

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 606 582**

51 Int. Cl.:

**H04B 7/04** (2006.01)

**H04B 7/06** (2006.01)

**H04B 7/10** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.02.2011 PCT/EP2011/051583**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.04.2012 WO12045482**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.02.2011 E 11702447 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.09.2016 EP 2625795**

54 Título: **Método y disposición para el control de polarización en un sistema de comunicaciones**

30 Prioridad:

**05.10.2010 US 389796 P**

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

**24.03.2017**

73 Titular/es:

**TELEFONAKTIEBOLAGET L M ERICSSON  
(PUBL) (100.0%)  
164 83 Stockholm, SE**

72 Inventor/es:

**ASPLUND, HENRIK;  
HAGERMAN, BO;  
OVESJÖ, FREDRIK y  
REIAL, ANDRES**

74 Agente/Representante:

**LINAGE GONZÁLEZ, Rafael**

ES 2 606 582 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**

Método y disposición para el control de polarización en un sistema de comunicaciones

**5 Campo técnico**

La presente descripción se refiere a sistemas de comunicación en general y específicamente al control del estado de polarización para señales de transmisión en tales sistemas.

**10 Antecedentes**

La introducción de capacidades MIMO en redes WCDMA/HSPA existentes es un paso importante en la evolución de la tecnología hacia mayores tasas de bits y eficiencia espectral. Con MIMO se necesitan usar al menos dos antenas de transmisión dentro de la misma célula. Sin embargo, la introducción de un segundo puerto de antena de transmisión tiene una influencia negativa para equipo de usuario (UE) heredado para el que las señales transmitidas en el segundo puerto de antena aparecerá como interferencia, como se ilustra en la figura 1. Idealmente, ya que las señales de segundo puerto de antena, tales como los S-CPICH y las corrientes MIMO, se transmiten con códigos de canalización que son ortogonales a las utilizadas para los usuarios heredados, esta interferencia será totalmente ortogonal y por lo tanto suprimida completamente. Sin embargo, la ortogonalidad de los códigos sólo se garantiza cuando los códigos se transmiten a través de canales no dispersivos, que normalmente no es el caso. Ni siquiera un receptor MMSE del estado del arte será capaz de suprimir completamente esta interferencia. Así, la presencia de un piloto S-CPICH o tráfico MIMO en la célula puede tener consecuencias negativas para la calidad percibida de comunicación para un UE que está desmodulando información sólo desde el puerto de antena 1, denominado en lo sucesivo usuario heredado.

El documento US 2007/268193 divulga un dispositivo de antena para una estación base de radio en un sistema de telefonía celular que comprende unas conexiones de entrada primera y segunda para unas corrientes de datos primera y segunda, y unos formadores de polarización primero y segundo, uno para cada corriente de datos. El dispositivo también incluye unas antenas primera y segunda de una respectiva polarización y con un respectivo amplificador. Adicionalmente, el dispositivo incluye unos combinadores primero y segundo para posibilitar la combinación de las salidas procedentes de cada formador de polarización como entradas a cada antena.

La solicitud de patente de EE.UU. publicada 2008/0240279 A1 divulga un método y un dispositivo para operar interfaces aéreas MIMO en sistemas de comunicaciones móviles. Una señal de radio se transmite mediante un dispositivo de transmisión por mediación de un canal MIMO que comprende un cierto número de m sub-canales y se recibe mediante un dispositivo de recepción que tiene n antenas. La invención se basa en el hecho de que se asignan diferentes polarizaciones a las señales que se han de transmitir por los sub-canales, y las señales se suministran a una antena común.

Por lo tanto, existe necesidad de métodos y disposiciones para la reducción de la interferencia para equipo de usuario heredado en un sistema de comunicación con capacidades MIMO.

**Sumario**

Es un objeto obviar al menos algunas de las desventajas anteriores y proporcionar una estación base de radio mejorada. Este objeto se resuelve mediante las reivindicaciones adjuntas.

Un aspecto de la presente divulgación incluye un método para controlar el estado de polarización de señales de equipo de usuario heredado a transmitir desde un nodo de estación base de radio con capacidades MIMO a una pluralidad de equipos de usuario que comprende equipo de usuario heredado, cuyo nodo de estación base de radio comprende una unidad de pre-codificador que conecta unos puertos primero y segundo de antena virtual a unos respectivos puertos primero y segundo de antena de transmisión. El método incluye controlar, para señales heredadas transmitidas en los puertos primero y segundo de antena virtual, una fase relativa entre señales heredadas a transmitir desde el primer puerto de antena de transmisión y el segundo puerto de antena de transmisión para proporcionar un estado de polarización para dichas señales heredadas a transmitir desde el primer puerto de antena de transmisión y el segundo puerto de antena de transmisión de entre un par predeterminado de estados de polarización ortogonales, e intercambiar el estado de polarización de las señales heredadas transmitidas por los puertos primero y segundo de antena virtual, para proporcionar señales heredadas transmitidas desde el primer puerto de antena de transmisión y el segundo puerto de antena con estados de polarización alternantes.

