

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 437 178**

51 Int. Cl.:

**H04B 7/005** (2006.01)

**H04W 52/32** (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.06.1996 E 09015385 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.10.2013 EP 2164184**

54 Título: **Control de potencia automático para un sistema de comunicación de acceso múltiple por división de código (CDMA)**

30 Prioridad:

**30.06.1995 US 775 P**

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

**09.01.2014**

73 Titular/es:

**INTERDIGITAL TECHNOLOGY CORPORATION  
(100.0%)  
SUITE 105 HAGLEY BUILDING 3411 SILVERSIDE  
ROAD CONCORD PLAZA  
WILMINGTON DE 19801, US**

72 Inventor/es:

**LOMP, GARY;  
OZLUTURK, FATIH y  
KOWALSKI, JOHN**

74 Agente/Representante:

**BLANCO JIMÉNEZ, Araceli**

**ES 2 437 178 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Control de potencia automático para un sistema de comunicación de acceso múltiple por división de código (CDMA).

## ANTECEDENTES DE LA INVENCION

- 5 [0001] El proporcionar servicios de telecomunicación de calidad a grupos de usuarios clasificados como remotos, tales como sistemas telefónicos rurales y sistemas telefónicos de países en desarrollo, ha demostrado ser un reto en los últimos años. Estas necesidades se han satisfecho parcialmente mediante servicios de radio inalámbricos, tales como multiplexación por división en frecuencia (FDM, frequency division multiplex) en sistemas fijos o móviles, acceso múltiple por división en frecuencia (FDMA, frequency division multiple access), multiplexación por división en el tiempo (TDM, time division multiplex), sistemas de acceso múltiple por división en el tiempo (TDMA, time division multiple access), combinación de sistemas de división en frecuencia y en el tiempo (FD/TDMA), y otros sistemas de radio móviles terrestres. Normalmente, estos servicios remotos se enfrentan a más usuarios potenciales de los que pueden ser atendidos simultáneamente por su capacidad en frecuencia o en anchura de banda espectral.
- 10
- 15 [0002] Reconociendo estas limitaciones, avances recientes en comunicaciones inalámbricas han utilizado técnicas de modulación de espectro expandido para proporcionar comunicaciones simultáneas de múltiples usuarios a través de un único canal de comunicaciones. La modulación de espectro expandido se refiere a modular una señal de información con una señal de código de expansión; siendo generada la señal de código de expansión por un generador de código en el que el período  $T_c$  del código de expansión es sustancialmente menor que el período de la señal de símbolos o de bits de datos de información. El código puede modular la frecuencia portadora sobre la que se envía la información, denominada expansión por salto de frecuencia, o puede modular directamente la señal al multiplicar el código de expansión con la señal de datos de información, denominada expansión por secuencia directa (DS, direct-sequence spreading). La modulación de espectro expandido produce una señal que tiene una anchura de banda que es sustancialmente mayor que la requerida para transmitir la señal de información. La recepción sincrónica y la desexpansión de la señal en el demodulador del receptor recupera la información original. El demodulador sincrónico utiliza una señal de referencia para sincronizar los circuitos de compresión con la señal de entrada modulada con espectro expandido para recuperar las señales portadora y de información. La señal de referencia puede ser un código de expansión sin modular por ninguna señal de información.
- 20
- 25
- 30 [0003] La modulación de espectro expandido en redes inalámbricas ofrece muchas ventajas porque varios usuarios pueden utilizar la misma banda de frecuencias con una interferencia mínima en el receptor de cada usuario. Además, la modulación de espectro expandido reduce los efectos de otras fuentes de interferencia. También, las técnicas de modulación y demodulación sincrónica de espectro expandido pueden ampliarse al proporcionar varios canales de mensajes a un usuario, cada uno de ellos expandido con un código de expansión diferente, mientras que se sigue transmitiendo al usuario solamente una única señal de referencia.
- 35
- [0004] Otro problema asociado con los sistemas de comunicaciones de acceso múltiple de espectro expandido es la necesidad de reducir la potencia total transmitida de los usuarios del sistema, ya que los usuarios pueden tener una potencia disponible limitada. Un problema asociado que requiere el control de la potencia en los sistemas de espectro expandido está relacionado con la característica inherente a los sistemas de espectro expandido de que la señal de espectro expandido de un usuario se recibe por otros usuarios como ruido con un cierto nivel de potencia. Consecuentemente, los usuarios que transmiten con elevados niveles de potencia de señal pueden interferir con la recepción de otros usuarios. También, si un usuario se mueve en relación con la ubicación geográfica de otro usuario, el desvanecimiento y la distorsión de la señal requieren que los usuarios ajusten su nivel de potencia transmitida para mantener una calidad de señal determinada, y para mantener la potencia que la estación base recibe de todos los usuarios. Finalmente, debido a que es posible que el sistema de espectro expandido tenga más usuarios remotos de los que puede atender simultáneamente, el sistema de control de potencia debería utilizar también un método de gestión de capacidad que rechaza usuarios adicionales cuando se haya alcanzado el nivel máximo de potencia del sistema.
- 40
- 45
- [0005] Los sistemas de espectro expandido previos han utilizado una estación base que mide una señal recibida y envía a los usuarios remotos una señal de control adaptativo de potencia (APC, adaptive power control). Los usuarios remotos incorporan un transmisor con un circuito de control automático de ganancia (APC) que responde a la señal APC. En dichos sistemas, la estación base controla la potencia total del sistema o la potencia recibida desde cada usuario, y fija de acuerdo con ello la señal APC. Este funcionamiento del sistema en bucle abierto puede mejorarse mediante la inclusión de una medición de la potencia de la señal recibida por el usuario remoto desde la estación base y la transmisión de una señal APC de retorno hacia la estación base para llevar a cabo un método de control de la potencia en bucle cerrado.
- 50
- 55
- [0006] No obstante, estos sistemas de control de potencia presentan varias desventajas. En primer lugar, la

estación base debe ejecutar complejos algoritmos de control de potencia, lo que aumenta la cantidad de procesamiento en la estación base. En segundo lugar, el sistema experimenta realmente varios tipos de variación de potencia: variación en la potencia de ruido producida al cambiar el número de usuarios y variaciones en la potencia de la señal recibida en un canal portador determinado. Estas variaciones se producen con diferentes frecuencias, de forma que los algoritmos de control de potencia sencillos solamente pueden optimizarse para uno de los dos tipos de variación. Finalmente, estos algoritmos de control de potencia tienden a llevar la potencia total del sistema a un nivel relativamente elevado. En consecuencia, existe una necesidad de un método de control de potencia de espectro expandido que responda rápidamente a los cambios en los niveles de potencia del canal portador, mientras que simultáneamente realice ajustes en la potencia de transmisión de todos los usuarios en respuesta a los cambios en el número de usuarios. Existe también una necesidad de un sistema de comunicaciones de espectro expandido mejorado que emplee un sistema de control de potencia en bucle cerrado que minimice las necesidades globales de potencia del sistema al tiempo que mantiene una tasa de errores de bits (BER, bit error rate) suficiente en los receptores remotos individuales. Además, un sistema de este tipo debería controlar el nivel inicial de la potencia de transmisión de un usuario remoto y gestionar la capacidad total del sistema.

#### COMPENDIO DE LA INVENCION

[0007] La invención es definida por las reivindicaciones anexas y se refiere a un sistema y un método para el control automático de potencia (APC) en bucle cerrado para una estación base portadora de radio (RCS) y un grupo de unidades de abonado (SU) de un sistema de comunicaciones de espectro expandido. Las SU transmiten señales de espectro expandido, la RCS recibe las señales de espectro expandido, y la RCS detecta el nivel de potencia recibido de las señales de espectro expandido más cualquier señal interferente, incluido ruido. El sistema APC incluye la RCS y una pluralidad de SU, en el que la RCS transmite una pluralidad de señales de información del canal de ida hacia las SU en la forma de una pluralidad de señales de espectro expandido del canal de ida que tienen un correspondiente nivel de potencia de transmisión hacia adelante, y cada SU transmite hacia la estación base al menos una señal de retorno de espectro expandido que tiene un respectivo nivel de potencia de transmisión hacia atrás y al menos una señal de espectro expandido del canal de retorno incluye una señal de información del canal de retorno.

[0008] El sistema APC incluye un sistema automático de control de potencia hacia adelante (AFPC) y un sistema automático de control de potencia hacia atrás (ARPC). El sistema AFPC incluye los pasos de que cada SU mida una relación señal de ida/ruido de la respectiva señal de información del canal de ida y genere una respectiva señal de error del canal de ida que incluya una medida del error hacia adelante entre la respectiva relación señal de ida/ruido y un valor predeterminado de señal/ruido. La señal de error del canal de ida incluye también una medida del ruido sin correlacionar en el canal. La SU transmite una respectiva señal de error del canal de ida como parte de la respectiva señal de información del canal de retorno. La RCS incluye un cierto número de receptores AFPC para recibir las señales de información de los canales de retorno y extraer las señales de error de los canales de ida de las respectivas señales de información de los canales de retorno. La RCS ajusta también el respectivo nivel de potencia de transmisión hacia adelante de cada una de las respectivas señales de espectro expandido de ida en respuesta a la respectiva señal de error de ida.

