(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 663 612**

(51) Int. CI.:

H04B 7/06 (2006.01)
H04B 7/0417 (2007.01)
H04B 7/04 (2007.01)
H04B 7/10 (2007.01)
G08C 15/00 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.10.2010 E 10382262 (3)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.12.2017 EP 2469731**

(54) Título: **Método y sistema para transmisión mejorada en redes de comunicación móvil**

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
16.04.2018

(73) Titular/es:

VODAFONE ESPAÑA, S.A.U. (50.0%)
Avda. de Europa nº 1
28108 Alcobendas, Madrid, ES y
VODAFONE GROUP PLC (50.0%)

(72) Inventor/es:

LE PEZENNEC, YANNICK;
URBANO, JULIO;
LÓPEZ, JAVIER;
MC WILLIAMS, BRENDAN;
ARRANZ, MIGUEL ÁNGEL y
TENORIO, SANTIAGO

(74) Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

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

Método y sistema para transmisión mejorada en redes de comunicación móvil

Campo de la invención

La presente invención se refiere a comunicaciones inalámbricas y más específicamente a un método y sistema de transmisión mejorada para redes de comunicación móvil.

Antecedentes de la invención

El método y sistema de transmisión mejorada propuesto en la presente invención se podría usar en cualquier red que use Tecnología 2G o 3G, 2G LTE (Evolución a Largo Plazo), WIMAX, tecnología HSDPA y, hablando en términos generales, para cualquier tecnología de transmisión inalámbrica. Es especialmente útil en sistemas de redes móviles que usan la técnica de Entrada Múltiple Salida Múltiple, MIMO.

Las técnicas de Entrada Múltiple y Salida Múltiple (MIMO) son bien conocidas y se usan en redes inalámbricas, incluyendo redes móviles 3G.

En los sistemas de MIMO, tanto el transmisor como el receptor están equipados con múltiples antenas con el fin de mejorar el rendimiento del sistema. En particular, el uso de sistemas de MIMO representa una solución útil para mejorar la capacidad y el rendimiento del flujo máximo de usuario de las redes.

El rasgo básico de MIMO que se estandariza en la Publicación 7 del 3GPP se basa en dos antenas transmisoras (en el nodo B) y dos antenas receptoras (en el UE) que usan una única portadora. En el transmisor, los datos se pueden dividir en una o dos secuencias de datos y transmitir a través de las dos antenas usando el mismo recurso de radio (es decir, el mismo intervalo de tiempo de transmisión y códigos HSDPA). En una estructura de transmisor de enlace descendente genérica para soportar una operación de MIMO, los bloques de transporte primario y secundario se procesan (codificación de canal e intercalado) cada uno, luego se propagan, posteriormente se ponderan mediante ponderaciones de precodificación. Finalmente, los canales resultantes después de la precodificación de MIMO (es decir, canal #1 de MIMO y canal #2 de MIMO) se correlacionan sobre P-CPICH y S-CPICH (canales piloto común primario y secundario), respectivamente, antes de ser proporcionados a la primera y segunda antenas físicas, respectivamente.

Las dos secuencias de datos se recuperan por el UE a partir de las señales recibidas a través de sus dos antenas (Diversidad de Rx). De esta manera, para que funcione el rasgo de MIMO, tanto la red como los terminales necesitan estar habilitados para MIMO. Con el fin de desplegar MIMO y transmitir dos secuencias de datos paralelas, se requieren dos amplificadores de potencia por sector (uno para cada una de las dos antenas. Con el fin de no usar una portadora entera solamente para MIMO (5 MHz), es más eficiente y práctico usar la misma portadora para dispositivos MIMO que se usa para dispositivos que no son MIMO (por ejemplo, terminales heredados de HSDPA).

Otra técnica usada frecuentemente para mejorar el rendimiento de redes inalámbricas 3G es la tecnología de Acceso de Paquetes de Enlace Descendente de Alta Velocidad, HSDPA. HSDPA es un servicio de datos basado en paquetes en sistemas W-CDMA (Acceso Múltiple por División de Código de Banda Ancha) de tercera generación (3G), que proporciona una transmisión de datos de alta velocidad (con diferentes tasas de descarga, por ejemplo, 7,2/10,8/16,2/21,6 Mbps sobre un ancho de banda de 5 MHz) para soportar servicios multimedia.

HSDPA comprende varias versiones con diferentes velocidades de datos y rasgos. La siguiente tabla se deriva a partir de la tabla 5.1a de la versión de publicación 9 de la especificación TS 25.306 del 3GPP y muestra las velocidades máximas de diferentes clases de dispositivos y la combinación de rasgos que soportan.

Tabla 1: Categorías de capa física de HS-DSCH

Categoría de HS-DSCH	Número máximo de códigos HS-DCSH	Tasa de datos máxima [Mbit/s]	Número máximo de bits de un bloque de transporte HS-DSCH recibido dentro de un TTI de HS-DSCH	Número total de bits de canal flexible	Modulaciones soportadas sin operación MIMO u operación de celda dual	Modulaciones soportadas simultáneas con operación MIMO y sin operación de celda dual	Modulaciones soportadas con operación de celda dual	Modulaciones soportadas simultáneas con operación MIMO y de celda dual
Categoría 1	5	1,2	7298	19200	QPSK 16QAM	No aplicable (MIMO no soportada)	No aplicable (operación de celda dual no soportada)	No aplicable (operación de MIMO y de celda dual simultáneas no soportadas)
Categoría 2	5	1,2	7298	28800				
Categoría 3	5	1,8	7298	28800				
Categoría 4	5	1,8	7298	38400				
Categoría 5	5	3,6	7298	57600				
Categoría 6	5	3,6	7298	67200				
Categoría 7	10	7,2	14411	115200				
Categoría 8	10	7,2	14411	134400				
Categoría 9	15	10,1	20251	172800				
Categoría 10	15	14,0	27952	172800				
Categoría 11	5	0,9	3630	14400	QPSK			
Categoría 12	5	1,8	3630	28800				
Categoría 13	15	17,6	35280	259200	QPSK, 16QAM, 64QAM			
Categoría 14	15	21,1	42192	259200				
Categoría 15	15	23,4	23370	345600	QPSK, 16QAM			
Categoría 16	15	28,0	27952	345600				
Categoría 17	15	-	35280	259200	QPSK, 16QAM, 64QAM	-		
			23370	345600	-	QPSK, 16QAM		

Categoría de HS-DSCH	Número máximo de códigos HS-DCSH	Tasa de datos máxima [Mbit/s]	Número máximo de bits de un bloque de transporte HS-DSCH recibido dentro de un TTI de HS-DSCH	Número total de bits de canal flexible	Modulaciones soportadas sin operación MIMO u operación de celda dual	Modulaciones soportadas simultáneas con operación MIMO y sin operación de celda dual	Modulaciones soportadas con operación de celda dual	Modulaciones soportadas simultáneas con operación MIMO y de celda dual
Categoría 18	15	-	42192	259200	QPSK, 16QAM, 64QAM	-		
			27952	345600	-	QPSK, 16QAM		
Categoría 19	15	35,3	35280	518400	QPSK, 16QAM, 64QAM			
Categoría 20	15	28,0	42192	518400				
Categoría 21	15	42,2	23370	345600	-	-	QPSK, 16QAM	
Categoría 22	15	42,2	27952	345600				
Categoría 23	15	23,4	35280	518400			QPSK, 16QAM, 64QAM	
Categoría 24	15	28,0	42192	518400				
Categoría 25	15	35,3	23370	691200	-	-	-	QPSK,
Categoría 26	15	42,2	27952	691200				16QAM
Categoría 27	15	46,7	35280	1036800	-	-	-	QPSK, 16QAM, 64QAM
Categoría 28	15	55,9	42192	1036800				

Con el fin de alcanzar tasas de pico aún más altas (es decir, 28,8 Mbps con la Publicación 7 del 3GPP), el rasgo de MIMO (Entrada Múltiple Salida Múltiple) se usa en HSDPA. La tecnología de MIMO es un paso importante en la evolución de HSDPA, en la medida que proporciona tasas de datos más altas en el enlace descendente al tiempo que mejora aún más la eficiencia espectral.