Un segundo aspecto de la presente divulgación incluye un nodo de estación base de radio con capacidades MIMO que comprende una unidad de pre-codificador que conecta unos puertos primero y segundo de antena virtual a unos respectivos puertos primero y segundo de antena de transmisión para la transmisión de señales a una pluralidad de equipos de usuario que comprenden equipo de usuario heredado. El nodo de estación base de radio comprende además un controlador configurado para controlar, para señales heredadas transmitidas por los puertos primero y segundo de antena virtual, una fase relativa entre señales heredadas a transmitir desde el primer puerto de antena

de transmisión y el segundo puerto de antena de transmisión para proporcionar un estado de polarización para dichas señales heredadas a transmitir desde el primer puerto de antena de transmisión y el segundo puerto de antena de entre un par predeterminado de estados de polarización ortogonales. Además, el nodo de estación base de radio comprende un conmutador de polarización configurado para intercambiar los estados de polarización de las señales heredadas a transmitir desde los puertos primero y segundo de antena de transmisión, para las señales heredadas transmitidas por los puertos primero y segundo de antena de virtual, para proporcionar señales heredadas transmitidas desde el primer puerto de antena de transmisión y el segundo puerto de antena de transmisión con estados de polarización alternantes.

Una ventaja de la invención es que el uso de una polarización vertical o una polarización horizontal para el puerto de antena (virtual) 1 dará lugar a una cierta supresión de la interferencia que un UE heredado experimenta a partir de transmisiones por el puerto de antena 2. Se espera que la ganancia práctica procedente de esta supresión sea del orden de 1-2 dB. La invención puede así usarse para facilitar la introducción de la capacidad MIMO en la red HSPA, ya que las consecuencias negativas de tal introducción para los UE heredados se pueden reducir.

Otra ventaja de implementar la invención es que también permite la coordinación de la polarización de transmisión entre células, lo que puede dar mayores ganancias en la supresión de la interferencia entre células.

**Breve descripción de los dibujos**

La invención, junto con otros objetos y ventajas de la misma, se puede entender mejor haciendo referencia a la siguiente descripción tomada junto con los dibujos que se acompañan, en los que:

la figura 1 es una ilustración esquemática de un sistema en el que se pueden implementar las realizaciones de la presente divulgación;

la figura 2 es un diagrama de flujo esquemático de una realización de un método de acuerdo con la presente invención;

la figura 3 es una ilustración esquemática de una realización de un método de acuerdo con la presente divulgación;

la figura 4 es una ilustración esquemática de una realización de un nodo de estación base de radio de acuerdo con la presente invención;

la figura 5 es una ilustración esquemática de un nodo de estación base de radio conocido;

la figura 6 es una ilustración esquemática de una realización de un nodo de acuerdo con la presente divulgación;

la figura 7 ilustra una red de comunicación general en el que se pueden implementar realizaciones de la presente divulgación.

**Abreviaturas**

CQI	Indicador de calidad de canal
HP	Polarización horizontal
HSPA	Acceso de paquetes de alta velocidad
HS-PDSCH	Canal físico compartido de enlace descendente de alta velocidad
LHCP	Polarización circular izquierda
MIMO	Múltiple entrada múltiple salida
P-CPICH	Canal piloto común primario
RBS	Estación base de radio
RHCP	Polarización circular derecha
RNC	Controlador de red de radio
S-CPICH	Canal piloto común secundario
UE	Equipo de usuario
VP	Polarización vertical
WCDMA	Acceso múltiple por división de código de banda ancha

**Descripción detallada**

En todos los dibujos, los mismos números de referencia se utilizan para elementos similares o correspondientes. Aunque la presente descripción se ocupa principalmente de y describe el caso de estados de polarización vertical y horizontal, la misma metodología se puede aplicar asimismo a otros estados de polarización ortogonal sin apartarse del objetivo principal de la divulgación.

Un reciente desarrollo para el equilibrio de potencia entre amplificadores de potencia asociados con cada una de dos antenas de transmisión en equipo con capacidades MIMO en sistemas WCDMA/HSPA, y para posibilitar que UE heredados se beneficien de la potencia total disponible implica la introducción de un pre-codificador común (véase la figura 5). El pre-codificador distribuye cada señal a transmitir con la misma amplitud a los dos amplificadores de potencia. Cuando se utiliza en combinación con una antena de transmisión de polarización cruzada, esto dará lugar a una polarización transmitida que es una combinación lineal de las dos polarizaciones de antena. Un desfase entre las dos ramas de antena, ya sea que se produce en los transmisores, los alimentadores, o en las antenas, afectará a la polarización final que se transmite. Como ejemplo, para una antena polarizada +45/-45 con desfase de 0° entre las ramas, un pre-codificador común en la forma a continuación en la ecuación 0:

$$\begin{pmatrix} p_1 \\ p_2 \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 & e^{j\pi/4} \\ j & e^{-j\pi/4} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} v_1 \\ v_2 \end{pmatrix} \tag{Ec. 0}$$

dará lugar a transmisiones desde el puerto de antena 1 tales como los datos HS o P-CPICH que sea de polarización circular izquierda (LHCP). Un desfase de 180° da lugar a polarización circular derecha (RHCP), mientras que 90° y 270° darán lugar a polarización vertical (VP) y polarización horizontal (HP), respectivamente. En cada caso, las transmisiones desde el puerto de antena 2, tales como el S-CPICH, siempre se transmitirán desde una polarización ortogonal al puerto de antena 1.

De acuerdo con otro desarrollo reciente, la interferencia entre diferentes usuarios se ha abordado mediante la utilización de la polarización como un medio para reducir la interferencia entre usuarios. Este objetivo se logra a través de la planificación de transmisiones a múltiples usuarios en polarizaciones particulares cuya ortogonalidad esencialmente se mantuvo también después de la propagación a través del canal de radio inalámbrico. En condiciones de visibilidad de falta de línea, las polarizaciones vertical y horizontal cumplen este criterio de mantenimiento de los elementos de la ortogonalidad y por lo tanto es preferible usarlos. Mediante la identificación de los dispositivos de usuario con una preferencia por la polarización vertical u horizontal, es posible emparejar dichos usuarios para una planificación simultánea, lo que resulta en menos interferencia entre estos usuarios.

Sobre la base de la técnica anterior y las propiedades anteriormente discutidas, los inventores han identificado un método y una disposición beneficiosos para la mejora de la situación de interferencia para los usuarios existentes en un sistema MIMO que utiliza un pre-codificador común. Básicamente, esto se logra mediante el control de la polarización de las señales a transmitir desde los puertos de antena virtual del pre-codificador común de tal manera que las señales tienen uno de dos estados de polarización beneficiosos, por ejemplo que están polarizadas principalmente vertical u horizontalmente. Junto con el conocimiento de estados de polarización preferidos para equipo de usuario en el sistema, es posible planificar usuarios durante períodos de polarización correspondiente de las señales.

Una realización básica de la presente descripción tiene por objeto ajustar S10 la fase relativa entre las ramas del transmisor de tal manera que el puerto de antena 1, en el que se transmite datos HS heredados y P-CPICH, y el puerto de antena 2, sobre el que se transmite S-CPICH, son cada uno transmitidos con una polarización ya sea vertical u horizontal. Con el fin de beneficiar a ambos UE con una preferencia por cualquiera de VP o HP, los puertos de antena o al menos la polarización de los respectivos puertos de antena se intercambian S20, en tiempo o frecuencia. En resumen, los puertos de antena se intercambian (o equivalentemente, un desfase adicional de 180°) en tiempo o en frecuencia de tal manera que se puede hacer que todos los UE heredados que experimentan una preferencia por una de las dos polarizaciones se beneficien de un aumento de la supresión del S-CPICH y la interferencia asociada del puerto de antena 2. De manera más elaborada, los UE que tienen una preferencia por la VP se pueden planificar en tiempos o en frecuencias en los que el puerto de antena 1 está mapeado a VP ganando mediante ello una ganancia de diversidad adicional, así como una mejor supresión de las transmisiones de HP desde el puerto de antena 2. Los UE con una preferencia por HP pueden en cambio ser planificados durante los tiempos o en las frecuencias en los que el puerto de antena 1 está mapeado a HP.

Como las polarizaciones vertical y horizontal se mantienen en mayor medida que otras polarizaciones durante la propagación a través del medio ambiente, se puede lograr una cierta mejora en la relación señal a interferencia en el receptor. Aunque la realización se ha descrito con relación a la polarización vertical y horizontal, el mismo método puede aplicarse a cualquier tipo de polarización ortogonal.

Con referencia a la figura 2, se describirá una realización de un método de control de los estados de polarización de

señales a transmitir desde un nodo de estación base de radio con capacidades MIMO de acuerdo con la presente invención. La estación base de radio incluye una unidad de pre-codificador común, que conecta unos puertos primero y segundo de antena virtual a unos respectivos puertos primero y segundo de antena de transmisión, a través de un respectivo amplificador de potencia. Durante el funcionamiento la fase relativa o diferencia de fase entre las señales transmitidas desde los puertos primero y segundo de antena de transmisión se controla S10 para proporcionar un par predeterminado de estados de polarización ortogonales para las señales transmitidas en los puertos primero y segundo de antena virtual. Además, los estados de polarización de los puertos de antena virtual se intercambian periódicamente S20 para proporcionar señales polarizadas transmitidas con estados de polarización alternantes. Al hacer esto, el equipo de usuario heredado con preferencia a uno u otro de los estados de polarización predeterminados se beneficia de la reducción de la interferencia.

