(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 283 650**

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

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Número de solicitud europea: **02803702 .6**
(86) Fecha de presentación : **20.11.2002**
(87) Número de publicación de la solicitud: **1527527**
(87) Fecha de publicación de la solicitud: **04.05.2005**

(54) Título: **Repetidor controlado por potencia de enlace inverso.**

(30) Prioridad: **20.11.2001 US 331943 P**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.11.2007

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.11.2007

(73) Titular/es: **QUALCOMM INCORPORATED**
5775 Morehouse Drive
San Diego, California 92121, US

(72) Inventor/es: **Dean, Richard, F.**

(74) Agente: **Carpintero López, Francisco**

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).

Venta de fascículos: Oficina Española de Patentes y Marcas. Pº de la Castellana, 75 – 28071 Madrid

DESCRIPCIÓN

Repetidor controlado por potencia de enlace inverso.

Antecedentes

I. Campo de la invención

La presente invención se refiere en general al campo de los sistemas de comunicación inalámbricos, y más concretamente, a un repetidor para su uso en sistemas de comunicación inalámbricos con un dispositivo de comunicación inalámbrico incorporado capaz de interactuar con unas estaciones base que comunican con y por medio del repetidor para afectar al control de ganancia del repetidor y a la potencia de salida.

II. Técnica relacionada

Los sistemas de comunicación inalámbricos se han desarrollado mucho en los últimos años y son ampliamente utilizados. Actualmente hay en uso muchos tipos diferentes de sistemas de comunicación inalámbricos, incluyendo los sistemas de Servicios de Comunicaciones Personales y Celulares (PCS). Ejemplos de sistemas celulares conocidos incluyen el Sistema de Teléfonos Móviles Avanzados Analógicos celulares (AMPS), y sistemas celulares digitales basados en la técnica de Acceso Múltiple por División de Código (CDMA), el Acceso Múltiple por División de Tiempo (TDMA), el Sistema Mundial de acceso a Móviles (GSM) variante del TDMA, y los más recientes sistemas de comunicación digital híbridos que utilizan tanto tecnologías TDMA como CDMA.

El uso de técnicas CDMA en un sistema de comunicación de acceso múltiple se divulga en la Patente estadounidense No. 4,901,307 titulada "*Sistema de Comunicación de Acceso Múltiple de Espectro Extendido que Utiliza Repetidores Terrestres o por Satélite*" ["*Spread Spectrum Multiple Access Communication System Using Satellite Or Terrestrial Repeaters*"] y en la Patente estadounidense No. 5,103,459 titulada "Sistema y Procedimiento para Generar Ondas de Forma de Señal en un Sistema de Teléfonos Celulares CDMA" ["*System and Method For Generating Signal Waveforms in A CDMA Cellular Telephone System*"], ambas transferidas al cesionario de la presente invención.

El procedimiento para suministrar comunicaciones móviles CDMA fue estandarizado en Estados Unidos por la Telecommunications Industry Association/Electronic Industries Association en el documento TIA/EIA/IS-95-A titulado "*Estándar de Compatibilidad de Estaciones Base - Estaciones Móviles en un Sistema Celular de Espectro Extendido de Modo Dual*" ["*Mobile Station-Base Station Compatibility Standard for Dual-Mode Wideband Spread Spectrum Cellular System*"] designado en la presente memoria como IS-95. Sistemas combinados AMPS & CDMA se describen en TIA-EIA Standard IS-98. Otros sistemas de comunicaciones se describen en el IMT 2000/UM, o en el Sistema 2000 de Telecomunicaciones Móviles Internacionales/Sistema de Telecomunicaciones Móviles Universales, estándares que cubren lo que son designados como CDMA (WCDMA) de banda ancha, cdma2000 (como por ejemplo, los estándares CDMA2000 1x o 3x)o TD-SCDMA.

En sistemas de comunicación inalámbricos las estaciones móviles o los terminales de usuario reciben las señales procedentes de unas estaciones base de posición fija (también designadas como referencias de celda o celdas) que soportan los enlaces o servicio de comunicación dentro de unas zonas geográficas determinadas adyacentes a o que rodean las estaciones base. Con el fin de ayudar a proporcionar cobertura, cada celda es a menudo subdividida en múltiples sectores correspondiente cada uno correspondiente a un área o zona geográfica de servicio más pequeña. Una formación o serie de estaciones base situadas adyacentes entre sí forman un sistema de comunicación capaz de dar servicio a un cierto número de usuarios del sistema en una zona más amplia.

Desgraciadamente, extensas como parecen ser las áreas totales de cobertura de muchos sistemas inalámbricos, el proporcionar servicio o cobertura a muchas estaciones móviles no deja de presentar dificultades. El despliegue o posicionamiento de las estaciones base dentro de un sistema puede dejar "brechas" o "agujeros" dentro del área de cobertura. Esto es, la disposición de las estaciones base, la cual puede venir determinada por diversos criterios conocidos de diseño del sistema, razones económicas, comodidad, o restricciones de demarcación zonal locales, no permiten que la cobertura de la señal de algunas estaciones base llegue a determinadas áreas adyacentes a o incluso rodeadas por un grupo de estaciones base. Así mismo, determinadas obstrucciones derivadas de características geológicas o de estructuras realizadas por el hombre, pueden simplemente bloquear las señales dentro de determinadas áreas. Las estaciones base pueden considerarse también demasiado costosas de colocar en áreas menos pobladas o de carácter mayoritariamente rural, dejando múltiples áreas simplemente sin cobertura. Por supuesto, cualquier área o zona sin cobertura significa una pérdida de ingresos para los operadores del sistema de comunicación o para los proveedores de servicios.

Los repetidores pueden constituir una forma económicamente rentable para las compañías de telecomunicaciones o proveedoras de servicios para llenar los agujeros existentes en el área de cobertura o para aumentar el área de cobertura. Por ejemplo, en vez de instalar una estación base más cara y complicada, puede utilizarse un repetidor para ampliar el alcance de las estaciones existentes. Por consiguiente, una compañía de telecomunicaciones puede conseguir la ocupación de los agujeros y aumentar de otra manera el área de cobertura de un determinado sector para proporcionar una capacidad en un área que anteriormente no estaba cubierta. Una característica de una aplicación de ocupación de agujeros es que el área está genéricamente rodeada de cobertura, a menudo con el mismo sector que

está también en comunicación con el repetidor. El aumento, o el desplazamiento del área de cobertura de una celda o sector modifica efectivamente el emplazamiento o la configuración del área de cobertura de un sector. Un ejemplo de este tipo de aplicación podría ser proporcionar cobertura a una autopista. Suponiendo que dos sectores cubren una autopista adyacente a una estación base, podría tomarse en consideración el uso de un repetidor con el fin de proporcionar cobertura a un área más allá de la inmediatamente "visible" o de alcance de las señales procedentes del emplazamiento de la estación base. Especialmente, para un emplazamiento mayoritariamente rural.

El uso de tecnología de repetidores se describe en la Patente estadounidense No. 6,108,364, titulada "*Repetidor Duplex de División de Tiempo para su uso en un Sistema CDMA*" ["*Time Division Duplex Repeater for Use in a CDMA System*"], y el uso de repetidores para obtener una diversidad de señales teniendo en cuenta cañones urbanos se describe en la la Patente estadounidense No. 5,991,345 titulada "*Procedimiento y Aparato para una Potenciación de la Diversidad Utilizando Señales Pseudos-Mutitrayectoria*" [*"Method and Apparatus for Diversity Enhancement Using Pseudo-Multipath Signals"*]. El documento WO 01/50635 describe un procedimiento controlado por potencia destinado a un sistema de estación base inalámbrico, que incluye un control de potencia bidireccional entre una estación base y un repetidor, y en el que el nivel de la señal se mide y es transmitida de nuevo a la fuente original.

Sin embargo, el mismo uso de repetidores no está exento de problemas en determinada situaciones. Como se analizará más adelante con mayor detalle, un repetidor no es un dispositivo carente de ruidos y constituye un componente del ruido térmico producido en el sector de estación base que actúa como enlace de comunicación, en el sentido de que se suma al nivel de ruido de la estación base. El uso de repetidores se encuentra en sí mismo entorpecido por factores medioambientales que provocan fluctuaciones en la ganancia del repetidor, y en las contribuciones al ruido térmico por parte del repetidor en la estación base. Más concretamente, la ganancia suministrada por un repetidor resulta afectada por factores como: variaciones de la temperatura diaria (± 6 dB); variaciones de temperatura estacionales (típicamente ± 3 dB); la atenuación ocasionada por la vegetación o los cambios de la vegetación durante la primavera y el verano; y los nuevos obstáculos que se están erigiendo a lo largo de la trayectoria entre la estación base y el repetidor.

Los fenómenos expuestos anteriormente producirán fluctuaciones en la cantidad total de ruido término en la estación base, afectando negativamente a la cobertura así como al servicio tanto en las áreas de cobertura de la estación base como del repetidor. De ello se desprende que es deseable mantener como una constante la ganancia del repetidor. Por consiguiente, es deseable tener la capacidad de detectar y cuantificar un cambio, y restaurar la ganancia del repetidor retrotrayéndola a un nivel predeterminado.

Se necesita un nuevo aparato o técnica para manipular la salida de potencia de un repetidor, de tal manera que pueda potenciar la cobertura sin aumentar el ruido indeseable de un sistema de comunicación. Esto se consigue con un mínimo de complejidad y un máximo en cuanto a facilidad de uso. La presente invención satisface esa necesidad.

Sumario

La presente invención satisface esa necesidad con procedimientos de acuerdo con las reivindicaciones independientes 1 y 26 y con los aparatos de acuerdo con las reivindicaciones independientes 13 y 27. La invención proporciona un mecanismo para fijar automáticamente un punto operativo de enlace inverso para un repetidor utilizado en un sistema de comunicación mediante el empleo del control de potencia de enlace inverso de un dispositivo inalámbrico incorporado, por ejemplo un teléfono de espectro extendido que utilice los protocolos de los estándares CDMA o WCDMA. Mediante la incorporación de un dispositivo de comunicación inalámbrico (WCD) dentro del repetidor y mediante la inyección del enlace inverso del WCD incorporado dentro del enlace inverso del repetidor, la ganancia del repetidor es mantenida relativamente constante. El WCD incorporado puede también ser activado de forma periódica para hacer llamadas y utilizar el control por potencia de enlace inverso para calibrar o recalibrar la ganancia del repetidor. Por consiguiente, el repetidor se convierte en un repetidor controlado por potencia.

La invención puede llevarse a la práctica utilizando un procedimiento o un aparato para controlar la potencia de salida para un repetidor que comunique con una o más estaciones base o estaciones distantes en un sistema de comunicación inalámbrico, ajustando la ganancia de las etapas o elementos de amplificación utilizados dentro del repetidor. La presente invención controla también el ruido impulsado hasta una estación base donadora que comunica con el repetidor y una o más estaciones distantes.

En una forma de realización, el procedimiento comprende acoplar o transferir una porción preseleccionada de una señal de comunicación de estación base donadora destinada a unas estaciones distantes, hasta un dispositivo de comunicación inalámbrico incorporado situado dentro del repetidor, y establecer un enlace de comunicación entre el dispositivo de comunicación inalámbrico y una estación base donadora en respuesta a la recepción de la porción preseleccionada. Esto se lleva a cabo transmitiendo una señal de enlace de retorno a lo largo de una trayectoria de señal de retorno sustancialmente coextensiva con las señales de comunicación de estaciones distantes que están siendo transferidas a la estación base, recibir a continuación la información de ajuste de potencia de la estación base donadora y generar al menos una señal de control de potencia para ajustar la potencia de transmisión de salida. La ganancia de enlace de retorno del repetidor es ajustada en respuesta a la señal de control de potencia.

En aspectos adicionales, una señal de comunicación es recibida desde una estación base donadora y transferida a las estaciones distantes, mientras que las señales de comunicación son recibidas de una o más estaciones distantes para ser transferidas hasta la estación base a lo largo de una trayectoria de señales predeterminadas. Típicamente, las señales

de comunicación son seleccionadas entre el grupo compuesto por las señales de comunicación tipo CDMA, WCDMA, TDMA, TD-SCDMA, y GSM (incluyendo GPRS y EDGE). La porción de señales preseleccionadas es procesada en el dispositivo de comunicación inalámbrico para establecer un enlace de comunicación hacia adelante, el cual incluye generar una señal de comunicación de enlace inverso para su transferencia a la estación base donadora. La señal de enlace inverso es transferida junto con las señales recibidas de las estaciones distantes a lo largo de la trayectoria de señales predeterminadas a la estación base donadora. Es recibida una señal de comunicación procedente de la estación base donadora dirigida al dispositivo de comunicación inalámbrico y una señal de control de potencia, por ejemplo una señal de control de ganancia automática, o mandato es generada en respuesta a la información contenida en esa señal. El repetidor ajusta la ganancia de enlace de retorno en base a esa señal o mandato de control de potencia.

Aspectos adicionales de la invención comprende transferir señales de comunicación de estaciones distantes amplificadas y señales de comunicación de estación base donadora recibidas mediante un primer duplexor; acoplar la corriente de una porción preseleccionada de una señal de comunicación de estación base donadora a un dispositivo de comunicación inalámbrico, lo cual puede incluir atenuar la señal en una cantidad preseleccionada en algunas formas de realización; y transferir las señales de comunicación de estación base donadora amplificadas y las señales de comunicación de estaciones distantes recibidas mediante un segundo duplexor. La señal de enlace de retorno emitida de salida por el dispositivo de comunicación inalámbrico es combinada con las señales de comunicación de estaciones distantes, y puede también se atenuada en algunas formas de realización antes de ser combinadas.

El procedimiento puede así mismo comprender establecer periódicamente un enlace de comunicación entre el dispositivo de comunicación inalámbrico y la estación base donadora, y generar al menos una señal de control de potencia en base a la información relacionada con la potencia de señal determinada durante una duración del enlace de comunicación. Esta característica es especialmente útil poner en marcha inicialmente un repetidor, puesto que el repetidor pude efectivamente “recurrir” a la estación base y establecer un nivel de potencia apropiado sin intervención manual.

Un aparato para controlar la potencia de salida de un repetidor que comunica con una o más estaciones base donadoras y unas estaciones distantes en un sistema de comunicación inalámbrico, comprende un medio para acoplar o transferir una porción preseleccionada de una señal de comunicación de una estación base donadora destinada a estaciones distantes a un dispositivo de comunicación inalámbrico incorporado dentro del repetidor, y un medio para establecer un enlace de comunicación entre el dispositivo de comunicación inalámbrico y la estación base donadora en respuesta a la porción preseleccionada mediante la transmisión de una señal de enlace de retorno a lo largo de una trayectoria de señales de retorno compartida con unas señales de comunicación de estación distante que están siendo transferidas hasta la estación base. Así mismo, se incluye un medio para recibir una información de ajuste de potencia procedente de la estación base donadora y generar al menos una señal de control de potencia para ajustar la potencia de transmisión de salida, y un medio para ajustar la ganancia de enlace de retorno del repetidor en base a esa señal de control de potencia.

El aparato puede así mismo comprender un medio para recibir diversas señales de comunicación procedentes de una estación base donadora o de estaciones distantes, junto con un medio para amplificar estas señales y retransmitirlas. Las señales son transferidas por medio de duplexores en las etapas de amplificación. Se proporcionan unos medios para procesar la porción preseleccionada para establecer un enlace hacia adelante y para generar una señal de comunicación de enlace inverso en el dispositivo de comunicación inalámbrico. El aparato transfiere la señal de comunicación de enlace inverso desde el dispositivo de comunicación inalámbrico junto con las señales recibidas procedentes de las estaciones distantes cubiertas a lo largo de una trayectoria de señales compartidas hasta la estación base. Así mismo, se proporcionan unos medios para recibir una señal de comunicación desde la estación base dirigida al dispositivo de comunicación inalámbrico y para generar una señal de control de potencia. La señal de control de potencia puede ser detectada utilizando un medio para su detección en el repetidor, y la ganancia de enlace de retorno es a continuación ajustada utilizando un medio para ajustar la ganancia, en base a la señal de control de potencia detectada.

Las señales introducidas en o emitidas de salida desde el dispositivo de comunicaciones inalámbrico pueden ser procesadas por uno o más medios para su atenuación antes de su transferencia hasta o desde el dispositivo de comunicación inalámbrico, según se desee. Una salida resultante de señales de enlace de retorno atenuadas procedentes del dispositivo de comunicación inalámbrico es combinada con las señales de comunicación de estaciones distantes. La atenuación antes de la transferencia hasta o desde el dispositivo de comunicación inalámbrico solo es necesaria típicamente en el caso de utilizar un dispositivo de comunicaciones inalámbrico de producción estándar, si un dispositivo fue diseñado a medida con esta finalidad, en cuyo caso la atenuación podría evitarse.

El aparato comprende así mismo un medio para establecer periódicamente un enlace de comunicación entre el dispositivo de comunicación inalámbrico y una estación base donadora, de forma que al menos una señal de control de potencia sea generada en base a la información relacionada con una potencia de señal determinada durante un periodo de duración del enlace de comunicación.

En algunas formas de realización, la señal de comunicación procedente de la estación base donadora tiene una primera frecuencia, y las señales de comunicación procedentes de una o más estaciones distantes tienen una segunda frecuencia diferente de la primera frecuencia.

En otras formas de realización adicionales, se utiliza más de un repetidor, comunicando uno directamente con una estación base y los otros con o bien la primera de una serie de estaciones distantes, o bien en una serie con la otra y luego con el primer repetidor.

Breve descripción de los dibujos

Las características, objetos y ventajas de la presente invención se pondrán de manifiesto mediante la descripción detallada expuesta a continuación combinada con los dibujos en los cuales las mismas referencias numerales identifican los mismos o funcionalmente similares elementos a lo largo de toda ella. Así mismo el dígito más a la izquierda del número de referencia se refiere a la figura en la cual el número de referencia aparece primero en los dibujos que se acompañan.

La Fig. 1 ilustra un sistema típico de comunicaciones inalámbrico que utiliza varias estaciones base y repetidores;

la Fig. 2 ilustra una vista simplificada de alto nivel de un diseño de repetidor;

la Fig. 3 ilustra un modelo de funciones equivalentes de los repetidores de la Fig. 1;

la Fig. 4 ilustra un diseño de repetidor de alto nivel que utiliza la invención;

la Fig. 5 ilustra otro diseño de repetidor de alto nivel que utiliza la invención;

la Fig. 6 ilustra un tipo de dispositivo de comunicación inalámbrico incorporado;

la Fig. 7 ilustra otro tipo de dispositivo de comunicación inalámbrico incorporado;

la Fig. 8 ilustra las etapas de despliegue y operación de un repetidor controlado por potencia;

la Fig. 9 ilustra un uso alternativo de múltiples repetidores controlados por potencia para proporcionar cobertura a varias zonas; y

la Fig. 10 ilustra una representación gráfica de unos valores alfa con respecto a gamma para diferentes tasas de impulso;

Descripción detallada de formas de realización de la invención

I. *Introducción*

La presente invención es un procedimiento y un aparato para controlar la ganancia y la potencia de transmisión de un repetidor utilizado en un sistema de comunicación inalámbrico mediante la incorporación de un circuito de dispositivo de comunicación inalámbrico en el interior del repetidor. El dispositivo de comunicación inalámbrico es controlado o ajustado por potencia por las estaciones base con las cuales comunica sobre un enlace de comunicación mantenido en común con las señales de comunicación de enlace de retorno del repetidor. Una o más señales o mandatos generadas por el dispositivo inalámbrico interactúan con el repetidor para hacer que el repetidor aumente de ganancia y sea, por tanto, controlado por potencia. Como debe resultar evidente para los expertos en la materia, el concepto de la presente invención puede aplicarse a muchos tipos de sistemas de comunicaciones len los que se utiliza el control de la potencia y existe el deseo de reducir la interferencia o degradación de la señal.

Formas de realización de la invención se analizan con detalle en los apartados que siguen. Aunque se analizan etapas, configuraciones y disposiciones específicas, debe entenderse que ello se efectúa con fines únicamente ilustrativos. Para la persona experta en la materia debe resultar evidente que la invención puede llevarse a la práctica mediante muchas formas de realización diferentes en cuanto a hardware, software, firmware, y/o los elementos ilustrados en las figuras, y que pueden utilizarse otras etapas, configuraciones y disposiciones sin apartarse del ámbito de la presente invención.