Cuando se introduce MIMO en un sistema, es indispensable tener dos ramas de transmisión (cadenas de RF), que incluyen dos amplificadores de potencia cada una conectados a la antena física. Con el fin de optimizar el uso del recurso de potencia, es altamente deseable balancear la potencia entre los dos amplificadores de potencia. Mientras que los canales de MIMO están intrínsecamente perfectamente balanceados en potencia, todos los canales restantes necesitan ser transmitidos con igual potencia por cada amplificador de potencia. Para este fin, se pueden usar dos técnicas: una primera es el uso de diversidad de transmisión (usando “Diversidad de Transmisión de Espacio Tiempo” (STTD) para todos los canales que no son MIMO, excepto para el Canal de Sincronización para el que se usa “Diversidad de Transmisión de Conmutación de Tiempo” (TSTD)). Otra técnica se conoce como Correlación de Antenas Virtuales (VAM) en esta descripción y se trata más adelante en la presente memoria.

Otro requisito clave es asegurar que la técnica usada para balancear la potencia de los canales que no son MIMO permita el mismo rendimiento que se lograría con la misma energía usando un único amplificador de potencia. STTD fue definida por el 3GPP (Publicación ‘99) con el fin de lograr esto. No obstante, en la práctica, se ha encontrado que este rasgo afecta al rendimiento de ciertos equipos de usuario heredados. En particular, los UE de HSDPA con receptores ecualizadores se pueden ver gravemente afectados. Esto se debe a la transformación de tiempo que se realiza mediante STTD, que está mal adaptada a un proceso de ecualización óptimo Se ha encontrado que algunos dispositivos HSDPA desactivan su ecualizador por esta razón. Las pruebas de campo han demostrado que el impacto del uso de STTD en el flujo máximo de los datos recibidos por un dispositivo de categoría 8 de HSDPA (especialmente para un receptor de tipo 2, es decir, un receptor ecualizador de antena única) es particularmente negativo bajo condiciones de radio buenas y medias.

La Correlación de Antenas Virtuales es una alternativa que aspira a resolver este problema cumpliendo ambos requisitos mencionados anteriormente. Por lo tanto, esta técnica permite el balanceo de potencia de los amplificadores de potencia al tiempo que no afecta al rendimiento de los usuarios heredados. El principio de la técnica de VAM se representa en la figura 1. La operación/función de VAM 100 se puede realizar como una función en banda base después de la correlación sobre canales físicos para la Publicación ’99 y HSDPA y después de la precodificación para MIMO. La operación/función de VAM también se puede implementar en la lógica en una unidad de radio tal como una Cabecera de Radio Remota (RRH). Las señales mostradas a la entrada de operaciones de agregación 150 son las siguientes: la Publicación ‘99 se refiere al canal dedicado (DCH) que puede transportar tráfico de voz o datos. Se refiere a SIMO de HSDPA (Entrada Única Salida Múltiple, es decir, HSDPA sin MIMO). El Canal #1 de MIMO es el canal resultante después de la operación de precodificación de MIMO como se puede ver en la figura 11 que consiste en la suma de la secuencia de datos primaria y la secuencia de datos secundaria ponderadas con sus correspondientes ponderaciones, y el Canal #2 de MIMO es el canal resultante después de la operación de precodificación de MIMO, como se puede ver en la figura 11, que consiste en la suma de la secuencia de datos primaria y la secuencia de datos secundaria con sus ponderaciones correspondientes. VAM consiste en correlacionar señales de entrada sobre las antenas físicas con ponderaciones específicas para cada trayecto. VAM se puede ver como una matriz de cuatro ponderaciones ω_1, ω_2, ω_3, ω_4 y dos sumadores 110 aplicados a dos señales de entrada alimentadas por “antenas virtuales” 160, 170 correspondientes a las antenas físicas representadas en la figura 1, que muestra la operación de MIMO. La fuerza del concepto de antena virtual es que el UE se comporta como si las señales presentes en las antenas virtuales fueran las realmente transmitidas, aunque las antenas físicas irradian algo diferente. El UE heredado (que no soporta MIMO) solamente verá la antena virtual 160. Aunque su señal se transmitirá sobre ambas antenas físicas, el receptor del UE actuará como si transmitiese desde una (la correlación entre antenas virtuales y físicas es transparente para el equipo del usuario). La configuración recibida por el usuario heredado es la misma que en un sistema de transmisión de antena única, el equipo de usuario no está configurado para ninguna forma de diversidad de transmisión a nivel de RRC. El UE de MIMO verá tanto la antena virtual 160 como la antena virtual 170 y no tiene conocimiento de la correlación entre las antenas virtuales y físicas, que es transparente para la operación de MIMO.

Las cuatro ponderaciones de la matriz de VAM se diferencian por fases solamente en la media que se requiera igual amplitud para lograr el balanceo de potencia entre las dos antenas físicas 120, 130. Un primer amplificador de potencia 140 y un segundo amplificador de potencia 150 están configurados para amplificar las señales de salida después de la función de VAM antes de que sean irradiadas por las antenas físicas 120, 130. Las ponderaciones de la matriz de VAM son fijas. Están configuradas para toda la celda y establecidas por Operación y Mantenimiento (O y M) y típicamente no se cambian muy a menudo. Las ponderaciones de VAM cumplen objetivos totalmente diferentes que las ponderaciones de precodificación de MIMO – estas últimas siendo ponderaciones variables (que pueden cambiar cada 2 ms) usadas solamente con el propósito de la transmisión de MIMO, mientras que VAM se aplica a todos los canales y tiene como objetivo cumplir los dos requisitos resaltados anteriormente.

Desde el punto de vista del usuario heredado, la técnica de VAM es como una transmisión de antena única, es decir, el terminal de usuario demodula la señal de HSDPA como si no hubiera diversidad de transmisión en el sistema.

Visto desde el lado de transmisión para usuarios heredados que no son MIMO, VAM equivale a transmitir la misma señal (canal común, Publicación '99 y HSDPA que no es MIMO) en los dos puertos de antena de transmisión pero con una fase diferente.

No obstante, a partir de extensas pruebas de campo de la funcionalidad de VAM (mediciones sobre una gran cantidad de puntos estáticos que muestran estadísticamente el impacto de VAM), se han obtenido los siguientes resultados:

- Cuando no hay HSDPA concurrente y equipos de usuario de MIMO activos, por ejemplo, solamente equipos de usuario de HSDPA (que no son MIMO) en la celda, VAM tiene poco o ningún impacto en el rendimiento de HSDPA, es decir, los flujos máximos observados de los equipos de usuario de HSDPA con VAM activa son casi los mismos que los flujos máximos de HSDPA sin VAM (transmisión de antena única como en la mayoría de redes 3G de hoy en día).

- El rendimiento de MIMO con VAM también es muy similar al rendimiento de MIMO con diversidad de Tx (STTD).

- No obstante, siempre que hay tráfico concurrente de HSDPA y MIMO, se ha observado que el rendimiento de los dispositivos heredados de HSDPA se ve afectado negativamente en alrededor del 10% para un dispositivo heredado de tipo 3 (la diversidad Rx y el ecualizador implementados en el receptor) y en alrededor del 15-20% para un dispositivo heredado de HSDPA de tipo 2 (sin diversidad de Rx, solamente el ecualizador implementado en el receptor) siempre que el piloto secundario esté presente en la segunda antena virtual y se observa más degradación siempre que el usuario de MIMO está completamente activo con descargas continuas.

Por lo tanto, se muestra que incluso aunque la técnica de VAM tiene un mejor rendimiento que las técnicas usadas previamente, tales como STTD, todavía tiene un impacto negativo en los dispositivos heredados de HSDPA cuando hay tráfico concurrente de HSDPA y de MIMO. Por lo tanto, hay una necesidad en la técnica de esquemas de transmisión que mejoren aún más el rendimiento de los dispositivos heredados de HSDPA en tráfico HSDPA-MIMO concurrente al tiempo que se mantengan las ventajas de usar técnicas de VAM.

El documento US-2005/053169 se refiere a un sistema de MIMO. Se proporciona una única secuencia de datos de entrada, con símbolos según una constelación. Como se muestra en la Figura 5, una antena transmite señales usando símbolos según la constelación original, mientras que la otra antena transmite señales usando símbolos de una nueva constelación, que tiene un desplazamiento de fase en comparación con la constelación original. Se forma por ello una nueva constelación compuesta, por ejemplo, como se muestra en la Figura 6. Este sistema se pretende que haga frente a la degradación de canal, por ejemplo, debida a dispersión.