[0009] La parte del sistema ARPC de la RCS mide una relación señal de retorno/ruido de cada una de las respectivas señales de información de los canales de retorno y genera una respectiva señal de error del canal de retorno que incluye una medida del error entre la respectiva relación señal del canal de retorno/ruido y un respectivo valor predeterminado señal/ruido. La señal de error del canal de retorno incluye también una medida del ruido sin correlacionar en el canal. La RCS transmite la respectiva señal de error del canal de retorno como parte de una respectiva señal de información del canal de ida. Cada SU incluye un receptor ARPC que recibe la señal de información del canal de ida, extrae la respectiva señal de error de retorno de la señal de información del canal de ida, y ajusta el nivel de potencia de transmisión hacia atrás de la respectiva señal de retorno de espectro expandido en respuesta a la respectiva señal de error de retorno.

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0010]

La figura 1 es un diagrama de bloques de un sistema de comunicaciones de acceso múltiple por división de código.

La figura 2 es un diagrama de flujo de un ejemplo de algoritmo de control de la potencia de mantenimiento.

La figura 3 es un diagrama de flujo de un ejemplo de algoritmo de control automático de la potencia hacia adelante.

La figura 4 es un diagrama de flujo de un ejemplo de algoritmo de control automático de la potencia hacia atrás.

La figura 5 es un diagrama de bloques de un ejemplo de sistema de control de potencia en bucle cerrado cuando está establecido el canal portador.

La figura 6 es un diagrama de bloques de un ejemplo del sistema de control de potencia en bucle cerrado durante el proceso de establecimiento del canal portador.

#### DESCRIPCIÓN DE UN EJEMPLO DE REALIZACIÓN

- 5 [0011] Sistema de servicio telefónico en bucle local que utiliza enlaces de radio entre una o más estaciones base y múltiples unidades remotas de abonado. En el ejemplo de realización, se describe un radio enlace para el caso de una estación base que se comunica con una unidad fija de abonado (FSU), pero el sistema es igualmente aplicable a sistemas que incluyan varias estaciones base con enlaces de radio tanto a diferentes FSU como a unidades de abonados móviles (MSU). Consecuentemente, en esta descripción nos referiremos a las unidades remotas de abonado como unidades de abonado (SU).
- 10 [0012] Con referencia a la figura 2, la estación base (BS) 101 proporciona conexión de llamadas a una central local (LE) 103 o a cualquier otra interfaz de conmutación de red telefónica, e incluye una estación portadora de radio (RCS) 104. Una o más RCS 104, 105, 110 están conectadas a una unidad de distribución de radio (RDU) 102 mediante enlaces 131, 132, 137, 138, 139, y la RDU 102 se conecta con la LE 103 mediante la transmisión y recepción de señales de establecimiento de llamadas, de control y de información a través de enlaces de telecomunicación 141, 142, 150. Las SU 116, 119 se comunican con la RCS 104 mediante los enlaces de radiofrecuencia 161, 162, 163, 164, 165. Alternativamente, otra realización de la invención incluye varias SU y una SU "maestra" con una funcionalidad similar a la de la RCS. Una realización de este tipo puede tener, o no, conexión a una red telefónica local.
- 15 [0013] Aunque la realización descrita utiliza diferentes anchuras de banda de espectro expandido centradas alrededor de una portadora para los canales de transmisión y de recepción de espectro expandido, el presente método es fácilmente extensible a sistemas que utilizan múltiples anchuras de banda de espectro expandido para los canales de transmisión y múltiples anchuras de banda de espectro expandido para los canales de recepción. Alternativamente, puesto que los sistemas de comunicaciones de espectro expandido tienen la característica inherente de que la transmisión de un usuario aparece como ruido en el receptor de desexpansión de otro usuario, una realización podría emplear el mismo canal de espectro expandido para los canales en los caminos tanto de transmisión como de recepción. En otras palabras, las transmisiones ascendentes y descendentes pueden ocupar la misma banda de frecuencias. Una realización de la invención puede emplear también múltiples canales de espectro expandido que no es necesario que sean adyacentes en frecuencia. En esta realización, cualquier canal puede usarse para transmisión ascendente, descendente, o ascendente y descendente.
- 20 [0014] En el ejemplo de realización, la información de símbolos binarios expandidos se transmite por los radioenlaces 161 a 165 utilizando modulación QPSK (Quadrature Phase Shift Keying) con conformación de impulsos de Nyquist, aunque pueden utilizarse otras técnicas de modulación, incluyendo, pero no limitadas a, OQPSK (Offset QPSK), MSK (Minimum Shift Keying), MPSK (M-ary Phase Shift Keying) y GFSK (Gaussian Phase Shift Keying).
- 25 [0015] El demodulador CDMA de la RCS o de la SU comprime la señal recibida con un procesamiento adecuado para combatir o explotar los efectos de la propagación multicamino. Se utilizan parámetros relativos al nivel de potencia recibida para generar la información de control automático de potencia (APC) que, a su vez, se transmite al otro extremo. La información APC se utiliza para controlar la potencia de transmisión de los enlaces de control automático de potencia hacia adelante (AFPC) y de control automático de potencia hacia atrás (ARPC). Además, cada RCS 104, 105 y 110 puede realizar un control de potencia de mantenimiento (MFC), de una manera similar al APC, para ajustar la potencia inicial de transmisión de cada SU 111, 112, 115, 117 y 118. La demodulación es coherente en el caso de que la señal piloto proporcione la referencia de fase.
- 30 [0016] Los niveles de potencia de transmisión de las interfaces radio entre la RCS 104 y las SU 111, 112, 115, 117 y 118 se controlan usando dos algoritmos diferentes de control de potencia en bucle cerrado. El control automático de potencia hacia adelante (AFPC) determina el nivel de potencia de transmisión descendente, y el control automático de potencia hacia atrás (ARPC) determina el nivel de potencia de transmisión ascendente. El canal de control lógico por el que, por ejemplo, la SU 111 y la RCS 104 transfieren información de control de potencia opera al menos a una frecuencia de actualización de 16 kHz. Otras realizaciones pueden utilizar una frecuencia de actualización más alta de 32 kHz. Estos algoritmos aseguran que la potencia de transmisión de un usuario mantiene una tasa de errores de bits (BER) aceptable, que la potencia del sistema se mantiene en un mínimo para ahorrar energía, y que el nivel de potencia de todas las SU 111, 112, 115, 117 y 118, y que es recibido por la RCS 104, se mantiene a un nivel casi igual.
- 35 [0017] Además, el sistema incluye un algoritmo opcional de potencia de mantenimiento que se utiliza durante los periodos inactivos de una SU. Cuando la SU 111 está inactiva o desconectada para conservar energía, la unidad puede ocasionalmente activarse por sí misma y ajustar su nivel inicial de potencia de transmisión fijándolo en respuesta a una señal de control de potencia de mantenimiento procedente de la RCS 104. La señal de potencia de mantenimiento se determina por la RCS 104 mediante la medida del nivel de potencia recibido de la SU 111 y del nivel actual de potencia del sistema y mediante el cálculo de la potencia de transmisión inicial necesaria. El
- 40
- 45
- 50
- 55

método reduce el tiempo de adquisición de canal de la SU 111 cuando se enciende para comenzar una comunicación. El método también evita que el nivel de potencia de transmisión de la SU 111 llegue a ser demasiado elevado e interfiera con otros canales durante la transmisión inicial antes de que el control de potencia en bucle cerrado ajuste la potencia de transmisión a un nivel apropiado para el resto de tráfico de mensajes en el canal.

5

[0018] La RCS 104 obtiene sincronización de su reloj de una línea de interfaz tal como, pero no limitada a, interfaces E1, T1 o HDSL. Cada RCS puede también generar su propia señal interna de reloj a partir de un oscilador que puede regularse mediante un receptor con sistema de posicionamiento global (GPS). La RCS 104 genera un código piloto global para un canal que tiene un código de expansión pero no modulación de datos, que pueden obtener las SU remotas 111a 118. Todos los canales de transmisión de la RCS son sincrónicos con el canal piloto, y las fases de los códigos de expansión de los generadores de códigos (no mostrados) utilizados para los canales lógicos de comunicaciones dentro de la RCS 104 son también sincrónicas con la fase del código de expansión del canal piloto. De forma similar, las SU 111 a 118 que reciben el código piloto global de la RCS 104 sincronizan las fases del código de expansión y de desexpansión de los generadores de código (no mostrados) de las SU al código piloto global.

10

15

#### Canales lógicos de comunicaciones

[0019] Un "canal" de la técnica anterior se considera normalmente como un camino de comunicaciones que forma parte de una interfaz y que puede distinguirse de otros caminos de la interfaz con independencia de su contenido. Sin embargo, en el caso de CDMA, los caminos de comunicaciones distintos se distinguen solamente por su contenido. Se utiliza el término "canal lógico" para distinguir los distintos flujos de datos, que son lógicamente equivalentes a canales en el sentido convencional. Todos los canales y subcanales lógicos de la presente invención son transformados a un flujo QPSK de 64 kilosímbolos por segundo (ksimb/s). Algunos canales se sincronizan a códigos piloto asociados que se generan y que realizan una función similar al código piloto global del sistema. Sin embargo, las señales piloto del sistema no se consideran canales lógicos.

20

[0020] Se utilizan varios canales lógicos de comunicaciones sobre el enlace de comunicaciones de radiofrecuencia entre la RCS y la SU. Cada canal lógico de comunicaciones tiene o un código de expansión predeterminado fijo o un código de expansión asignado dinámicamente. Tanto para los códigos predeterminados como para los asignados la fase del código es sincrónica con el código piloto. Los canales lógicos de comunicaciones se dividen en dos grupos: el grupo de los canales globales (GC) y el grupo de los canales asignados (AC). El grupo GC incluye los canales que se transmiten desde la RCS de la estación base, a todas las SU remotas o desde cualquiera de las SU a la RCS de la estación base con independencia de la identidad de la SU. Estos canales contienen típicamente información de un tipo dado para todos los usuarios. Estos canales incluyen los canales utilizados por las SU para conseguir acceso al sistema. Los canales del grupo AC son aquellos canales dedicados a la comunicación entre la RCS y una SU concreta.