A modo de ejemplo, la figura 3 ilustra cómo los estados de polarización se intercambian S20. Las flechas ilustran la polarización vertical y la polarización horizontal en determinados períodos o intervalos de tiempo en las dos antenas respectivamente. La misma ilustración podría servir para mostrar un correspondiente intercambio entre RHCP y LHCP, u otros estados de polarización ortogonales.

Para permitir una visión más detallada de los beneficios de la presente descripción, se describirán a continuación algunos detalles sobre HSPA y la polarización.

Un nodo de estación base de radio HSPA típicamente transmite una señal piloto, el P-CPICH, que los UE pueden utilizar para estimar el canal y por lo tanto demodular el tráfico de datos (por ejemplo el canal de HS-PDSCH). Cuando la estación base de radio se configura para la transmisión MIMO, se necesita transmitir una segunda señal piloto, el S-CPICH, desde la segunda antena con el fin de permitir que los UE con capacidades MIMO realicen la estimación de canal y demodular transmisiones MIMO. El uso de un pre-codificador común para equilibrar la utilización de la energía de los UE heredados (sin capacidades MIMO) en los dos amplificadores de potencia (AP) de una estación base con capacidades MIMO se ha descrito previamente. En resumen, un pre-codificador común se aplica antes de los amplificadores de potencia con el fin de proporcionar equilibrio de potencia para señales MIMO, así como SISO. Al excluir dos pesos de pre-codificación MIMO, se logra el equilibrio de potencia también para señales MIMO de corriente única. La figura 5 ilustra el funcionamiento de un pre-codificador común así como la manera en que los canales piloto y de datos son mapeados a las antenas.

Como se mencionó anteriormente, un inconveniente de la introducción de una segunda antena de transmisión es que los UE heredados sufrirán de interferencia del tráfico piloto y de datos que se transmite desde la segunda antena. WCDMA y HSPA utilizan códigos de distribución ortogonal para los diferentes canales, tales como P-CPICH, S-CPICH, HS-PDSCH, etc, así como para diferentes usuarios concurrentes. De este modo, idealmente, el tráfico de datos S-CPICH y MIMO será totalmente ortogonal a la señal deseada, por ejemplo HS-PDSCH para los usuarios heredados. En un canal dispersivo en el tiempo, la ortogonalidad entre los códigos se degrada, llevando a la interferencia entre las señales. Un receptor de UE del estado de la técnica puede, en cierta medida, compensar esta degradación mediante la ecualización del canal, por ejemplo mediante el uso de un receptor MMSE lineal. Sin embargo, cuando algunas de las señales se transmiten a través de un canal diferente, como es el caso de las señales transmitidas desde la antena 2, el receptor MMSE será menos eficaz en la supresión de la interferencia. La degradación del rendimiento de UE heredado al que esto conduce se ha observado en la práctica y añade una solución de compromiso indeseable entre las ganancias para posibilitar MIMO y las pérdidas experimentadas por los UE heredados. Por tanto, es deseable minimizar el impacto de la interferencia del tráfico de S-CPICH y MIMO.

Una posible manera de reducir la interferencia del S-CPICH es utilizar el hecho de que el pre-codificador común en combinación con una antena de doble polarización, en esencia, cambia las polarizaciones a las que se mapean los puertos de antena. Matemáticamente, la polarización de una onda plana que se propaga en la dirección z puede ser descrita usando un vector unitario complejo  $\mathbf{p}$  como sigue en la ecuación 1:

$$\mathbf{p} = p_x \hat{x} + p_y \hat{y}, \quad |p_x|^2 + |p_y|^2 = 1 \quad (\text{Ec. 1})$$

Aquí  $\hat{x}$  e  $\hat{y}$  son vectores unitarios cartesianos. Para una onda con polarización vertical (el vector de campo eléctrico está oscilando a lo largo del eje y),  $\mathbf{p}_v = p_y \hat{y}$ , ( $p_x = 0$ ) para una onda con polarización horizontal,  $\mathbf{p}_h = p_x \hat{x}$ , ( $p_y = 0$ ). Un onda lineal oblicua, polarizada +45 grados, tiene  $p_x = p_y$ , mientras que una onda polarizada -45 grados tiene  $p_x = -p_y$ . Por último, la polarización circular (el vector de campo eléctrico está girando en el plano x-y) se produce cuando las dos componentes están fuera de fase 90 grados, por ejemplo,  $p_x = ip_y$  para polarización circular izquierda (LHCP) y  $p_x = -ip_y$  para circular derecha.