"HSDPA MIMO Codebook Restriction", R1-095074 es un documento de debate del Grupo de Trabajo TSG-RAN del 3GPP en relación con las técnicas de VAM. Un ejemplo de VAM convencional se muestra en la Figura 1. Las restricciones sobre las ponderaciones de precodificación de MIMO se tratan cuando se usa VAM.

"Circular Polarization Benefits in HSDPA and MIMO Networks", Domínguez et al se refiere a los beneficios de la polarización circular, que se puede generar tomando dos secuencias de datos diferentes y usando ponderaciones para combinarlas para transmisión sobre dos antenas separadas, de una manera similar a VAM.

Compendio de la invención

La invención actual resuelve los problemas antes mencionados describiendo un método y sistema que emplea la funcionalidad adicional por la cual se puede aplicar un desplazamiento de fase adicional a una de las trayectorias físicas (1 antena física) con el fin de modificar y adaptar la polarización de transmisión según al menos un criterio predeterminado.

En la realización preferida, el criterio o los criterios serán maximizar el flujo máximo de los dispositivos heredados de HSDPA especialmente cuando los usuarios de MIMO están activos o, en otras palabras, maximizar la energía recibida desde la celda de servicio de HSPA por los equipos de usuario heredados de HSDPA.

Esta técnica de VAM mejorada permite la introducción de la funcionalidad de HSDPA de MIMO en la red de una forma tan transparente como sea posible para el usuario o los usuarios heredados de HSDPA, con una degradación de rendimiento minimizada debido o bien al Canal Piloto Común Secundario o bien a la interferencia de la segunda antena virtual.

La figura 2 muestra conceptualmente cómo este desplazamiento de fase se puede introducir y controlar digitalmente en un Nodo B.

En consecuencia, según la invención, se proporcionan un sistema, método y programa de ordenador según las reivindicaciones independientes. Las realizaciones favorables se definen en las reivindicaciones dependientes.

Según un primer aspecto de la invención, se proporciona un método de operación de un sistema de transmisión según la reivindicación 1.

Según un segundo aspecto de la invención, se proporciona un sistema de transmisión de Correlación de Antenas Virtuales (VAM) en línea con la reivindicación 12.

Finalmente, se presenta un programa de ordenador que comprende medios de código de programa de ordenador adaptados para realizar el método descrito anteriormente.

Para una comprensión más completa de la invención, sus objetos y ventajas, se puede hacer referencia a la siguiente especificación y a los dibujos anexos.

Breve descripción de los dibujos

Con el propósito de ayudar a comprender mejor las características de la invención según una realización práctica preferida de la misma y con el fin de complementar esta descripción, las siguientes figuras se adjuntan como una parte integral de la misma, teniendo un carácter ilustrativo y no limitativo:

La figura 1 muestra una realización ejemplar de la técnica de VAM de la técnica anterior.

La figura 2 muestra una realización ejemplar de esta técnica de VAM mejorada propuesta en la presente invención.

La figura 3 muestra los resultados de la prueba de campo con el dispositivo de tipo 2 HSDPA7.2 en condiciones de radio medias (estáticas) midiendo el rendimiento (flujo máximo) según los desplazamientos de fase.

La figura 4 muestra los resultados de las pruebas de campo con el dispositivo de tipo 2 HSDPA7.2 en condiciones de radio medias (estáticas) que miden el rendimiento (CQI) según los desplazamientos de fase.

La figura 5 muestra un esquema ilustrativo de los principales pasos implicados en el proceso de adaptación de fase.

La figura 6 muestra un esquema ilustrativo del proceso de adaptación de fase con una exploración fina.

La figura 7 muestra un esquema ilustrativo del proceso de adaptación de fase con una exploración tosca.

La figura 8 muestra un esquema ilustrativo del proceso de selección de fase.

La figura 9 muestra un esquema ilustrativo de la implementación de VAM convencional en la red.

La figura 10 muestra un esquema ilustrativo de la implementación de E-VAM convencional en la red.

La figura 11 muestra un esquema ilustrativo de cómo se hace la precodificación de MIMO antes de que las señales MIMO se procesen por la matriz de VAM.

Descripción detallada de la invención

El método y sistema descritos por este medio se pueden aplicar, por ejemplo, a redes móviles 3G de UMTS, pero no se excluyen otros tipos de redes y sistemas. Se podría usar en cualquier red que use tecnología 2G o 3G, 2G LTE (Evolución a Largo Plazo), WIMAX, HSDPA y, hablando en términos generales, en cualquier tecnología de transmisión inalámbrica.

La presente invención se refiere a un método, sistema y programa de ordenador que mejora el rendimiento de las redes. Especialmente, mejora el rendimiento de dispositivos heredados de HSDPA, por encima de todo en las celdas con tráfico de HSDPA y MIMO (ambas tecnologías que comparten la misma portadora).

Con la técnica de VAM convencional, la diferencia de fase entre las dos antenas físicas no está controlada. Incluso aunque estadísticamente el efecto de VAM (sin ningún tráfico de MIMO concurrente) es cercano a nulo cuando se compara con sin VAM (sistema de antena de Tx única) esta diferencia de fase inherente tiene un fuerte impacto en el rendimiento de los dispositivos heredados de HSDPA como se puede ver en las figuras 3 y 4 que muestran mediciones de rendimiento contra la fase a partir de pruebas de campo de VAM. Por lo tanto, cuando se aplica un desplazamiento de fase adecuado, el rendimiento de HSDPA se puede mejorar sustancialmente con respecto a la VAM convencional (sin control de desplazamiento de fase) y con respecto a una transmisión de antena única convencional (sin VAM). Estas figuras muestran el impacto en términos de flujo máximo y CQI (Información de Calidad de Canal) observados como una función del desplazamiento de fase entre las dos cadenas de transmisión.

Teniendo en mente los resultados anteriores obtenidos, el rendimiento de VAM se puede mejorar asegurando que la diferencia de fase entre las dos cadenas de transmisión se ajusta dinámicamente de tal forma que proporcione el mejor rendimiento en la celda considerando todos los equipos de usuario de HSDPA.

Normalmente, la Polarización Circular es el esquema de transmisión que maximiza el rendimiento de los equipos de usuario heredados de HSDPA además de mitigar la interferencia MIMO sobre ellos, es decir, en la mayoría de los casos, el esquema de fase con el “mejor rendimiento” sería el esquema de polarización circular.

La presente invención se refiere a un método y sistema que son operables para aplicar un desplazamiento de fase adicional a una de las trayectorias físicas (una antena física) con el fin de modificar y adaptar la polarización de transmisión de tal forma que se maximice el flujo máximo de los dispositivos heredados de HSDPA. Según una primera realización de la invención, el sistema de transmisión usa la Correlación de Antenas Virtuales (VAM) que se ha explicado anteriormente en la presente memoria.

Como una realización, este desplazamiento de fase se puede introducir y controlar en un Nodo B (véase la figura 2). En esta figura, se añade una fase de adaptación de fase al Módulo de Correlación de Antenas Virtuales; la adaptación de fase se hace teniendo en cuenta la información de calidad de canal notificada por los usuarios al Nodo B. La adaptación de fase también se podría tener en cuenta cuando se calcula la matriz de VAM, es decir, la adaptación de fase no es necesariamente una entidad adicional, también se puede hacer como una parte de la matriz de VAM existente.

Este desplazamiento de fase se aplica a nivel de celda o sector (es decir, aplicable a todos los canales, todos los servicios), por lo tanto, cuando hay más de un usuario en la celda, hay una solución de compromiso a ser encontrada con el fin de maximizar el flujo máximo de los equipos de usuario heredados de HSDPA activos. La fase aplicada se puede optimizar específicamente para los equipos de usuario de HSDPA (a diferencia de los usuarios de MIMO), el usuario de MIMO entonces permanecería con el mismo rendimiento que hoy en día, mientras que los equipos de usuario de HSDPA verán su flujo máximo aumentar. En este caso, la información de cqi de los usuarios de MIMO se ignora, solamente los informes de cqi de los equipos de usuario de HSDPA se tienen en cuenta en la selección del desplazamiento de fase para aplicar después de la exploración de fase. Por ejemplo en el escenario crítico resaltado anteriormente donde había un usuario de HSDPA activo y un usuario de MIMO activo en la celda, el Nodo B seleccionaría la fase que maximizará el rendimiento de HSDPA (en presencia de S-CPICH y una segunda secuencia de MIMO si está activa), es decir, solamente teniendo en cuenta los informes de cqi del usuario de HSDPA.