Antes de describir con detalle las formas de realización de la invención, es útil describir un entorno ejemplar con el cual pueda llevarse a cabo útilmente la invención. La presente invención es particularmente útil en entornos de sistemas de comunicaciones móviles. La Fig. 1 ilustra un entorno del tipo indicado.

II. *Entorno Operativo Ejemplar*

La Fig. 1 es un diagrama de un sistema típico 100 de comunicaciones inalámbrico, como por ejemplo un sistema celular de telecomunicaciones. El sistema de comunicaciones inalámbrico (WCS) 100, utiliza una o más estaciones de control 102, algunas veces designadas como controladores de estación base (BSC), y una pluralidad de estaciones base 104A, 104B, y 104C, algunas veces designadas como sistema transceptor de estaciones base (BTS). Las estaciones base 104A a 104C comunican con unas estaciones distantes o dispositivos de comunicación inalámbricos (WCD) 106A a 106C, respectivamente, que están en el interior de las áreas de servicio 108A a 108C de las estaciones base 104A a 104C, respectivamente. Esto es, en este caso, la estación base 104A comunica con la estación distante 106A

dentro del área de servicio 108A, la estación base 104B con la estación distante 106B dentro del área de servicio 108B, y la estación base 104C con la estación distante 106G dentro del área de servicio 108C.

Las estaciones base transmiten información en forma de señales inalámbricas hasta los terminales de usuario a través de enlaces hacia adelante o de canales de comunicación de enlace hacia adelante, y las estaciones distantes transmiten información sobre enlaces inversos o canales de comunicación de enlaces inversos. Aunque la Fig. 1 ilustra tres estaciones base 104A a 104C, puede emplearse un número distinto de estos elementos para conseguir una capacidad de comunicaciones y un alcance geográfico deseados, como es sobradamente conocido. Aunque se describen estaciones base fijas, debe apreciarse que, en algunas formas de realización, pueden utilizarse estaciones base portátiles, o incluso estaciones base situadas sobre plataformas móviles, como por ejemplo trenes, barcazas, o camiones, si se desea.

La estación de control 102 puede estar conectada a otras estaciones de control 102, a estaciones de control de sistemas centrales (no mostradas) del sistema de comunicación 100, o a otros sistemas de comunicación de sistemas conectados, como por ejemplo, una red telefónica conmutada pública (PSTN) o Internet. Así, un usuario del sistema situado en una estación distante 106 puede acceder a otros portales de comunicación utilizando el sistema inalámbrico 100.

Las estaciones base 104A a 104C pueden formar parte de sistemas y de comunicación de base terrestre que incluyan una pluralidad de asentamientos de celdas de comunicación PCS/celulares. Pueden estar asociados con sistemas de comunicación digital CTMA o TDMA (o un híbrido de CDMA/TDMA), transfiriendo señales tipo CDMA o TDMA a o desde estaciones distantes. Las señales pueden ser formateadas de acuerdo con estándares IMT-2000/UMT, utilizando señales tipo WCDMA, CDAM2000 o TD-SCDMA. Por otro lado, las estaciones base 104 pueden estar asociadas con un sistema de comunicación de base analógica (como por ejemplo un AMPS), y transferir señales de comunicación de base analógica.

Las estaciones distantes 106A a 106C tienen o comprenden cada una un aparato o un dispositivo de comunicación inalámbrico (WCD) como por ejemplo, sin que ello suponga limitación, un teléfono celular, un microteléfono inalámbrico, un transceptor de datos, un receptor de determinación de búsqueda o de posición. Así mismo, dichas estaciones distantes pueden ser de mano, portátiles como las montadas en un vehículo (incluyendo coches, camiones, embarcaciones, trenes, y aviones) o fijas, si se desea. Por ejemplo, la Fig. 1 ilustra la estación distante 106A en forma de teléfono portátil o WCD montado en un vehículo, una estación distante 106B en forma de aparato de mano, y una estación distante 106C en forma de dispositivo fijo.

Así mismo, las enseñanzas de la invención son aplicables a dispositivos inalámbricos tales como uno o más módulos de datos o módems que pueden utilizarse para transferir datos y/o tráfico de voz, y pueden comunicar con otros dispositivos que utilicen cables u otros enlaces o conexiones inalámbricas conocidas, por ejemplo, para transferir información, mandatos, o señales audio. Así mismo, pueden utilizarse mandatos para hacer que unos módems o módulos operen de una manera coordenada o asociada predeterminada para transferir información sobre múltiples canales de comunicación. Las estaciones distantes de dispositivos de comunicación inalámbricos son también a veces designados como terminales de usuario, estaciones móviles, unidades móviles, unidades de abonado, radios o radioteléfonos móviles, unidades inalámbricas, o simplemente “usuarios”, “teléfonos”, “terminales”, o “móviles” en algunos sistemas de comunicación, dependiendo de las preferencias.

En el entorno ejemplar de la presente invención, las estaciones distantes 106A a 106C y las estaciones base 104A a 104C conectan a base de comunicaciones inalámbricas con otros elementos del WCS 100 que utilizan técnicas de comunicación CDMA. Por consiguiente, las señales transmitidas a través de enlaces hacia adelante (a las estaciones distantes) e inversos (desde las estaciones distantes) transportan unas señales que son codificadas, difundidas, y canalizadas de acuerdo con los estándares de transmisión CDMA. Un enlace hacia adelante CDMA incluye un canal o señal piloto, un canal de sincronización (sinc), diversos canales de búsqueda, y un amplio número de canales de tráfico. El enlace inverso incluye un canal de acceso y un cierto número de canales de tráfico. La señal piloto se utiliza para alertar a las estaciones móviles de la presencia de una estación base de adaptación al sistema CDMA. Las señales utilizan unas tramas de datos con una duración predeterminada, como por ejemplo 20 milisegundos. Sin embargo, esto es por comodidad de la descripción, y la presente invención puede emplearse en sistemas que empleen otras técnicas de comunicaciones, como por ejemplo el acceso múltiple por división de tiempo (TDMA), y el acceso múltiple por división de frecuencias (FDMA), u otras ondas de forma o técnicas anteriormente enumeradas, siempre que el sistema o red de comunicaciones envíe los mandatos de control de potencia a la estación distante.

En cualquier caso las señales inalámbricas necesitan ser transmitidas con niveles de potencia suficientes para superar el ruido y la interferencia, de forma que la transferencia de información tenga lugar dentro de tasas de errores específicas. Sin embargo, estas señales necesitan ser transmitidas con niveles de potencia que no sean excesivos, para que no interfieran con comunicaciones que afecten a otras estaciones distantes. Al afrontar este problema, las estaciones base y las estaciones distantes pueden emplear técnicas dinámicas de control de potencia de enlace hacia adelante para establecer unos niveles apropiados de potencia de transmisión de enlace hacia adelante.

Las técnicas convencionales de control de potencia de enlace hacia adelante implican métodos en bucle cerrado en los que los terminales de usuario proporcionan estaciones base con retroacción que especifica los concretos ajustes de potencia de la transmisión de enlace hacia adelante, designados como mandatos de subida/bajada porque dirigen o bien un incremento de potencia o bien una reducción de potencia. Por ejemplo, un método de este tipo implica un terminal de usuario que determina unas relaciones señal a ruido (SRNs) o unas tasas de errores de bits (BER) de unas señales recibidas de tráfico de enlace hacia adelante, y que solicite de la estación base que o bien incremente o bien reduzca la potencia de transmisión de las señales de tráfico enviadas a la estación distante en base a los resultados. Así mismo, para transmitir mandatos de subida/bajada, pueden transmitirse periódicamente otros tipos de transmisiones a las estaciones base incluyendo diversas mediciones de potencia y ruido en apoyo de ciertas operaciones, como por ejemplo unas "transferencias" entre estaciones base.

Típicamente, las estaciones base 104A a 104C ajustan la potencia de las señales que transmiten sobre los enlaces hacia adelante del WCS 100. Esta potencia (designada en la presente memoria como potencia de transmisión de enlace hacia adelante) puede ser modificada de acuerdo con las demandas por parte de la información procedente de, o los parámetros destinados a las estaciones distantes 106A a 106C, y de acuerdo con el tiempo. Esta característica de variación de tiempo puede emplearse sobre una base de trama a trama. Dichos ajustes de potencia se llevan a cabo para mantener el enlace hacia adelante BER o SNR dentro de las necesidades específicas, reducir la interferencia, y conservar la potencia de transmisión.

Típicamente, las estaciones distantes 106A a 106C ajustan también la potencia de las señales que transmiten sobre los enlaces inversos del WCS 100, bajo el control de la estación de control 102 o de las estaciones base 104A a 104C. Esta potencia (designada en la presente memoria como potencia de transmisión de enlace inverso) puede modificarse de acuerdo con las demandas por parte de, o los mandatos procedentes de un BTS, la intensidad o características de la señal recibida, o ciertos parámetros de funcionamiento de la estación distante, y de acuerdo con el tiempo. Esta característica de tiempo variable puede emplearse sobre una base de trama a trama. Dichos ajustes de potencia se llevan a cabo para mantener las tasas de errores de bits de enlace inverso (BER) dentro de específicas exigencias, reducir la interferencia y conservar la potencia de transmisión.

Ejemplos de técnicas para ejercitar el control de potencia en dichos sistemas de comunicación se encuentran en las Patentes estadounidenses Nos. 5,383,219 titulada "*Control de Potencia de Enlace Hacia Adelante Rápido en un Sistema de Acceso Múltiple por División de Código*" ["*Fast Forward Link Power Control In A Code Division Multiple Access System*"], 5,396,516, titulada "*Procedimiento y Sistema Para La Modificación Dinámica de Parámetros de Control en un Sistema de Control de Potencia de Transmisión*" [*"Method And System For the Dynamic Modification Of Control Parameters In A Transmitter Power Control System"*] y 5,056,109, titulada "*Procedimiento y Aparato para Controlar la Potencia de Transmisión en un Sistema Telefónico de Móviles Celulares CDMA*" [*"Method and Apparatus For Controlling Transmissión Powser In A CDMA Cellular Mobile Telephone System"*].

III. *Áreas de Servicio*

De acuerdo con lo expuesto, cada estación base tiene un área de servicio 108 (108A a 108C) que puede ser genéricamente descrita como la extensión geográfica de un locus de puntos con los cuales puede comunicar efectivamente una estación distante 106 con la estación base. Como ejemplo, cuando una estación distante 106 está dentro de un área de servicio 108, los mensajes pueden ser transmitidos desde un centro de control 102 hasta una estación base 104 (104A a 104C) utilizando un enlace hacia adelante 110 (110A a 110C), y desde la estación base 104 hasta una estación distante 106 utilizando un enlace hacia adelante 112 (112A a 112C). Los mensajes son transmitidos desde una estación distante 106 hasta una estación base 104 sobre un enlace de retorno 114 (114A a 114C). Estos mensajes son transmitidos al centro de control 102 utilizando un enlace de retorno 116 (116A a 116C).

Algunas o todas las comunicaciones entre una estación base 104 y una estación de control 102 pueden desarrollarse sobre otros sistemas inalámbricos, como por ejemplo enlaces tipo por microondas, radio, o por satélite, o mediante mecanismos de transferencia no inalámbricos como por ejemplo, sin que ello suponga limitación, servicios de línea por cable dedicados, cables ópticos o electrónicos, etc., designados todos como línea 118, si se desea. Así mismo, los mensajes transmitidos utilizando los enlaces hacia adelante 110 y 112 son típicamente modulados en bandas de frecuencia o técnicas de modulación diferentes de los mensajes transmitidos sobre los enlaces inversos 114 y 116. El uso de enlaces separados hacia adelante y hacia atrás (inversos) permite unas comunicaciones en dúplex completas entre el centro de control 102 y la estación distante 106. Los sistemas TD-SCDMA utilizan la duplexión por división de tiempo para llevar a cabo los enlaces hacia adelante e inversos, de forma que podría implementarse un repetidor controlado por potencia utilizando ya sea la duplexión por división de tiempo o la duplexión por división de frecuencias.

El área de servicio de una estación base se ilustra constituida de forma genéricamente circular o elíptica en la Fig. 1, por razones de comodidad. En aplicaciones reales, la topografía local, las obstrucciones (edificios, colinas, etc.), la intensidad de la señal, y las interferencias procedentes de otras fuentes determinan la forma de la zona servida por una estación base determinada. Típicamente, se superponen múltiples áreas de cobertura 108 (108A a 108C), al menos en cierta medida, para conseguir una cobertura o unas comunicaciones continuas sobre un área o zona amplia. Esto es,

con el fin de proporcionar un servicio de datos o de teléfonos móviles efectivo, se utilizarían muchas estaciones base con áreas de servicio superpuestas cuyos bordes tendrían una potencia reducida.

Un aspecto de la cobertura del sistema de comunicación ilustrado en la Fig. 1, es la presencia de una zona sin cobertura 130, la cual a menudo puede ser designada como agujero, o una zona sin cobertura 132 la cual está simplemente fuera de las áreas de cobertura normales del WCS 100. En el caso de que exista un "agujero" de cobertura, hay áreas circundantes o al menos adyacentes a las áreas cubiertas que pueden ser servidas por las estaciones base, aquí las estaciones base 104A a 104C. Sin embargo, de acuerdo con lo anteriormente expuesto, existen varias razones para que la cobertura no pueda ser disponible en las zonas 130 o 132.

Por ejemplo, el emplazamiento de mayor rentabilidad en cuanto al coste de las estaciones base 104A a 104C podría situarlas en localizaciones que simplemente no permitieran que sus señales alcanzaran de manera fiable o cubrieran las zonas 130 o 132. Alternativamente, características topológicas tales como las montañas o colinas 134, las estructuras 136 levantadas por el hombre, como por ejemplo altos edificios o cañones urbanos creados a menudo en corredores urbanos, o la vegetación 138, como por ejemplo árboles altos, bosques, o similares, podrían cada uno parcial o completamente bloquear las señales. Algunos de estos efectos pueden ser temporales, o cambiar con el tiempo, para hacer que la instalación, la planificación, y uso del sistema sean incluso más complejos.

Aunque es posible extender la cobertura de la red 100 de teléfonos celulares simplemente añadiendo más estaciones base 104 para cubrir un territorio geográfico adicional, a veces es muy difícil y antieconómico hacerlo. No solo son las estaciones base relativamente complejas y costosas o difíciles de emplazar, sino que las zonas a las que se pretende dar cobertura pueden tener configuraciones irregulares con características multitrayectoria o de desvanecimiento insólitas que hagan difícil el uso de una estación base. El área puede también ser un área de densidad de tráfico de comunicación baja cuando se prevé un uso bajo o únicamente ocasional.

En muchos casos, por ejemplo, el territorio al que se pretende dar cobertura tiene el suficiente tráfico para justificar el uso de un repetidor 120 pero no de una estación base. Puede también ser más factible utilizar varios repetidores para cubrir zonas configuradas de manera insólita o sortear los problemas de bloqueo. En esta situación, uno o más repetidores 120 (120A, 120B) aceptan transmisiones tanto procedentes de una estación distante 106 (106D) como de una estación base 104 (104A), y actúan como intermediario entre las dos, operando esencialmente como una vía de comunicación de "tubo acodado". Utilizando un repetidor 120, el alcance efectivo de una estación base 104 se extiende hasta cubrir el área de servicio extendida 132.

Aunque el uso de repetidores 120 es una forma más rentable de incrementar el alcance o cobertura de las estaciones base, tiene algunas desventajas. Una importante desventaja que se ha descubierto, es el aumento de ruido en el servicio de las estaciones base o en el uso del repetidor.

IV. *Panorámica General del Repetidor*

La Fig. 2 es un diagrama de bloques simplificado de un repetidor 200. Un repetidor comercial más típico tendría muy probablemente unos componentes adicionales que incluyeran unos elementos de control y filtrado adicionales para controlar el ruido, las emisiones fuera de banda, y para regular la ganancia. El repetidor 200 incluye una antena donadora 202 para recibir señales, un duplexor 204, un amplificador 206 para amplificar las señales recibidas en la antena donadora, un segundo duplexor 208, y una antena 212 servidora o de cobertura para transmitir (o repetir) las señales recibidas por el repetidor 200. Un segundo amplificador 216 está también incluido para amplificar las señales recibidas en la antena servidora 212, y suministra las señales amplificadas a la antena donadora.

Los dos duplexores (204, 208) se utilizan para dividir o separar las señales (frecuencias) de enlace hacia adelante y de enlace inverso para proporcionar el aislamiento necesario entre los dos para que no se introduzcan en las cadenas de procesamiento del repetidor 200 del otro. Esto es, para impedir que las transmisiones entren en los receptores, etc., y se degrade el rendimiento. El duplexor de recepción o receptor (204) está acoplado a una antena designada como antena donadora (202), puesto que recibe las señales "donadas" procedentes de otra fuente, como por ejemplo una estación base, también designada como celda donadora. La donadora más típicamente no es una celda o un asentamiento de celda sino un sector dentro de una celda que está siendo manejada por la estación de base donadora. La antena acoplada al duplexor sobre el lado de transmisión o de salida (208) del procesamiento del repetidor es designada como la antena de cobertura o salida (212).

En formas de realización utilizadas en sistemas de comunicación inalámbricos o de teléfonos celulares, como los anteriormente mencionados, se escoge un duplexor para operar en lo que se designa como la banda de 800 MHz. Típicamente, esto supondría una frecuencia de enlace hacia adelante de alrededor de 882.75 MHz y una frecuencia de enlace inverso de alrededor de 837.75 MHz. Sin embargo, estas frecuencias dependen del sistema específico en el que se utilice el repetidor, de acuerdo con lo anteriormente indicado, y el duplexor se escogería de acuerdo con ello, como es conocido sobradamente en la técnica. Por ejemplo los sistemas PCS operan alrededor de 1900 MHz mientras que los sistemas GSM típicos operan alrededor de 1800 MHz y los sistemas UMTS alrededor de 2100 MHz.

El aislamiento constituido entre las dos frecuencias es típicamente mayor de 100 dB, lo que es suficiente para mantener la estabilidad del repetidor. La anchura de banda de cada enlace es típicamente del orden de 5 MHz. Una anchura de banda más pequeña es deseable para rechazar la interferencia potencial producida por las señales de FM, GSM, y otras proveedoras de servicios de telefonía CDMA. Sin embargo, para conseguir una anchura de banda más pequeña típicamente se requieren filtros OAS, lo que no es deseable, de forma que ello puede evitarse en muchas formas de realización, si se desea.

Aunque el repetidor básico puede aparentemente actuar como señales de tubo acodado y de transferencia hacia adelante y hacia atrás, se ha descubierto un problema, de acuerdo con lo antes expuesto, relacionado con la contribución al ruido térmico del repetidor, denominado en la presente memoria como "empuje" en el BTS, y cómo las fluctuaciones en la ganancia del repetidor van a afectar negativamente al empuje. Puede fácilmente apreciarse que no es deseable contar con una cantidad variable de ruido térmico en el BTS, y determinadas formas de realización de la invención permiten un nuevo tipo de control por potencia de enlace inverso en el repetidor que puede mantener un empuje sustancialmente constante del ruido térmico del repetidor en el BTS.

V. *Análisis del Enlace Inverso del Repetidor*

El factor de ruido efectivo del repetidor así como el del BTS bajo una condición de carga cero, puede utilizarse para derivar una relación de empuje de ruido térmico del repetidor. Una vez cuantificado el empuje de ruido térmico del repetidor, se puede establecer la relación para mantener un empuje de ruido térmico del repetidor constante en el BTS. Para llevar a cabo este análisis, se puede empezar con un modelo 300 del WCS, como se muestra en la Fig. 3, la cual muestra dos estaciones distantes o móviles 306A y 306B que comunican por medio de una estación base 304 y un repetidor 320, respectivamente, en un sistema de comunicación modelado 300. Esto es, una réplica funcional y basada en parámetros de las operaciones llevadas a cabo dentro del WCS. Algunos parámetros utilizados en este modelo se muestran en la Tabla I.