25

30

35

#### CONTROL DE POTENCIA

##### General

[0021] La funcionalidad de control de potencia de la presente invención se usa para minimizar la potencia de transmisión utilizada entre una RCS y cualquiera de las SU con las que esté en comunicación. La subfuncionalidad del control de potencia que actualiza la potencia de transmisión durante la conexión del canal portador se define como control automático de potencia (APC). Los datos APC se transfieren desde la RCS a una SU por el canal APC de ida y desde una SU a la RCS por el canal APC de retorno. Cuando no existe un enlace de datos activo entre las dos, la subfuncionalidad de control de potencia de mantenimiento (MPC) controla la potencia de transmisión de la SU.

40

[0022] Los niveles de potencia de transmisión de los canales asignados de ida y de retorno y de los canales globales de retorno se controlan mediante el algoritmo APC para mantener en dichos canales una relación de potencia de la señal/potencia del ruido de interferencia (SIR) suficiente, y para estabilizar y minimizar la potencia de salida del sistema. La presente invención utiliza un sistema de control de potencia en bucle cerrado en el que un receptor controla su transmisor asociado para aumentar o disminuir incrementalmente su potencia de transmisión. Este control se comunica al transmisor asociado por medio de la señal de control de potencia por el canal APC. El receptor toma la decisión de aumentar o disminuir la potencia del transmisor en base a dos señales de error. Una señal de error es una indicación de la diferencia entre las potencias de la señal comprimida medida y requerida, y la otra señal de error es una indicación de la potencia total media recibida.

45

50

[0023] Tal y como se utiliza en la realización descrita de la invención, el término control de potencia en el *extremo cercano* se utiliza para referirse al ajuste de la potencia de salida del transmisor de acuerdo con la señal APC recibida por el canal APC desde el otro extremo. Esto significa el control de la potencia hacia atrás para la SU y el control de la potencia hacia adelante para la RCS; y el término APC en el *extremo lejano* se utiliza para referirse al control de la potencia hacia adelante para la SU y al control de la potencia hacia atrás para la RCS (ajuste de la

55

potencia de transmisión de la unidad en el extremo opuesto del canal).

5 [0024] Con el fin de conservar la energía, el módem de la SU termina la transmisión y apaga la alimentación mientras espera una llamada, conocida como la fase de letargo. La fase de letargo se termina por una señal de despertar procedente del controlador de la SU. En respuesta a esta señal, el circuito de adquisición del módem de la SU entra automáticamente en la fase de readquisición, y comienza el proceso de adquisición del piloto descendente, como se describe a continuación.

Algoritmos de control de potencia en bucle cerrado

10 [0025] El control de potencia del extremo cercano comprende dos etapas: primera, el establecimiento de la potencia de transmisión inicial; segunda, el ajuste continuo de la potencia de transmisión de acuerdo con la información recibida del extremo lejano utilizando el APC.

15 [0026] Para la SU, la potencia de transmisión inicial se fija en un valor mínimo y después se va aumentando, por ejemplo a una velocidad de 1 dB/ms hasta que expira un temporizador de subida (no mostrado) o la RCS cambia el correspondiente valor del indicador conmutable en el FBCH a "rojo" para indicar que la RCS se ha enganchado a la señal corta de piloto (SAXPT) de la SU. La expiración del temporizador hace que se termine la transmisión de la SAXPT, a menos que el valor del indicador conmutable se ponga antes en "rojo", en cuyo caso la SU continúa aumentando la potencia de transmisión pero a una velocidad mucho menor que antes de que fuera detectada la señal "roja".

20 [0027] Para la RCS, la potencia inicial de transmisión se establece en un valor fijo, que corresponde al valor mínimo necesario para un funcionamiento fiable determinado experimentalmente para el tipo de servicio y el número actual de usuarios del sistema. Los canales globales, tales como el piloto global o el canal de radiodifusión rápida (FBCH), se transmiten siempre a la potencia inicial fijada, mientras que los canales de tráfico se conmutan al APC.

25 [0028] La señal APC se transmite como señales de 1 bit por el canal APC. La señal de 1 bit representa una orden para aumentar (señal en estado lógico alto) o disminuir (señal en estado lógico bajo) la potencia de transmisión asociada. En la realización descrita, el flujo de datos APC de 64 kbit/s no está codificado ni entrelazado.

[0029] El control de potencia en el extremo lejano consiste en que el extremo cercano transmita información de control de la potencia al extremo lejano para utilizarla en el ajuste de su potencia de transmisión.

[0030] El algoritmo APC hace que la RCS o la SU transmita +1 si se cumple la siguiente inecuación, en caso contrario transmite -1 (estado lógico bajo).

30 
$$\alpha_1 e_1 - \alpha_2 e_2 > 0 \quad (1)$$

Aquí, la señal de error  $e_1$  se calcula como

$$e_1 = P_d - (1 + \text{SNR}_{\text{REF}}) P_N \quad (2)$$

donde  $P_d$  es la potencia de la señal más ruido comprimida,  $P_N$  es la potencia de ruido comprimido, y  $\text{SNR}_{\text{REF}}$  es la relación deseada señal/ruido comprimidos para el tipo de servicio; y

35 
$$e_2 = P_r - P_o \quad (3)$$

donde  $P_r$  es una medida de la potencia recibida y  $P_o$  es el valor fijado por el circuito de control automático de ganancia (AGC). Los coeficientes  $\alpha_1$  y  $\alpha_2$  de la ecuación (30) se eligen para cada tipo de servicio y para la velocidad de actualización del APC.

Control de potencia de mantenimiento

40 [0031] Durante la fase de letargo de la SU cambia la potencia del ruido de interferencia del canal de radiofrecuencia CDMA. Como una alternativa al método de incrementar la potencia inicial descrito anteriormente, la presente invención puede incluir una funcionalidad de control de potencia de mantenimiento (MPC) que ajusta periódicamente la potencia inicial de transmisión de las SU con respecto a la potencia del ruido de interferencia del canal CDMA. El MPC es el proceso por el que el nivel de potencia de transmisión de una SU se mantiene muy próximo al nivel mínimo requerido por la RCS para detectar la señal de la SU. El proceso MPC compensa los

45

cambios de baja frecuencia en la potencia de transmisión de la SU requerida.

5 [0032] La funcionalidad de control de mantenimiento utiliza dos canales globales: uno recibe el nombre de canal de estado (STCH) sobre el enlace de retorno, y el otro de canal de comprobación (CUCH) sobre el enlace de ida. Las señales transmitidas en estos dos canales no llevan datos y se generan de la misma forma que los códigos cortos utilizados en el incremento de la potencia inicial. Los códigos STCH y CUCH se generan desde una rama "reservada" del generador global de códigos.

10 [0033] El proceso MPC es el siguiente: A intervalos aleatorios, la SU envía periódicamente durante 3 ms por el canal de estado (STCH) un código de expansión de longitud un símbolo. Si la RCS detecta la secuencia, contesta enviando una secuencia de código de longitud un símbolo dentro de los 3 ms siguientes por el canal de comprobación (CUCH). Cuando la SU detecta la respuesta procedente de la RCS, reduce su potencia de transmisión en una cantidad determinada. Si la SU no detecta ninguna respuesta procedente de la RCS dentro del periodo de 3 ms, aumenta su potencia de transmisión en la cantidad fijada. Utilizando este método, se transmite la respuesta de la RCS a un nivel de potencia que es suficiente para mantener una probabilidad de detección del 0,99 en todas las SU.

15 [0034] La velocidad de cambio de la carga de tráfico y el número de usuarios activos están relacionados con la potencia total del ruido de interferencia del canal CDMA. La frecuencia de actualización y el valor del salto de la señal de actualización de la potencia de mantenimiento de la presente invención se determinan utilizando métodos de teoría de colas bien conocidos en la técnica de las comunicaciones. Modelando el proceso de generación de llamadas como una variable aleatoria exponencial con valor medio igual a 6,0 minutos, el cálculo numérico muestra que el nivel de la potencia de mantenimiento de una SU debería actualizarse una vez cada 10 segundos o menos para ser capaz de seguir los cambios en el nivel de interferencias usando un salto de 0,5 dB. Modelando el proceso de generación de llamadas como una variable aleatoria de Poisson con intervalos entre llegadas exponencial, tasa de llegadas de  $2 \times 10^{-4}$  por segundo y por usuario, tasa de servicio de 1/360 por segundo, y una población total de abonados de 600 en el área de servicio de la RCS también conduce por cálculo numérico a que una frecuencia de actualización de una vez cada 10 segundos es suficiente cuando se utilizan saltos de 0,5 dB.

20

25

30 [0035] El ajuste de la potencia de mantenimiento lo realiza periódicamente la SU que cambia de la fase de letargo a la fase activa y realiza el proceso MPC. Consecuentemente, el proceso para la funcionalidad MPC se muestra en la figura 2 y es el siguiente: En primer lugar, en el paso 201, se intercambian señales entre la SU y la RCS manteniendo un nivel de potencia de transmisión que está cerca del nivel requerido para la detección; la SU envía periódicamente un código de expansión de longitud un símbolo en el canal STCH, y la RCS envía periódicamente como respuesta un código de expansión de longitud un símbolo en el canal CUCH.

35 [0036] A continuación, en el paso 202, si la SU recibe una respuesta dentro de los 3 ms que siguen al mensaje STCH que ella envía, disminuye su potencia de transmisión en una cantidad predeterminada en el paso 203; pero si la SU no recibe una respuesta dentro de los 3 ms que siguen al mensaje STCH, aumenta su potencia de transmisión en la misma cantidad en el paso 204.