La selección del desplazamiento de fase se logra realizando una exploración de desplazamiento de fase a través del intervalo completo de fase con una granularidad definida. Durante la exploración de desplazamiento de fase, la indicación de cqi de cada usuario se registra cada vez que se aplica un nuevo desplazamiento de fase con el fin de identificar la fase óptima según el criterio deseado (por ejemplo, la maximización del flujo máximo de usuario de HSDPA).

En una realización alternativa, no es necesario explorar el intervalo de fase entero. Cuando la calidad medida está por encima de un valor umbral (valor “suficientemente bueno”), la exploración de desplazamiento de fase se detiene y se selecciona el valor de fase correspondiente.

El proceso de adaptación de fase comprende los siguientes pasos (véase la figura 5):

Se hace una exploración de fase (barrido) muestreando el intervalo de fase (normalmente el intervalo de 360 grados) mediante pasos dados de $\Delta\theta$ grados, midiendo las métricas de calidad de canal relevantes (preferiblemente cqi pero también, RSCP de CPICH, y/o Ec/No) para cada desplazamiento de fase. De entre estas métricas, la cqi es la más importante en la medida que se notifica cada 2 ms, mientras que las otras están disponibles solamente sobre un base lenta (cientos de ms).

La selección del desplazamiento de fase a ser aplicada a la celda como una función del número de calidad de canal para cada usuario (preferiblemente solamente se tienen en cuenta los equipos de usuario de HSDPA) y un criterio de optimización dado (tput de celda, tput de usuario, QoS).

Se aplica entonces el desplazamiento seleccionado.

Con el fin de obtener los máximos beneficios, la exploración de fase se debería hacer solamente cuando sea necesaria. Por ejemplo, esta exploración de fase se podría hacer:

Periódicamente durante la duración de la sesión de HSDPA (para tener información de calidad de canal actualizada)

Cuando hay un evento específico (por ejemplo, cuando hay una caída en el promedio de cqi en todos los equipos de usuario de HSDPA).

Cuando un nuevo usuario (preferiblemente un equipo de usuario de HSDPA) está activo (es decir, cuando hay un nuevo establecimiento de Portador de Acceso de Radio, RAB). Para hacer eso, si los estados inactivos de RRC están en uso en la celda, el U-RNTI (Identificador Temporal de UTRAN) o cualquier identificación del usuario se deberían memorizar con el fin de no repetir la exploración de fase para el mismo usuario.

También son posibles combinaciones de estos tres criterios (por ejemplo, cuando hay un establecimiento de llamada y periódicamente).

La exploración de fase podría ser una exploración fina (figura 6), es decir, casi lineal con unos pasos de desplazamiento de fase Δθ pequeños aplicados con una unidad de tiempo pequeña (por ejemplo, intervalo, TTI, nivel de trama) y una convergencia fina hacia la fase seleccionada o una exploración tosca (figura 7), es decir, pasos de desplazamiento de fase grandes (por ejemplo, cuatro pasos de 90º) y ningún tiempo de convergencia (establecimiento directo a la fase seleccionada después de la exploración de fase y desplazamiento de unidad de tiempo mayor (por ejemplo, 40 ms).

La exploración tosca comprueba menos desplazamientos de fase, pero permite una mejor medición de calidad de canal en cada desplazamiento de fase (filtrado sobre más informes de cqi que permiten mediciones más precisas para un desplazamiento de fase dado).

En una realización alternativa, se podría implementar una combinación de exploración tosca y fina. Por ejemplo, usando una exploración tosca al principio y una vez que se selecciona un desplazamiento de fase, entonces se realizará una exploración fina dentro de dicho intervalo seleccionado, así que se podría obtener una adaptación fina con menos procesamiento. O usando una exploración tosca hasta que la medición de calidad esté por encima de un valor umbral y entonces, se usa una exploración fina para permitir una mejor y más rápida adaptación.

Una vez que se explora el intervalo de fase y se obtiene la información de calidad de canal para cada desplazamiento de fase, se selecciona el desplazamiento de fase a ser usado, es decir, la fase óptima se identifica según los criterios deseados (por ejemplo, maximización del flujo máximo de usuario de HSDPA).

Un posible criterio a ser aplicado es el flujo máximo de usuario agregado de HSDPA máximo, mostrado en la figura 8. Este criterio consiste en seleccionar el desplazamiento de fase que maximiza la ecuación 1

$$(1) \qquad \frac{1}{N}\cdot\sum_{i=1}^{N} CQI_i.\omega_i$$

Donde ωi es la ponderación de QoS asociada al usuario i (si no se aplica QoS entonces todas las ponderaciones son iguales a 1 por defecto), CQI_i corresponde a la CQI promedio del usuario i (información de calidad de canal) durante el período de tiempo donde se aplica el desplazamiento de fase y N es el número de usuarios considerados. Esta ecuación se aplica al desplazamiento de fase explorado diferente y al desplazamiento de fase para el cual se selecciona el resultado si es el más alto (la cqi más alta promediada a través de los usuarios).

Los usuarios de MIMO (a través o bien de una ponderación igual a 0 o simplemente no considerando usuarios de MIMO en la ecuación anterior) y los equipos de usuario de HSDPA altamente móviles se pueden descartar en el proceso de selección de fase (por ejemplo, a través del filtrado de cqi), en la medida que para estos usuarios el beneficio de la adaptación de fase es pequeño al tiempo que da como resultado un empeoramiento del rendimiento para los equipos de usuario estáticos de HSDPA.

En lugar de CQI, se pueden tener en cuenta otros parámetros alternativos para seleccionar la fase como RSCP (Potencia de Código de Señal Recibida) de CPICH (Canal Piloto de Control), Ec/No de CPICH, información de NACK. El inconveniente de éstos es una adaptación más lenta de la fase, en la medida que la exploración de fase tendría que ser más larga, no obstante, una vez que se selecciona la fase, no es necesario tener actualizaciones muy frecuentes de la fase, por lo tanto este planteamiento es posible.

También reutilizando el criterio de la ecuación (1), se pueden tomar planteamientos alternativos para la adaptación de fase:

Selección de mejor polarización. En este planteamiento, la fase se fija a la fase seleccionada según la salida del algoritmo (1) y el seguimiento de fase se detiene (sin exploración de fase, sin nueva selección de fase) durante el temporizador T_phase_lock, que puede tomar valores hasta infinito (fase fija). Con este planteamiento, se podría requerir un número mínimo de equipos de usuario de HSDPA para asegurar que el desplazamiento de fase seleccionado es suficientemente fiable para la celda, por lo tanto, una posibilidad es hacer solamente el bloqueo de fase (durante el temporizador) realmente activo una vez que la adaptación de fase se ha ejecutado sobre un número suficiente de equipos de usuario de HSDPA para asegurar la estabilidad del desplazamiento de fase seleccionado. Este planteamiento se basa en el hecho de que hay un desplazamiento de fase mejor que proporciona un flujo máximo óptimo para la mayoría de los equipos de usuario de HSDPA en la celda, por lo tanto, no hay necesidad de ejecutar continuamente la adaptación de fase en la medida que la fase seleccionada sería siempre la misma (dentro de un margen pequeño, por ejemplo +/- 1 paso de desplazamiento de fase). A través de la selección del desplazamiento de fase que maximiza la cqi promedio, la mejor polarización se selecciona indirectamente y se mantiene durante Timer_T_phase_lock. Este temporizador permite recalibrar el sistema después de que pudiera haber ocurrido una deriva en las cadenas de transmisión que causa que el desplazamiento de fase seleccionado sea subóptimo después de algún tiempo.

Selección de polarización circular: La fase se selecciona de modo que se obtenga una polarización circular. Si el algoritmo (1) anterior se ejecuta para N equipos de usuario de HSDPA con ponderaciones iguales (ωi = 1) y la fase se fija a la fase seleccionada según la salida del algoritmo (1) y se detiene el seguimiento de fase, la polarización resultante que maximiza el flujo máximo de HSDPA se espera que sea la polarización circular como se ve a partir de la mayoría de los usuarios activos en la celda. Así, este es normalmente el proceso implementado con el fin de obtener polarización circular.

Como la Correlación de Antenas Virtuales convencional (véase la figura 9), esta Correlación de Antenas Virtuales Mejorada (con el proceso de adaptación de fase) se podría implementar por hardware o por software (véase la figura 10).

En el caso de implementación por hardware, el proceso mejorado (E-VAM) se controla remotamente como parte del procedimiento de O y M. En el caso de implementación por software, el E_VAM se podría implementar preferiblemente en la unidad en banda base (BBU) o en la lógica en la Unidad de Radio Remota (RRU) del Nodo B.