La polarización de la superposición de una señal transmitida con una amplitud compleja a desde una antena polarizada +45 y una amplitud compleja b desde una antena polarizada -45 se muestra en la ecuación 2:

$$\begin{aligned} \mathbf{p} &= a\mathbf{p}_{+45} + b\mathbf{p}_{-45} = a\frac{1}{\sqrt{2}}(\hat{x} + \hat{y}) + b\frac{1}{\sqrt{2}}(\hat{x} - \hat{y}) = \\ &= \frac{1}{\sqrt{2}}(a+b)\hat{x} + \frac{1}{\sqrt{2}}(a-b)\hat{y} \end{aligned} \quad (\text{Ec. 2})$$

El pre-codificador común anteriormente mencionado mapea los datos P-CPICH y HS a los dos puertos de antena con amplitudes complejas  $a = 1/\sqrt{2}$ ,  $b = i/\sqrt{2}$ . En ausencia de cualquier desfase adicional, se puede demostrar que esto da como resultado la polarización circular en la ecuación 3:

5

$$\begin{aligned} \mathbf{p}_{HS} &= a\mathbf{p}_{+45} + b\mathbf{p}_{-45} = a\frac{1}{\sqrt{2}}(\hat{x} + \hat{y}) + b\frac{1}{\sqrt{2}}(\hat{x} - \hat{y}) = \frac{1}{2}(1+i)\hat{x} + \frac{1}{2}(1-i)\hat{y} = \\ &= ip_y\hat{x} + p_y\hat{y} \quad \text{con } p_y = \frac{1}{2}(1-i) \end{aligned} \quad (\text{Ec. 3})$$

Como se mencionó anteriormente, la introducción de un desfase  $e^{i\theta}$  sobre una de las ramas después del pre-codificador común (el desfase puede ser o bien intencionadamente a través de una multiplicación compleja en la banda base o bien no intencionadamente a través de falta de calibración, deriva de fase, diferencias de antena, o incluso una combinación de los dos) crea una nueva polarización eficaz, véase la ecuación 4 a continuación.

10

$$\begin{aligned} \mathbf{p}_{HS} &= a\mathbf{p}_{+45} + be^{i\theta}\mathbf{p}_{-45} = a\frac{1}{\sqrt{2}}(\hat{x} + \hat{y}) + be^{i\theta}\frac{1}{\sqrt{2}}(\hat{x} - \hat{y}) = \\ &= \frac{1}{2}\left(1 + e^{i\left(\theta + \frac{\pi}{2}\right)}\right)\hat{x} + \frac{1}{2}\left(1 - e^{i\left(\theta + \frac{\pi}{2}\right)}\right)\hat{y} \end{aligned} \quad (\text{Ec. 4})$$

De lo anterior es evidente que el ajuste del desfase a, por ejemplo,  $+90^\circ$  o  $-90^\circ$  da VP o HP, respectivamente, mientras que  $0^\circ$  o  $180^\circ$  da LHCP o RHCP. Otros desfases darán lugar a una polarización elíptica. (Un desfase antes del pre-codificador común no va a cambiar la polarización de los puertos de antena virtual 1 o 2, a pesar de que va a cambiar la polarización eficaz de las corrientes MIMO pre-codificadas).

15

Se observa entonces por los inventores que mediante el control del desfase es posible controlar la polarización efectiva del primer puerto de antena virtual (en el que se transmite el P-CPICH y los datos HS). Hay que tener en cuenta que el segundo puerto de antena virtual siempre dará lugar a una polarización que es ortogonal a la del primer puerto de antena virtual. Esto es a partir de que el pre-codificador común representa un mapeo unitario que mantiene la ortogonalidad de los dos puertos de entrada. En consecuencia, la polarización eficaz de los dos puertos de antena virtual puede ser controlada mediante el control del desfase.

20

Investigaciones experimentales han demostrado que la polarización óptima es VP para algunos UE y HP para otros UE. Esto se puede entender a partir de la siguiente argumentación:

25

La polarización de un cierto UE es una función del diseño de la antena, la orientación, la interacción del usuario, etc., y puede a todos los efectos ser considerado como bastante aleatorio. Sin embargo, se ha observado que las ondas de radio polarizadas vertical y horizontalmente mantienen su polarización en gran medida cuando se propagan a través de un entorno típico. Si un cierto UE tiene una polarización más vertical que horizontal, recibirá por consiguiente señales transmitidas desde una antena de polarización vertical con más potencia que señales transmitidas desde una antena de polarización horizontal. Este no es el caso si las señales se transmiten desde un par de antenas cuyas polarizaciones tienen proyecciones de magnitud igual en la polarización vertical y horizontal. Ejemplos de este tipo de antenas son polarizada linealmente inclinada  $+45/-45$  o polarizada circularmente izquierda/derecha.