TABLA I

Parámetro	Definición
	General
T_{o1}	Temperatura de referencia que es igual a 290º K
K	Constante de Boltzman o 1,38 x 10^{-23} Julios / Kelvin
W	Anchura de banda de la señal. En este ejemplo, W = 1,228 MHz
	Repetidor
T_{aR}	Temperatura de antena de la antena de cobertura del repetidor
S_c	Potencia de señal en el conector de antena del cobertura del repetidor
N_c	Densidad de potencia de ruido en los conectores de antena de cobertura / servidor del repetidor
G_R	Ganancia del repetidor
N_R	Densidad de potencia de ruido aditivo del repetidor, $N_R = k\ T_{eR}\ G_R$
F_R	Densidad de ruido del repetidor, $F_R = 1 + T_{eR}\ I\ T_O$

T_{eR}	Temperatura del ruido efectivo del repetidor, $T_{eR} = (F_R - 1)\, T_O$
G_d	Ganancia de la antena donadora del repetidor
	Pérdida de Trayectoria entre BTS y Repetidor
L_p	Pérdida de trayectoria entre la antena donadora del repetidor y antena BTS
	Estación Base
G_a	Ganancia de antena BTS
T_{aB}	Temperatura de antena BTS
S_a	Potencia de señal de conector de antena BTS
N_a	Densidad de potencia de ruido del conector de antena BTS
G_B	Ganancia BTS
S_O	Potencia señal de salida BTS
N_O	Densidad potencia de ruido en salida BTS
N_B	Densidad potencia de ruido aditivo de BTS, $N_B = k\, T_{eB}\, G_B$
F_B	Factor de ruido de la estación base, $F_B = 1 + T_{eB} \mid T_O$
T_{eB}	Temperatura de ruido efectivo de BTS, $T_{eB} = (F_B - 1)\, T_O$
G_T	Ganancia de enlace de BTS-repetidor, $G_T = G_R\ G_d\ L_p\ G_a$ (suponiendo pérdidas de cable desdeñables, que podrían añadirse)

1. *Factor de Ruido Efectivo del Repetidor*

Es muy útil, en primer término, determinar el factor de ruido efectivo del repetidor, EF_R, bajo una condición de carga cero. Al observar el modelo de sistema mostrado en la Fig. 3, la densidad de ruido térmico que emana de la antena donadora del repetidor se determina por:

$$N_{repetidor} = k\,(T_{aR} + T_{eR})\, G_R\ G_d, \qquad (1)$$

y la contribución de ruido térmico procedente del repetidor en la salida del BTS es:

$$N_{repetidor}^{@BTS} = N_{repetidor}\, L_p G_a G_B\,. \qquad (2)$$

En ausencia de un repetidor en el área de cobertura de la estación base, la densidad del ruido térmico nominal en la salida del BTS se determina por:

$$N_O^{nom} = k(T_{aB} + T_{eB})G_B\,. \qquad (3)$$

Con la incorporación de un repetidor en el área de cobertura del BTS, la densidad de ruido térmico total en la salida del BTS puede ser modelada como la suma de una contribución procedente del repetidor (Eq. 2) y el caso nominal (Eq. 3). Por consiguiente, tenemos:

$$N_O = N_{repetidor}^{@BTS} + N_O^{nom} \tag{4}$$

lo que resulta:

$$\begin{aligned} N_O &= N_{repetidor} L_p G_a G_B + k(T_{aB} + T_{eB}) G_B \\ &= k(T_{aR} + T_{eR}) G_R G_d L_p G_a G_B + k(T_{aB} + T_{eB}) G_B, \\ &= k(T_{aR} + T_{eR}) G_T G_B + k(T_{aB} + T_{eB}) G_B. \end{aligned} \tag{5}$$

A partir de esta relación, puede apreciarse que la densidad de ruido térmico total en la salida del BTS revierte a un caso nominal en el que: la pérdida de trayectoria, L_B entre el repetidor y el BTS aumenta y el G_T se aproxima a 0, la señal del repetidor queda completamente bloqueada desde el BTS o el repetidor es apagado.

A partir de este modelo de la intensidad de ruido térmico total en la salida del BTS, el factor de ruido efectivo del repetidor EF_R, se define como la relación de señal a ruido en el conector de antena de cobertura del repetidor respecto de la de la salida de la estación base, que es:

$$EF_R = \frac{S_c / N_c W}{S_O / N_O W} = \frac{S_c}{S_O} \frac{N_O}{N_c}, \quad \text{entonces} \tag{6}$$

$$EF_R = \frac{k(T_{aR} + T_{eR}) G_T G_B + k(T_{aB} + T_{eB}) G_B}{k T_{aR} G_T G_B} \tag{7}$$

Si T_{aR} se fija igual a T_0, la expresión del factor de ruido efectivo del repetidor resulta:

$$EF_R = \frac{k(T_o + T_{eR}) G_T G_B + k(T_o + T_{eB}) G_B}{k T_o G_T G_B}, \quad \text{y} \tag{8}$$

$$EF_R = F_R + \frac{F_B}{G_T} \tag{9}$$

Debido a la presencia de la antena BTS, la Ecuación 8 difiere de la de un conjunto de bloques de ganancia ruidosa convencionales puesto que la contribución de ruido procedente tanto de la antena del BTS como del repetidor está presente en la entrada del BTS. En ausencia de la antena BTS, el factor de ruido efectivo del repetidor es:

$$EF_R = F_R + \frac{F_B - 1}{G_T}. \tag{10}$$

Si multiplicamos el numerador y el denominador de la Ecuación 8 por la densidad de ruido térmico nominal del BTS, podemos disponerlo para obtener:

$$EF_R = \frac{k(T_o + T_{eR})G_T G_B + k(T_o + T_{eB})G_B}{k(T_o + T_{eB})G_B} \frac{k(T_o + T_{eB})G_B}{kT_o G_B} \frac{1}{G_T}. \qquad (11)$$

El primer término de la Ecuación 11 es el empuje ejercido por un repetidor sobre la densidad de ruido térmico nominal en el BTS, mientras que el segundo término es simplemente el factor de ruido nominal del BTS. Así, si definimos $P_{térmico}$ como el empuje del ruido térmico del repetidor en el BTS, tenemos:

$$P_{termico} = \frac{k(T_o + T_{eR})G_T G_B + k(T_o + T_{eB})G_B}{k(T_o + T_{eB})G_B}, \quad \text{y} \qquad (12)$$

$$EF_R = P_{termico} \frac{F_B}{G_T}. \qquad (13)$$

2. *Factor de Ruido Efectivo del BTS*

Al calcular un factor de ruido efectivo del BTS, el EF_B, bajo condición de carga cero, la contribución de ruido térmico procedente del repetidor es modelada como otra fuente de ruido adicional en la salida del BTS. Por consiguiente, la expresión para el factor de ruido efectivo del BTS es:

$$EF_B = \frac{k(T_{aR} + T_{eR})G_T G_B + k(T_{aB} + T_{eB})G_B}{kT_{aB} G_B} \qquad (14)$$

Substituyendo $T_{aR} = T_{aB} = T_0 = 290$ºK, esto resulta:

$$EF_B = F_R G_T + F_B. \qquad (15)$$

y, es evidente que el factor de ruido efectivo del repetidor y el factor de ruido efectivo del BTS están relacionados por la ganancia de enlace del repetidor del BTS;

$$EF_B = EF_R G_T \qquad (16)$$

y, por tanto, en dB, la diferencia entre el coeficiente de ruido efectivo del BTS y el coeficiente de ruido efectivo del repetidor igual a G_T, la ganancia de enlace del repetidor del BTS. Un análisis de las relaciones expuestas muestra también que, a medida que G_T aumenta, el factor de ruido efectivo del repetidor va aproximándose al factor de ruido nominal del repetidor. Por otro lado, cuando G_T decrece, el factor de ruido efectivo del BTS va a aproximarse al factor de ruido nominal del BTS.

3. *Empuje del Ruido Térmico del Repetidor*

Ahora puede obtenerse una expresión del empuje del ruido térmico del repetidor en el BTS en términos de factor de ruido del BTS nominal, F_B, del factor de ruido nominal del repetidor, F_R, y de la ganancia de enlace del repetidor del BTS, G_T. Más concretamente, a partir de las Ecuaciones 9 y 13, se puede apreciar que:

$$EF_R = P_{termico}\frac{F_B}{G_T} = F_R + \frac{F_B}{G_T},$$

y

$$P_{termico} = \frac{F_R}{F_B}G_T + 1. \qquad (17)$$

La Ecuación 17 representa la ecuación del empuje del ruido térmico del repetidor, la cual muestra que el empuje del ruido térmico del repetidor en el BTS es lineal con respecto a la ganancia de enlace del repetidor del BTS. Así mismo, la pendiente de $P_{térmico}$ respecto de G_T es la relación del factor de ruido nominal del repetidor con respecto al factor de ruido nominal del BTS. Sin embargo, observando las Ecuaciones 4 y 12 dichas ecuaciones proporcionan otra perspectiva del empuje del ruido térmico del repetidor dado que:

$$P_{termico} = \frac{k(T_o + T_{eR})G_T G_B + k(T_o + T_{eB})G_B}{k(T_o + T_{eB})G_B} = \frac{N_{repetidor}^{@BTS} + N_O^{nom}}{N_O^{nom}} = \frac{N_{repetidor}^{@BTS}}{N_O^{nom}} + 1 \qquad (18)$$

la cual puede utilizarse para ayudar a producir un proceso o algoritmo efectivo para operar un repetidor controlado por potencia, de acuerdo con lo expuesto a continuación.

VI. *Panorámica General del Control de la Potencia de un Repetidor*

Lo expuesto describe la elevación que se produce en el nivel de ruido térmico en el BTS provocada por la adición de un repetidor en un área de cobertura del BTS. Este fenómeno, como se expuso anteriormente, provocará fluctuaciones en la cantidad total de ruido térmico en el BTS, y afectará negativamente a la cobertura así como al servicio tanto en las áreas de cobertura del BTS como del repetidor. Para un BTS con un repetidor en su área de cobertura, se ha mostrado que el factor de ruido efectivo del repetidor así como el coeficiente de ruido del BTS efectivo están relacionados por la ganancia de enlace del BTS - repetidor. A partir del factor de ruido efectivo del repetidor se puede apreciar que el empuje del ruido efectivo térmico del repetidor es lineal con respecto a la ganancia de enlace del BTS - repetidor, y la pendiente se determina por el factor de ruido nominal del repetidor respecto del factor de ruido del BTS.

Este fenómeno, de acuerdo con lo expuesto, provocará fluctuaciones en la cantidad total de ruido térmico en el BTS y afectará negativamente a la cobertura así como al servicio tanto en las áreas de cobertura tanto del BTS como del repetidor. Por consiguiente, es deseable contar con la capacidad de detectar y cuantificar los cambios, y restaurar la ganancia del repetidor de nuevo hasta un nivel predeterminado. Esto es, es deseable mantener la ganancia de un repetidor relativamente constante.

Se ha descubierto que esto puede llevarse a cabo de manera económica, con una complejidad escasa, incorporando un dispositivo de comunicación inalámbrico, o una circuitería o capacidad equivalente en su interior, esto es dentro de la estructura operativa del repetidor, e inyectando la salida de la señal de enlace inverso del WCD incorporado dentro del enlace inverso del repetidor. Con un enlace inverso común, puede utilizarse un control por potencia de enlace inverso del WCD para calibrar la ganancia del repetidor. Esto proporciona una regulación automática de un punto operativo de enlace inverso del repetidor por medio del empleo del control por potencia de enlace inverso del WCD incorporado, lo que produce un repetidor controlado por potencia el cual, en combinación con el control por potencia de enlace inverso, puede mantener un empuje del ruido térmico del repetidor de fluctuación constante o baja en el BTS, y mejorar el rendimiento del repetidor.

Con el WCD incorporado, se pueden establecer llamadas periódicas o sesiones de comunicación entre el repetidor y una estación base, y utilizar un control por potencia de enlace inverso del WCD para calibrar o recalibrar la ganancia del repetidor. Esto mejora el rendimiento del repetidor, en general, y permite también que el repetidor introduzca llamadas automáticamente durante la instalación del repetidor para establecer y mantener un punto operativo deseado a lo largo de un periodo de uso del repetidor, lo que podría prolongar la vida del mismo. Esto compensa de manera eficaz las variaciones de la pérdida de la trayectoria del repetidor al BTS, las condiciones medioambientales, el enve-

jecimiento del amplificador y los cambios de la carga de usuario que impacten de forma deletérea en el enlace inverso del repetidor.

El repetidor controlado por potencia estabiliza también el punto operativo de enlace inverso, manteniendo esencialmente las estaciones distantes dentro del área de cobertura del repetidor libres del "golpeo" del BTS con demasiada o demasiado poca potencia.

VII. *Repetidor Controlado por Potencia*

En la Fig. 4 se muestra un diagrama de bloques de una forma de realización de un repetidor controlado por potencia ejemplar, y se describe en términos de los elementos básicos utilizados en la implementación de enlaces hacia adelante e inverso del repetidor. En la Fig. 4 se muestra un repetidor que tiene una antena donadora 402 y una antena de cobertura 414. El repetidor 400 tiene un enlace hacia adelante que tiene dos duplexores 404 y 412, dos amplificadores 406 y 410, un acoplador 408 y un atenuador fijo 416. Sin embargo, el atenuador fijo 416 no se requiere para implementar todas las formas de realización.

El repetidor 400 se muestra también incorporando un enlace inverso que utiliza los dos duplexores 404 y 412, un combinador 418, un amplificador 420, un amplificador ajustable o variable 422, y un atenuador fijo 424. El amplificador variable 422 podría también ser implementando utilizando un atenuador variable. Un dispositivo o circuito inalámbrico 430 se muestra acoplado entre los dos enlaces (hacia adelante e inverso) con al menos una salida conectada a un procesador o controlador 432, mostrado como parte del enlace inverso.

Los dos duplexores 404 y 412 se utilizan para dividir o separar las señales de enlace hacia adelante e inversas, de acuerdo con lo anteriormente descrito, mientras que el combinador 418 se utiliza para añadir la salida del dispositivo inalámbrico 430 incorporado en el repetidor, la señal de transmisión, a la trayectoria de enlace inverso del repetidor. Esto posibilita que el dispositivo inalámbrico comunique con al menos una, y típicamente con solo una, estación base. Un duplexor ejemplar útil para frecuencias de comunicación celulares se fabrica por Celwave con el número de pieza 5043-8-3.

El combinador está situado en la entrada de la cadena del amplificador del enlace inverso principalmente para mantener la estabilidad del repetidor, aunque esto no es estrictamente necesario para cada forma de realización. Dado que los niveles de las señales de enlace inverso son más pequeños en este emplazamiento, la cantidad de potencia de enlace inverso que es acoplada al enlace hacia adelante del repetidor por medio del repetidor, el bucle del dispositivo inalámbrico se reduce al mínimo. Un combinador ejemplar útil para implementar las formas de realización se fabrica por Minicircuits con el número de pieza ZAFSC-2-2.

El acoplador o acoplador de potencia 408 se utiliza para acoplar una parte de la potencia de enlace hacia adelante a una entrada de un dispositivo inalámbrico 430 incorporado dentro de la estructura del repetidor 400, lo que se analizará más adelante con mayor detalle. Un valor típico seleccionado para la potencia de la señal que va a ser acoplada dentro del dispositivo inalámbrico es 20 dB, un valor que es en general considerado suficientemente bajo para no degradar el rendimiento del enlace hacia adelante. Sin embargo, dependiendo del diseño del resto de los componentes del repetidor, la persona experta en la materia puede fácilmente utilizar un coeficiente de acoplamiento distinto, si se desea. Un acoplador ejemplar útil para implementar las formas de realización se fabrica por Narda con el número de pieza 4242-20.

Para la señal de enlace hacia adelante del repetidor presentada al teléfono móvil 430, se utilizan la antena 402, el duplexor 404, el amplificador 406 junto con el atenuador fijo 416.

El atenuador fijo 416 se utiliza para regular la ganancia de enlace hacia adelante en esta forma de realización. La ganancia de enlace hacia adelante se regula para pérdidas de la trayectoria repetidor a BTS diferentes y niveles de potencia de transmisión BTS diferentes. El ajuste puede llevarse a cabo simplemente insertando de forma manual diferentes atenuadores coaxiales, o el empleo de otros métodos más automatizados conocidos en la técnica. El móvil 430 debe ser capaz de implementar el algoritmo de control de la potencia para la radiotecnología seleccionada. Para un móvil CDMA típico, la potencia de enlace hacia adelante determina la estimación de bucle abierto para el nivel de transmisión de enlace inverso, de forma que el diseño deba satisfacer este criterio con el nivel de potencia de la señal de enlace hacia adelante aplicada al móvil y el valor del atenuador 426.

La ganancia de la cadena de ganancia de enlace inverso, comprendiendo el amplificador 420, el atenuador fijo 426 y el amplificador ajustable 422, se utiliza para regular la ganancia de enlace inverso del repetidor. Como parte de este proceso, son importantes diversos parámetros. El coeficiente de ruido del repetidor se establece de forma que se reduzca al mínimo el empuje que el ruido térmico del repetidor tenga sobre el fondo de ruido térmico de la estación base. Esto se lleva a cabo en primer término colocando el atenuador fijo 426 y el amplificador ajustable 422 en la salida. La ganancia de los amplificadores se establece lo suficientemente alta para reducir al mínimo la influencia que los atenuadores tienen sobre el coeficiente de ruido del repetidor.

El atenuador fijo 426 se utiliza para establecer el nivel de potencia en el cual una estación distante dentro de la cobertura del repetidor "golpea" o transfiere señales a la estación base. El establecimiento de este atenuador se describe con mayor detalle más adelante. La ganancia ajustable 422 se utiliza para ajustar la ganancia de enlace inverso del

repetidor en un punto operativo deseado, designado como “correcto”, durante el funcionamiento del repetidor en el campo. Esta regulación es controlada por lo que se designa como bucle telefónico o de WCD del repetidor, el cual se describirá con mayor detalle a continuación.

Un bucle telefónico de repetidor consiste en un teléfono o WCD de repetidor, un microcontrolador, y el elemento de ganancia ajustable sobre el enlace inverso (422), y posiblemente un atenuador fijo (426). Al utilizar el repetidor 400 en un sistema de comunicación tipo CDMA, el teléfono de repetidor seleccionado para esta forma de realización sería un dispositivo inalámbrico tipo IS-95 CDMA, CDMA2000 1X, CDMA2000 1X/EV, o un WCDMA, dependiendo del protocolo de comunicación que está siendo utilizado. Un WCD 430 típico se analiza con mayor detalle a continuación. Sin embargo, podrían utilizarse otros tipos de dispositivos con otros protocolos de señales, como los anteriormente relacionados, como bien se comprende.

El WCD o teléfono 430 se utiliza para comunicar con un BTS, recibir llamadas, interpretar mandatos de control de potencia del BTS, y transmitir datos. Esencialmente, se comporta como cualquier otro teléfono CDMA de un sistema o red de comunicaciones. Una diferencia significativa del teléfono de repetidor, en comparación con una estación distante típica CDMA, es que la cadena del amplificador de enlace inverso del repetidor se utiliza como amplificador de transmisión de teléfono de repetidor. Las funciones de control de potencia del teléfono de repetidor se llevan a cabo por esta cadena de amplificador y no por un amplificador de transmisión interno de teléfono o WCD. Esto proporciona al teléfono de repetidor la capacidad de controlar por potencia la ganancia de enlace inverso de repetidor.

Esto se lleva a cabo en una forma de realización interceptando, o rompiendo la señal de control de ganancia automática (AGC) interna generada dentro del WCD o teléfono de repetidor. Esencialmente, la línea AGC del WCD se rompe en una entrada del amplificador de transmisión y es encaminada hasta el amplificador de ganancia ajustable 422 (G4) después de pasar a través de un microcontrolador. Esto se lleva fácilmente a cabo rediseñando el WCD para esta función, o incluso adaptando un dispositivo mediante la simple modificación de las conexiones del circuito para acoplar la línea de la señal AGC a un conector para su ulterior conexión a la circuitería del repetidor. Las personas expertas en la materia comprenderán fácilmente cómo efectuar dichas modificaciones. El amplificador de transmisión del WCD del repetidor interno se utiliza a continuación como preamplificador de “ganancia fija” sobre la cadena del amplificador de enlace inverso del repetidor, dado que la señal AGC ya no ajustará su potencia de salida. En una forma de realización del CDMA, la ganancia del amplificador de transmisión del WCD de repetidor se establece para transmitir con alrededor de -50 dBm en el puerto de la salida de transmisión del WCD, lo que normalmente sería una salida de antena. Este nivel de potencia de transmisión es típicamente un nivel de potencia de transmisión mínimo para el WCD del repetidor, y se selecciona para la estabilidad del repetidor.