El método descrito se puede implementar completamente en la estación base, alternativamente, otro elemento de red podría tomar parte del procedimiento (en base a la información de usuario de CQI notificada por el nodo B). Las cuestiones definidas en esta descripción detallada se proporcionan para ayudar a una comprensión exhaustiva de la invención. Por consiguiente, los expertos en la técnica reconocerán que se pueden hacer cambios de variación y modificaciones de las realizaciones descritas en la presente memoria sin apartarse del alcance de la invención. También, la descripción de funciones y elementos bien conocidos se omiten por claridad y concisión.

En las reivindicaciones, las palabras “que comprende” no excluyen otros elementos o pasos, y el artículo indefinido “un”, “uno” o “una” no excluyen una pluralidad. Un único procesador u otra unidad pueden cumplir las funciones de varios elementos expuestos en las reivindicaciones. El mero hecho de que se expongan ciertas medidas en reivindicaciones dependientes mutuamente diferentes no indica que una combinación de estas medidas no se pueda usar con ventaja. Cualquier signo de referencia en las reivindicaciones no se debería interpretar como limitante del alcance.

REIVINDICACIONES

1. Un método de operación de un sistema de transmisión de Correlación de Antenas Virtuales, VAM, (100) en una red de comunicación móvil que usa una funcionalidad de entrada múltiple, salida múltiple, MIMO, el sistema de transmisión (VAM) que comprende una primera rama de transmisión para transmitir una primera señal de radio por una primera antena física y una segunda rama de transmisión para transmitir una segunda señal de radio por una segunda antena física, que comprende:

generar la primera señal de radio tomando una suma ponderada de una secuencia de datos primaria y una secuencia de datos secundaria (170), usando un primer conjunto de ponderaciones;

generar la segunda señal de radio tomando una suma ponderada de la secuencia de datos primaria y la secuencia de datos secundaria, usando un segundo conjunto de ponderaciones, y añadiendo un desplazamiento de fase adicional:

a) haciendo una exploración de fase, muestreando el intervalo de fase en pasos dados de $\Delta\theta$ grados y midiendo la calidad para cada desplazamiento de fase;

b) seleccionando el desplazamiento de fase a ser aplicado para la celda como basado en al menos un criterio predeterminado que comprende una función de la calidad medida y un criterio de optimización dado; y

c) aplicando el desplazamiento de fase seleccionado a una de las cadenas de transmisión.

2. Un método según la reivindicación 1, en donde el al menos un criterio predeterminado se basa en una o más de: información de calidad de canal notificada por los usuarios de la red de comunicación móvil; Potencia de Código de Señal Recibida de Canal Piloto de Control; E_cN_0 de Canal Piloto de Control; e información de NACK.

3. Un método según la reivindicación 1 o 2, en donde la red de comunicación móvil comprende una celda de servicio de Acceso de Paquetes de Alta Velocidad, HSPA y al menos un Equipo de Usuario que usa una funcionalidad de Acceso de Paquetes de Enlace Descendente de Alta Velocidad, HSPDA, heredada y en donde el al menos un criterio predeterminado es maximizar la energía recibida de la celda de servicio de HSPA por al menos un equipo de usuario de HSDPA heredado.

4. Un método según la reivindicación 1 o 2, en donde la red de comunicación móvil comprende una celda de servicio de Acceso de Paquetes de Alta Velocidad, HSPA, y Equipos de Usuario que usan una funcionalidad de Acceso de Paquetes de Enlace Descendente de Alta Velocidad, HSPDA, heredada y en donde el al menos un criterio predeterminado es maximizar el flujo máximo de los equipos de usuario de HSDPA heredados activos.

5. Un método según una cualquiera de las reivindicaciones previas, en donde el sistema de transmisión de VAM está configurado para balancear la potencia entre la primera y la segunda ramas de transmisión.

6. Un método según una cualquiera de las reivindicaciones previas, en donde el desplazamiento de fase se aplica a nivel de celda o sector.

7. Un método según la reivindicación 1, en donde el criterio de optimización consiste en seleccionar la Fase que maximiza la ecuación

$$\frac{1}{N}.\sum_{i=1}^{N} CQI_i.\omega_i$$

donde ω_i es la ponderación asociada al usuario i, CQI_i corresponde a la CQI (información de calidad de canal) notificada por el usuario i y N es el número de usuarios considerados.

8. Un método según la reivindicación 7, en donde solamente la información de calidad notificada por los equipos de usuario de HDSPA se tiene en cuenta para la selección de fase.

9. Un método según una cualquiera de las reivindicaciones 1, 7 u 8, en donde la exploración de fase y la selección de desplazamiento de fase se hace:

periódicamente durante la duración de la sesión de HSDPA y adicionalmente se desencadena cuando hay un nuevo establecimiento de llamada o cualquier otro evento específico que conduzca a un usuario de datos a estar en modo activo.

10. Un método según una cualquiera de las reivindicaciones previas, en donde el método se implementa en la unidad en banda base (BBU) de un Nodo B o en la lógica en la Unidad de Radio Remota (RRU) de un Nodo B.

11. Un método según las reivindicaciones 1-9, en donde el método se implementa por hardware fuera del Nodo B y se controla como parte del procedimiento de O y M.

12. Un método según la reivindicación 1, en donde el al menos un criterio predeterminado por el cual se selecciona el desplazamiento de fase es tal que se obtiene una polarización circular.

13. Un sistema de transmisión de Correlación de Antenas Virtuales, VAM (100), para su uso en una red de comunicación móvil que usa una funcionalidad de entrada múltiple, salida múltiple, MIMO, el sistema de transmisión de VAM que comprende:

una primera rama de transmisión para transmitir una primera señal de radio por una primera antena física, la primera señal de radio que se genera tomando una suma ponderada de una secuencia de datos primaria (160) y una secuencia de datos secundaria (170), usando un primer conjunto de ponderaciones; y

una segunda rama de transmisión para transmitir una segunda señal de radio por una segunda antena física, la segunda señal de radio que se genera tomando una suma ponderada de la secuencia de datos primaria y la secuencia de datos secundaria, usando un segundo conjunto de ponderaciones, y añadiendo un desplazamiento de fase adicional:

a) haciendo una exploración de fase, muestreando el intervalo de fase en pasos dados de $\Delta\theta$ grados y midiendo la calidad para cada desplazamiento de fase;

b) seleccionando el desplazamiento de fase a ser aplicado para la celda como basado en al menos un criterio predeterminado que comprende una función de la calidad medida y un criterio de optimización dado; y

c) aplicando el desplazamiento de fase seleccionado a una de las cadenas de transmisión.

14. Un sistema según la reivindicación 13, en donde los medios para añadir un desplazamiento de fase adicional comprenden: medios de exploración para realizar el paso a);

medios de selección para realizar el paso b);

y medios de aplicación para realizar el paso c).

15. Un elemento de red que comprende el sistema de transmisión de VAM según una cualquiera de las reivindicaciones 13-14.

16. El elemento de red según la reivindicación 15, en donde el elemento de red es un Nodo B.

17. Un programa de ordenador que comprende medios de código de programa de ordenador adaptados a realizar el método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12 cuando dicho programa se ejecuta en un ordenador, un procesador digital de señal, una agrupación de puertas programables en campo, un circuito integrado de aplicaciones específicas, un microprocesador, un microcontrolador o cualquier otra forma de hardware programable.