30

35

Un aspecto de la presente descripción es entonces ajustar S10 un desfase entre las dos salidas del pre-codificador común de tal manera que las polarizaciones eficaces resultantes a las que se mapean los puertos de antena virtual proporcionan la mejor separación de puerto de antena en el o los UE. Como se mencionó anteriormente, esto se logra a menudo por VP y HP. Por lo tanto, utilizaremos el supuesto de grado óptimo de VP/HP en el resto de la descripción, pero sin limitar el alcance de la invención.

40

Para un UE heredado con más sensibilidad a VP que a HP será beneficioso por tanto transmitir el puerto de antena 1 en VP ya que esto reduce la interferencia desde el puerto de antena con polarización horizontal 2. Otro UE heredado que puede ser más sensibles a HP que a VP se beneficiará en cambio de que el puerto de antena 1 se

45

mapeo a HP. Las ganancias de tal optimización por UE han sido evaluadas a partir de datos experimentales y ahí se ha encontrado que la relación señal a interferencia (SIR) puede mejorar entre un 1-2 dB cuando se selecciona el mejor de VP y HP, y hasta 5 dB con la optimización instantánea. Sin embargo, hay que señalar que, para una polarización dada, por ejemplo VP, los usuarios con una preferencia por HP experimentarán en cambio una pérdida de SIR de magnitud similar.

Un reto es que los pesos del pre-codificador común y las necesidades de desfase asociadas sean comunes para todos los usuarios en la célula ya que la señal piloto común (P-CPICH) de célula y los datos (HS-PDSCH) deben ser transmitidos por el mismo canal (de lo contrario las estimaciones de canal utilizadas por los UE en la demodulación serán erróneas). Cuando en un instante se planifica un único usuario, esto no es un problema, pero es imposible optimizar simultáneamente la polarización de transmisión para dos usuarios que tienen preferencias VP/HP opuestas. En consecuencia, de acuerdo con una realización adicional, los puertos de antena se intercambian periódicamente S20, ya sea intercambiando realmente los puertos de antena o mediante la introducción de un desfase de 180. Mediante ello, el equipo de usuario con una preferencia hacia uno o el otro estado de polarización se beneficiará periódicamente de la reducción de interferencias.

Cambiar cíclicamente entre estados de polarización, por ejemplo VP y HP, puede lograrse intercambiando S20 los estados de polarización de los puertos de antena virtual mediante la adaptación de la fase relativa entre las señales transmitidas. Este ciclo de la polarización de transmisión se puede hacer en el tiempo, ya sea con intervalos de tiempo regulares de igual longitud, o, en el caso de que la mayoría de los UE prefieran una polarización particular, a intervalos de tiempo no iguales. Una variante adicional consiste en basar el ciclo en desencadenantes de evento predeterminados, tales como cuando la tendencia general de los UE en la célula cambia de una polarización a la otra debido a la llegada de nuevos UE. Hay dos maneras de cambiar el mapeo desde antena virtual hasta polarización física: o bien el desfase se incrementa  $+180^\circ$  o  $-180^\circ$ , o bien las salidas del pre-codificador común se intercambian entre sí. La primera opción resulta del hecho de que un desfase de  $90^\circ$  da la polarización vertical, mientras que  $-90^\circ$  da la polarización horizontal. El cambio cíclico de la polarización de transmisión dará una ganancia en caso de que los UE se planifiquen preferentemente para una ranura de tiempo en la que la polarización es óptima para ese usuario particular. Las investigaciones experimentales han demostrado que tal planificación en combinación con un "salto" de polarización entre VP y HP tiene el potencial para un aumento de SIR medio de 1-2 dB. Sin embargo, con el fin de alcanzar estas ganancias, a la vez que se evitan retrasos de planificación adicionales, el salto debe ser lo suficientemente rápido. Si, digamos, son inaceptables retrasos de planificación de más de 20 ms, entonces la polarización necesita ser cambiada en esta escala de tiempo.

Uno de los retos con un ciclo de la polarización de transmisión en el tiempo es que el canal percibido tendrá discontinuidades en cada punto de conmutación. Esto puede causar problemas a ciertos UE, especialmente para tal funcionalidad que se base en estimaciones filtradas como puede ser el caso de, por ejemplo, estimación de interferencia o canal. Por tanto, es deseable minimizar la frecuencia de conmutación de polarización, considerando sin embargo al mismo tiempo el compromiso frente a los retrasos de planificación y la ganancia de SIR.

Otra alternativa es variar la polarización de transmisión suavemente, por ejemplo dejando que el desfase varíe de forma continua y suave en el tiempo. Esto tiene el inconveniente de que las polarizaciones óptimas VP o HP serán utilizadas sólo cuando el desfase esté cerca de  $+90^\circ$  o  $-90^\circ$ , pero se puede minimizar al hacer la transición suave de un estado de polarización estable a otro con relativa rapidez. Se espera que un tiempo de conmutación constante del orden de por ejemplo 5 ranuras cause una degradación pequeña, en su caso, a los procesos de filtrado en el UE.