[0037] La SU espera, en el paso 205, un periodo de tiempo antes de enviar otro mensaje STCH, estando determinado este periodo de tiempo por un proceso aleatorio con un valor medio de 10 segundos.

[0038] De este modo, la potencia de transmisión de los mensajes STCH desde la SU se ajusta periódicamente en base a las respuestas de la RCS, y se fija la potencia de transmisión de los mensajes CUCH desde la RCS.

40 Asignación de las señales de control de potencia a canales lógicos para el APC

45 [0039] Las señales de control de potencia se asignan a canales lógicos especificados para controlar los niveles de potencia de transmisión de los canales asignados de ida y de retorno. Los canales globales de retorno se controlan también mediante el algoritmo APC para mantener una relación potencia de la señal/potencia del ruido de interferencia (SIR) suficiente en dichos canales de retorno, y para estabilizar y minimizar la potencia de salida del sistema. La presente invención utiliza un método de control de potencia en bucle cerrado en el que un receptor decide periódicamente elevar o disminuir incrementalmente la potencia de salida del transmisor del otro extremo. El método comunica también dicha decisión al transmisor respectivo.

TABLA 1

Asignaciones de canal de la señal APC			
Enlace: canales y señales	Estado de la llamada/conexión	Método de control de potencia	
		Valor inicial	Después
Enlace de retorno: AXCH y AXPT	Estableciéndose	Determinado por el incremento de la potencia	Bits APC en el canal APC de ida
Enlace de retorno: APC, OW, TRCH, señal piloto	En progreso	Nivel establecido durante el establecimiento de la llamada	Bits APC en el canal APC de ida
Enlace de ida: APC, OW, TRCH	En progreso	Valor fijo	Bits APC en el canal APC de retorno

5 [0040] Los enlaces de ida y de retorno se controlan de forma independiente. Para una llamada/conexión en progreso, la potencia del canal de tráfico (TRCH), del APC y del hilo de órdenes (OW) del enlace de ida se controla por los bits APC transmitidos por el canal APC de retorno. Durante el proceso de establecimiento de la llamada/conexión, la potencia del canal de acceso (AXCH) del enlace de retorno se controla también por los bits APC transmitidos por el canal APC de ida. La tabla 1 resume los métodos de control de potencia específicos para los canales controlados.

10 [0041] Las SIR requeridas de los canales asignados TRCH, APC y OW y de la señal piloto de retorno asignada para cualquier SU concreta se fijan en proporción mutua y estos canales están sometidos a desvanecimientos casi idénticos, y por consiguiente su potencia se controla de forma conjunta.

Control automático de potencia hacia adelante

15 [0042] El sistema AFPC intenta mantener la SIR mínima requerida en los canales de ida durante una llamada/conexión. El proceso recursivo del sistema AFPC mostrado en la figura 3 comprende los pasos de que la SU genere en el paso 301 las dos señales de error  $e_1$  y  $e_2$ , donde

$$e_1 = P_d - (1 + SNR_{REF}) P_N \quad (4)$$

$$e_2 = P_r - P_o \quad (5)$$

20 y  $P_d$  es la potencia de la señal más ruido comprimida,  $P_N$  es la potencia de ruido comprimido,  $SNR_{REF}$  es la relación señal/ruido requerida para el tipo de servicio,  $P_r$  es una medida de la potencia total recibida y  $P_o$  es el valor fijado por el circuito de control automático de ganancia (AGC). A continuación, el modem de la SU genera en el paso 302 la señal de error combinada  $\alpha_1 e_1 + \alpha_2 e_2$ . Aquí, los coeficientes  $\alpha_1$  y  $\alpha_2$  se eligen para cada tipo de servicio y cada velocidad de actualización del APC. En el paso 303, la SU limita fuertemente la señal de error combinada y genera un único bit APC. En el paso 304 la SU transmite el bit APC a la RCS, y en el paso 305 el modem de la RCS recibe dicho bit. En el paso 306 la RCS aumenta o disminuye su potencia de transmisión hacia la SU y el algoritmo se repite comenzando en el paso 301.

Control automático de potencia hacia atrás

30 [0043] El sistema ARPC mantiene la SIR mínima requerida en los canales de retorno para minimizar la potencia de salida total del sistema hacia atrás durante el establecimiento de la llamada/conexión y mientras la llamada/conexión está en progreso. El proceso recursivo del sistema ARPC mostrado en la figura 4 comienza en el paso 401 en el que el modem de la RCS genera las dos señales de error  $e_1$  y  $e_2$  en dicho paso 401, donde

$$e_1 = P_d - (1 + SNR_{REF}) P_N \quad (6)$$



$$\alpha = P_{\pi} - P_o$$

(7)

5 y  $P_d$  es la potencia de la señal más ruido comprimida,  $P_N$  es la potencia de ruido comprimido,  $SNR_{REF}$  es la relación señal /ruido de referencia para el tipo de servicio,  $P_{\pi}$  es una medida de la potencia total media recibida por la RCS y  $P_o$  es el valor fijado por el circuito de control automático de ganancia (AGC). El modem de la RCS genera en el paso 402 la señal de error combinada  $\alpha_1 e_1 + \alpha_2 e_2$  y limita fuertemente esta señal de error para generar un único bit APC en el paso 403. En el paso 404, la RCS transmite el bit APC a la SU, y en el paso 405 la SU recibe dicho bit. Finalmente, la SU ajusta su potencia de transmisión en el paso 406 de acuerdo con el bit APC recibido, y el proceso se repite comenzando en el paso 401.

TABLA 2

Símbolos/valores umbrales utilizados para el cálculo del bit APC		
Tipo de servicio o llamada	Estado llamada/ conexión	Símbolo (y valor umbral) utilizado para la decisión del bit APC
Cualquiera	Estableciéndose	AXCH
SU sobre RDSI D	En progreso	Un símbolo 1/64 kbit/s del TRCH (RDSI D)
SU sobre RDSI 1B+D	En progreso	TRCH (RDSI B)
SU sobre RDSI 2B+D	En progreso	TRCH (un RDSI B)
SU sobre POTS (PCM 64 kbit/s)	En progreso	Un símbolo 1/64 kbit/s del TRCH, usa valor umbral PCM 64 kbit/s
SU sobre POTS (ADPCM 32 kbit/s)	En progreso	Un símbolo 1/64 kbit/s del TRCH, usa valor umbral ADPCM 32 kbit/s
Llamada de mantenimiento silenciosa (cualquier SU)	En progreso	OW (continuo durante una llamada de mantenimiento)

10

SIR y diversos tipos de canal

[0044] La SIR requerida para los canales de un enlace es una función del formato de canal (por ejemplo, TRC, OW), del tipo de servicio (por ejemplo, RDSI B, ADPCM POTS de 32 kbit/s), y del número de símbolos sobre los que se distribuyen los bits de datos (por ejemplo, dos símbolos de 64 kbit/s se integran para formar un único símbolo ADPCM POTS de 32 kbit/s). La potencia de salida del desexpansor correspondiente a la SIR requerida para cada canal y tipo de servicio está predeterminada. Mientras una llamada/conexión está en progreso, varios canales lógicos CDMA de usuario están activos al mismo tiempo; y cada uno de estos canales transfiere un símbolo en cada periodo de símbolo. En cada periodo de símbolo se mide la SIR del símbolo en el canal con la SIR nominalmente mayor, se compara con un valor umbral y se utiliza para determinar la decisión de fijar a valor alto o bajo el bit APC. La tabla 2 indica el símbolo (y el valor umbral) utilizado para el cálculo del bit APC según el servicio y el tipo de llamada.

Parámetros APC

[0045] La información APC se transmite siempre como un único bit de información, y la velocidad de datos APC es equivalente a la velocidad de actualización del APC. La velocidad de actualización del APC es de 64 kbit/s. Esta velocidad es lo suficientemente elevada como para acomodar los desvanecimientos esperados debidos a los efectos Rayleigh y Doppler, y permite una tasa de errores de bits (BER) relativamente elevada (~0,2) en los canales APC ascendente y descendente, lo que minimiza la capacidad dedicada al APC.

[0046] El aumento o disminución de potencia indicado por un bit APC es nominalmente entre 0,1 y 0,01 dB. El margen dinámico del control de potencia es de 70 dB para el enlace de retorno y de 12 dB para el enlace de ida para la realización del ejemplo del presente sistema.

30

## Forma de realización alternativa para multiplexar la información APC

[0047] Los canales lógicos APC y OW dedicados descritos previamente pueden también multiplexarse juntos en un canal lógico. La información APC se transmite de forma continua a 64 kbit/s mientras que la información OW se genera en forma de ráfagas de datos. El canal lógico multiplexado alternativo incluye la información APC de 64 kbit/s sin codificar y sin entrelazar en, por ejemplo, el canal en fase y la información OW en el canal en cuadratura de la señal QPSK.

## Implementación del control de potencia en bucle cerrado

[0048] El control de potencia en bucle cerrado durante una conexión de llamada responde a dos variaciones diferentes en la potencia total del sistema. En primer lugar, el sistema responde a comportamientos locales tales como cambios en el nivel de potencia de una SU y, en segundo lugar, el sistema responde a cambios en el nivel de potencia del grupo completo de usuarios activos del sistema.

