esta última realiza una adaptación de línea (extracción de reloj, almacenamiento en memoria intermedia y ecualización) y las funciones de interconexión relevantes para el tipo de terminal conectado, es decir, teléfono, impresora, ordenador personal, lector de tarjetas, etc. La adaptación de velocidad y conversión de código se realiza también dentro de la LCI antes de enviar la señal digital al procesador BBP-TX de banda base. Este último ejecuta el procesamiento de banda base típico, es decir: codificación (paridad, convolucional, activación), intercalado, formateo de ráfaga, aleatorización y cifrado. De manera sucesiva, la señal se filtra por el filtro TX RRCFILT (raíz de coseno alzado) y se modula digitalmente (M-PSK, M-QAM, TCM, etc.) por el modulador DIGMOD. El bloque de flujo INSERT es un formateador de trama TDMA que inserta la señal modulada en la ranura de tiempo asignada, y también la convierte elevándola a IF digital usando la señal f_{OL-IF} . La señal digital IF se convierte en analógica y se filtra en paso banda por el bloque DAC y de filtro, y la señal IF analógica se convierte en RF por el mezclador UPCONV que recibe la señal f_{OL-TX} del oscilador local. La señal RF se amplifica en potencia por el bloque AGC REG-PW-TX-AMP y se reenvía a un primer puerto del filtro duplexor conectado a la antena remota. La señal de recepción RF que llega desde

la antena atraviesa un segundo puerto del filtro duplexor y llega al filtro de imagen en la entrada del bloque AGC RD-AGC. La señal RF amplificada de recepción se envía al mezclador DWCONV para la conversión descendente en IF mediante la señal f_{OL-RX} del oscilador local. Además, la señal de recepción IF analógica se rectifica para obtener una señal RSSI (*Received Signal Strength Indicator*) enviada al bloque de control SSCP, que utiliza la indicación relevante en el procedimiento de control de potencia de enlace descendente junto con BER (*Bit Error Rate*) en la salida de los demoduladores. La señal IF analógica llega al bloque AGC SGC y, de manera sucesiva, al bloque ADC para la conversión digital antes de entrar en el bloque EXTRACT. Este último realiza la desmultiplexación en tiempo de la trama TDMA IF en ranuras de tiempo singulares entre las que está la asignada al canal del esclavo. Esto presupone la conversión de IF a banda base explotando de manera conocida la señal f_{OL-IF} . El canal digital asignado se reenvía al ecualizador EQUAL de interfaz que filtra digitalmente la señal entrante mediante un filtro RRC y estima la respuesta de impulso del canal. Al final de la ecualización se obtiene una estimación del retardo de transmisión y la ráfaga se sincroniza de manera consecuente. El procesamiento de banda base ejecuta el resto de operaciones de banda base, a saber: demodulación digital, descifrado, desaleatorización, desensamblado de ráfaga, desintercalado, decodificación y corrección de errores. Finalmente, el canal se reenvía o bien a la interfaz LCI que ha de transmitirse al terminal TER direccionado o bien al procesador SSCP para la inserción en una ranura de tiempo de transmisión asignada en enlace ascendente basándose en la información de encaminamiento obtenida del MAESTRO.

El bloque SSCP ejecuta todas las funciones de esclavo explicadas en la descripción de la figura 1, o bien las típicas o bien las particulares necesarias para llevar a cabo la presente invención, por ejemplo: el acceso al maestro que va a registrarse, el cálculo de la atenuación fija después de la recepción del mensaje que incluye la medida de la distancia, la traducción de la atenuación fija en señales V_{ref} , V_{DIST} , TX-REG de control oportunas de los diversos AGC u otros dispositivo que van a optimizarse, el envío de dichas señales de control a los dispositivos relevantes. La señal V_{DIST} es un valor de voltaje que corresponde al que establece la ganancia de potencia para compensar la atenuación calculada basándose en la información de la distancia enviada por el MAESTRO. Las señales V_{ref} y TX-REG digitales son otros valores de voltaje de referencia. Los bloques SGC y REG-PW-TX-AMP se describirán posteriormente mientras que RD-AGC es visible en la figura 4; incluye un amplificador con bajo nivel de ruidos de ganancia variable VAR-LNA y un amplificador 1 diferencial conectado como en el esquema AGC clásico. La V_{ref} de voltaje (convertida a analógica aunque no se indique) se establece a una entrada de referencia del amplificador 1 diferencial, mientras que la otra entrada está conectada a la salida de un detector de envolvente (diodo seguido de un filtro paso bajo) cuya entrada está conectada a la salida de RF del amplificador de RF VAR-LNA para retroalimentar la ganancia variable. La salida V_{dif} del amplificador 1 diferencial cierra el bucle obligando a que la potencia en la salida del AGC sea igual en promedio al voltaje V_{ref} de referencia. La representación interna del bloque RD-AGC se da como un ejemplo explicativo pero no limitante, los dispositivos de estado sólido que implementan AGC con los requisitos deseados están disponibles en la actualidad en el mercado. Los dos bloques de AGC restantes SGC y REG-PW-TX-AMP funcionan de manera similar que RD-AGC. La opción del diseño es la de confiarle la tarea de compensar las atenuaciones de Rayleigh variables rápidas y las atenuaciones por lluvia en la trayectoria de enlace descendente a la frecuencia AGC intermedia designada como SGC. Esto se realiza fijando un valor de la V_{ref} de referencia de una manera que, en ausencia de desvanecimiento de la señal en la entrada del amplificador variable con bajo nivel de ruidos VAR-LNA establece una ganancia igual al valor central del intervalo de ganancia nominal.