De acuerdo con una realización adicional, la etapa de intercambio S20 de los estados de polarización de los puertos de antena puede ser realizada por la conmutación de señales desde los puertos primero y segundo de antena virtual entre los puertos primero y segundo de antena de transmisión. El intercambio se puede realizar de forma adaptativa, así como determinista con intervalos de tiempo regulares iguales o no iguales.

Según una realización adicional de la divulgación, el estado de polarización se trata cíclicamente en cambio en el dominio frecuencia. Esto se puede lograr si la estación base está configurada con dos o más portadoras que cubren una misma zona o célula, como en una aplicación multi-portadora. Considérese, por ejemplo, el caso con dos portadoras. Estas dos portadoras pueden considerarse como dos células separadas donde la polarización de transmisión para cada portadora puede ser sintonizada de tal manera que se convierte en VP para uno de los portadoras y HP para el otro. El resultado práctico de esto será una forma de diversidad de polarización entre las frecuencias portadoras. Como resultado un cierto UE entonces puede ser planificado en la portadora para la que notifica los mejores CQI (indicadores de calidad de canal) y por consiguiente beneficiarse automáticamente de la polarización óptima ya que el CQI está relacionado con la SIR experimentada. El concepto se puede extender si hay más de dos portadoras que cubren la misma área, dividiendo las portadoras en dos subconjuntos: un subconjunto sintonizado para VP y uno para HP. También se puede introducir un tercer subconjunto, en el que la polarización se sintoniza en cambio para los usuarios MIMO a través de la introducción de un desfase de tal manera que las corrientes MIM01 y MIM02 se codifican en VP o HP. Este tercer estado también se puede introducir cuando se tratan cíclicamente las polarizaciones de transmisión en el tiempo.

Para los UE sin capacidades de recepción de múltiples portadoras, el UE estará operando en una portadora en cada

momento. Si diferentes portadoras están sintonizadas a diferentes polarizaciones, puede ser beneficioso dirigir estos UE hacia portadoras con propiedades de polarización beneficiosas. En consecuencia, si un nodo de estación base está configurado con una pluralidad de portadoras que cubren un mismo sector, es posible llevar a cabo el intercambio de estado de polarización por intercambio de forma adaptativa el estado de polarización entre diferentes portadoras en el dominio frecuencia. Esto se puede hacer mediante traspasos entre frecuencias durante la conexión y/o redirección a una portadora diferente en la conmutación de canal cuando se conmuta de CELL\_DCH a CELL\_FACH / CELL\_PCH / URA\_PCH. Mediante la comparación de las estadísticas de calidad de conexión (por ejemplo, CQI) para el UE en diferentes portadoras, la red puede entonces determinar qué portadora mapear al UE. Realizar sondeos de la calidad de canal sobre otras portadoras que en la que el UE está operando actualmente se puede hacer mediante la reorientación del UE a una nueva portadora. Si el rendimiento mejora, se permite que el equipo de usuario permanezca en la nueva portadora, pero si el rendimiento se degrada el UE puede ser enviado de nuevo a la antigua portadora.

De acuerdo con una realización particular, la RBS y el RNC pueden cooperar en estas decisiones ya que es la RBS la que tiene el mejor conocimiento de las condiciones de radio del UE (CQI notificado, etc.), mientras que es el RNC el que maneja las órdenes para indicar al UE que vaya a diferentes portadoras. Esta cooperación puede ser ayudada por la introducción de nueva señalización de RBS a RNC, donde la RBS puede informar al RNC del rendimiento observado para el UE sobre una portadora particular (tal como el CQI medio). El RNC sería entonces responsable de evaluar qué portadora da el rendimiento óptimo del UE. Otra solución sería dejar que la RBS recomendara al RNC que redirigiera el UE a otras portadoras. La RBS sería entonces responsable de evaluar qué portadora da el rendimiento óptimo del UE.

De acuerdo con una realización específica, la pluralidad de portadoras se dividen en dos subconjuntos, teniendo cada subconjunto uno respectivo del par de estados de polarización ortogonales predeterminados.

Un requisito previo importante de la invención es la optimización de fase que conduce a VP o HP. Esto se puede hacer sobre la base de una forma de enfoque de prueba y observación usando, por ejemplo, estadísticas o mediciones de rendimiento de CQI. Una circunstancia particular en la presente invención es el hecho de que mientras que una polarización de VP o HP será óptima para algunos usuarios, será al mismo tiempo la peor polarización para otros usuarios. Lo anterior entonces se puede ampliar para buscar un desfase  $\theta_{opt}$  que maximiza las diferencias en, por ejemplo, estadísticas CQI por usuario, rendimiento o medidas similares, entre los desfases  $\theta_{opt}$  y  $\theta_{opt}+\pi$ . Este desfase será entonces con una gran probabilidad uno que da como resultado o bien VP o HP. Si un solo UE está previsto para un tiempo prolongado, el desfase puede ser optimizado maximizando el CQI medio notificado por el UE, sin tener como objetivo explícitamente modos VP o HP.