[0049] En la figura 5 se muestra el sistema de control de potencia del ejemplo de realización de la presente invención. Tal como se muestra, la circuitería utilizada para ajustar la potencia transmitida es similar para la RCS (mostrada como el módulo de control de potencia de la RCS 501) y para la SU (mostrada como el módulo de control de potencia de la SU 502). Comenzando con el módulo de control de potencia de la RCS 501, la señal del canal de radiofrecuencia del enlace de retorno se recibe en la antena de radiofrecuencia y se demodula para generar la señal CDMA de retorno RMCH que se aplica al amplificador de ganancia variable (VGA1) 510. La señal de salida del VGA1 510 se aplica al circuito de control automático de ganancia (AGC) 511 que genera una señal de control del amplificador de ganancia variable que se aplica al VGA1 510. Esta señal mantiene el nivel de la señal de salida del VGA1 510 en un valor casi constante. La señal de salida del VGA1 es comprimida por el desexpansor-demultiplexor 512, que genera una señal de mensaje de usuario comprimida MS y un bit APC de ida. El bit APC de ida se aplica al circuito integrador 513 para generar la señal de control APC de ida. La señal de control APC de ida controla el enlace de ida VGA2 514 y mantiene la señal del canal de radiofrecuencia del enlace de ida a un nivel mínimo necesario para la comunicación.

[0050] La potencia de la señal de mensaje de usuario comprimida MS del módulo de control de potencia de la RCS 501 se mide por medio del medidor de potencia 515 para generar una indicación de la potencia de la señal. La salida del VAG1 510 es también comprimida por el desexpansor AUX 581 que comprime la señal utilizando un código de expansión sin correlacionar, y obteniendo, por consiguiente, una señal de ruido comprimida. La medida de la potencia de esta señal mediante el medidor de potencia 582 se multiplica por 1 más la relación señal/ruido requerida ( $SNR_R$ ) en el circuito multiplicador 583 para generar la señal umbral S1. En el circuito restador 516 se obtiene la diferencia entre la potencia de la señal comprimida y el valor umbral S1. Esta diferencia es la señal de error ES1, que es una señal de error relacionada con el nivel de potencia de transmisión de la SU concreta. De forma similar, la señal de control del VGA1 510 se aplica al circuito de escala de frecuencia 517 para reducir la frecuencia de la señal de control del VAG1 510. La señal de salida del circuito de escala 517 es una señal a escala del nivel de potencia del sistema SP1. La lógica de cálculo del valor umbral 518 calcula el valor umbral de la potencia de la señal del sistema SST a partir de la señal de datos de potencia del canal de usuario de la RCS (RCSUSR). El complemento de la señal a escala del nivel de potencia del sistema SP1 y el valor umbral de la potencia de la señal del sistema SST se aplican al circuito sumador 519 que genera una segunda señal de error ES2. Esta señal de error está relacionada con el nivel de potencia de transmisión del sistema de todas las SU activas. Las señales de error de entrada ES1 y ES2 se combinan en el circuito combinador 520 que genera una señal de error combinada que se aplica a la entrada del modulador delta (DM1) 521, y la señal de salida del DM1 es la señal de flujo del bit de APC de retorno, que tiene bits de valor +1 o -1, que en la presente invención se transmite como una señal de 64 kbit/s.

[0051] El bit APC de retorno se aplica al circuito de expansión 522, y la señal de salida del circuito de expansión 522 es la señal del mensaje APC de ida de espectro expandido. Las señales de tráfico y de OW de ida se aplican también a los circuitos de expansión 523 y 524, generando señales de mensajes de tráfico de ida 1, 2, ..., N. El nivel de potencia de la señal APC de ida, de la señal OW de ida y de las señales de mensajes de tráfico se ajustan mediante los respectivos amplificadores 525, 526 y 527 para generar las señales de los canales APC, OW y TRCH de ida con nivel de potencia ajustado. Estas señales se combinan en el circuito sumador 528 y se aplican al VAG2 514 que genera una señal del canal de radiofrecuencia del enlace de ida.

[0052] La señal del canal de radiofrecuencia del enlace de ida que incluye la señal APC de ida expandida se recibe en la antena de radiofrecuencia de la SU, y se demodula para obtener la señal CDMA de ida FMCH. Esta señal se aplica al amplificador de ganancia variable (VAG3) 540. La señal de salida del VAG3 se aplica al circuito de control automático de ganancia (AGC) 541 que genera una señal de control del amplificador de ganancia variable para el VAG3 540. Esta señal mantiene el nivel de la señal de salida del VAG3 540 a un nivel casi constante. La señal de salida del VAG3 540 es comprimida por el desexpansor demultiplexor 542, que genera una señal de mensaje de usuario comprimida SUMS y un bit APC de retorno. El bit APC de retorno se aplica al circuito integrador 543 que genera la señal de control APC de retorno. Esta señal de control APC de retorno se aplica al APC de retorno VGA4 544 para mantener la señal del canal de radiofrecuencia del enlace de retorno en un nivel de potencia mínimo.

5 [0053] La señal de mensaje de usuario comprimida SUMS se aplica al circuito medidor de potencia 545 que genera una señal de medida de la potencia que se suma al complemento del valor umbral S2 en el circuito sumador 546 para generar la señal de error ES3. Esta señal ES3 es una señal de error relacionada con el nivel de potencia de transmisión de la RCS hacia la SU concreta. Para obtener el valor umbral S2, la indicación de potencia de ruido comprimida procedente del desexpansor AUX y del medidor de potencia se multiplica por 1 más la relación señal/ruido deseada  $SNR_R$ . El desexpansor AUX comprime los datos de entrada utilizando un código de expansión sin correlacionar, por lo que su salida es una indicación de la potencia de ruido comprimida.

10 [0054] De forma similar, la señal de control para el VGA3 se aplica al circuito de escala de frecuencia para reducir la frecuencia de la señal de control para el VGA3 con el fin de generar un nivel a escala de la potencia recibida RP1 (ver figura 5). El circuito de cálculo del valor umbral calcula el valor umbral de la señal recibida RST a partir de la señal de potencia de la SU medida SUUSR. El complemento del nivel a escala de la potencia recibida RP1 y el valor umbral de la señal recibida RST se aplican al circuito sumador que genera la señal de error ES4. Este error está relacionado con la potencia transmitida por la RCS a todas las SU restantes. Las señales de error de entrada ES3 y ES4 se combinan en el circuito combinador y se aplican a la entrada del modulador delta DM2 547, y la señal de salida del DM2 547 es la señal de flujo del bit APC de ida, que tiene bits de valor +1 o -1. En el ejemplo de realización de la presente invención, esta señal se transmite como una señal de 64 kbit/s.

20 [0055] La señal de flujo del bit APC de ida se aplica al circuito de expansión 2948 para generar la señal APC de retorno de espectro expandido de salida. Las señales de tráfico y de OW de retorno se aplican también como entradas a los circuitos desexpansores 549, 550, generando señales de mensajes de tráfico 1,2, ..., N y de OW de retorno; y el piloto de retorno es generado por el generador de piloto de retorno 551. El nivel de potencia de la señal de mensaje APC de retorno, de la señal de mensaje de OW de retorno, de la señal piloto de retorno y de las señales de mensaje de tráfico de retorno se ajusta por los amplificadores 552, 553, 554, 555 para generar las señales que se combinan en el circuito sumador 556 y que se aplican como entrada al APC de retorno VGA4 544. Es este VGA4 544 el que genera la señal del canal de radiofrecuencia del enlace de retorno.

25 [0056] Durante el proceso de conexión de la llamada y de establecimiento del canal portador se modifica el control de potencia en bucle cerrado de la presente invención, tal como se muestra en la figura 6. Como se muestra en dicha figura, los circuitos utilizados para ajustar la potencia transmitida son diferentes para la RCS, mostrados como el módulo de control de potencia inicial de la RCS 601, y para la SU, mostrados como el módulo de control de potencia inicial de la SU 602. Comenzando con el módulo de control de potencia inicial de la RCS 601, la señal del canal de radiofrecuencia del enlace de retorno se recibe en la antena de radiofrecuencia y se demodula para generar la señal CDMA de retorno IRMCH que es recibida por el primer amplificador de ganancia variable (VGA1) 603. La señal de salida del VGA1 603 es detectada por el circuito de control automático de ganancia (AGC1) 604 que proporciona al VGA1 603 una señal de control del amplificador de ganancia variable para mantener el nivel de la señal de salida del VAG1 en un valor casi constante. La señal de salida del VAG1 es comprimida por el desexpansor demultiplexor 605 que genera una señal de mensaje de usuario comprimida IMS. La señal de control APC de ida, ISET, se fija a un valor determinado y se aplica al amplificador de ganancia variable del enlace de ida (VGA2) 606 para fijar la señal del canal de radiofrecuencia del enlace de ida a un nivel predeterminado.

30 [0057] Se mide la potencia de la señal de mensaje de usuario comprimida IMS del módulo de control de potencia inicial de la RCS 601 por medio del circuito de medida de potencia 607, y la medida de la potencia de salida se resta de un valor umbral S3 en el circuito restador 608 para generar la señal de error ES5, que es una señal de error relacionada con el nivel de potencia de transmisión de una SU determinada. El valor umbral S3 se calcula multiplicando la medida de la potencia comprimida obtenida del desexpansor AUX por 1 más la relación señal/ruido deseada  $SNR_R$ . El desexpansor AUX 681 comprime la señal utilizando un código de expansión sin correlacionar, con lo que su señal de salida es una indicación de la potencia de ruido comprimido. De forma similar, la señal de control del VGA1 se aplica al circuito de escala de frecuencia 609 para reducir la frecuencia de la señal de control del VAG1 con el fin de generar una señal a escala del nivel de potencia del sistema SP2. La lógica de cálculo del valor umbral 610 determina un valor inicial del umbral de la señal del sistema (ISST) obtenida a partir de la señal de datos de potencia del canal de usuario (IRCSUSR). El complemento de la señal a escala del nivel de potencia del sistema SP2 y la señal ISST se aplican al circuito sumador 611 que genera una segunda señal de error ES6, que es una señal de error relacionada con el nivel de potencia de transmisión del sistema de todas las SU activas. El valor de ISTT es la potencia de transmisión deseada de un sistema que tiene la configuración concreta. Las señales de error de entrada ES5 y ES6 se combinan en un circuito combinador 612 que genera una señal de error combinada que se aplica a la entrada del modulador delta (DM3) 613. El DM3 genera la señal de flujo del bit APC de retorno inicial, que tiene bits de valor +1 o -1, que en la presente invención se transmite como una señal de 64 kbit/s.