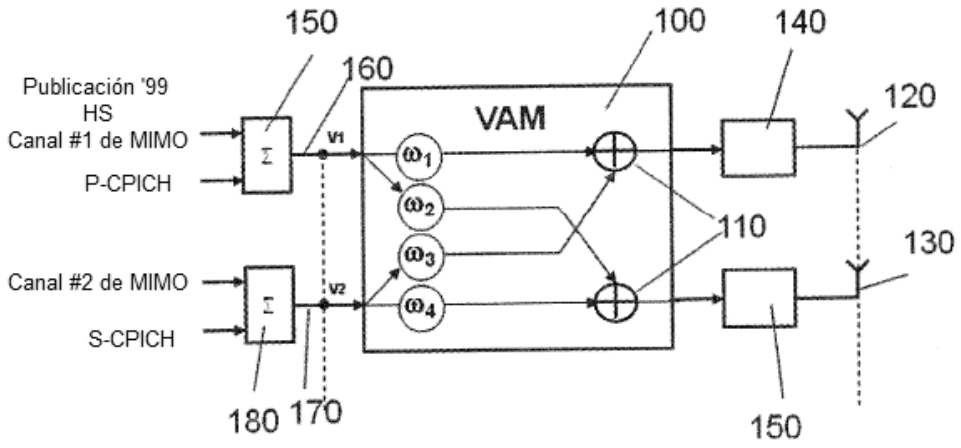

150
100
140
160
Publicación '99
HS
Canal #1 de MIMO
P-CPICH
VAM
120
V1
ω1
ω2
110
130
Canal #2 de MIMO
S-CPICH
V2
ω3
ω4
180
170
150

Figura 1

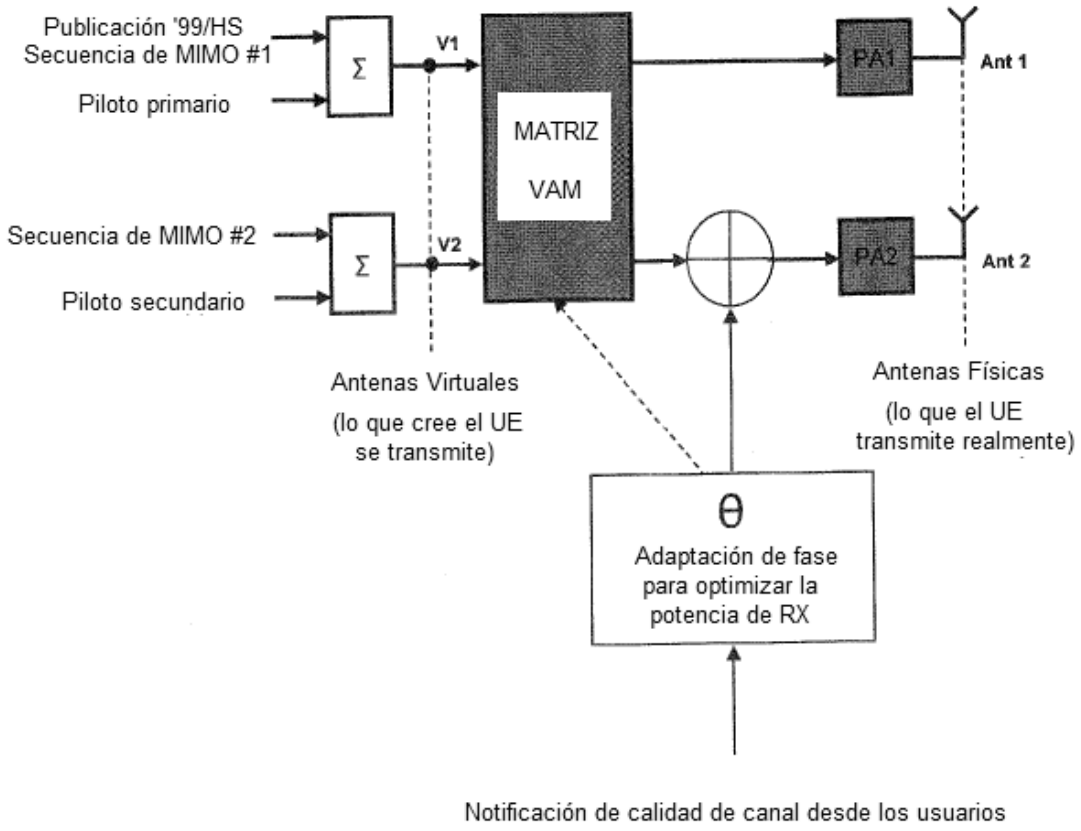

Publicación '99/HS
Secuencia de MIMO #1
Piloto primario
Σ
V1
MATRIZ
VAM
PA1
Ant 1
Secuencia de MIMO #2
Piloto secundario
Σ
V2
PA2
Ant 2
Antenas Virtuales
(lo que cree el UE
se transmite)
Antenas Físicas
(lo que el UE
transmite realmente)
θ
Adaptación de fase
para optimizar la
potencia de RX
Notificación de calidad de canal desde los usuarios

Figura 2

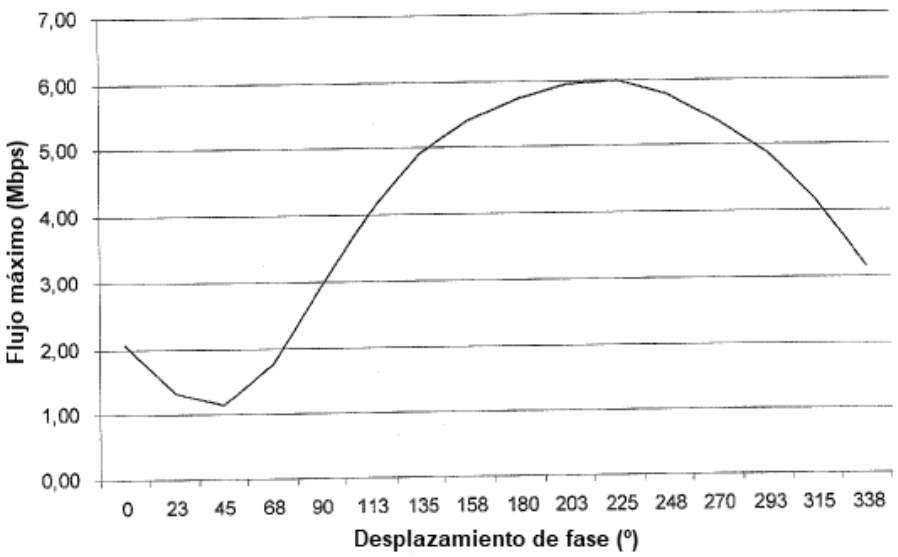

7,00
6,00
5,00
4,00
3,00
2,00
1,00
0,00
Flujo máximo (Mbps)
0
23
45
68
90
113
135
158
180
203
225
248
270
293
315
338
Desplazamiento de fase (º)

Figura 3

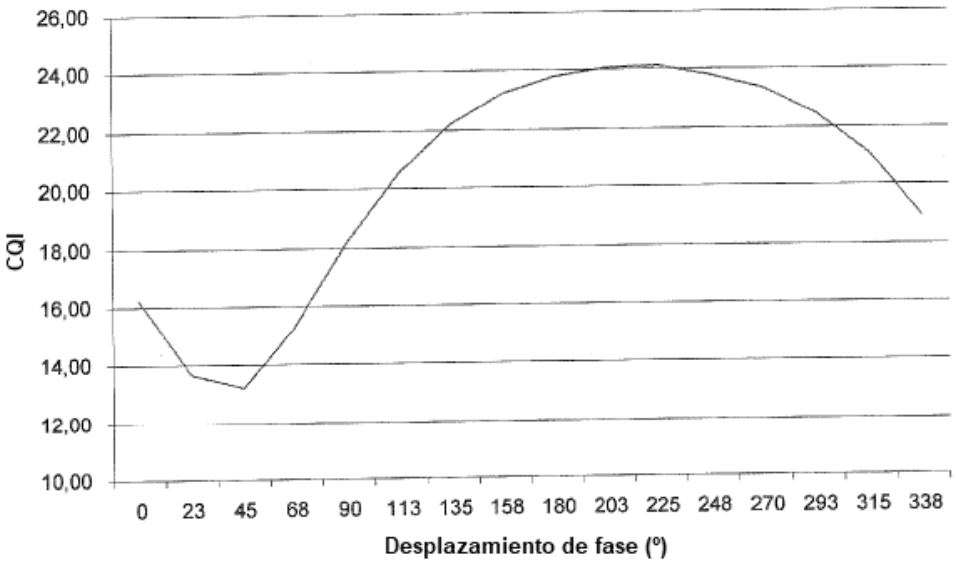
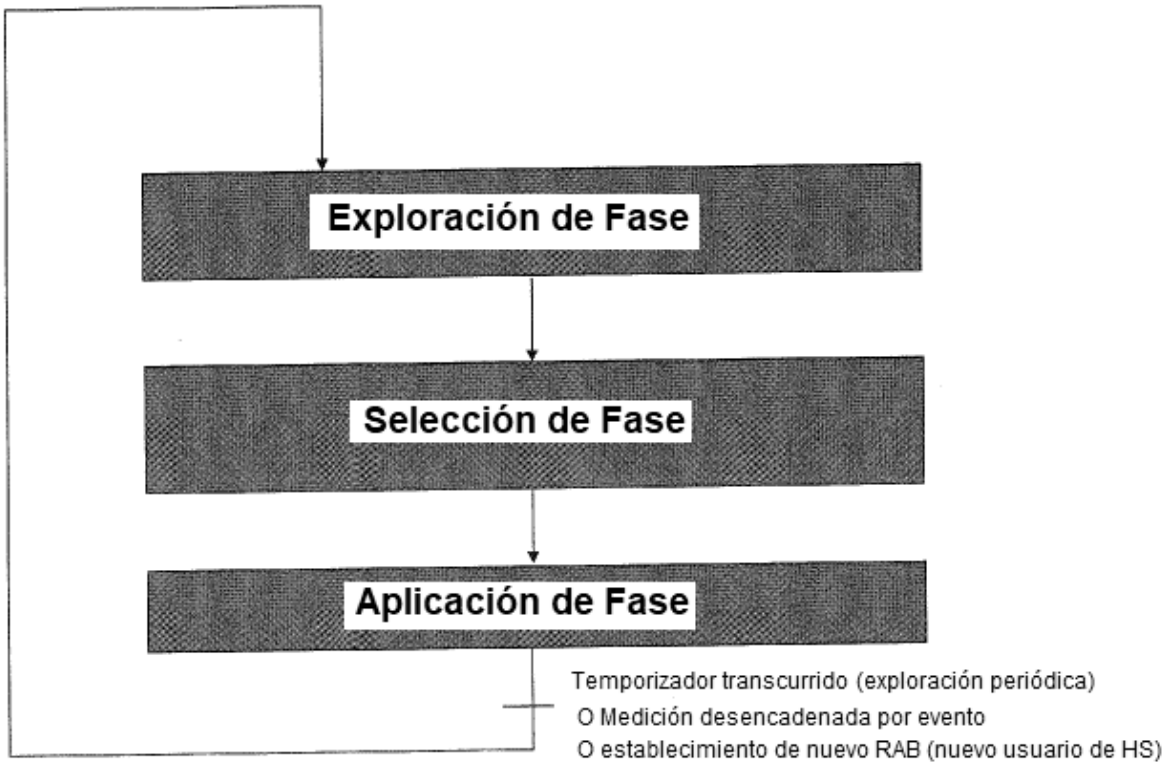