La figura 5 muestra el AGC que constituye el bloque SGC. Incluye el mismo esquema de retroalimentación que el que constituye el bloque RD-AGC de flujo ascendente. La señal IF de entrada se filtra por paso banda antes de alcanzar la entrada del amplificador variable de IF VAR-LNA. La V_{DIST} de referencia de voltaje digital se convierte de digital a analógica antes de alcanzar la entrada de referencia del amplificador 1 diferencial. El AGC regula su salida para seguir la señal V_{DIST} de referencia. La opción del diseño es la de confiarle la tarea de compensar la atenuación semiestática debida a la distancia entre la antena del esclavo y el maestro con respecto al bloque SGC de AGC IF. Esto se realiza fijando las V_{DIST} de referencia de voltaje para producir la amplificación/atenuación deseada dentro del intervalo de ganancia nominal del AGC IF.

La figura 6 muestra los dos AGC en serie, similares al esquema anterior, que constituyen el bloque REG-PW-TX-AMP. La señal TX-REG digital incluye la señal V_{DIST} y una señal TX-STEP, ambas se convierten de digital a analógica antes de alcanzar las entradas de referencia de los amplificadores 5 y 6 diferenciales de los dos AGC. La señal RF atraviesa después de la conversión un filtro 4 de paso banda y alcanza la entrada de un primer amplificador VAR-AMP2 de potencia variable perteneciente al primer AGC que regula su salida para seguir la V_{DIST} de referencia. La salida regulada entra en la entrada de un amplificador VAR-AMP2 variable perteneciente al segundo AGC que regula su salida para seguir la TX-STEP de referencia. La opción del diseño es la de confiarle la tarea de compensar el efecto cerca-lejos en la antena del MAESTRO con respecto al primer AGC RF. Esto se realiza fijando la V_{DIST} de referencias de voltaje para producir la amplificación/atenuación deseada dentro del intervalo de ganancia nominal del primer AGC RF. Otra opción del diseño es la de confiarle la tarea de compensar las atenuaciones de Rayleigh variables rápidas y las atenuaciones por lluvia en la trayectoria de enlace ascendente con respecto al segundo AGC RF. Esto significa tener que alimentar a la antena del esclavo con la potencia de RF discreta solicitada por el MAESTRO durante el control de potencia de enlace ascendente. Esto se realiza alineando el intervalo de discretización de la señal TX-STEP con el intervalo de ganancia nominal del segundo AGC.

Las causas que tienen efecto sobre la variabilidad del nivel de potencia de recepción y transmisión ya se han investigado, pero la figura 7 sucesiva proporcionará algunos otros conocimientos acerca del problema de cómo establecer la ganancia de AGC de la manera más apropiada.

ES 2 284 809 T3

El escenario de la figura 7 incluye una estación maestra y dos esclavas: una primera a la distancia D_{MAX} máxima permitida desde el maestro, y la otra a una distancia D_{INT} dada entre D_{MAX} y la distancia D_{MIN} mínima permitida. En la misma figura se representa el intervalo de ganancia completo del AGC del esclavo entre G_{MIN} y G_{MAX} con una barra horizontal. A lo largo de esta barra los denominados valores de ganancia “semiestática” de los dos esclavos, que dependen principalmente de las distancias D_{INT} y D_{MAX} se indican con dos líneas gruesas. Superpuestas parcialmente a las dos líneas gruesas y dentro del intervalo de ganancia total, dos otras barras horizontales indican el intervalo de ganancia (“dinámica”) que varía rápidamente idéntico de los dos AGC para compensar el fenómeno de desvanecimiento de la señal. La enseñanza de la figura está clara: si no se ha previsto de otro modo por adelantado un AGC de recepción o transmisión, de manera indiferente, deberá suponer el intervalo de ganancia completo $G_{MAX} - G_{MIN}$. La gran variación en el nivel de señal recibida en el lado del esclavo puede compensarse utilizando un conjunto de circuitos AGC con un gran intervalo de trabajo que varía rápidamente $G_{MAX} - G_{MIN}$. Un AGC similar podría ser muy caro y no sencillo de diseñar. Por otro lado una dinámica tan amplia hará que la ganancia de los AGC comerciales se salga de sus intervalos nominales.

La solución propuesta en la figura 7 es la de dividir el intervalo de trabajo de AGC completo en dos partes: el intervalo de ganancia configurable y el intervalo de ganancia dinámica. Esto abre el camino a diseños diferentes aunque se necesita una idea del ancho de los dos intervalos. En el intervalo de alta frecuencia (superior a 15 GHz) las variaciones de nivel de señal máxima en la potencia recibida a una distancia fija debidas a un desvanecimiento de la señal (lluvia) son inferiores que la variación máxima debida a la dispersión única de las distancias. La última es mucho más importante. Para entender mejor la ventaja, si se considera un sistema punto a multipunto con una distancia mínima de la estación esclava de 50 metros y una distancia máxima de 5km, que funciona a radiofrecuencia de 26GHz en una zona K de lluvia y el objetivo de disponibilidad muy común del 99,99%, la extensión de la distancia para un intervalo de ganancia de sistema asciende a 40dB mientras que el desvanecimiento de la señal por lluvia es de 25dB. La enseñanza de la invención permite dividir el intervalo de 65dB (25+40dB) para su manejo por un AGC totalmente dinámico en dos intervalos más estrechos, concretamente un intervalo dinámico de 25dB y un intervalo semiestático de 40dB configurable.

El ejemplo muestra una disparidad en los dos intervalos de ganancia que favorece la reducción del intervalo que varía rápidamente, es decir, pueden utilizarse AGC comerciales menos caros. Esta ganancia configurable se extenderá por un intervalo más grande, con el fin de contrarrestar al menos las variaciones del nivel de señal que dependen de la distancia entre las estaciones maestra y esclava. De este modo, es posible diseñar un conjunto de circuitos económico sin empeorar el rendimiento del equipo. Una atenuación o ganancia semiestática, en la posición apropiada de la cadena de recepción, puede regularse de tal modo que todos los componentes trabajarán en un intervalo de señal reducida, en el que ofrecen el mejor rendimiento. Esto significa por ejemplo que es posible hacer funcionar el amplificador de potencia alrededor de un punto de trabajo en el que se maximiza su linealidad. Las mismas ventajas pueden obtenerse por ejemplo en el factor de ruido estableciendo apropiadamente el intervalo de potencia de receptor.