35 [0058] La señal de flujo del bit APC de retorno se aplica al circuito de expansión 614 para generar la señal APC de ida inicial de espectro expandido. La información del canal de control (CTCH) es expandida por el circuito expansor 616 para generar la señal de mensaje CTCH expandida. Las señales expandidas APC y CTCH son escaladas por los amplificadores 615 y 617, y combinadas en el circuito combinador 618. La señal combinada se aplica al VAG2 606, que genera la señal del canal de radiofrecuencia del enlace de ida.

[0059] La señal del canal de radiofrecuencia del enlace de ida que incluye la señal APC de ida expandida se recibe en la antena de radiofrecuencia de la SU y se demodula para obtener la señal CDMA de ida inicial (IFMCH) que se aplica al amplificador de ganancia variable (VGA3) 620. La señal de salida del VGA3 es detectada por el circuito de control automático de ganancia (AGC2) 621 que genera una señal de control del amplificador de ganancia variable para el VAG3 620. Esta señal mantiene el nivel de potencia de salida del VAG3 620 a un valor casi constante. La señal de salida del VAG3 se comprime por el desexpansor demultiplexor 622, que genera un bit APC de retorno inicial que depende del nivel de salida del VAG3. El bit APC de retorno se procesa en el circuito integrador 623 para generar la señal de control APC de retorno. La señal de control APC de retorno se aplica al APC de retorno VGA4 624 para mantener la señal del canal de radiofrecuencia del enlace de retorno a un nivel de potencia definido.

[0060] La señal de canal global AXCH se expande mediante el circuito de expansión 625 para generar la señal de canal AXCH expandida. El generador de piloto de retorno 626 genera una señal de piloto de retorno, y la potencia de las señales AXCH y de piloto de retorno se ajustan por los respectivos amplificadores 627 y 628. La señal de canal AXCH expandida y la señal de piloto de retorno se suman en el circuito sumador 629 para generar la señal CDMA del enlace de retorno. La señal CDMA del enlace de retorno es recibida por el APC de retorno VGA4 624 que genera la salida de la señal del canal de radiofrecuencia del enlace de retorno hacia el transmisor de radiofrecuencia.

#### Gestión de la capacidad del sistema

[0061] El algoritmo de gestión de la capacidad del sistema de la presente invención optimiza la máxima capacidad de usuarios para el área de una RCS, denominada celda. Cuando la SU llega a un cierto valor máximo de potencia de transmisión, la SU envía un mensaje de alarma a la RCS. La RCS cambia a "rojo" el indicador conmutable que controla el acceso al sistema que, como se describió anteriormente, es una indicación que inhibe el acceso de las SU. Esta condición permanece en vigor hasta que la SU que generó la alarma termina su llamada o hasta que la potencia de transmisión de la SU que generó la alarma, medida en la SU, tiene un valor inferior a la potencia de transmisión máxima. Cuando varias SU envían mensajes de alarma, la condición permanece en vigor hasta que se terminan todas las llamadas de las SU que generaron alarmas o hasta que la potencia de transmisión de todas las SU que generaron alarmas, medida en cada SU, tiene un valor inferior a la potencia de transmisión máxima. Una realización alternativa realiza la medida de la tasa de errores de bits a partir del decodificador FEC (forward error correction, corrección de errores hacia adelante) y mantiene el indicador conmutable de la RCS en "rojo" hasta que la tasa de errores de bits es menor que un valor predeterminado.

[0062] La estrategia de bloqueo de la presente invención incluye un método que utiliza la información de control de potencia transmitida desde la RCS a una SU, y las medidas de la potencia recibida en la RCS. La RCS mide su nivel de potencia de transmisión, detecta que se ha alcanzado un valor máximo y determina cuándo bloquear a nuevos usuarios. Una SU que se está preparando para entrar en el sistema se bloquea a sí misma si la SU alcanza la potencia de transmisión máxima antes de completar con éxito la asignación de un canal portador.

[0063] Cada usuario adicional en el sistema tiene el efecto de aumentar el nivel de ruido de todos los otros usuarios, lo que disminuye la relación señal/ruido (SNR) que experimenta cada usuario. El algoritmo de control de potencia mantiene una SNR deseada para cada usuario. Por consiguiente, en ausencia de cualesquiera otras limitaciones, la entrada de un nuevo usuario al sistema sólo tiene un efecto transitorio y se vuelve a recuperar la SNR deseada.

[0064] La medida de la potencia de transmisión en la RCS se realiza midiendo el valor cuadrático medio (rms) de la señal combinada en banda base o bien midiendo la potencia de transmisión de la señal de radiofrecuencia y realimentándola a los circuitos de control digital. La medida de la potencia de transmisión puede ser realizada también por las SU para determinar si la unidad ha alcanzado su potencia de transmisión máxima. El nivel de potencia de transmisión de la SU se determina midiendo la señal de control del amplificador de radiofrecuencia y escalando el valor en base al tipo de servicio, tal como POTS (plain old telephone service, servicio telefónico básico), fax o red digital de servicios integrados (RDSI).

[0065] La información de que una SU ha alcanzado la potencia máxima se transmite por la SU a la RCS en un mensaje por los canales asignados. La RCS determina también la condición midiendo el APC de retorno, ya que si la RCS envía a la SU mensajes de APC para que la SU aumente su potencia de transmisión y la potencia transmitida por la SU medida en la RCS no ha aumentado esto significa que la SU ha alcanzado la potencia de transmisión máxima.

[0066] La RCS no utiliza semáforos para bloquear a nuevos usuarios que han terminado la escalada de potencia utilizando códigos cortos. Estos usuarios son bloqueados al denegarles el tono de marcar y dejándoles que transcurra el intervalo de retardo. La RCS envía una señal todos "1" (órdenes de disminución) sobre el canal APC para hacer que la SU disminuya su potencia de transmisión. La RCS también deja de enviar el mensaje CTCH o envía un mensaje con una dirección inválida que forzará a la FSU a abandonar el procedimiento de acceso y a comenzar de nuevo. La SU no comienza inmediatamente el proceso de adquisición porque los semáforos están en

“rojo”.

5 [0067] Cuando la RCS alcanza su límite de potencia de transmisión fuerza el bloqueo de la misma manera que cuando una SU alcanza su límite de potencia de transmisión. La RCS apaga todos los semáforos sobre el FBCH, comienza a enviar bits APC todos “1” (órdenes de disminución) a aquellos usuarios que han completado su escalada de potencia utilizando códigos cortos pero a los que no ha dado aún tono de marcar, y deja de enviar el mensaje CTCH a estos usuarios o envía mensajes con direcciones inválidas para forzarles a abandonar el proceso de acceso.

10 [0068] El algoritmo de autobloqueo de la SU es el siguiente. Cuando la SU comienza a transmitir el AXCH, el APC comienza su operación de control de potencia utilizando el AXCH y la potencia de transmisión de la SU aumenta. Mientras la potencia de transmisión está aumentando bajo el control del APC es supervisada por el controlador de la SU. Si se alcanza el límite de la potencia de transmisión, la SU abandona el procedimiento de acceso y comienza de nuevo.

15 [0069] Aunque la invención se ha descrito en términos de un ejemplo de realización, debe entenderse por los expertos en la técnica que la invención puede ser llevada a la práctica con modificaciones a la forma de realización que están dentro del alcance de la invención tal como se define en las reivindicaciones siguientes.

**REIVINDICACIONES**

1. Método para controlar niveles de potencia de transmisión de una unidad de abonado en un acceso múltiple por división de código, CDMA, el método comprendiendo:
  - 5 recibir por la unidad de abonado un bit de control de potencia en un canal APC de control de potencia automático de enlace descendente, el bit de control de potencia indicando un aumento o una disminución en el nivel de potencia de transmisión;
  - 10 transmitir una pluralidad de canales y una señal piloto asignada de retorno por la unidad de abonado, la pluralidad de canales incluyendo un canal de tráfico y un canal APC de control automático de potencia de retorno;
  - ajustar, en respuesta al bit de control de potencia recibido, un nivel de potencia de transmisión del canal de tráfico, el canal APC de retorno y la señal piloto asignada de retorno, en donde el nivel de potencia de transmisión del canal de tráfico, el canal APC de retorno y la señal piloto asignada de retorno se fijan proporcionalmente entre sí y se controla su potencia de forma conjunta; y
  - transmitir el canal de tráfico, el canal APC de retorno y la señal piloto asignada de retorno en sus respectivos niveles ajustados de potencia de transmisión.
- 15 2. Método según la reivindicación 1, en el que el canal APC de retorno lleva al menos una orden de potencia.
3. Método según la reivindicación 1 o 2, en el que el canal de tráfico y el canal APC de retorno tienen diferentes relaciones requeridas de señal a interferencia, SIR.
4. Método según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el bit de control de potencia tiene un valor de +1 o -1.
- 20 5. Unidad de abonado de acceso múltiple por división de código, CDMA, que comprende:
  - un dispositivo de desexpansión y demultiplexación configurado para recuperar un bit de control de potencia de un canal APC de control automático de potencia de enlace descendente, en el que el bit de control de potencia tiene un valor que indica una orden para aumentar o disminuir el nivel de potencia de transmisión; y
  - 25 dispositivos de ganancia configurados, en respuesta al bit de control de potencia recibido, para ajustar un nivel de potencia de transmisión de un canal de tráfico, un canal APC de control automático de potencia de retorno y una señal piloto asignada de retorno antes de la transmisión por la unidad de abonado, en donde el nivel de potencia de transmisión del canal de tráfico, el canal APC de retorno y la señal piloto asignada de retorno se controlan de forma conjunta y se fijan proporcionalmente entre sí.
- 30 6. Unidad de abonado de CDMA de la reivindicación 5, en la que el canal APC de retorno lleva al menos una orden de potencia.
7. Unidad de abonado de CDMA de la reivindicación 5, en la que el canal de tráfico y el canal APC de retorno tienen diferentes relaciones requeridas de señal a interferencia, SIR.
8. La unidad de abonado CDMA de una de las reivindicaciones 5 a 7, en la que el bit de control de potencia tiene un valor de +1 o -1.