Es deseable contar con una salida del amplificador seleccionada para al menos el amplificador 422 que sea relativamente alta cuando el repetidor está situado en o muy cerca del borde de la cobertura de la celda para un BTS. Una forma de realización establece al amplificador aproximadamente 10 dB por debajo de un valor de cresta esperado como valor máximo general que permite que el repetidor sea instalado en el borde de la cobertura del BTS y que tenga todavía 10 dB de oscilación para compensar circunstancias tales como el cambio de temperatura y el envejecimiento del amplificador del repetidor. Esta atenuación mínima a 10 dB de la ganancia del amplificador es una estimación conservadora que debe ser suficiente para asegurar una funcionalidad del repetidor satisfactoria.

El microcontrolador 432 se utiliza para desarrollar diversas operaciones o manipulaciones del WCD que, en otro caso, se desarrollarían por un usuario del WCD, o por un sistema automático. Por ejemplo, el microcontrolador 432 comunica con un WCD o un teléfono 430 para contestar o intentar abrir un enlace de comunicación cuando hay una llamada “entrante”, para enviar mandatos de control de potencia desde el WCD 430 al amplificador 422 por medio de la llamada, para bloquear el nivel de salida del amplificador una vez que se establece el control de potencia, y para, a continuación, “colgar el teléfono” o de otro modo finalizar el servicio o desactivar una llamada cuando ya no se desea o no es apropiado el enlace.

El microcontrolador 432 puede ser implementado en primer término, en hardware, por ejemplo, un procesador o controlador controlado por software programado para efectuar las funciones descritas en la presente memoria, o una diversidad de dispositivos electrónicos programables, o computadoras, un microprocesador, o uno o más procesadores de señal digital (DSP), unos módulos de circuito de función dedicada, y unos componentes de hardware, como por ejemplo circuitos integrados de aplicación específica (ASICs) o configuraciones de puerta programables (PGAs). La implementación de una máquina de estados en hardware para efectuar las funciones descritas en la presente memoria resultará evidente para las personas expertas en la (s) materia (s). El microcontrolador 432 de acuerdo con lo anteriormente expuesto, puede ser implementado dentro del WCD para ahorrar hardware si el WCD tiene la suficiente potencia de procesamiento. El microcontrolador 432 muestra en la referencia numeral 400 para ilustrar la función, y podría ser externo al WCD 430 o interior al WCD.

Cuando las formas de realización se implementen utilizando software, el software puede ser almacenado en un producto de programa de computadora y cargado dentro del sistema utilizando un mecanismo de almacenamiento retirable, unos chips de memoria o una interfaz de comunicaciones. La lógica de control (software), una vez ejecutada, hace que el controlador efectúe determinadas funciones de acuerdo con lo descrito en la presente memoria.

El microcontrolador recibe los mandatos de control de ganancia de enlace inverso procedentes del WCD 430, ralentiza los mandatos por debajo de aproximadamente una tasa de 800 dB/seg., y emite de salida los mandatos al

amplificador 422. La ralentización de los mandatos de control de potencia se lleva a cabo con el fin de evitar que el control de la potencia de las estaciones distantes dentro del área de cobertura del repetidor entre en colisión con el control de la potencia del WCD 430.

Dado que las estaciones distantes situadas dentro del área de cobertura del repetidor están pasando a través del enlace inverso del repetidor, cualquier cambio en el enlace inverso del repetidor provocará que el BTS envíe los mandatos de control de potencia a estas estaciones distantes para compensar. Si el WCD 430 está en el proceso de cambiar la ganancia de enlace inverso del repetidor con el control de la potencia, y no se ha regulado la potencia de transmisión de las estaciones distantes situadas en la cobertura del repetidor, entonces estas estaciones distantes pueden crear interferencias adicionales en el BTS. Estas interferencias provocan que los mandatos de control de potencia adicionales salgan hacia todas las estaciones distantes, incluyendo el WCD 430, produciendo un efecto inestable.

Esta inestabilidad potencial se estabiliza haciendo que el WCD 430 controle la ganancia de enlace inverso del repetidor 400 a una velocidad mucho más lenta que el control de potencia de las estaciones distantes situadas dentro de la cobertura del repetidor. Esencialmente, se permite la existencia de un tiempo suficiente entre los ajustes de la ganancia de enlace inverso del repetidor para posibilitar que las estaciones distantes establezcan sus propios valores de control de la potencia.

En una forma de realización, una velocidad de control de la potencia de la ganancia de enlace inverso del repetidor se establece alrededor de 80 dB/seg., lo que es aproximadamente diez veces más lenta que la tasa de control de la potencia experimentada por las estaciones distantes tipo CDMA típicas dentro de la cobertura del repetidor. Esto es una estimación conservadora que debería ser suficiente para mantener la estabilidad del control de la potencia. Para otros tipos de estándares de señales de comunicación, como por ejemplo los basados en GSM o TDMA, la velocidad de control de la potencia resulta ser en general incluso más lenta, de forma que, para estos sistemas, una velocidad de control de la potencia se necesitaría diseñarse con un valor o velocidad apropiados.

En general, una llamada se colocará desde otro teléfono, módem o WCD (como en el BTS) al WCD 430 y esta llamada debería ser mantenida por un espacio de tiempo mínimo. Esta ventana de tiempo debería ser suficiente para posibilitar que el microcontrolador 432 ajustara la ganancia del amplificador 422 y regular la ganancia de enlace inverso hasta su punto operativo correcto antes de que la llamada finalice. Esto supone que el BTS mantendrá esta llamada durante un mínimo de alrededor de 30 segundos, y que el microcontrolador del repetidor efectuará los ajustes de amplificación dentro de aproximadamente una ventana de 20 segundos. Estas son estimaciones calculadas por lo bajo que deberían ser suficientes para garantizar razonablemente una funcionalidad satisfactoria de un diseño de repetidor típico, y pueden modificarse de acuerdo con ello.

En un repetidor comercial, el microcontrolador podría utilizarse para controlar la alarma del repetidor, y otras funciones, si se desea.

De acuerdo con lo anteriormente señalado, el atenuador fijo 426 se utiliza para establecer cómo el nivel de potencia de una estación distante dentro de una cobertura del repetidor llega al BTS. Es deseable contar con unas estaciones distantes situadas dentro de la cobertura del repetidor que inicialmente lleguen al BTS con un nivel de potencia por debajo de su E_b/N_t requerido. Esto asegura que las estaciones distantes situadas dentro de la cobertura del repetidor no van a crear interferencias adicionales llegando al BTS con una potencia excesiva. En una forma de realización, el valor escogido para el atenuador 426 es tal que el nivel de potencia transmitido de una estación distante dentro de la cobertura del repetidor llegará al BTS aproximadamente con 5 dB por debajo de su E_b/N_t requerido. Este valor es seleccionado como factor de ajuste en bucle cerrado. La estación distante situada en la cobertura del repetidor alcanzará su E_b/N_t requerido después de que encaje y se fije el control de potencia en bucle cerrado. Se supone que el E_b/N_t requerido para una estación distante dentro de la cobertura del repetidor es de aproximadamente 6 dB y que este E_b/N_t se corresponde con una tasa de errores de trama de alrededor del 1% como típicamente requerido por el BTS, aunque podrían emplearse fácilmente otras tasas, si se desea. Estos valores se escogen como punto inicial y pueden modificarse después de la recogida de datos empíricos, dado que se entiende que el E_b/N_t requerido puede cambiar dependiendo de las condiciones de la red o del sistema de comunicación.

Igual que se desea para la situación en la que una estación distante está dentro de la cobertura del repetidor, es así mismo deseable contar con que el WCD 430 llegue al BTS con un nivel de potencia por debajo de su E_b/N_t requerido para asegurar que el WCD no crea interferencias adicionales en el BTS. Por consiguiente, el amplificador de ganancia variable se regula de forma que el nivel de potencia transmitido del teléfono de repetidor llegue al BTS con 10 dB por debajo de su E_b/N_t requerido, o en un factor de ajuste en bucle cerrado de 10 dB. Este valor de 10 dB se escoge para recibir la atenuación o margen mínimo requerido de 10 dB anteriormente analizado. Si se hace descender el margen mínimo del amplificador, como pude suceder después de o en respuesta a la recogida de datos empíricos y/o el ensayo del sistema, entonces puede también hacerse que descienda en la misma cantidad el factor de corrección en bucle cerrado.

Aunque en la Fig. 4 se muestra un amplificador de ganancia variable 422, debe entenderse por parte de los expertos en la materia que también son disponibles otras técnicas para controlar eficazmente la potencia de salida. Por ejemplo, un amplificador de ganancia fijo puede utilizarse en lugar del amplificador 422 con un atenuador variable situado en serie con la entrada, para ajustar la cantidad de ganancia de señal ajustando el nivel de potencia de la señal de entrada, según se indicó anteriormente. Esto se ilustra en la Fig. 5, en la que un repetidor 500 se muestra utilizando

muchos de los mismos elementos empleados en el repetidor 400 con los cambios pertinentes efectuados para adaptar el procesamiento de señal y el acoplamiento de señal alternativos al WCD.

En la Fig. 5, se utiliza un atenuador 522 variable por pasos con un amplificador fijo 524 en lugar del amplificador de ganancia variable 422. Las señales o mandatos de control procedentes del microcontrolador 432 actúan para cambiar el valor de la entrada del atenuador 522 variable por pasos para ajustar la cantidad de la ganancia de señal ajustando el nivel de potencia de la señal de entrada. Un atenuador variable por pasos como uno disponible en Weinschel con el número de Modelo 3206-1, puede utilizarse para esta función.

Así mismo, el repetidor de la Fig. 5 está configurado para interactuar con un WCD que opera más como un teléfono independiente, el cual incluiría un conjunto de circuitos para impulsar o transferir señales por medio de una antena. Aquí, puede utilizarse un teléfono más completo o teléfono propiamente dicho en el repetidor utilizando una horquilla o un dispositivo de este tipo para sujetar el teléfono en posición y conseguir interconexiones con el conjunto de circuitos externos existente dentro del repetidor. En esta situación, aunque no necesariamente, es más probable que se utilice un microcontrolador separado 432. También es posible que puedan utilizarse medios alternativos de acoplamiento de señales hacia dentro y hacia fuera del teléfono.

En esta configuración alternativa, las señales pueden ser acopladas dentro y fuera del teléfono utilizando un circulador 514 para transferir las señales a y desde una antena o conector de antena de un teléfono 530 del repetidor, o una entrada/salida similar. Un circulador como el disponible en Ute Microwave con el número de modelo CT-1058-0, pude utilizarse para esta función. El circulador se designa con la referencia numeral 514. El circulador se utiliza para dividir las señales de transmisión y recepción del teléfono de repetidor, y para conseguir el aislamiento entre estas dos señales. El circulador seleccionado para este diseño típicamente tiene un aislante de aproximadamente 20 dB, lo que es suficiente para asegurar la estabilidad del repetidor.

En la Fig. 5 también se muestran dos atenuadores 516 y 526. El atenuador 516 puede utilizarse para ajustar la cantidad de potencia que está siendo transferida dentro del circulador 514, mientras que el atenuador 526 se utiliza para ajustar la cantidad de potencia que está siendo transferida hacia el interior del combinador 418, de manera similar a los atenuadores anteriormente descritos, 416 y 426, respectivamente.

VIII. *Dispositivo de Comunicaciones Inalámbrico Típico*

En las Figs. 6 y 7 se muestran dos dispositivos de comunicación inalámbricos típicos para implementar el WCD 430.

En la Fig. 6, se muestra un teléfono de repetidor 630 que incorpora un módem 602 que recibe las señales de entrada procedentes de un receptor 604 de señales, analógico o digital, el cual, a su vez, está conectado para recibir las señales de entrada procedentes del atenuador fijo 416 anteriormente analizado. Un módem ejemplar sería uno de los módems de estaciones móviles (MSM) sobradamente conocidos fabricados por Qualcomm Incorporated, con los números de modelo, por ejemplo, MSM3100, MSX5xxx (5050, 5200, 5500, etc.) o 6xxx (6050, 6100, 6200, 6500, etc.) para uso en teléfonos CDMA. El teléfono de repetidor 630 tiene también una salida AGC dirigida a un amplificador 608 de la potencia de transmisión, típicamente por medio de un filtro RC 606. La señal del AGC es transferida a lo largo de una línea de control 610 del AGC. La línea de control 610 se muestra en la Fig. 6 con una interrupción 612, que simboliza un cambio que es implementado para que un teléfono pueda incorporar en su interior el repetidor 400. La línea AGC es redirigida para constituir una salida 616 del AGC la cual es transferida al microcontrolador 432, de acuerdo con lo anteriormente expuesto. En general, con el fin de regular la circuitería o el amplificador de transmisión en un nivel mínimo deseable de salida, la entrada utilizada para la señal del AGC puede ser conectada a un punto 614 al nivel del suelo.

Debe destacarse que el microcontrolador 432 puede estar separado del teléfono de repetidor 630, o contenido como parte del teléfono repetidor 630 si la potencia de procesamiento del teléfono de repetidor tiene la capacidad suficiente. Por ejemplo, un dispositivo inalámbrico CDMA típico utiliza uno o más circuitos integrados que emplean procesadores incorporados que son bastante potentes, y una determinada cantidad de almacenamiento de memoria o programa asociado. Por ejemplo, algunas formas de realización pueden incluir un procesador tipo ARM incorporado o similar. Dichos elementos pueden utilizarse para implementar las funciones asociadas con el microcontrolador 432 y constituir una conexión o una salida de señales para controlar la operación de los amplificadores de ganancia variable o de los atenuadores de señal. Por esta razón se utiliza una línea de puntos 632 para indicar que las funciones o la operación del microcontrolador 432 se incorporan dentro del dispositivo de comunicación que está siendo utilizado.

La Fig. 6 muestra también las líneas de salida/entrada 618 que conectan con la circuitería asociada con o en el módem 602 que suministran una notificación de llamada, como por ejemplo indicativa de que el teléfono está "sonando", aunque un timbre no es en general útil en esta aplicación, y para suministrar señales al módem ya sea para "coger" o "colgar" la conexión del teléfono. Esta entrada es suministrada desde el microprocesador puesto que ya no hay ningún conjunto de botones que estén siendo apretados por un usuario del teléfono para efectuar estas elecciones.

Así mismo, mientras el módem 602 puede contener un controlador y una memoria interna para recibir los mandatos y operaciones descritos en la presente memoria, uno o más elementos 620 separados o adicionales de memoria o almacenaje pueden también incluirse dentro de un teléfono de repetidor 630 para suministrar ciertos emplazamientos

para los mandatos, datos, instrucciones, etc de almacenaje, si se desea. La memoria se refiere a cualquier medio de lectura por procesador incluyendo, sin que ello suponga limitación, una RAM, una ROM, una EPROM, una PROM, una EEPROM, un disco, un disco flexible, un CD-ROM, un DVD, o similares, en los cuales puede almacenarse una serie de instrucciones ejecutables por un procesador.

En la Fig. 7, se muestra un típico terminal de usuario inalámbrico de espectro extendido 700 que utiliza un receptor analógico 704 para recibir, convertir de RF a IF, amplificar, y digitalizar las señales recibidas. La salida de las señales de comunicación digitales por el receptor analógico 704 es transferida a al menos un receptor 706A de datos digitales y al menos a un receptor buscador 708. Pueden utilizarse unos receptores de datos digitales adicionales 706B a 706N para obtener los niveles deseados de diversidad de señales, dependiendo del nivel aceptable de complejidad de la unidad, como debe resultar aparente para la persona experta en la técnica relevante.

Al menos un procesador de control 720 está acoplado a los receptores de datos digitales 216A a 216 N junto con el receptor buscador 718, para proporcionar, entre otras funciones, el procesamiento básico de las señales, la sincronización, control o coordinación de la potencia o la conmutación. Otra función de control básica a menudo ejecutada por el procesador de control 720 es la selección o manipulación de las secuencias de código de PN o las funciones ortogonales para ser utilizadas para procesar las ondas de forma de la señal de comunicación CDMA. El procesamiento de la señal del procesador de control 720 puede incluir una determinación de la intensidad relativa de la señal y la computación de los diversos parámetros de señal relacionados, los cuales pueden incluir el empleo de una circuitería adicional o separada, como por ejemplo un indicador (RSSI) 714 de la intensidad de la señal recibida.

Las salidas de los receptores 706A a 706N de datos digitales están acoplados a la circuitería 712 de banda de base digital dentro de la unidad de abonado. La circuitería 712 de banda de base digital de abonado normalmente utiliza unos elementos de procesamiento y presentación para transferir información a y desde un usuario terminal, como por ejemplo unos elementos de almacenaje de señales o datos, como por ejemplo una memoria digital transitoria o a largo plazo; dispositivos de entrada y salida, como por ejemplo pantallas de visualización, altavoces, terminales de teclado, y aparatos telefónicos. Estos elementos no están incluidos necesariamente en esta aplicación, excepto quizás para servicios de campos. También se incluyen elementos A/D, vocóders y otros elementos de procesamiento de señales analógicas y de voz que forman todos parte de la circuitería de banda de base terminal, utilizando elementos sobradamente conocidos en la técnica. Si se emplea un procesamiento de señal de diversidad, la circuitería 712 de banda de base digital de usuario puede comprender un combinador de diversidad y un descodificador. Algunos de estos elementos pueden también operar bajo el control de o en comunicación con, un procesador de control 710.

Así mismo, aunque la circuitería 712 de banda de base normalmente contiene una memoria para recibir los mandatos y las operaciones descritas en la presente memoria, también pueden incluirse dentro del teléfono de repetidor 700 uno o más elementos 722 de memoria o almacenaje separados o adicionales (como los anteriormente expuestos) para proporcionar emplazamientos para almacenar mandatos, datos, instrucciones, etc. si se desea.

Cuando unos datos de voz u otros están preparados como mensaje o señal de comunicaciones de salida procedentes de la unidad de abonado, se utiliza una circuitería 712 de banda de base digital de usuario para recibir, almacenar, procesar y de cualquier otra forma preparar los datos de transmisión deseados. En la presente aplicación dichos datos serían mínimos y se utilizarían simplemente para establecer un enlace de comunicación o indicar la intensidad de la señal detectada. La circuitería 712 de banda de base proporciona estos datos a un modulador de transmisión 716 que opera bajo el control del procesador de control 710, el cual tiene una salida conectada a un controlador 718 de la potencia de transmisión digital el cual proporciona un control de la potencia de salida a una amplificador 730 de la potencia de transmisión analógica para su transmisión final. La información sobre la intensidad de la señal medida para las señales de comunicación recibidas o una o más señales de recursos compartidos puede ser enviada la estación base utilizando diversas técnicas conocidas por los expertos en este campo, por ejemplo adjuntando la información a otros mensajes preparados por la circuitería 712 de banda de base. Alternativamente, la información puede ser insertada como bits de control predeterminados bajo el control del procesador de control 710.

El receptor analógico 704 puede suministrar una señal que indique la potencia o energía de las señales recibidas. Alternativamente, el elemento 714 de indicación de la intensidad de la señal recibida puede determinar este valor muestreando una salida del receptor analógico 704 y ejecutando el proceso sobradamente conocido en la técnica. En uso normal esta información puede ser utilizada directamente por el amplificador 720 de la potencia de transmisión o por el controlador 718 de la potencia de transmisión para ajustar la potencia de las señales transmitidas. Esta información puede también ser utilizada por el procesador de control 710 para crear unas señales de control AGC con destino a estos otros elementos.

Los receptores digitales 706A-N y el receptor de buscador 708 están configurados con elementos de correlación de señal para desmodular y rastrear señales específicas. El receptor de buscador 708 se utiliza para buscar señales piloto, mientras que los receptores digitales 706A-N se utilizan para desmodular otras señales (tráfico) asociadas con las señales piloto detectadas. Por consiguiente, las salidas de estas unidades pueden ser vigiladas para determinar la energía de la señal piloto u otras señales de recursos compartidos. Aquí, esto se lleva a cabo utilizando también ya sea el elemento 714 de indicación de intensidad de la señal o bien el procesador de control 710.