En una realización preferida, una vez que se enciende, la estación esclava empieza a variar lentamente su nivel de ganancia/atenuación “semiestática” para recibir apropiadamente y decodificar la señal de radio transmitida por la estación maestra. A partir de este punto, la estación esclava puede decodificar la señal de flujo descendente y establecer un valor aproximado del nivel de transmisión de flujo ascendente, aunque los niveles de ganancia/atenuación semiestática de recepción y transmisión no están configurados correctamente para hacer que el intervalo dinámico contrarreste apropiadamente todo el fenómeno de desvanecimiento de la señal posible. Cuando la estación maestra recibe una señal transmitida por la estación esclava, transmite la información de la distancia a la estación remota; la distancia puede recuperarse de una base de datos o calcularse durante la fase de registro o transmisiones iniciales de la estación esclava, según diferentes realizaciones posibles. Según la presente invención esta información de la distancia se enviará a la estación esclava. La estación esclava usa la información de la distancia para configurar automáticamente el nivel de ganancia/atenuación “semiestática” de la mejor manera.

En vista de las consideraciones anteriores con referencia a la figura 7 y las consideraciones siguientes, las opciones llevadas a cabo en las figuras 4, 5 y 6 y con respecto al enlace de las V_{DIST} , V_{ref} , TX-STEP de referencia de voltaje con las diversos AGC parece ser un buen diseño. De hecho, cuando una estación esclava se encuentra en el límite de la zona de servicio la señal recibida es débil y se necesita la ganancia semiestática máxima. En un caso de este tipo la señal de RF recibida podría ser comparable con el ruido generado internamente en las cadenas de amplificación. Un buen diseño deberá tener en cuenta el efecto del ruido. Tal como se conoce, el factor de ruido depende del ruido introducido por el primer amplificador más el factor de ruido de cada etapa de amplificación sucesiva dividido por la amplificación total a la entrada de esta etapa. Es decir, el primer amplificador de RF debe ser de bajo nivel de ruidos cualquiera que sea la ganancia y un segundo amplificador de alta ganancia es mejor. La realización de la invención sigue esta indicación, de hecho, el primer amplificador VAR-LNA es de bajo nivel de ruidos y el amplificador VAR-AMP1 en serie tiene el intervalo de ganancia semiestática superior a la dinámica. Sin embargo, los argumentos anteriores, si lo requieren razones particulares, son factibles varias disposiciones en serie de AGC semiestático y dinámico colocados de diferente manera en RF e IF, tanto para recepción como transmisión. La tabla siguiente muestra las combinaciones posibles:

ES 2 284 809 T3

TABLA 1

Combinaciones posibles de AGC en serie

Recepción				Transmisión			
Radiofrec.		RF	IF	Radiofrec.		IF	RF
AGC1	AGC2	AGC1	AGC2	AGC1	AGC2	AGC1	AGC2
Vref	Vdist	Vref	Vdist	Vdist	TX-STEP	Vdist	TX-STEP
Vdist	Vref	Vdist	Vref	TX-STEP	Vdist	TX-STEP	Vdist

En la tabla las combinaciones recomendadas mostradas en las figuras 4 y 6 están en negrita. La Vref y TX-STEP de referencia de voltaje atienden a AGC dinámicos mientras que Vdist a los semiestáticos.

REIVINDICACIONES

1. Método de control de ganancia de potencia para su uso en un sistema de radiocomunicación que incluye al menos una estación maestra que puede comunicarse con al menos una estación esclava fija, adquiriendo y almacenando el maestro parámetros de configuración y de funcionamiento relevantes del esclavo, monitorizando los accesos del esclavo y asignándole recursos físicos, incluyendo el esclavo medios para recibir y/o transmitir a ganancia de potencia variable, **caracterizado** porque incluye las siguientes etapas:
 - la estación maestra adquiere un elemento de información relacionado con la distancia entre la antena de la estación esclava y su propia antena;
 - la estación maestra transmite a la estación esclava dicho elemento de información;
 - la estación esclava recibe dicho elemento de información y lo traduce a al menos una señal de control de ganancia semiestática manteniendo una fracción de dicha ganancia de potencia variable configurable para compensar la atenuación en espacio libre de la trayectoria de radio debido sólo a dicha distancia.
2. Método de control de ganancia de potencia según la reivindicación 1, **caracterizado** porque la estación esclava calcula una señal de control de ganancia dinámica para compensar adicionalmente el desvanecimiento de la señal imprevisible.
3. Método de control de ganancia de potencia según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque dicho elemento de información relacionado con la distancia es una medida codificada de manera oportuna de la distancia.
4. Método de control de ganancia de potencia según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque dicho elemento de información relacionado con la distancia es una medida codificada de manera oportuna de la atenuación en espacio libre de la trayectoria de radio que depende de dicha distancia.
5. Método de control de ganancia de potencia según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque la estación maestra adquiere dicha información relacionada con la distancia durante una fase de instalación y la transmite al esclavo durante o inmediatamente después de una fase de registro de esclavo ejecutada inmediatamente antes de comenzar una comunicación fiable.
6. Método de control de ganancia de potencia según una de las reivindicaciones anteriores distinta a la 5, **caracterizado** porque la estación maestra adquiere dicho elemento de información respectivo durante un primer acceso de la estación esclava y transmite dicho elemento de información durante o inmediatamente después de una fase de registro de estación esclava ejecutada inmediatamente antes de comenzar una comunicación fiable.
7. Método de control de ganancia de potencia según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque la estación esclava optimiza ajustes de receptor y/o transmisión adicionales y parámetros de funcionamiento según el elemento de información relevante relacionado con la distancia.
8. Método de control de ganancia de potencia según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque dichos medios para recibir a ganancia de potencia variable pueden utilizarse por la estación esclava en el control de potencia en bucle cerrado de enlace descendente para compensar dicho desvanecimiento de la señal imprevisible en la señal de recepción, y dichos medios para transmitir a ganancia de potencia variable pueden utilizarse por la estación esclava para transmitir a la estación maestra algunas medidas relacionadas con la calidad de la señal de recepción.
9. Método de control de ganancia de potencia según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque dichos medios para transmitir a ganancia de potencia variable pueden utilizarse por la estación esclava en el control de potencia de en bucle cerrado de enlace ascendente para compensar dicho desvanecimiento de la señal imprevisible, bajo el control de la estación maestra que mide la calidad de la señal de recepción.
10. Método de control de ganancia de potencia según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el sistema es del tipo de radiorrelé que comprende estaciones repetidoras encadenadas de manera diferente espaciadas entre sí, y desempeñando una de las estaciones el papel de maestro y desempeñando las otras estaciones el papel de esclavo, o desempeñando dos o más estaciones ambos papeles al mismo o diferente tiempo, y o bien automáticamente o bien cuando se emite un comando por el maestro real un repetidor de reserva para funcionamiento inmediato sustituye a un repetidor en servicio, y el repetidor entrante tiene conocimiento de la longitud de los saltos en los dos lados y utiliza este conocimiento para optimizar algunos parámetros internos que dependen del nivel de potencia, tales como las referencias de voltaje programables del conjunto de circuitos AGC, para obtener una comunicación fiable en los extremos de las dos trayectorias de radio.
11. Sistema de radiocomunicación que incluye al menos una estación maestra que puede comunicarse con al menos una estación esclava fija, teniendo el maestro medios (MSCR) para adquirir y almacenar parámetros de configuración y de funcionamiento relevantes del esclavo, medios (MSCR) para monitorizar el acceso del esclavo, medios (MSCR)