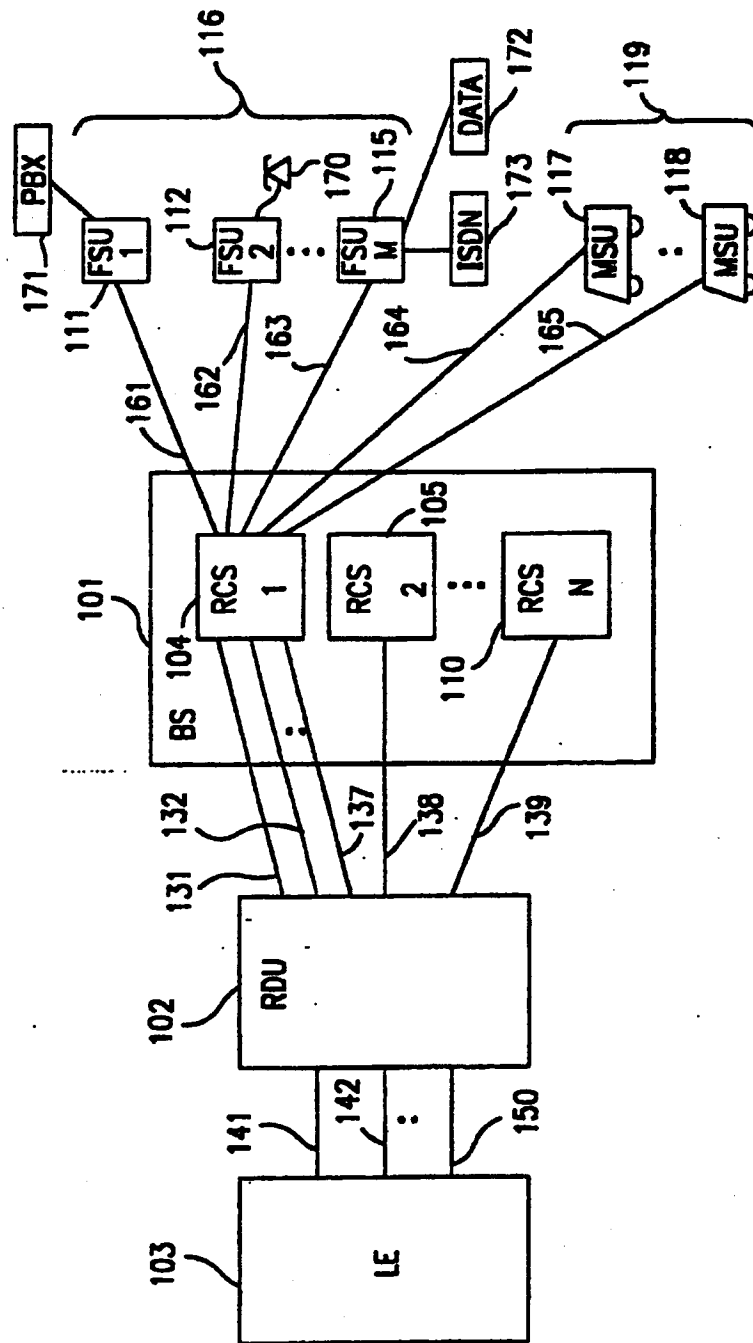


FIG. 1

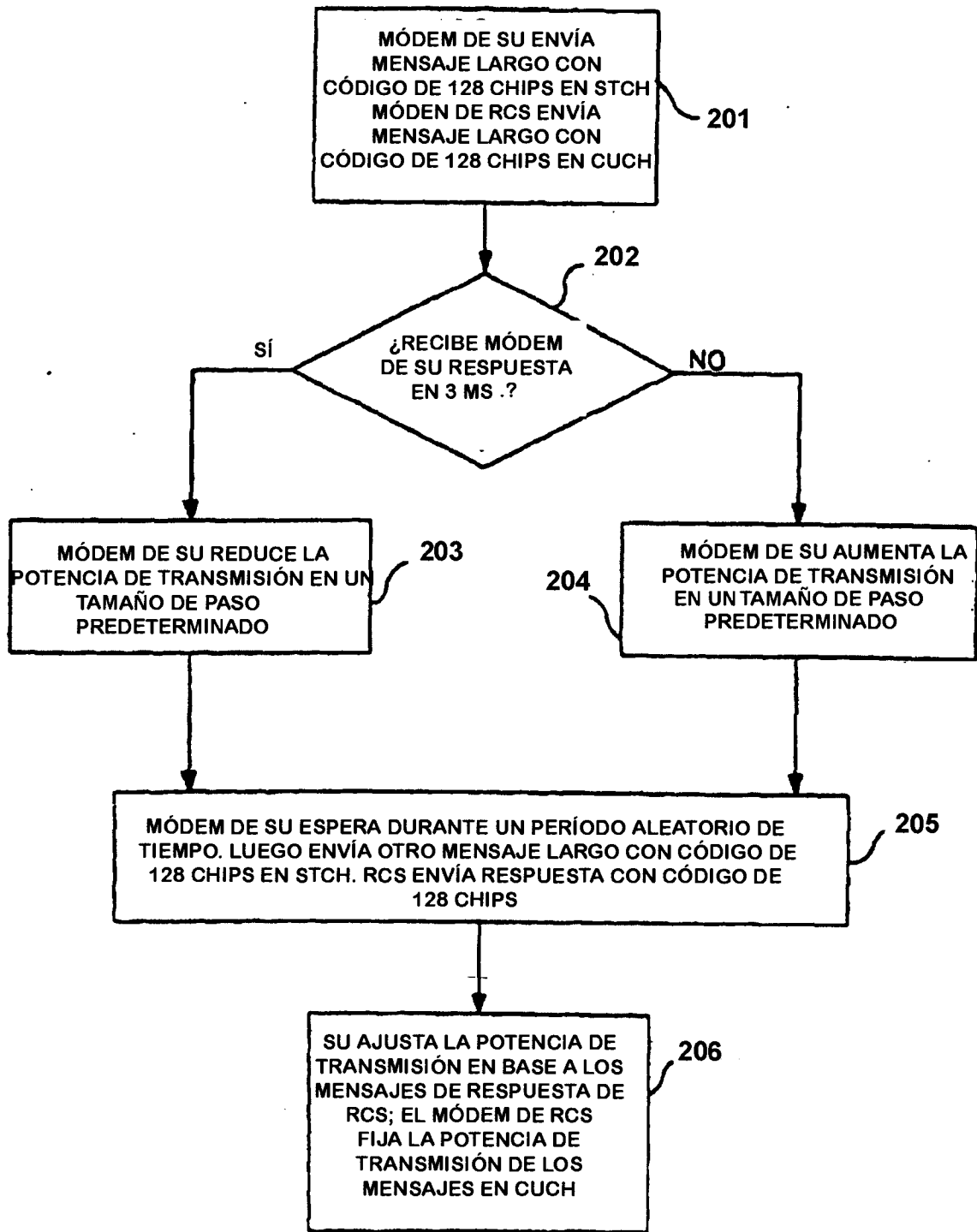


FIG. 2



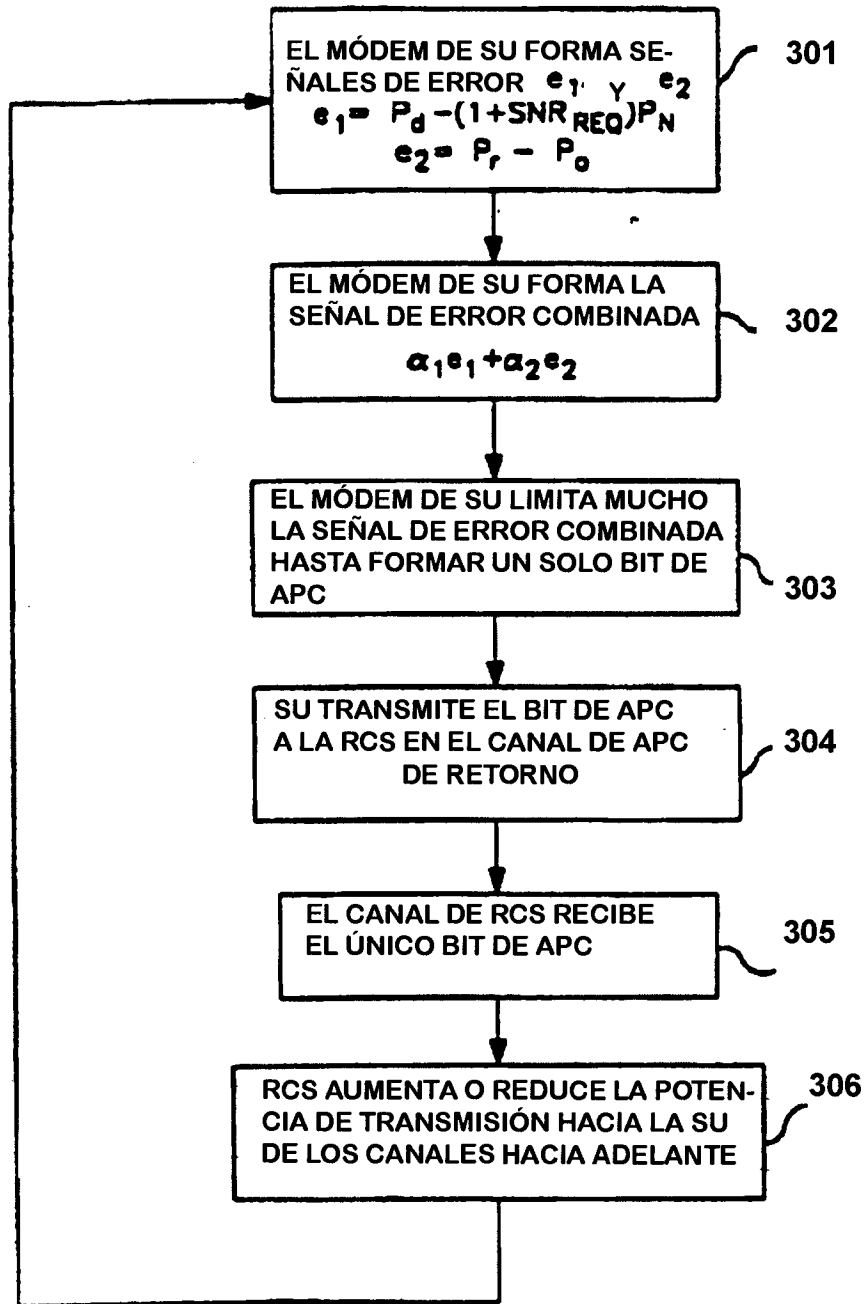