Como se apuntó ya por medio de las Figs. 4 y 5, los elementos mostrados para el WCD en las Figs. 6 y 7 pueden formar partes de un módulo o dispositivo de control simple por oposición a un "teléfono" más completo. En este caso, según lo anteriormente dispuesto, el dispositivo puede ser diseñado para aceptar señales situadas dentro de determinadas alcances o amplitudes de potencia y sincronización, y en cuanto tal puede no ser utilizado el atenuador 416 o 426, ya sea uno o ambos.

Para la presente invención, es la capacidad de recibir señales de un BTS, operar con o responder a esas señales, y generar o utilizar los mandatos o señales de potencia apropiados, lo que puede incluir mandatos de subida/bajada de potencia, lo que es importante para la operación del WCD incorporado. Por consiguiente, al margen de esta funcionalidad de control de la potencia implementada por el WCD 430, elementos externos para el procesamiento de otras señales, como por ejemplo representaciones en pantalla, tonalidades de llamada, música, vídeo, etc., no son necesarios para la función indicada. Así mismo, al utilizar un método de módulo menos complejo para diseñar el WCD 430, el procesador o controlador utilizado en el WCD 430 es más probable que tenga la suficiente o incluso potencia extra o los ciclos de procesamiento disponibles para ejecutar las funciones tanto del WCD 430 como del microcontrolador 432, lo cual resulta útil en la reducción de costos y de la complejidad. La memoria y otros elementos que pueden utilizarse para almacenar la información asociada con otras operaciones, pueden ser liberados para el manejo de las funciones del control de la potencia.

IX. *Análisis de la Operación del Repetidor Controlado por Potencia*

Con un repetidor dentro de un área de cobertura del BTS, bajo un estado de carga constante, y en ausencia de emisiones perturbadoras, la ecuación E_b/N_o de enlace inverso, bajo un control por potencia perfecto, para una estación distante es:

$$\frac{E_b}{N_o} = \frac{S}{\frac{(M-1)\upsilon(1+i)}{W}S + \left(N_{repetidor}^{@BTS} + N_O^{nom}\right)\frac{1}{R}}, \qquad (19)$$

donde S es la potencia de señal recibida de la estación distante, M es el número de usuarios, υ es un factor de actividad de voz, e i es la relación de interferencia procedente de otros sectores.

Si S_R se define como la potencia de transmisión del WCD incorporado, entonces E_b/N_o para el WCD incorporado dentro del repetidor controlado por potencia es:

$$\frac{E_b}{N_o} = \frac{S_R G_T G_B}{\frac{(M-1)\upsilon(1+i)}{W}S_R G_T G_B + \left(N_{repetidor}^{@BTS} + N_O^{nom}\right)\frac{1}{R}}. \qquad (20)$$

lo que en términos del empuje del ruido térmico del repetidor, $P_{térmico}$, es:

$$\frac{E_b}{N_o} = \frac{S_R G_T G_B}{\frac{(M-1)\upsilon(1+i)}{W}S_R G_T G_B + N_O^{nom} P_{termico}}\frac{1}{R}. \qquad (21)$$

Con una perturbación de γ de la ganancia de enlace inverso (G3 y G4 en la Fig. 4), del repetidor, tanto la ganancia de enlace BTS - repetidor como la contribución de ruido térmico del repetidor en el BTS van a ser perturbados también por γ. Si el control por potencia en bucle cerrado de enlace inverso solicita un cambio de α en la potencia de transmisión del WCD incorporado para conseguir la misma Ecuación E_b/N_o que la de la Ecuación 20, entonces:

$$\frac{E_b}{N_o} = \frac{(\alpha S_R)(\gamma G_T)G_B}{\frac{(M-1)\upsilon(1+i)}{W}(\alpha S_R)(\gamma G_T)G_B + \left(\gamma N_{repetidor}^{@BTS} + N_O^{nom}\right)\frac{1}{R}}. \qquad (22)$$

A partir de las ecuaciones anteriores se puede describir el cambio del empuje del ruido térmico del repetidor en el BTS que corresponda a la perturbación de la ganancia de enlace inverso del repetidor. Más concretamente, suponiendo que ρ sea el cambio del empuje del ruido térmico del repetidor en el BTS. Por consiguiente:

$$N_O^{nom}\left(P_{termico}\,\rho\right) = \gamma N_{repetidor}^{@BTS} + N_O^{nom}, \tag{23}$$

$$P_{termico}\,\rho = \frac{\gamma N_{repetidor}^{@BTS} + N_O^{nom}}{N_O^{nom}} = \frac{N_{repetidor}^{@BTS}}{N_O^{nom}}\gamma + 1 = \left(P_{termico} - 1\right)\gamma + 1, \tag{24}$$

$$\rho = \frac{\left(P_{termico} - 1\right)\gamma + 1}{P_{termico}}. \tag{25}$$

con sustitución de lo anterior, se puede obtener:

$$\frac{E_b}{N_o} = \frac{S_R G_T G_B(\alpha\gamma)}{\frac{(M-1)\upsilon(1+i)}{W} S_R G_T G_B(\alpha\gamma) + N_O^{nom} P_{termico}(\rho)} \frac{1}{R}. \tag{26}$$

A partir de la Ecuación 26, con el fin de conseguir el mismo E_b/N_o que la de las anteriores expresiones bajo un control de la potencia perfecto, es evidente que $\alpha\gamma = \rho$. Por consiguiente:

$$\alpha\gamma = \rho = \frac{\left(P_{termico} - 1\right)\gamma + 1}{P_{termico}}, \quad \mathbf{y} \quad \gamma = \frac{1}{P_{termico}(\alpha - 1) + 1}. \tag{27}$$

A partir de la Ecuación 27, dado el empuje nominal del ruido térmico del repetidor en el BTS, podríamos estimar y compensar el cambio de la ganancia de enlace inverso del repetidor a partir del cambio de la potencia de transmisión del WCD incorporado, y, por consiguiente, mantener un empuje de ruido térmico del repetidor sustancialmente constante en el BTS. La relación entre γ y α para el empuje del ruido térmico del repetidor en el BTS, con unos valores de empuje de 1, 2 y 3 dB se muestra en la Fig. 10, como curvas 1002, 1004, y 1006, respectivamente.

X. *Diseño del Repetidor Controlado por Potencia*

Hay varias cuestiones específicas que deben tenerse en cuenta cuando se diseña un repetidor controlado por potencia destinado a un concreto sistema, empleando características y parámetros conocidos del sistema de comunicación con el cual va a utilizarse. Dichas cuestiones se refieren a la salida dentro del repetidor del amplificador de potencia de enlace hacia adelante, a la ganancia del repetidor, a la distribución de la ganancia sobre enlace hacia adelante, a la distribución de la ganancia sobre el enlace inverso, al factor de ruido nominal del repetidor, y a la distribución de la ganancia destinada al dispositivo de comunicación inalámbrico incorporado.

1. *Salida del Amplificador de Potencia de Enlace Hacia Adelante*

Los parámetros de diseño para una salida de un amplificador de potencia de un enlace hacia adelante se determinan en primer término por el tamaño del área del servicio o de cobertura geográfica deseada. Esta salida se expresa típicamente en términos de la potencia media máxima, W_R. Sin embargo, dado que la potencia instantánea en el enlace hacia adelante en el repetidor puede ser sensiblemente mayor de W_R, determinadas formas de realización seleccionan o establecen la capacidad de la salida del amplificador de potencia de enlace hacia adelante para que sea tan alta como la potencia instantánea máxima del repetidor. Aunque estrictamente no es necesario, esto debe efectuarse para evitar la saturación, y la potencia instantánea máxima está relacionada con la potencia media máxima por la relación cresta - promedio en las redes CDMA.

2. *Ganancia del Repetidor*

Al calcular la ganancia de un repetidor, puede partirse de la base de que la ganancia de enlace hacia adelante G_F y la ganancia de enlace inverso G_R son sustancialmente idénticas. La ganancia de enlace BTS - repetidor, G_T, es simplemente la relación de la salida objetivo del amplificador de potencia de enlace hacia adelante, W_R, y la salida del amplificador de potencia del BTS, W_B, que tiene un valor típico de 25 W.

Para derivar la ganancia del repetidor, G_R, se divide G_T, por la ganancia de la antena donadora de repetidor, G_d, la pérdida de trayectoria objetivo entre la antena donadora de repetidor y la antena de estación base, L_p, y la ganancia de antena de la antena de estación base, G_a. Por consiguiente, G_R puede expresarse como:

$$G_R = \frac{G_T}{G_d L_p G_a} = \frac{W_R}{W_B} \frac{1}{G_d L_p G_a}. \qquad (28)$$

3. *Distribución de Ganancia en el Enlace Hacia Adelante del Repetidor*

Partiendo de la Fig. 4, en dB, la ganancia de enlace hacia adelante del repetidor controlado por potencia puede descomponerse en:

$$G_R = G1 + G2 + \text{Pérdida Acoplador} + 2\ (\text{Pérdida Duplexor}) \qquad (29)$$

Al seleccionar el valor G1 para el amplificador 406, un acoplador de enlace hacia adelante (408) en el WCD incorporado, y el atenuador de enlace hacia adelante (426) para el WCD incorporado, es importante asegurar que el WCD incorporado reciba una cantidad suficiente de potencia de canal aéreo de enlace hacia adelante (para su uso por señales como señal piloto, búsqueda, y sincronización dentro de un sistema CDMA), y la exigencia mínima para llevar a cabo esto es en general del orden de -85 dBm para un sistema de comunicación típico CDMA, pudiendo otros tipos de sistemas o protocolos tener otros valores diferentes.

4. *Distribución de la Ganancia de Repetidor sobre el Enlace Inverso*

Dado que puede suponerse con fundamento que las ganancias de enlace hacia adelante y enlace inverso son esencialmente idénticas (o lo suficientemente parecidas para mantener las relaciones), la ganancia de enlace inverso del repetidor controlado por potencia es también G_R, y, partiendo de la Fig. 4, podemos apreciar que en dB, puede descomponerse en:

$$G_R = G3 + G4 + \text{Pérdida Combinador} + 2\ (\text{Pérdida Duplexor}) \qquad (30)$$

De lo anterior se desprende que el WCD 430 va a ajustar el valor G4 del amplificador 422 para mantener un empuje del ruido térmico del repetidor sustancialmente constante en el BTS. Teóricamente el cambio G4 va a alterar el factor de ruido nominal del repetidor, F_R. Sin embargo, se puede suponer con fundamento que F_R es constante, y se puede conseguir que F_R sea esencialmente constante asignando la ganancia suficiente en el amplificador 420 (G3).

Específicamente, a partir de los cambios anticipados en G4 (Por WCD), y el factor de ruido anticipado del amplificador 422 (G4), se puede calcular en cuantos dB el valor de ganancia G3 debería exceder el valor nominal G4 para que F_R variara menos de una cantidad predeterminada. Por ejemplo, si se espera que G4 cambie en 10 dB, y, partiendo del factor de ruido anticipado de G4, se concluye que G3 debería exceder el G4 nominal en alrededor de 40 dB con el fin de que F_R variara menos de un 1%, entonces hay un límite de:

$$G3 = G4 + 10\ \text{dB} + 40\ \text{dB} = G4 + 50\ \text{dB} \qquad (31)$$

lo que significa que la expresión para G_R en dB, resulta:

$$G_R = (G4 + 50\ \text{dB}) + G4 + \text{Pérdida Combinador} + 2\ (\text{Pérdida Duplexor})$$

y

$$G4 = 0{,}5\ (G_R - \text{Pérdida Combinador} - 2\ (\text{Pérdida Duplexor}) - 50\ \text{dB}) \qquad (32)$$

Por consiguiente, una vez determinado el valor para la ganancia G4, la ganancia G3 puede obtenerse a partir de la Ecuación 31, destacándose que podrían utilizarse, de acuerdo con lo deseado o requerido, otros valores de cambios de ganancia (G4) o en cuánto una ganancia debe exceder a otra (G3, G4) para una variación porcentual determinada (F_R).

5. *Factor de Ruido Nominal del Repetidor*

Un factor de ruido nominal del repetidor, F_R, puede ser derivado a partir del límite constituido por el giro en bucle abierto alrededor de la constante k. En sistemas de comunicación CDMA, el giro en bucle abierto alrededor de una constante, k, es "cableado" dentro del dispositivo de comunicación inalámbrico por razones conocidas, y sus primeros tres términos son:

$$K = (pt)_c - 134 + (NF)_c + ...,$$

donde

$$(pt)_c = 10\log_{10}(W_B) = \text{Salida (dBm) del amplificador de potencia máxima del BTS}$$

y

$$(NF)_c = 10\log_{10}(F_b) = \text{Coeficiente de ruido (dB) del BTS}$$

Para una estación distante situada en un área de cobertura de un repetidor, $(pt)_c$ debe ser la salida del amplificador de potencia de enlace hacia adelante del repetidor, $10\log_{10}(W_R)$. Así mismo, $(NF)_c$ debe transportar el coeficiente del ruido efectivo del repetidor. Sin embargo, debido a que k está "cableada" en la estación distante, se puede establecer $(NF)_C$ para compensar el cambio de $(pt)_C$. Más concretamente, para las estaciones distantes situadas dentro del área de cobertura del repetidor tenemos $(NF)_C^{repetidor}$ en su lugar, y

$$(NF)_C^{repetidor} = 10\log_{10}(F_B) + [10\log_{10}(W_B) - 10\log_{10}(W_R)] = 10\log_{10}\left(F_B \frac{W_B}{W_R}\right) \text{(dB)}$$

Por consiguiente, para mantener válido el giro en bucle abierto "cableado" alrededor de la constante, k, desde la perspectiva de las estaciones distantes situadas en el área de cobertura del repetidor, se debe tomar en consideración tomar como objetivo un factor de ruido del repetidor efectivo de:

$$EF_R = F_B \frac{W_B}{W_R}. \qquad (33)$$

que se convierte en:

$$EF_R = F_R + \frac{F_B}{G_T}.$$

dado que la ganancia de enlace (G_T) del BTS - repetidor en la relación de la salida del amplificador de potencia de enlace hacia adelante del repetidor con respecto a la salida del amplificador de potencia del BTS, esto produce:

$$EF_R = F_R + \frac{F_B}{\frac{W_R}{W_B}} = F_R + F_B \frac{W_B}{W_R}. \qquad (34)$$

Aunque observando estas relaciones podría parecer que no se cumple exactamente la condición establecida en la Ecuación 33, no obstante dichas relaciones deben ser capaces de establecer un factor de ruido efectivo del repetidor que sea próximo al valor deseado si:

$$F_R << F_B \frac{W_B}{W_R}.$$

6. *Distribución de la Ganancia para el WCD Incorporado*

Para el WCD incorporado, la ganancia de su trayectoria de enlace hacia adelante dentro del repetidor debe ser igual a la ganancia de su trayectoria de enlace inverso en el repetidor. Específicamente, el atenuador de enlace inverso 426 del WCD 430, incorporado, ATT2, debe establecerse de forma que:

$$\text{G1} + \text{Pérdida Acoplador} + \text{ATT1} = \text{ATT2} + \text{Pérdida Combinador} + \text{G3} + \text{G4} \quad (35)$$

XI. *Despliegue del Repetidor Controlado por Potencia*

El despliegue de un repetidor controlado por potencia se muestra en la Fig. 8, y es muy similar al de un repetidor convencional, con el solo añadido de una etapa adicional. La etapa adicional consiste en situar una llamada en un WCD incorporado para establecer una potencia de transmisión de referencia acorde con la contribución nominal de ruido térmico del repetidor en el BTS. En caso contrario, como se muestra en la Fig. 8, para desplegar un repetidor controlado por potencia, es primero físicamente instalado o emplazado dentro de un área de servicio deseada en una etapa 800, a continuación la ganancia de enlace hacia adelante del repetidor es ajustada en una etapa 802 para conseguir una salida objetivo del amplificador de potencia de enlace hacia adelante, la ganancia de enlace inverso del repetidor o del BTS es ajustada en una etapa 804 para equilibrar el enlace hacia adelante y el enlace inverso, y una potencia de transmisión de referencia del WCD incorporado se establece en una etapa 806. Aunque el proceso de instalación finaliza en la etapa 808, puede situarse periódicamente una “llamada” en una etapa 810 en el BTS para actualizar los parámetros del repetidor en base a los cambios de las características de la trayectoria y otros.

1. *Recusación de la Salida del Amplificador de Potencia de Enlace Hacia Adelante del Repetidor*

Como se mencionó anteriormente, la salida objetivo del amplificador de potencia de enlace hacia adelante del repetidor, W_R, queda determinada por el tamaño del área de cobertura deseada. Para cumplir el valor W_R, se ajusta el valor de G2 del amplificador 410 en la Fig. 4, dado que la ganancia G1 del amplificador 406 es seleccionada para suministrar una potencia de canal aéreo de enlace hacia adelante suficiente en el WCD 430 incorporado.

2. *Equilibrio del Enlace Hacia Adelante y del Enlace Inverso*

Una vez fijada la ganancia de enlace hacia adelante del repetidor controlado por potencia, la etapa siguiente es equilibrar el enlace hacia adelante y el enlace inverso tanto en las áreas de cobertura BTS como del repetidor. La ganancia de enlace inverso del BTS se ajusta para llevar a cabo esta tarea dado que el ajuste de la ganancia de enlace inverso del repetidor va a dejar desequilibrados el enlace hacia adelante y el enlace inverso del área de cobertura del BTS.

Sin embargo, si no es en general posible ajustar la ganancia de enlace inverso del BTS, entonces el valor de la ganancia G3 para el amplificador 410 en la Fig. 4 puede ser ajustado para equilibrar los enlaces dado que se debe mantener la mayor parte de la ganancia de enlace inverso del repetidor dentro del valor de G4.

Una vez que el enlace hacia adelante y el enlace inverso están equilibrados, se fija también el empuje nominal del ruido térmico del repetidor en el BTS.

3. *Establecer la Potencia de Transmisión de Referencia de la Unidad de Abonado Incorporada*

En la sección previa, el empuje nominal del ruido térmico del repetidor en el BTS se fija después de que están equilibrados el enlace hacia adelante y el enlace inverso. Una vez en posición el empuje nominal, la última etapa del despliegue es situar una llamada en el teléfono o WCD incorporado para establecer una potencia de transmisión de referencia compatible con el empuje nominal.

Después del despliegue, pueden efectuarse llamadas periódicas sobre el WCD incorporado para detectar, estimar, y compensar los cambios de la ganancia de enlace inverso del repetidor.

XII. *Repetidor Multi-Frecuencia*

Aunque las formas de realización anteriormente analizadas muestran que la utilización de un repetidor controlado por potencia consigue unos niveles menores de ruido en una estación base que comunica con o por medio del repetidor, pueden conseguirse ventajas adicionales empleando repetidores de frecuencias múltiples. Esto es, el repetidor es capaz de comunicar en dos, o más, frecuencias f_1 y f_2.

El anterior análisis utilizaba una única frecuencia central f_1 para las señales transferidas entre la estación base y el repetidor, que es la misma que la frecuencia utilizada para transferir las señales entre el repetidor y las estaciones distantes. Esto es, junto con la capacidad de separar los enlaces hacia adelante e inverso sobre canales separados, las estaciones distantes están configuradas para interactuar o comunicar con el repetidor a las mismas frecuencias que utilizarían al comunicar con la estación base.

Así es cómo un repetidor está típicamente configurado y se justifica cuando se presume que estaciones distantes pueden desplazarse dentro y fuera de celdas o sectores, y pueden comunicar de vez en cuando con las estaciones base y no con los repetidores. Se desea mantener de alguna manera uniformes las operaciones con las estaciones distantes para que las estaciones base y los repetidores no exijan una complejidad adicional en el manejo de las comunicaciones. Así mismo, se necesita ver que los dispositivos de comunicación pueden ser adaptados sin que tampoco se les añada una modificación o complejidad indebidas.

Sin embargo, si el repetidor comunica o bien con las estaciones distantes o con la estación base en una segunda frecuencia f_2, entonces el sistema de comunicación puede conseguir una capacidad adicional o de carga mejorada cuando las estaciones distantes manejadas por el repetidor o el repetidor mismo proporcione una interferencia inferior al BTS y a las estaciones distantes.

Seleccionando una estructura de repetidor que utilice una frecuencia diferente para el enlace de repetidor a estación base (f_2) que el enlace de repetidor a estación distante (f_1), el WCD podría operar en la segunda frecuencia, f_2, mientras que los mandatos de control de potencia destinados al WCD provocaría que tanto las etapas de ganancia f_1 como f_2 cambiaran sus respectivas ganancias para satisfacer el control de la potencia. Alternativamente, el ajuste de control de la potencia puede ser configurado para que el WCD suministre todo el control de ganancia que utilice señales únicamente en f_1, o en f_2, o alguna combinación de las dos frecuencias.