ES 2 284 809 T3

para asignar recursos físicos al esclavo, y teniendo el esclavo medios (RD-AGC, SGC, REG-PW-TX-AMP) para recibir y/o transmitir a ganancia de potencia variable, **caracterizado** porque incluye:

- 5 - medios (MSCR, TXCH-INT) de estación maestra para calcular la distancia entre las antenas de esclavo y maestro y convertirla en un elemento de información relacionado con dicha distancia;
- medios (MSCR, TXCH-INT, MULTCH, PWA) de estación maestra para transmitir al esclavo dicho elemento de información;
- 10 - medios (RD-AGC, SGC, SSCP) de estación esclava para recibir dicho elemento de información; y
- medios (SSCP) de procesamiento de estación esclava para traducir dicho elemento de información a al menos una señal (V_{dist}) de control de ganancia de potencia semiestática adecuada para su aplicación a dichos medios para recibir y/o transmitir a ganancia de potencia variable para mantener una fracción de dicha ganancia de potencia variable
- 15 configurable para compensar la atenuación en espacio libre de la trayectoria de radio debida a dicha distancia.
- 12. Sistema de radiocomunicación según la reivindicación anterior, **caracterizado** porque dichos medios (SSCP) de procesamiento de estación esclava establecen una señal (V_{ref}) de control de ganancia de potencia dinámica adecuada para su aplicación a dichos medios para recibir y/o transmitir a ganancia de potencia variable para compensar
- 20 adicionalmente el desvanecimiento de la señal imprevisible.
- 13. Sistema de radiocomunicación según la reivindicación anterior, **caracterizado** porque dichos medios (RD-AGC, SGC) para recibir a ganancia de potencia variable incluyen dos conjuntos de circuitos de control automático de ganancia o AGC en serie, un primero (SGC) que tiene la ganancia semiestática y un segundo (RD-AGC) que tiene la
- 25 ganancia dinámica reducida por efecto de dicha ganancia semiestática.
- 14. Sistema de radiocomunicación según la reivindicación 13, **caracterizado** porque el AGC que tiene la ganancia semiestática (SGC) trabaja a frecuencia intermedia y el AGC que tiene la ganancia dinámica (RD-AGC) trabaja a
- 30 radiofrecuencia.
- 15. Sistema de radiocomunicación según la reivindicación 13, **caracterizado** porque el AGC que tiene la ganancia semiestática (SGC) trabaja a radiofrecuencia y el AGC que tiene la ganancia dinámica (RD-AGC) trabaja a frecuencia intermedia.
- 35 16. Sistema de radiocomunicación según la reivindicación 13, **caracterizado** porque ambos AGC (RD-AGC, SGC) trabajan a radiofrecuencia.
- 17. Sistema de radiocomunicación según la reivindicación 16, **caracterizado** porque el AGC que tiene la ganancia dinámica (RD-AGC) está colocado, a lo largo de la cadena de amplificación, antes del AGC que tiene una ganancia
- 40 semiestática (SGC).
- 18. Sistema de radiocomunicación según la reivindicación 16, **caracterizado** porque el AGC que tiene la ganancia dinámica (RD-AGC) está colocado, a lo largo de la cadena de amplificación, después del AGC que tiene una ganancia semiestática (SGC).
- 45 19. Sistema de radiocomunicación según la reivindicación 12, **caracterizado** porque dichos medios (REG-PW-TX-AMP) para transmitir a ganancia de potencia variable incluyen dos conjuntos de circuitos de control automático de ganancia o AGC en serie, un primero (VAR-APM2, 5) que tiene la ganancia semiestática y un segundo (VAR-AMP3, 6) que tiene la ganancia dinámica reducida por efecto de dicha ganancia semiestática.
- 50 20. Sistema de radiocomunicación según la reivindicación 19, **caracterizado** porque el AGC (VAR-APM2, 5) que tiene la ganancia semiestática trabaja a frecuencia intermedia y el AGC (VAR-AMP3, 6) que tiene la ganancia dinámica trabaja a radiofrecuencia.
- 55 21. Sistema de radiocomunicación según la reivindicación 19, **caracterizado** porque el AGC (VAR-APM2, 5) que tiene la ganancia semiestática trabaja a radiofrecuencia y el AGC (VAR-AMP3, 6) que tiene la ganancia dinámica trabaja a frecuencia intermedia.
- 60 22. Sistema de radiocomunicación según la reivindicación 19, **caracterizado** porque ambos AGC (VAR-APM2, 5, VAR-AMP3, 6) trabajan a radiofrecuencia.
- 23. Sistema de radiocomunicación según la reivindicación 22, **caracterizado** porque el AGC (VAR-APM2, 5) que tiene la ganancia semiestática está colocado, a lo largo de la cadena de amplificación, antes del AGC (VAR-AMP3, 6) que tiene una ganancia semiestática.
- 65 24. Sistema de radiocomunicación según la reivindicación 22, **caracterizado** porque el AGC (VAR-APM2, 5) que tiene la ganancia semiestática está colocado, a lo largo de la cadena de amplificación, después del AGC (VAR-AMP3, 6) que tiene una ganancia semiestática.