FIG. 3

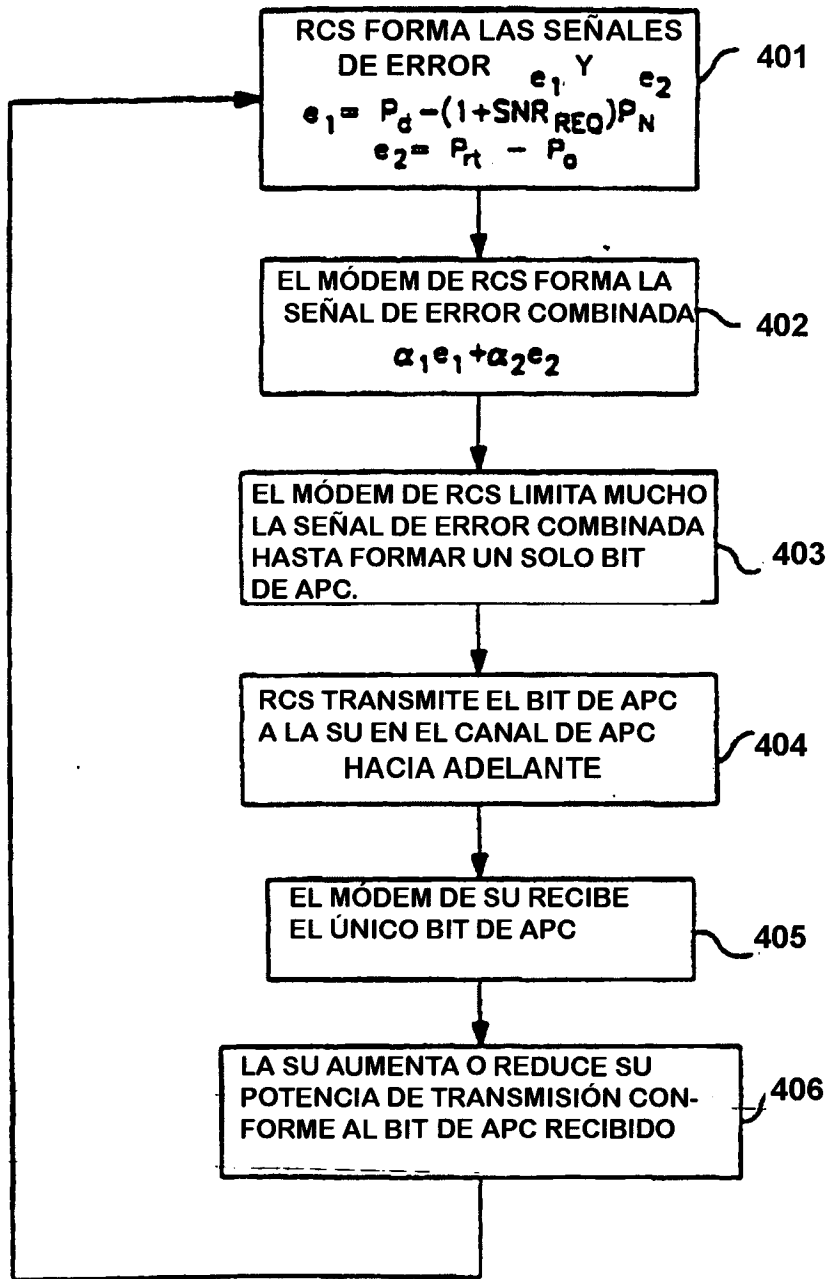


FIG. 4



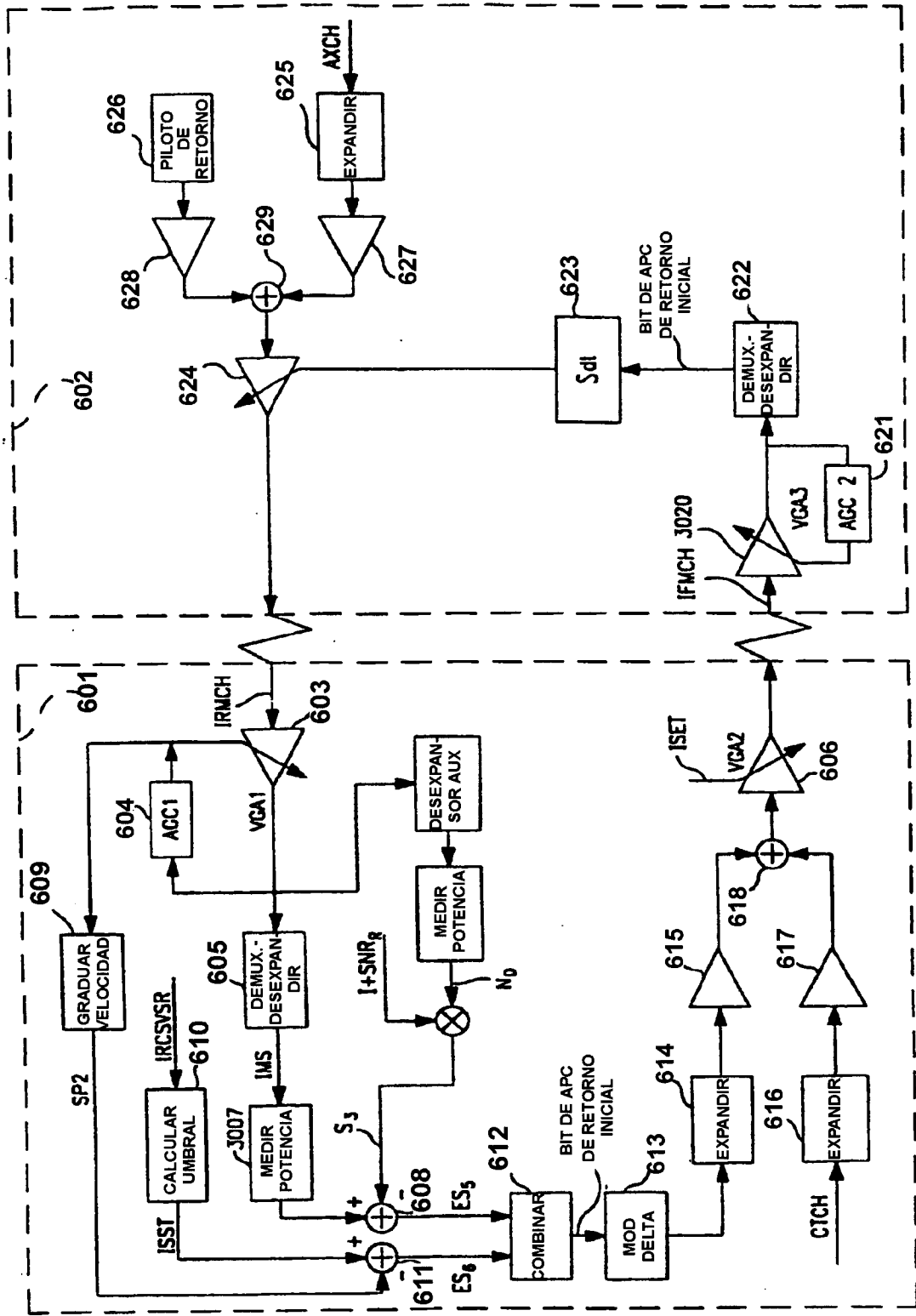


FIG. 6