26,00
24,00
22,00
20,00
18,00
16,00
14,00
12,00
10,00
CQI
0
23
45
68
90
113
135
158
180
203
225
248
270
293
315
338
Desplazamiento de fase (º)

Figura 4


Exploración de Fase
Selección de Fase
Aplicación de Fase
Temporizador transcurrido (exploración periódica)
O Medición desencadenada por evento
O establecimiento de nuevo RAB (nuevo usuario de HS)

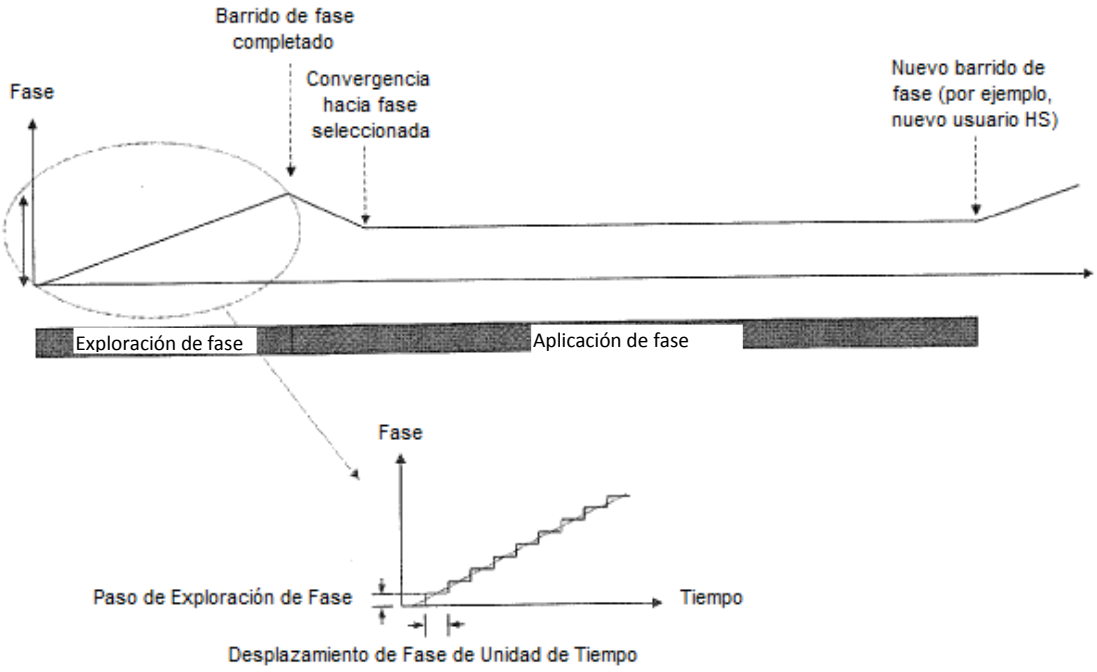

Barrido de fase completado
Convergencia hacia fase seleccionada
Nuevo barrido de fase (por ejemplo, nuevo usuario HS)
Fase
Exploración de fase
Aplicación de fase
Fase
Paso de Exploración de Fase
Tiempo
Desplazamiento de Fase de Unidad de Tiempo

Figura 6

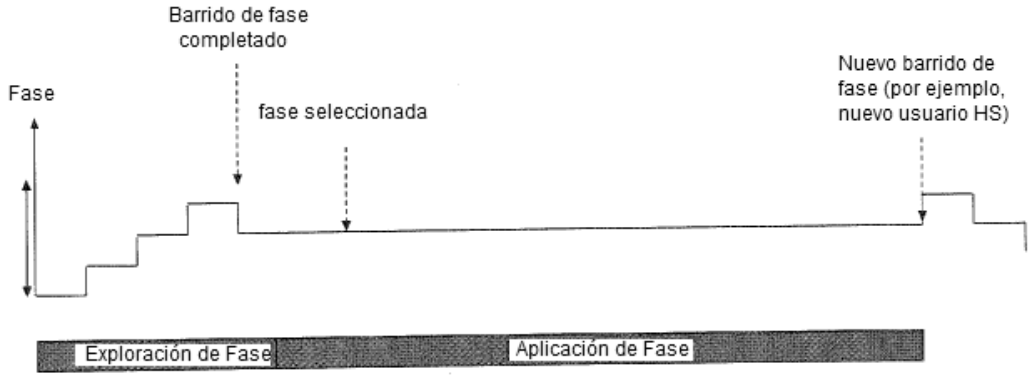

Barrido de fase completado
Fase
fase seleccionada
Nuevo barrido de fase (por ejemplo, nuevo usuario HS)
Exploración de Fase
Aplicación de Fase

Figura 7

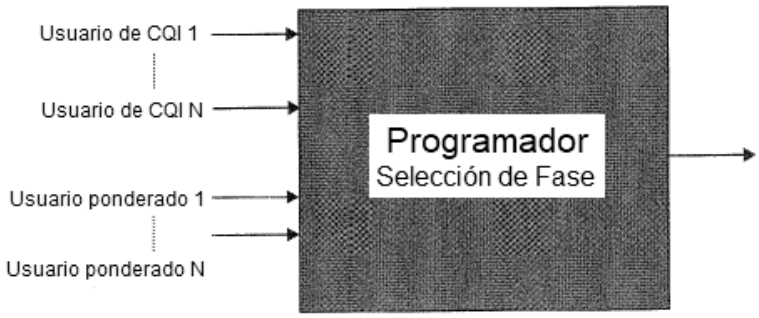

Usuario de CQI 1
Usuario de CQI N
Usuario ponderado 1
Usuario ponderado N
Programador
Selección de Fase