ES 2 284 809 T3

25. Sistema de radiocomunicación según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 24, **caracterizado** porque incluye una pluralidad de estaciones esclavas que se comunican a través de radio con el maestro simultáneamente sobre diferentes canales de radio o en diferentes ranuras de tiempo del mismo canal.

- 5 26. Sistema de radiocomunicación según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 24, **caracterizado** porque es del tipo de radiorrelé que comprende estaciones repetidoras encadenadas espaciadas de manera diferente entre sí, y desempeñando una de las estaciones el papel de maestro y desempeñando las otras estaciones el papel de esclavo, o desempeñando dos o más estaciones ambos papeles al mismo o diferente tiempo.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

RED DE RADIO PUNTO-A-MULTIPUNTO

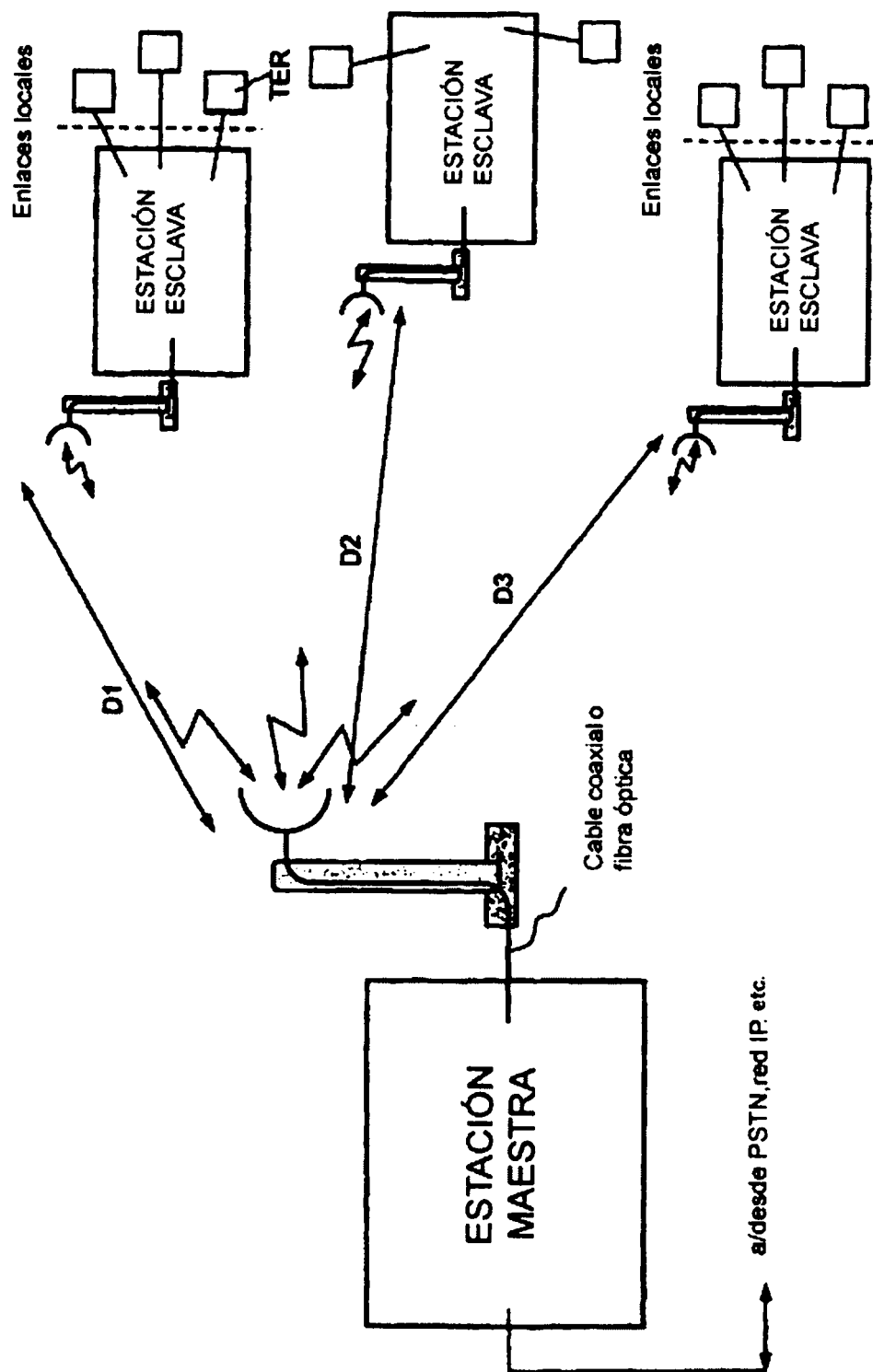


FIG 1

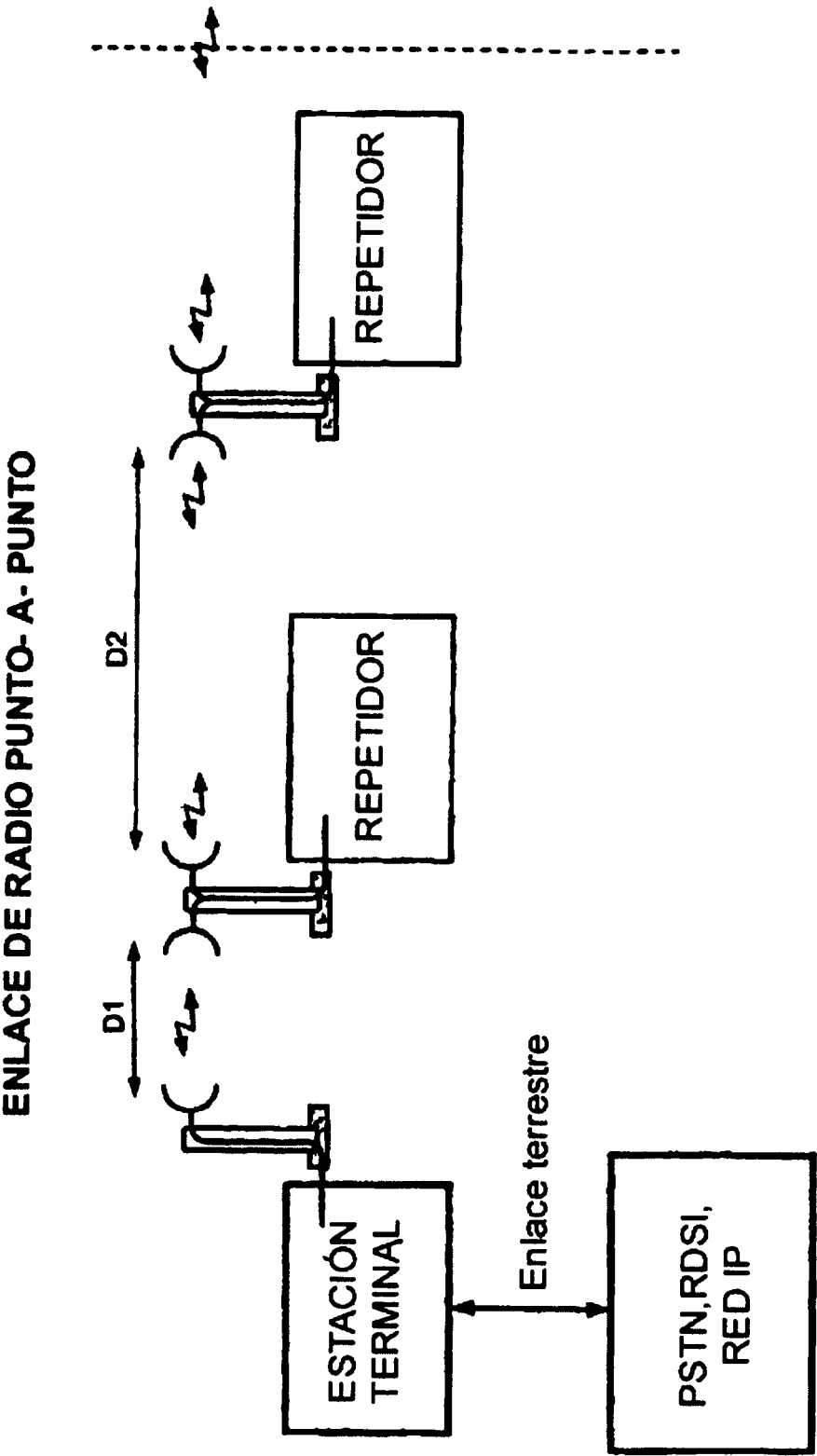


FIG 2

ESTACIÓN MAESTRA

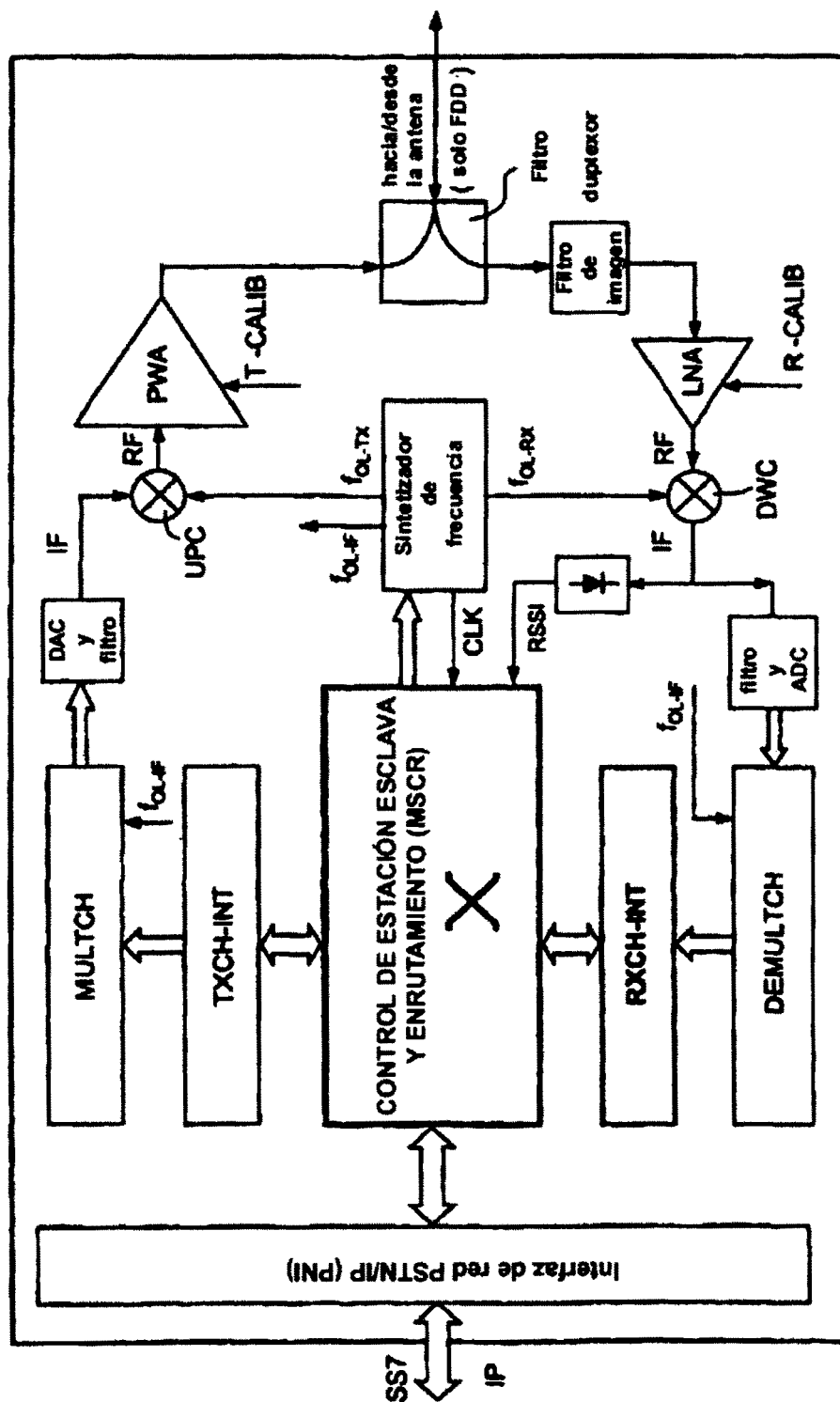


FIG 3

ESTACIÓN ESCLAVA

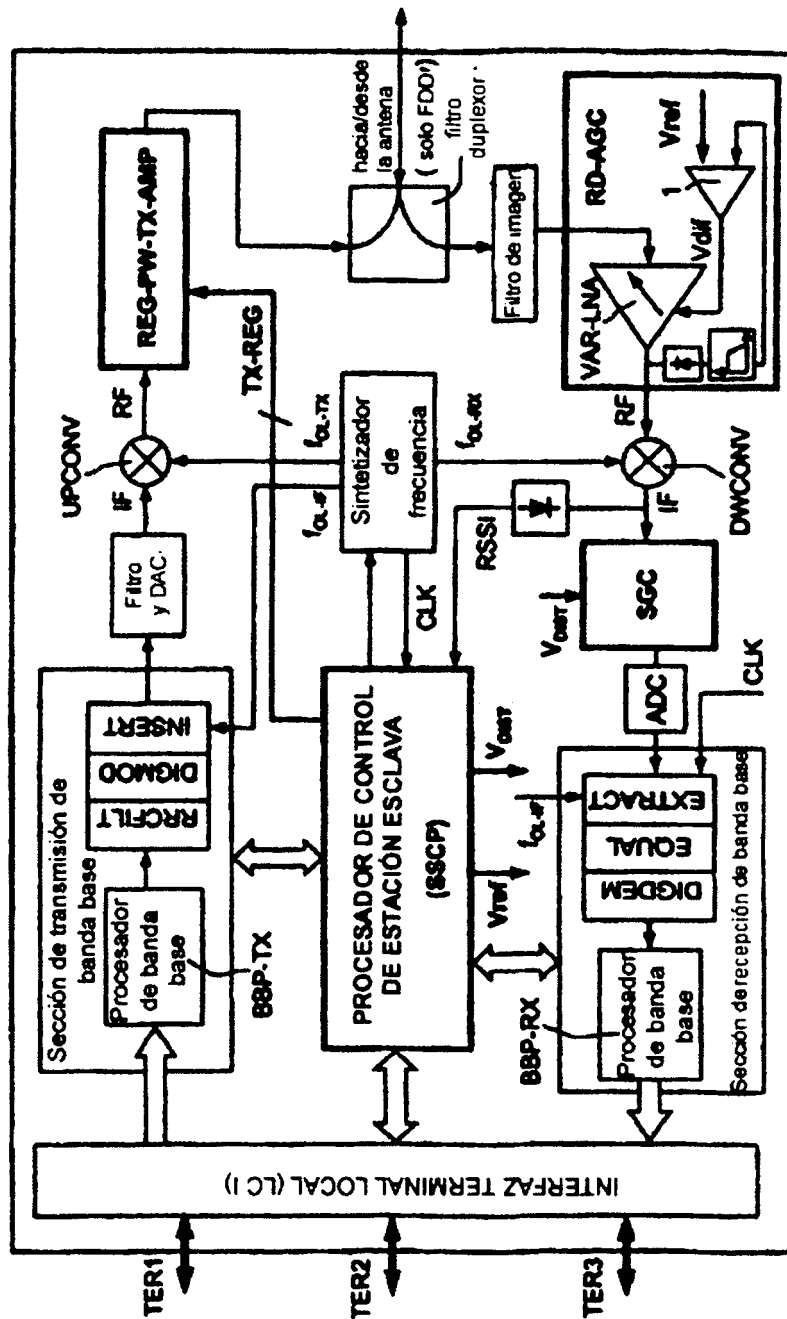
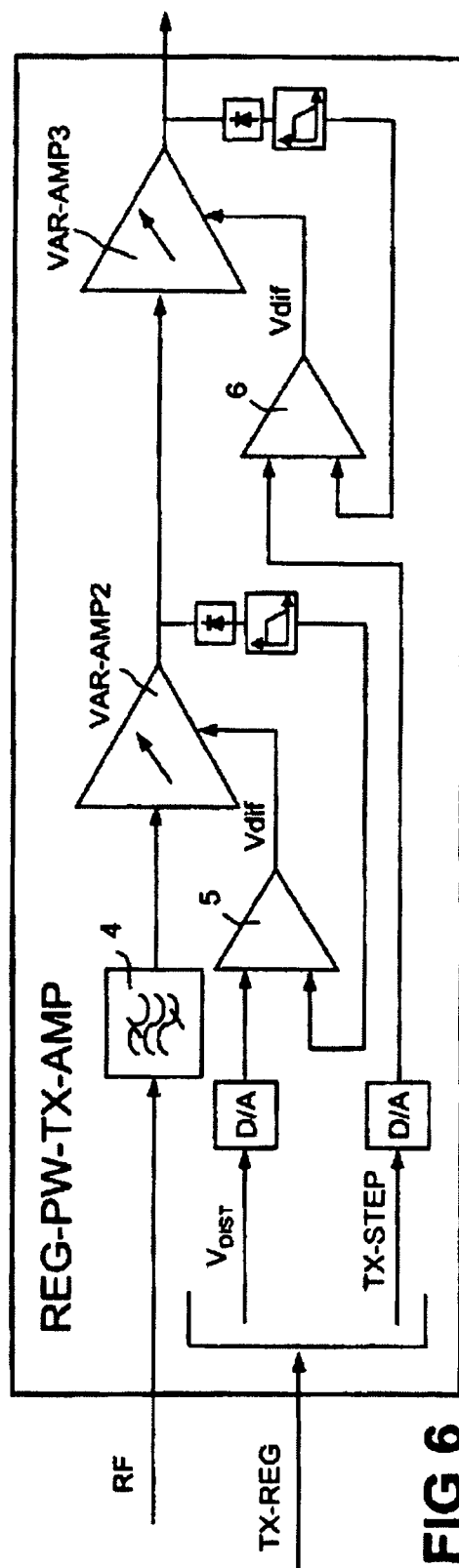
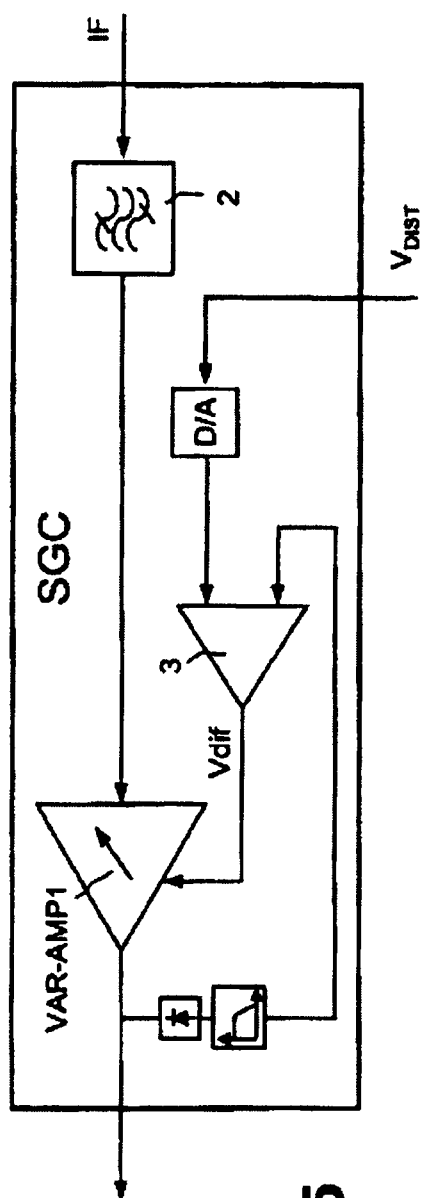