En una forma de realización diferente, si el sistema de comunicación utiliza más de una frecuencia de capacidad o carga, entonces el repetidor puede ser de banda ancha por naturaleza, y pasar las señales de frecuencias múltiples desde la estación base hasta las estaciones distantes, y recibir las múltiples frecuencias (canales) desde las unidades distantes y enviar estas de nuevo a la estación base. En esta configuración, los mandatos de control de potencia destinados al WCD dentro del repetidor pueden provenir de uno de los canales, y ese canal provocar la ganancia para que todos los canales cambien de manera similar, o el WCD podría introducir una llamada en diferentes canales y procesar los mandatos de control de potencia sobre estos canales y provocar que la ganancia para todos los canales cambiara de manera similar, o el WCD podría introducir una llamada en diferentes canales y provocar que la ganancia cambiara únicamente para ese canal.

XIII. *Repetidores Múltiples*

Otra manera con la cual la presente invención puede ventajosamente extender el alcance del sistema de comunicación es por medio del empleo de más de un repetidor o una cadena de repetidores que comuniquen entre sí. Esto es, un repetidor está en comunicación o establece enlaces de comunicación con una estación base, pero unos repetidores adicionales establecen enlaces de comunicación con el primer repetidor, de forma muy parecida a como lo harían estaciones distantes. La Fig. 9, ilustra una configuración para un sistema de comunicación en los que los repetidores múltiples son usados como repetidores que comunican entre sí.

Como se muestra en la Fig. 9, este concepto puede extenderse de manera que un repetidor pueda dar servicio a uno o más repetidores para abarcar un área más amplia de cobertura fuera del alcance de una estación base o que tenga una forma insólita que requiera recursos adicionales. Esto se muestra en forma de un repetidor 902 con un área de servicio 910 que comunica con uno o más repetidores 904, 906 y 908, cada uno con unas áreas de servicio 914, 916, 918, respectivamente, para suministrar un área de cobertura configurada de manera más compleja o un área más amplia de cobertura.

Alternativamente, puede utilizarse una serie de repetidores y una forma “dentro de una línea” o lineal, comunicando cada una con la siguiente para extender la cobertura sobre una distancia más larga, pero estrechamente confinada en potencia, relativamente hablando, en una dimensión (anchura). Esto se muestra en la Fig. 9 en forma de un repetidor 902 que comunica con el repetidor 906, el cual a su vez comunica por medio de su área de servicio 916 con el repetidor 920, el cual comunica con el repetidor 922 situado en el área de servicio 930, el cual utiliza el área de servicio 932 para comunicar con el repetidor 924, y así sucesivamente. Esta última técnica puede utilizarse para dar respuesta a determinadas necesidades alrededor de largos y estrechos corredores de transporte, por ejemplo cuando el tráfico de las comunicaciones tiende a concentrarse, al menos durante ciertos periodos punta, o en áreas distantes o rurales, sin intentar dar cobertura a las áreas de uso más reducido de las inmediaciones.

Sin embargo, como se muestra mediante el repetidor 926 y el área de servicio 934, la línea de repetidores puede "ensancharse" de nuevo, si se desea, dando servicio a dos o más repetidores al tiempo, y no a uno solo a lo largo de la línea. Alternativamente, otra línea de repetidores puede ramificarse en otra dirección, como se producía en este caso. Por consiguiente, una vez que un área para la cual no se desea o es muy difícil o imposible conseguir cobertura es despejada, la cobertura del área de servicio se expande o es redirigida.

También podría utilizarse el sistema de enlazar dos estaciones base que estén separadas por una determinada distancia, posibilitando que el último repetidor de la cadena comunique con esa estación base, y transferir alguna información de control o sincronización entre ellas mientras que los repetidores estén también respondiendo a las necesidades de comunicación adyacentes al lugar donde están situados. Es posible combinar esto con el esquema de asignación de múltiples frecuencias anteriormente analizado para alterar las frecuencias en uno o más puntos a lo largo de la cadena, o área del repetidor, para dar respuesta a otras necesidades o modelos de interferencia afrontados, o según se desee. Las señales destinadas a estaciones distantes pueden tener sus respectivas señales generadas u operadas en una frecuencia mientras que los WCDs incorporados pueden utilizar señales que operen en una segunda frecuencia, e incluso una tercera, una cuarta, etc., dependiendo del número de repetidores utilizados.

En cualquier caso, debe entenderse que para estas configuraciones de repetidores múltiples, las formas de realización de la invención posibilitan que cada repetidor sea o no un repetidor controlado por potencia. Los repetidores controlados por potencia aprovechan un WCD incorporado y las señales que son transferidas desde un repetidor hasta el siguiente para ajustar la potencia de acuerdo con lo anteriormente expuesto.

XIV. *Conclusión*

La descripción previa de las formas de realización expuestas se ofrece para posibilitar que una persona experta en la materia lleve a la práctica o utilice la presente invención. Aunque la invención ha sido particularmente mostrada y descrita con referencia a sus formas de realización, debe entenderse por parte de los expertos en la materia que pueden efectuarse diversos cambios de forma y detalle de la misma sin apartarse del ámbito de la invención.

La presente invención ha sido anteriormente descrita con la ayuda de bloques constitutivos funcionales que ilustran la ejecución de las funciones especificadas y sus relaciones. Los límites de estos bloques constitutivos funcionales han sido arbitrariamente definidos en la presente memoria por razones de comodidad en la descripción. Pueden definirse límites alternativos siempre que las funciones especificadas y sus relaciones sean ejecutadas adecuadamente. Cualquiera de dichos límites alternativos se considera, por tanto, dentro del ámbito y el espíritu de la invención reivindicada. La persona experta en la materia advertirá que estos bloques constitutivos convencionales pueden ser implementados mediante componentes separados, circuitos integrados de aplicación específica, procesadores que ejecuten el apropiado software y similares o combinaciones de los mismos. Así, la extensión y el ámbito de la presente invención no deben quedar limitados por cualquiera de las formas de realización ejemplares anteriormente descritas, sino que debe quedar definidos únicamente con las reivindicaciones que siguen y sus equivalentes.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de control de una potencia de salida para un repetidor (120, 200, 320, 400, 500, 902, 904, 906, 908) que comunica con una o más estaciones base (104, 304) dentro de un sistema de comunicación inalámbrico (100, 300) que comprende:

acoplar una porción preseleccionada de una señal de comunicación de estación base donadora destinada a unas estaciones distantes (106, 306) a un dispositivo de comunicación inalámbrico incorporado (430, 530, 630, 700) situado en el interior de dicho repetidor (120, 200, 320, 400, 500, 902, 904, 906, 908);

establecer un enlace de comunicación inverso entre dicho dispositivo de comunicación inalámbrico (430, 530, 630, 700) y dicha estación base donadora (104, 304) en respuesta a dicha porción preseleccionada utilizando una trayectoria de señales de enlace inverso en común con unas señales de comunicación de estaciones distantes que están siendo transferidas a dicha estación base (104, 304); y

recibir información de ajuste de potencia para dicho dispositivo de comunicación inalámbrico (430, 530, 630, 700) a partir de dicha estación base donadora (104, 304) y

generar al menos una señal de control de potencia para ajustar la ganancia de enlace de retorno de dicho repetidor (120, 200, 320, 400, 500, 902, 904, 906, 908).

2. El procedimiento de la reivindicación 1 en el que la etapa consistente el ajuste de la ganancia de enlace de retorno de dicho repetidor (120, 200, 320, 400, 500, 902, 904, 906, 908) comprende:

recibir información de ajuste de potencia de dicho dispositivo de comunicación inalámbrico (430, 530, 630, 700) a partir de dicha estación base donadora (104, 304);

generar al menos una señal de control de potencia para ajustar la potencia de transmisión de salida de dicho dispositivo de comunicación inalámbrico (430, 530, 630, 700); y

ajustar la ganancia de enlace de retorno de dicho repetidor (120, 200, 320, 400, 500, 902, 904, 906, 908) en base a dicha señal de control de potencia.

3. El procedimiento de la reivindicación 2 que comprende así mismo generar una señal de control de ganancia dentro de dicho dispositivo de comunicación inalámbrico (430, 530, 630, 700) como dicha al menos una señal de control de potencia.

4. El procedimiento de la reivindicación 1 que comprende así mismo:

recibir una señal de comunicación a partir de dicha estación base donadora (104, 304) para ser transferida a unas estaciones distantes (106, 306);

recibir unas señales de comunicación de una o más estaciones distantes (106, 306) para ser transferidas a dicha estación base (104, 304) a lo largo de una trayectoria de señales predeterminadas;

procesar dicha porción preseleccionada situada dentro de dicho dispositivo de comunicación inalámbrico (430, 530, 630, 700) para establecer un enlace de comunicación hacia adelante;

generar una señal de comunicación de enlace inverso dentro de dicho dispositivo de comunicación inalámbrico (430, 530, 630, 700) para dicha estación base donadora (104, 304);

transferir dicha señal de enlace inverso a partir de dicho dispositivo de comunicación inalámbrico (430, 530, 630, 700) junto con dichas señales recibidas de dichas estaciones distantes (106, 306) cubiertas a lo largo de un enlace inverso predeterminado en común con unas señales de comunicación de estaciones distantes a dicha estación base donadora (104, 304);

recibir una señal de comunicación dirigida de dicha estación base donadora (104, 304) para dicho dispositivo de comunicación inalámbrico (430, 530, 630, 700) y generar dicha señal de control de potencia;

detectar dicha señal de control de potencia mediante dicho repetidor (120, 200, 320, 400, 500, 902, 904, 906, 908); y

ajustar dicha ganancia de enlace de retorno sobre la base de dicha señal de control de potencia detectada.

5. El procedimiento de la reivindicación 1 que comprende así mismo:

ampliar unas señales de comunicación recibidas de dicha estación de base donadora (104, 304);

transmitir unas señales donadoras amplificadas a al menos una estación distante (106, 306);

amplificar unas señales de comunicación recibidas de una o más estaciones distantes (106, 306);

transmitir unas señales de cobertura amplificadas a dicha estación base (104, 304);

transferir unas señales de comunicación distante cubiertas amplificadas y unas señales de comunicación de estación de base donadora recibidas por medio de un duplexor; y

transferir unas señales de comunicación de estación base donadora amplificadas y unas señales de comunicación de estación base donadora recibidas por medio de un duplexor; y

transferir unas señales de comunicación de estación base donadora amplificadas y unas señales de comunicación de estación distante recibidas por medio de un duplexor.

6. El procedimiento de la reivindicación 5 que comprende así mismo:

atenuar dicha porción preseleccionada de una señal de comunicación de estación base donadora antes de una transferencia a dicho dispositivo de comunicación inalámbrico (430, 530, 630, 700) en una cantidad preseleccionada;

atenuar dicha señal de enlace de retorno mediante dicho dispositivo de comunicación inalámbrico (430, 530, 630, 700); y

combinar una señal de enlace de retorno atenuado resultante de dicho dispositivo de comunicación inalámbrico (430, 530, 630, 700) con unas señales de comunicación de estaciones distantes.

7. El procedimiento de la reivindicación 1 que comprende así mismo:

recibir una señal de comunicación de dicha estación base donadora (104, 304) que tiene una primera frecuencia; y

recibir unas señales de comunicación de una o más estaciones distantes (106, 306) que tienen una segunda frecuencia diferente de dicha primera frecuencia.

8. El procedimiento de la reivindicación 7 que comprende así mismo:

establecer un enlace de comunicación hacia adelante entre dicho dispositivo de comunicación inalámbrico (430, 530, 630, 700) y dicha estación base donadora (104, 304) utilizando dicha primera frecuencia; y

establecer un enlace de comunicación inverso entre dicho dispositivo de comunicación inalámbrico (430, 530, 630, 700) y dicha estación base donadora (104, 304) utilizando dicha segunda frecuencia.

9. El procedimiento de la reivindicación 7 que comprende así mismo en ajustar la ganancia de repetidor para dicha segunda frecuencia en base a la información de ajuste para dicha primera frecuencia.

10. El procedimiento de la reivindicación 7 que comprende así mismo en ajustar la ganancia de repetidor para dicha segunda frecuencia en base a la información de ajuste de potencia tanto para dicha primera como para dicha segunda frecuencias.

11. El procedimiento de la reivindicación 1 que comprende así mismo en producir dichas señales de comunicación utilizando un patrón seleccionado entre el grupo compuesto por técnicas CDMA, WCDMA, TDMA, TD-SCDMA, y GSM

12. El procedimiento de la reivindicación 1 que comprende así mismo establecer periódicamente un enlace de comunicación entre dicho dispositivo de comunicación inalámbrico (430, 530, 630, 700) y dicha estación base donadora (104, 304) y recibir la información de ajuste de potencia para dicho dispositivo de comunicación inalámbrico (430, 530, 630, 700) desde dicha estación base donadora (104, 304) y calibrar un punto de regulación de ganancia para dicho repetidor (120, 200, 320, 400, 500, 902, 904, 906, 908).

13. Aparato para el control de una potencia de salida para un repetidor (120, 200, 320, 400, 500, 902, 904, 906, 908) que comunica con una o más estaciones base donadoras (104, 304) dentro de un sistema de comunicación inalámbrico (100, 300) que comprende:

un medio para acoplar una porción preseleccionada de una señal de comunicación de estación base donadora destinada a unas estaciones distantes (106, 306) a un dispositivo de comunicación inalámbrico incorporado (430, 530, 630, 700) situado en el interior de dicho repetidor (120, 200, 320, 400, 500, 902, 904, 906, 908);

un medio para establecer un enlace de comunicación entre dicho dispositivo de comunicación inalámbrico (430, 530, 630, 700) y dicha estación base donadora (104, 304) en respuesta a dicha estación preseleccionada utilizando una trayectoria de señales de enlace inverso en común con unas señales de comunicación de estaciones distantes; y

un medio para recibir la información de ajuste de potencia para dicho dispositivo de comunicación inalámbrico (430, 530, 630, 700) desde dicha estación base donadora (104, 304) y para generar al menos una señal de control de potencia para ajustar la ganancia de enlace de retorno de dicho repetidor (120, 200, 320, 400, 500, 902, 904, 906, 908).

14. El aparato de la reivindicación 13 en el que dicho medio para recibir y ajustar comprende:

un medio para recibir la información de ajuste de potencia para dicho dispositivo de comunicación inalámbrico (430, 530, 630, 700) desde dicha estación base donadora (104, 304);

un medio para generar al menos una señal de control de potencia para ajustar la potencia de transmisión de salida de dicho dispositivo de comunicación inalámbrico (430, 530, 630, 700); y

un medio para ajustar la ganancia de enlace de retorno de dicho repetidor (120, 200, 320, 400, 500, 902, 904, 906, 908) en base a dicha señal de control de potencia.

15. El aparato de la reivindicación 14 que comprende así mismo un medio para generar una señal de control de ganancia automática dentro de dicho dispositivo de comunicación inalámbrico (430, 530, 630, 700) como dicha al menos una señal de control de potencia.

16. El aparato de la reivindicación 13 que comprende así mismo:

un medio para recibir una señal de comunicación desde dicha estación base donadora (104, 304) para ser transferida a unas estaciones distantes (106, 306);

un medio para recibir unas señales de comunicación desde una o más estaciones distantes (106, 306) para ser transferidas a dicha estación base (104, 304) a lo largo de una trayectoria de señales predeterminadas;

un medio para procesar dicha porción preseleccionada situada dentro de dicho dispositivo de comunicación inalámbrico (430, 530, 630, 700) para establecer un enlace de comunicación hacia adelante;

un medio para generar una señal de comunicación de enlace inverso dentro de dicho dispositivo de comunicación inalámbrico (430, 530, 630, 700) para dicha estación base donadora (104, 304);

un medio para transferir dicha señal de comunicación de enlace inverso desde dicho dispositivo de comunicación inalámbrico (430, 530, 630, 700) junto con unas señales recibidas desde dichas estaciones distantes (106, 306) cubiertas a lo largo de dicha trayectoria de señales predeterminada a dicha estación base donadora (104, 304);

un medio para recibir una señal de comunicación dirigida desde dicha estación base donadora (104, 304) para dicho dispositivo de comunicación (430, 530, 630, 700) y generar dicha señal de control de potencia;

un medio para detectar dicha señal de control de potencia por dicho repetidor (120, 200, 320, 400, 500, 902, 904, 906, 908); y

un medio para ajustar dicha ganancia de enlace de retorno sobre la base de dicha señal de control de potencia detectada.

17. El aparato de la reivindicación 13 que comprende así mismo:

un medio para amplificar las señales de comunicación recibidas desde dicha estación donadora (104, 304);

un medio para transmitir unas señales donadoras amplificadas a al menos una estación distante (106, 306);

un medio para amplificar unas señales de comunicación recibidas desde una o más estaciones distantes (106, 306);

un medio para transmitir unas señales de cobertura amplificadas a dicha estación base (104, 304);

un medio para transferir unas señales de comunicación distante cubiertas amplificadas y unas señales de comunicación de estación base donadora recibidas por medio de un duplexor; y

un medio para transferir unas señales de comunicación de estación base donadora amplificadas y unas señales de comunicación de estaciones distantes recibidas por medio de un duplexor.

18. El aparato de la reivindicación 14 que comprende así mismo:

un medio para atenuar dicha porción preseleccionada de una señal de comunicación de estación base donadora antes de una transferencia a dicho dispositivo de comunicación inalámbrico (430, 530, 630, 700) en una cantidad preseleccionada; y

un medio para atenuar dicha señal de enlace de retorno mediante dicho dispositivo de comunicación inalámbrico (430, 530, 630, 700); y

combinar una señal de enlace de retorno atenuada resultante desde dicho dispositivo de comunicación inalámbrico (430, 530, 630, 700) con unas señales de comunicación de estaciones distantes (106, 306).

19. El aparato de la reivindicación 13 que comprende así mismo:

un medio para recibir una señal de comunicación desde dicha estación base donadora (104, 304) con una primera frecuencia; y

un medio para recibir unas señales de comunicación desde una o más estaciones distantes (106, 306) con una segunda frecuencia diferente de dicha primera frecuencia.

20. El aparato de la reivindicación 19 que comprende así mismo:

un medio para establecer un enlace de comunicación hacia adelante entre dicho dispositivo de comunicación inalámbrico (430, 530, 630, 700) y dicha estación base donadora (104, 304) que utiliza dicha primera frecuencia; y

un medio para establecer un enlace de comunicación inverso entre dicho dispositivo de comunicación inalámbrico (430, 530, 630, 700) y dicha estación base donadora (104, 304) que utiliza dicha segunda frecuencia.

21. El aparato de la reivindicación 19 que comprende así mismo en ajustar la ganancia de repetidor para dicha segunda frecuencia en base a la información de ajuste de potencia tanto para dicha primera frecuencia.

22. El aparato de la reivindicación 19 que comprende así mismo ajustar la ganancia del repetidor para dicha segunda frecuencia en base a una información de ajuste de potencia tanto par dicha primera como para dicha segunda frecuencias.

23. El aparato de la reivindicación 19 que comprende así mismo:

un medio para transmitir unas señales donadoras amplificadas a al menos una estación distante (106, 306) y para transmitir unas señales de estación distante (106, 306) amplificadas a dicha estación base (104, 304) en dicha primera frecuencia; y

un medio para transmitir unas señales de enlace inverso desde dicho dispositivo de comunicación inalámbrico (430, 530, 630, 700) a dicha estación base donadora (104, 304) en una segunda frecuencia.

24. El aparato de la reivindicación 13 que comprende así mismo un medio para producir dichas señales de comunicación utilizando una pauta seleccionada entre el grupo compuesto por técnicas CDMA, WCDMA, TDMA, TD-SCDMA, y GSM.

25. El aparato de la reivindicación 13 que comprende así mismo un medio para establecer periódicamente un enlace de comunicación entre dicho dispositivo de comunicación inalámbrico (430, 530, 630, 700) y dicha estación base donadora (104, 304), y recibir la información de ajuste de potencia para dicho dispositivo de comunicación inalámbrico (430, 530, 630, 700) desde dicha estación base donadora (104, 304) y calibrar un punto de reglaje de ganancia para dicho repetidor (120, 200, 320, 400, 500, 902, 904, 906, 908).