Figura 8

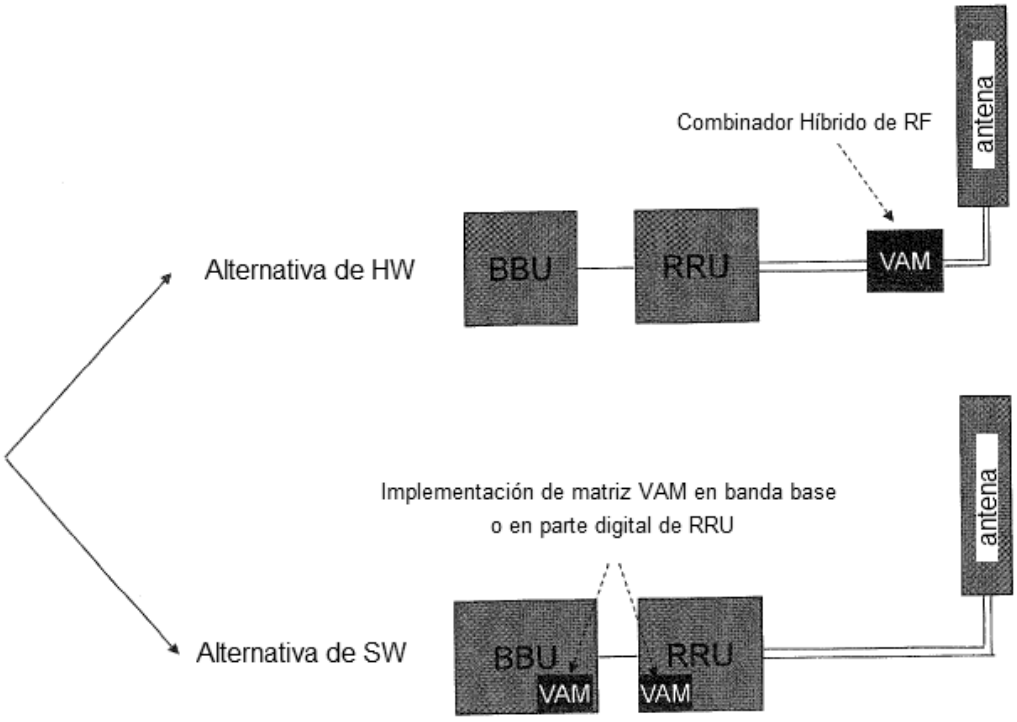

Combinador Híbrido de RF
antena
Alternativa de HW
BBU
RRU
VAM
Implementación de matriz VAM en banda base
o en parte digital de RRU
antena
Alternativa de SW
BBU
VAM
RRU
VAM

Figura 9

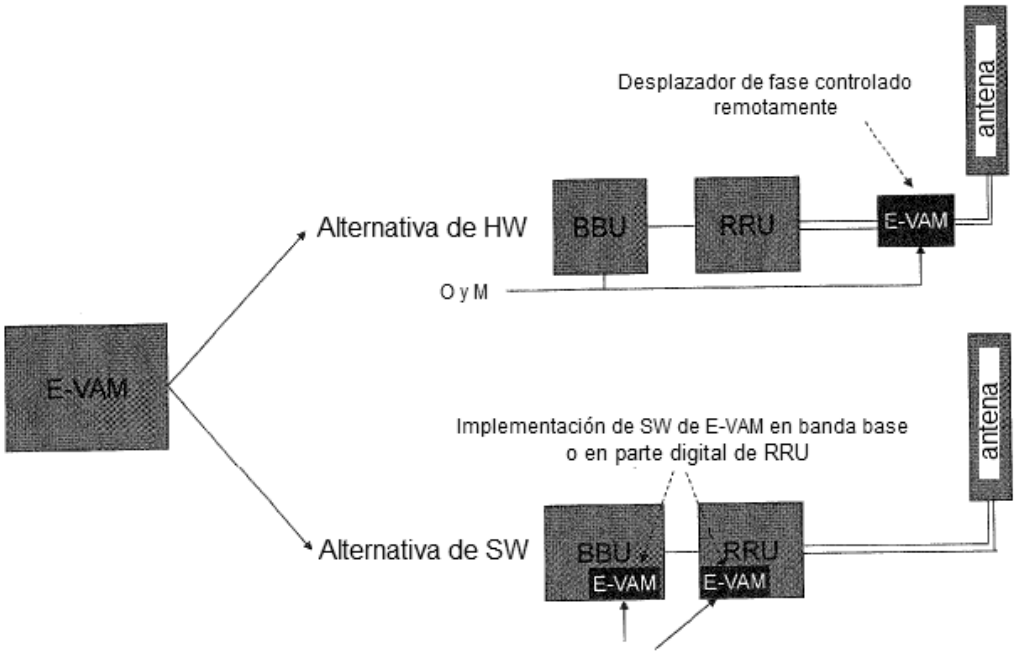

Desplazador de fase controlado remotamente
antena
Alternativa de HW
BBU
RRU
E-VAM
O y M
E-VAM
Implementación de SW de E-VAM en banda base o en parte digital de RRU
antena
Alternativa de SW
BBU +
E-VAM
RRU
E-VAM

Figura 10

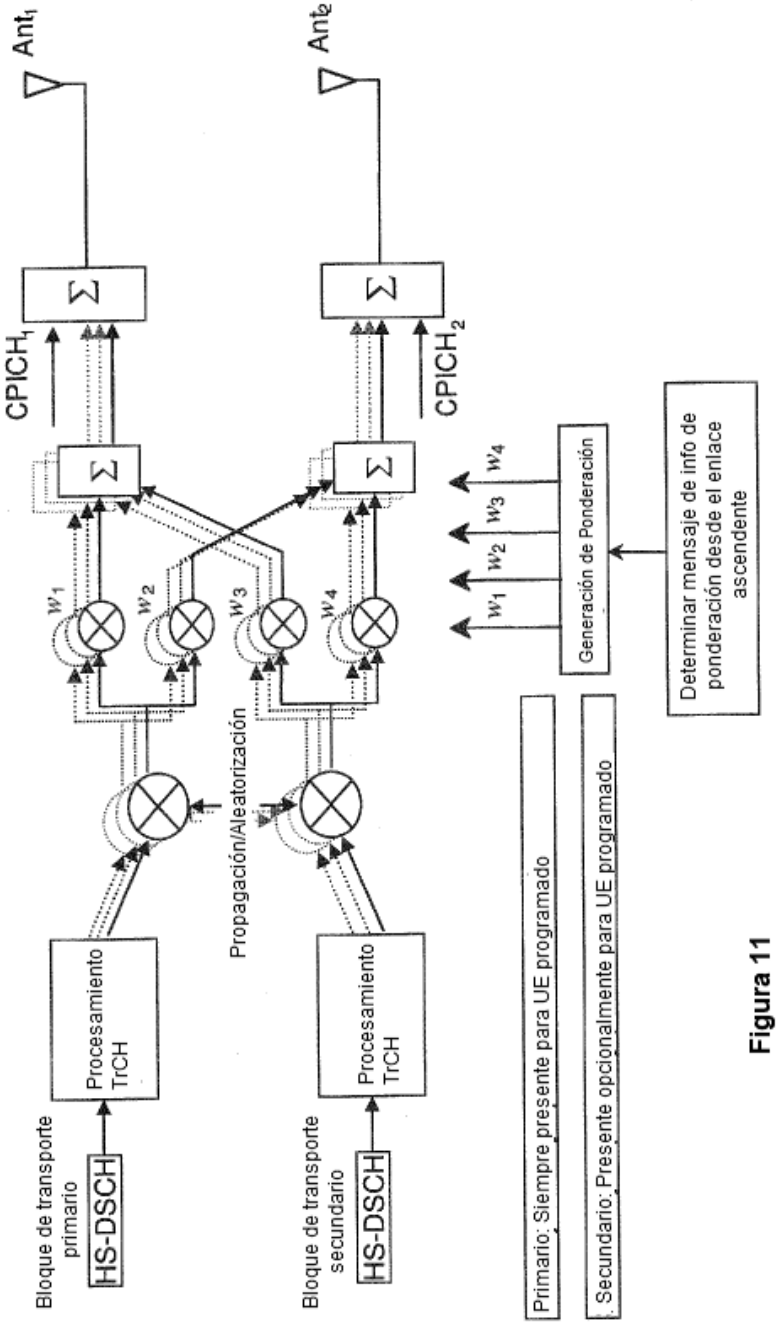

Ant1
Ant2
CPICH1
CPICH2
Σ
w1
w2
w3
w4
Propagación/Aleatorización
Procesamiento TrCH
Procesamiento TrCH
Bloque de transporte primario
Bloque de transporte secundario
HS-DSCH
HS-DSCH
Generación de Ponderación
Determinar mensaje de info de ponderación desde el enlace ascendente
Primario: Siempre presente para UE programado
Secundario: Presente opcionalmente para UE programado

Figura 11