FIG 4



Intervalos de AGC de estaciones esclavas en
red de radio punto-a-multipunto

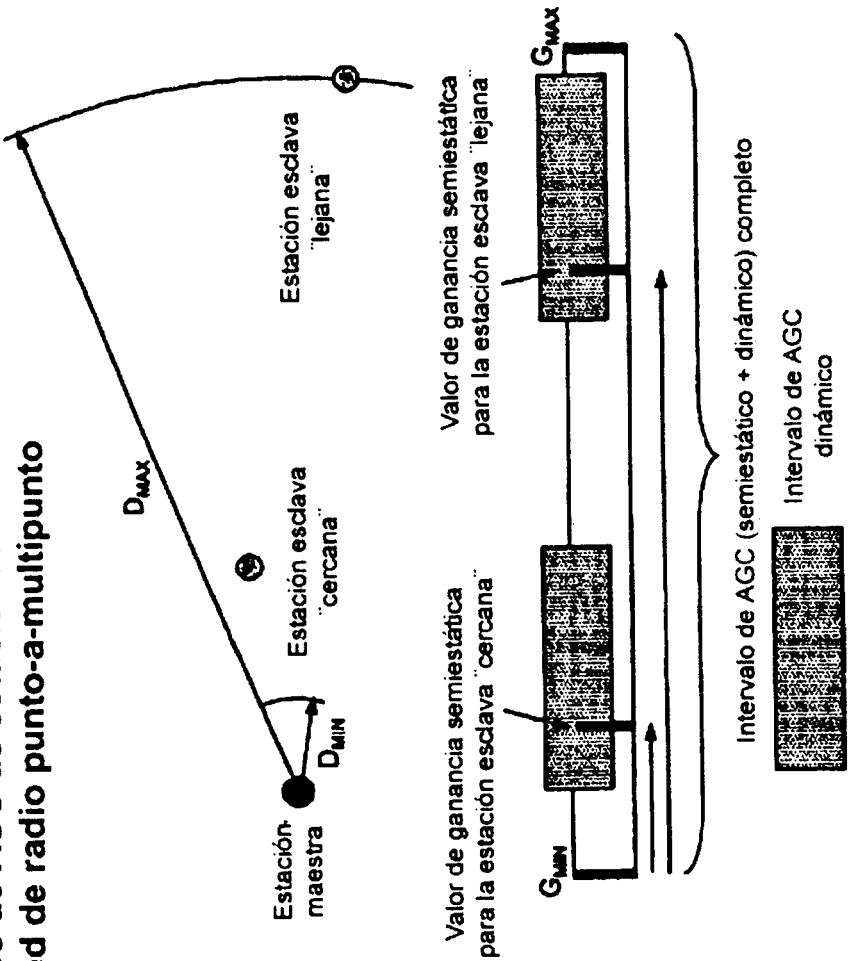


FIG 7