26. Un procedimiento de control de ruido dentro de una estación base donadora (104, 304) en comunicación con un repetidor (120, 200, 320, 400, 500, 902, 904, 906, 908) que comunica con la estación base (104, 304) y una o más estaciones distantes (106, 306) dentro de un sistema de comunicación inalámbrico (100, 300), que comprende:

transferir una porción preseleccionada de una señal de comunicación de estación base donadora destinada a unas estaciones distantes (106, 306) a un dispositivo de comunicación inalámbrico incorporado (430, 530, 630, 700) situado dentro de dicho repetidor (120, 200, 320, 400, 500, 902, 904, 906, 908)

establecer un enlace de comunicación entre dicho dispositivo de comunicación inalámbrico (430, 530, 630, 700) y dicha estación de base donadora (104, 304) en respuesta a dicha porción preseleccionada mediante la transmisión de una señal de retorno sobre una trayectoria de señales de retorno compartida con unas señales de comunicación de estaciones distantes (106, 306) transferidas a dicha estación base (104, 304);

recibir una información de ajuste de potencia para dicho dispositivo de comunicación inalámbrico (430, 530, 630, 700) desde dicha estación base donadora (104, 304) y

generar al menos una señal de control de potencia para ajustar la potencia de transmisión de salida del dispositivo de comunicación inalámbrico (430, 530, 630, 700); y

ajustar la ganancia de enlace de retorno de dicho repetidor (120, 200, 320, 400, 500, 902, 904, 906, 908) en base a dicha base de control de potencia.

27. Aparato de control de ruido situado en una estación de base donadora (104, 304) en comunicación con un repetidor (120, 200, 320, 400, 500, 902, 904, 906, 908) que comunica con la estación base (104, 304) y una o más estaciones base (106, 306) situadas dentro de un sistema de comunicación inalámbrico (100, 300), que comprende:

un medio para transferir una porción preseleccionada de una señal de comunicación de estación base donadora destinada a unas estaciones distantes (106, 306) a un dispositivo de comunicación inalámbrico incorporado (430, 530, 630, 700) situado dentro de dicho repetidor (120, 200, 320, 400, 500, 902, 904, 906, 908);

un medio para establecer un enlace de comunicación entre dicho dispositivo de comunicación inalámbrico (430, 530, 630, 700) y dicha estación base donadora (104, 304) en respuesta a dicha porción preseleccionada mediante la transmisión de una señal de enlace de retorno sobre una trayectoria de señales de retorno compartida con unas señales de comunicación de estaciones distantes transferidas a dicha estación base (104, 304);

un medio para recibir una información de ajuste de potencia para dicho dispositivo de comunicación inalámbrico (430, 530, 630, 700) desde dicha estación base donadora (104, 304) y generar al menos una señal de control de potencia para ajustar la potencia de transmisión de salida de dicho dispositivo de comunicación inalámbrico (430, 530, 630, 700); y

un medio para ajustar la ganancia de enlace de retorno de dicho repetidor (120, 200, 320, 400, 500, 902, 904, 906, 908) en base a dicha señal de control de potencia.

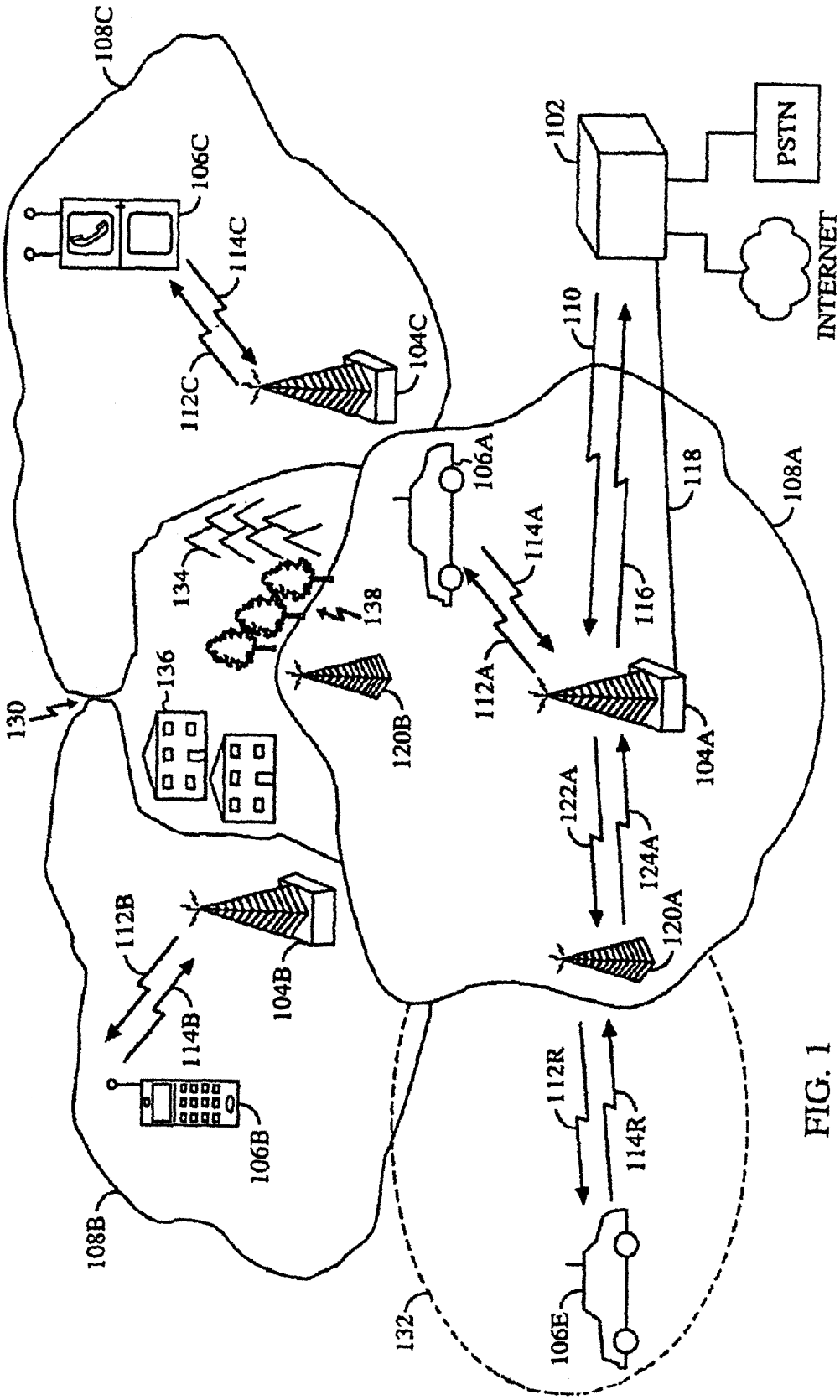
108C
106C
114C
112C
104C
102
PSTN
INTERNET
110
106A
114A
118
108A
116
134
138
136
130
112A
120B
104A
122A
124A
120A
112B
104B
114B
106B
108B
112R
114R
106E
132

FIG. 1

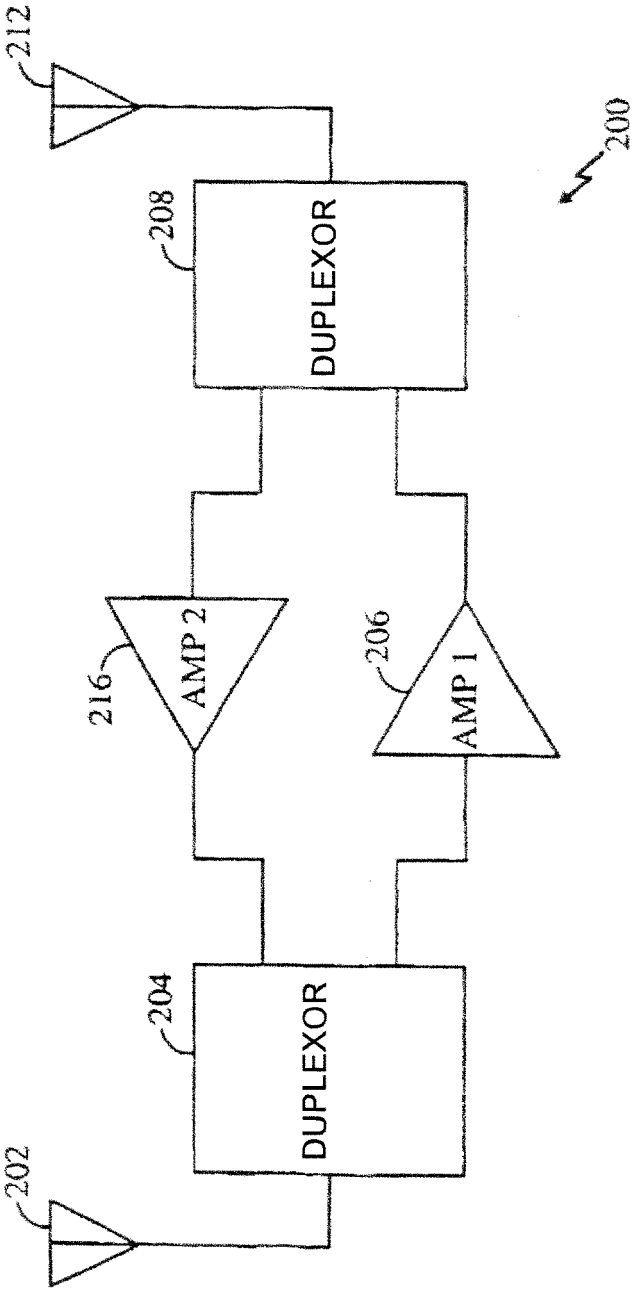

FIG. 2

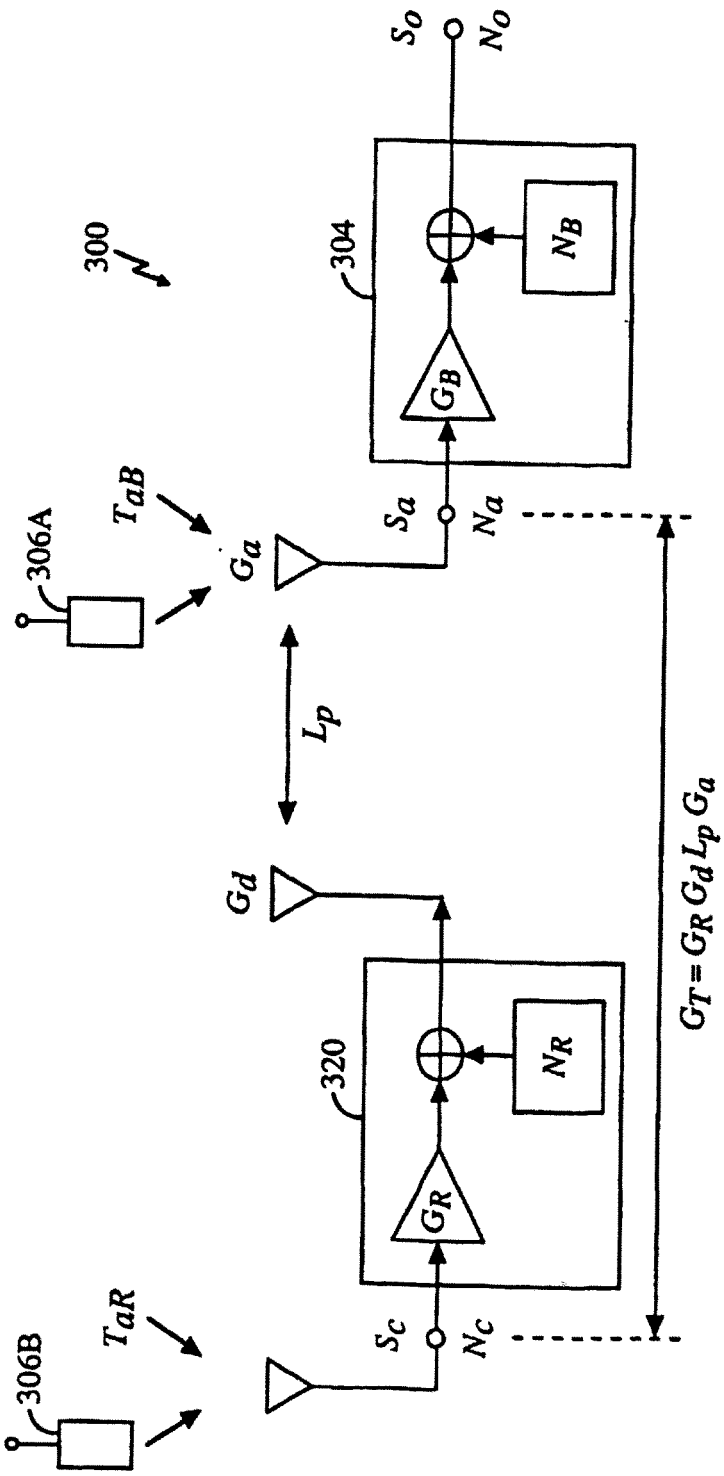
300
306A
306B
T_{aB}
T_{aR}
G_a
G_d
L_p
304
320
G_B
G_R
N_B
N_R
S_o
N_o
S_a
N_a
S_c
N_c
$G_T = G_R G_d L_p G_a$

FIG. 3

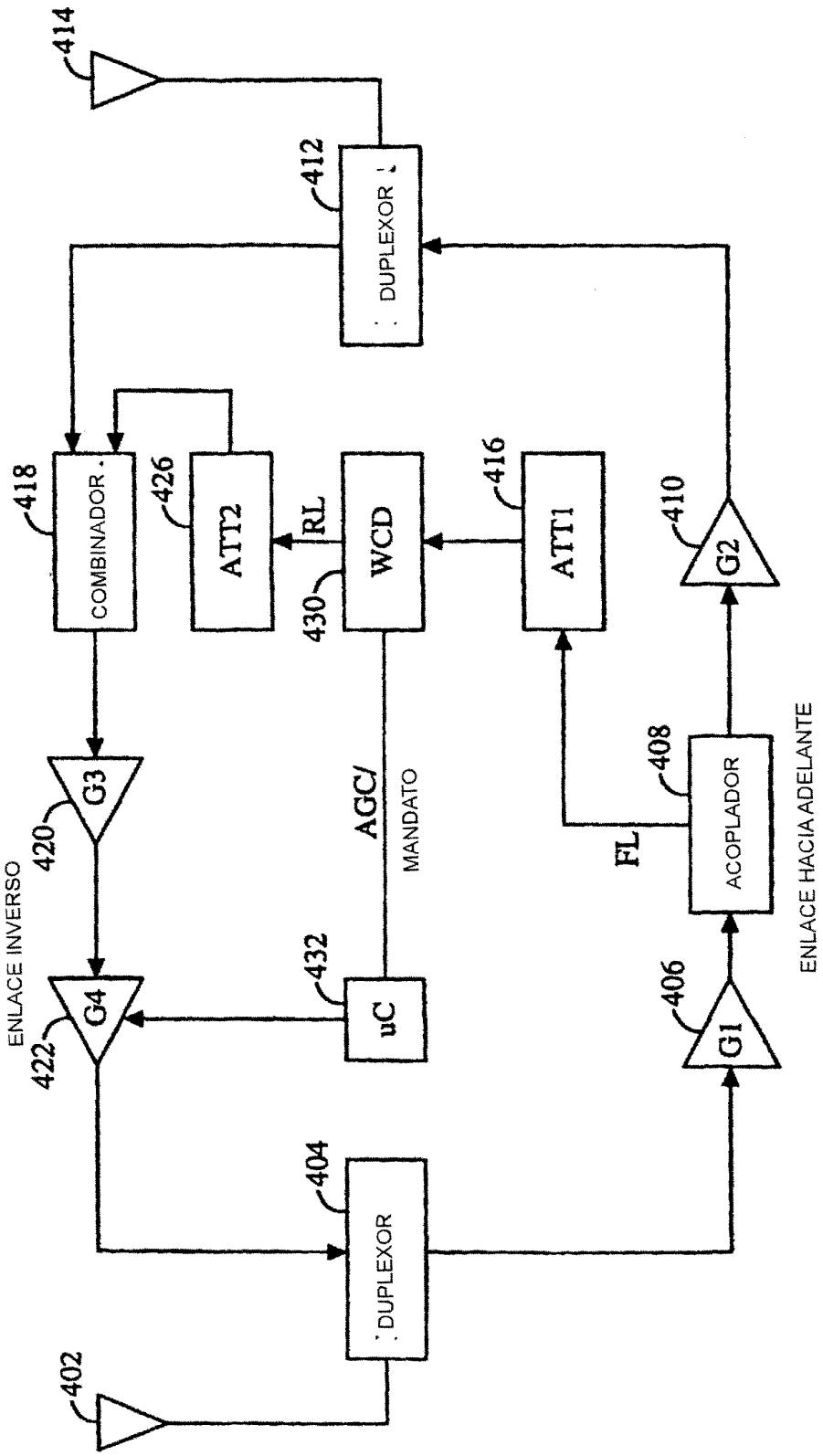
414
412
DUPLEXOR
418
COMBINADOR
426
ATT2
RL
WCD
430
416
ATT1
410
G2
G3
420
AGC/
MANDATO
408
ACOPLADOR
FL
ENLACE INVERSO
ENLACE HACIA ADELANTE
G4
422
432
uC
406
G1
404
DUPLEXOR
402

FIG. 4

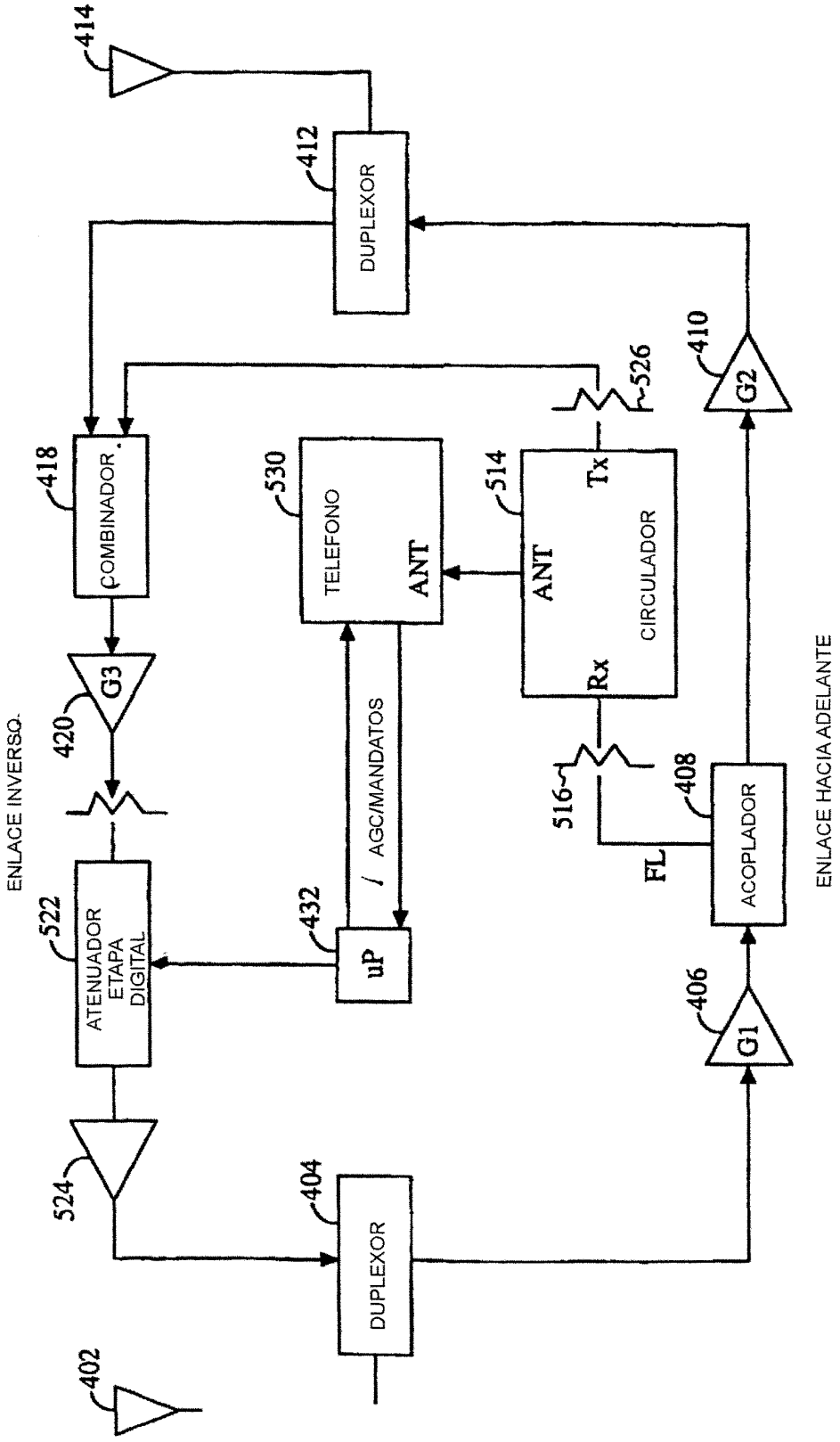
414
412
DUPLEXOR
410
G2
526
418
COMBINADOR
530
TELEFONO
ANT
514
ANT
Tx
CIRCULADOR
Rx
G3
420
AGC/MANDATOS
516
408
ACOPLADOR
FL
ENLACE INVERSO
ENLACE HACIA ADELANTE
522
ATENUADOR ETAPA DIGITAL
432
uP
406
G1
524
404
DUPLEXOR
402

FIG. 5

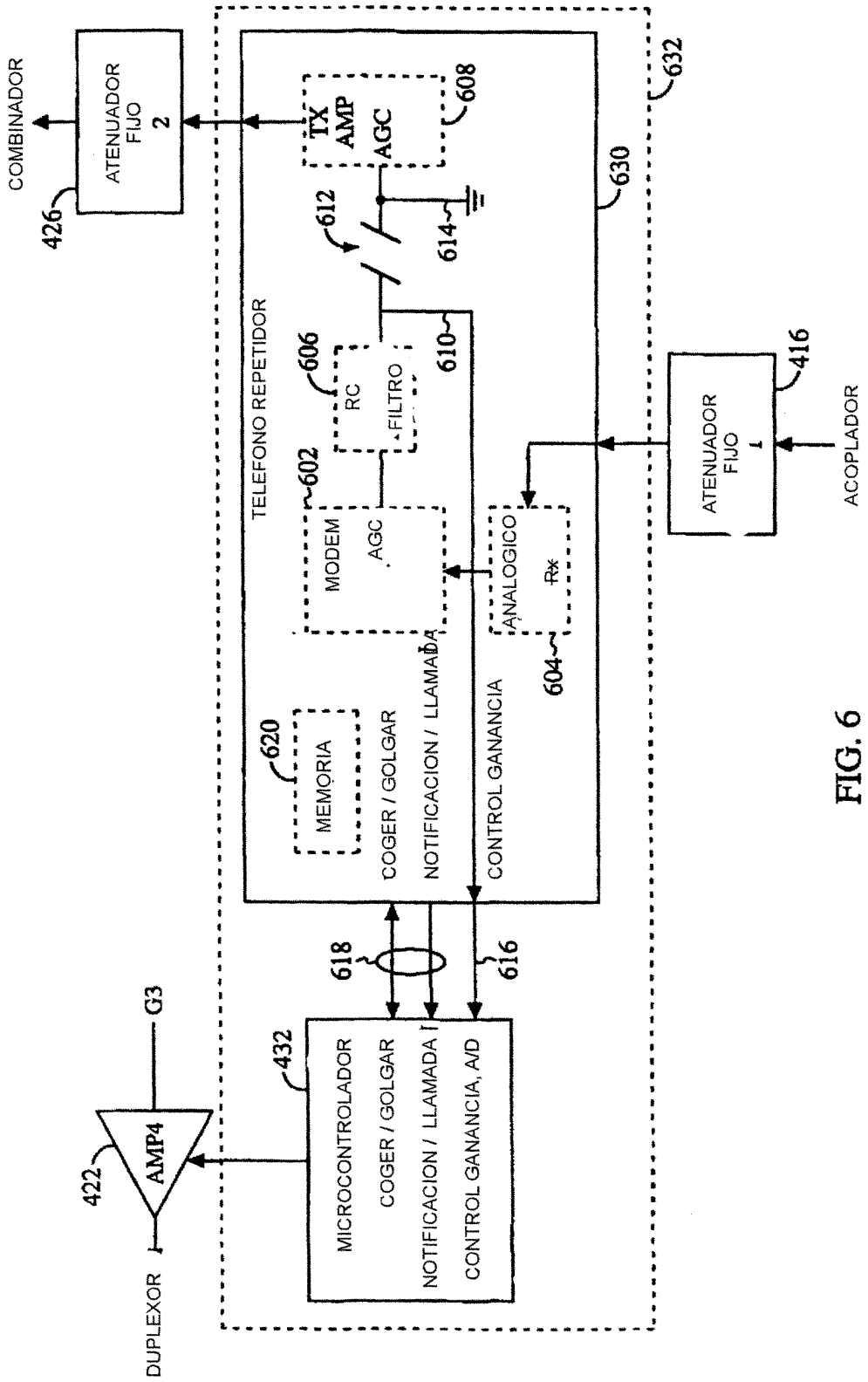
COMBINADOR
ATENUADOR FIJO 2
426
TELEFONO REPETIDOR
TX AMP
AGC
608
632
630
612
614
606
RC
FILTRO
610
602
MODEM
AGC
604
ANALOGICO
Rx
620
MEMORIA
COGER / GOLGAR
NOTIFICACION / LLAMADA
CONTROL GANANCIA
ATENUADOR FIJO 1
416
ACOPLADOR
618
616
G3
432
MICROCONTROLADOR
COGER / GOLGAR
NOTIFICACION / LLAMADA
CONTROL GANANCIA, A/D
422
AMP4
DUPLEXOR

FIG. 6

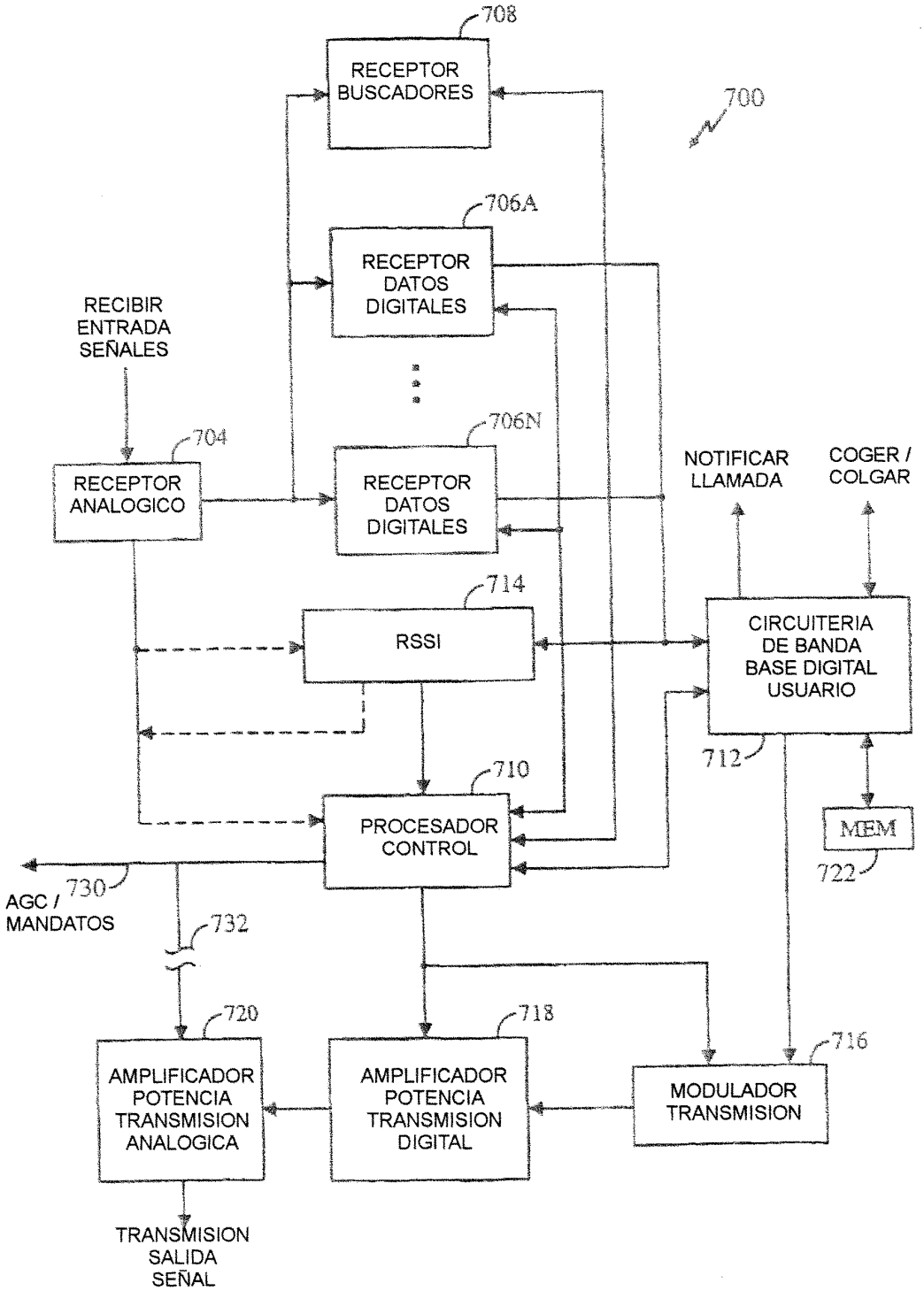
708
RECEPTOR BUSCADORES
700
706A
RECEPTOR DATOS DIGITALES
RECIBIR ENTRADA SEÑALES
706N
704
RECEPTOR ANALOGICO
RECEPTOR DATOS DIGITALES
NOTIFICAR LLAMADA
COGER / COLGAR
714
RSSI
CIRCUITERIA DE BANDA BASE DIGITAL USUARIO
712
710
PROCESADOR CONTROL
MEM
722
730
AGC / MANDATOS
732
720
718
716
AMPLIFICADOR POTENCIA TRANSMISION ANALOGICA
AMPLIFICADOR POTENCIA TRANSMISION DIGITAL
MODULADOR TRANSMISION
TRANSMISION SALIDA SEÑAL

FIG. 7

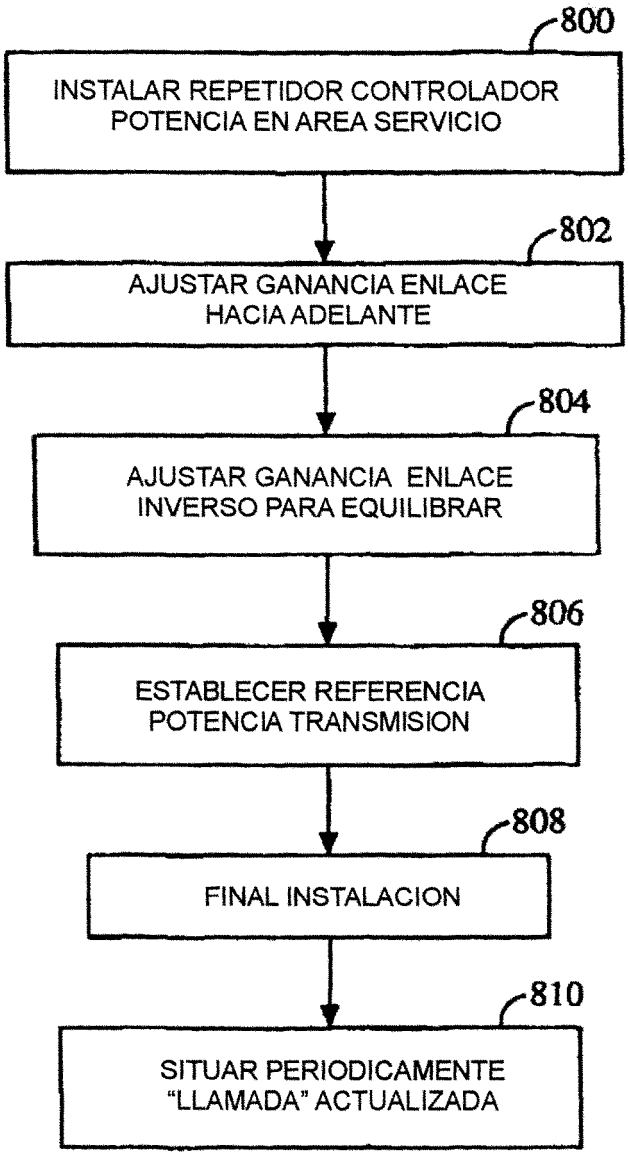
800
INSTALAR REPETIDOR CONTROLADOR POTENCIA EN AREA SERVICIO
802
AJUSTAR GANANCIA ENLACE HACIA ADELANTE
804
AJUSTAR GANANCIA ENLACE INVERSO PARA EQUILIBRAR
806
ESTABLECER REFERENCIA POTENCIA TRANSMISION
808
FINAL INSTALACION
810
SITUAR PERIODICAMENTE "LLAMADA" ACTUALIZADA

FIG. 8

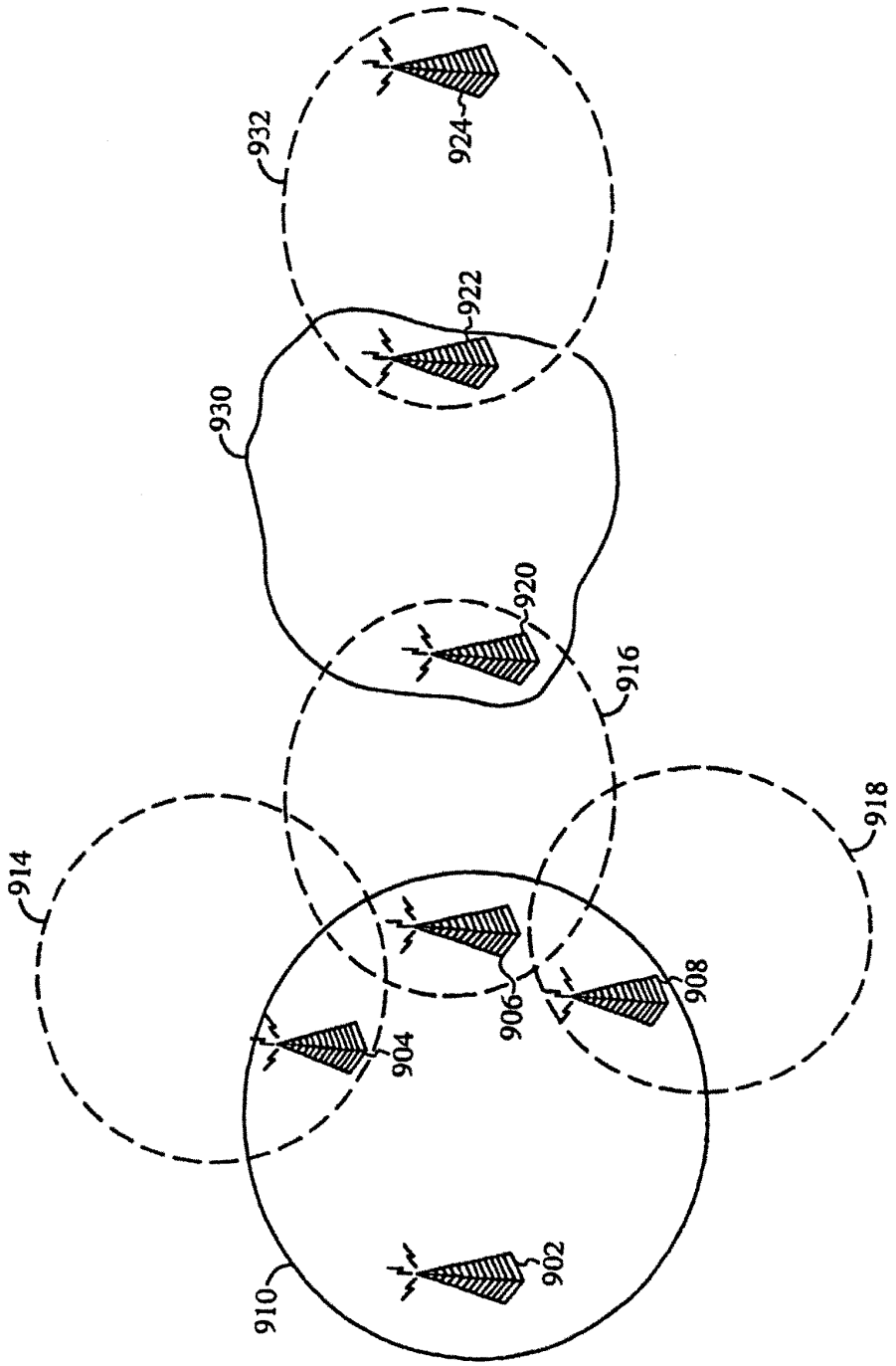

FIG. 9

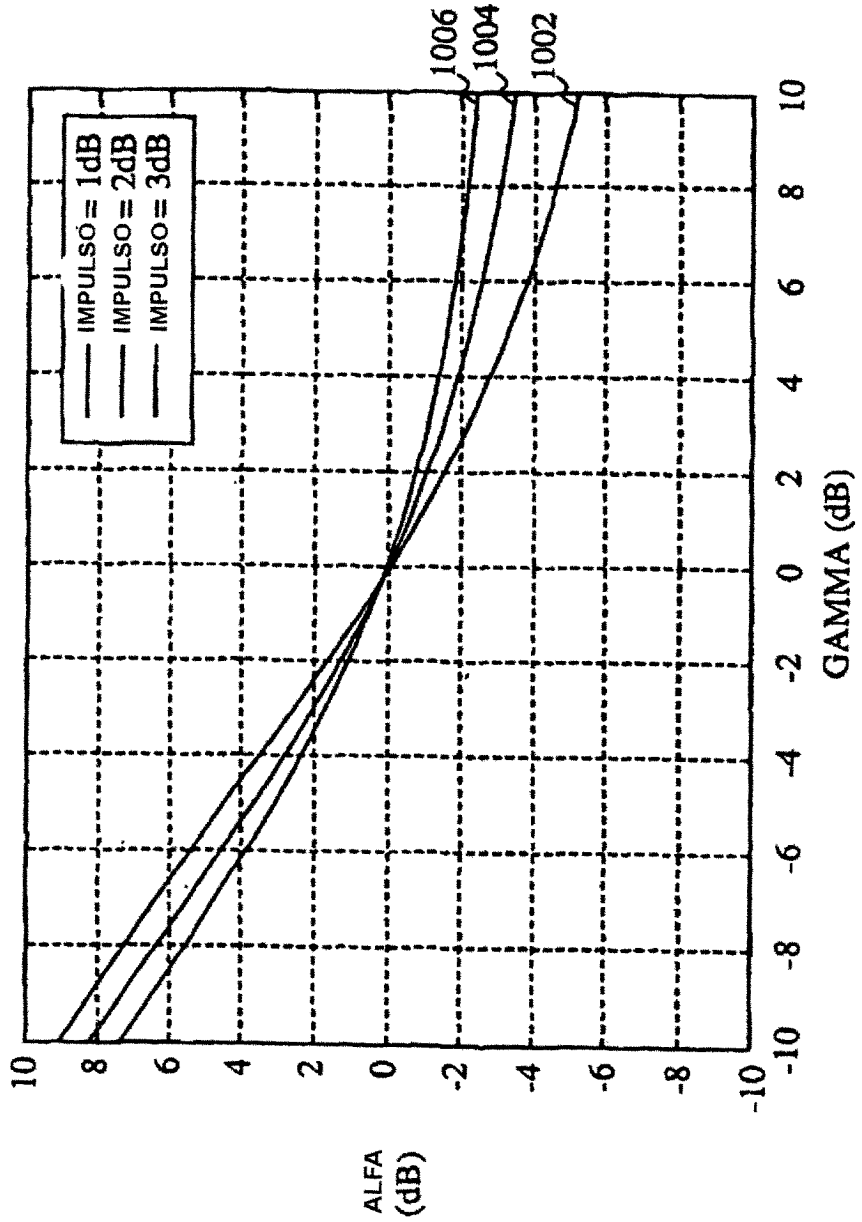
1006
1004
1002
IMPULSO = 1dB
IMPULSO = 2dB
IMPULSO = 3dB
10
8
6
4
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
ALFA (dB)
GAMMA (dB)

FIG. 10