Otra circunstancia particular es que el desfase que da VP o HP para usuarios heredados (no MIMO) al mismo tiempo dará lugar a polarizaciones eficaces para las corrientes codificadas MIMO que son LHCP o RHCP. Esto es debido a la naturaleza del cuaderno de códigos de pre-codificación MIMO en combinación con el pre-codificador común. Como LHCP y RHCP no se conservan durante la propagación, estas dos polarizaciones serán estadísticamente indistinguibles entre sí, y por lo tanto los dos pre-codificadores serán seleccionados con la misma frecuencia. En contraste, cuando las corrientes MIMO se pre-codifican en VP y HP, es probable que uno de los dos pre-codificadores sea más adecuado para un UE dado, por ejemplo cuando ese usuario en particular tiene dos antenas con polarizaciones similares, por ejemplo HP. Por lo tanto, uno de los criterios para la determinación de un desfase que da VP/HP para los usuarios existentes es que este desfase tienda a igualar la probabilidad de que diferentes pre-codificadores de una sola corriente se utilicen para los usuarios MIMO. El enfoque opuesto incluye el uso de un desfase que maximiza la diferencia en la utilización de los pre-codificadores para encontrar VP/HP para las transmisiones MIMO. Este enfoque también se puede aplicar, pero entonces el desfase identificado se desplaza adicionalmente  $90^\circ$  con el fin de hacer el P-SPICH y S-CPICH polarizado VP/HP en lugar de las transmisiones de corriente MIMO.

De acuerdo con una realización adicional, la situación con múltiples usuarios con preferencias en conflicto VP/HP es manejada a través de la priorización de algunos usuarios, es decir, la elección se basa en la polarización de determinado(s) usuario(s) mientras que los otros usuarios no se consideran. Preferiblemente, el orden de prioridad de la pluralidad de equipos de usuario se realiza antes de la planificación. Tal priorización podría basarse en consideraciones de equidad, tales como cuando se prorizan los usuarios que están en el borde de la célula y por lo tanto en peores condiciones de C/I, con el objetivo de mejorar las peores SIR en la célula. Alternativamente, podría basarse en diferentes clases de calidad de servicio en función de los tipos de suscripción (por ejemplo, los suscriptores superiores reciben un tratamiento preferencial), el contenido del tráfico, movilidad, etc. En este aspecto de la invención, la polarización de transmisión se elige para maximizar alguna función de coste que no sea el SIR medio de célula.

De acuerdo con todavía otra forma de realización, el planificador está adaptado para determinar cuáles UE planificar dependiendo de qué polarización de transmisión se utiliza actualmente en la célula. En consecuencia, la planificación (S30) de las transmisiones a dicha pluralidad de equipos de usuario se realiza en base a un estado de polarización de transmisión actual en la célula. El planificador podría por supuesto operar independientemente del salto de polarización, en cuyo caso las decisiones de planificación se basan solamente en los CQI actuales

notificados por los diferentes UE. Sin embargo, si el planificador es consciente del patrón de salto, puede predecir cómo los CQI van a cambiar cuando se cambia la polarización de transmisión, y asignar por lo tanto más eficientemente recursos a los UE que experimentarán una polarización de transmisión que está bien adaptada a sus características de antena y de canal. Uno de los métodos de utilización de tal conocimiento del patrón de salto es poner más peso en notificaciones de CQI procedentes de instantes de tiempo en los que la polarización de transmisión es igual a la polarización de transmisión actual. Otro método es mantener un registro para cada UE de lo que polarización prefiere, donde tal información o bien se puede establecer utilizando el método tal como se describe anteriormente bien o puede ser obtenida a partir de mediciones de, por ejemplo, características de enlace ascendente o incluso medida en otras partes del sistema y compartida entre las estaciones base.

Cuando se utiliza el tratamiento cíclico en dominio frecuencia de polarizaciones de transmisión, las decisiones de planificación se vuelven mucho más fáciles ya que las mediciones actuales estarán disponibles para ambas polarizaciones. El único requisito es entonces que el planificador pueda planificar conjuntamente usuarios a través de las dos (o más) portadoras. Si no, entonces los beneficios de la polarización probablemente todavía se pueden alcanzar usando el control de admisión que tiene en cuenta la preferencia de polarización.

De acuerdo con una realización particular, el intercambio de estados de polarización se realiza en respuesta a desencadenantes de evento predeterminados. Esos desencadenantes de evento pueden ser representados por uno o más de los siguientes:

- 1) Rendimiento individual específico o degradación de identificación del rendimiento, por ejemplo rendimiento medido, SNIR, etc.
- 2) Rendimiento acumulado de sistema o célula (degradación de identificación), por ejemplo rendimiento acumulado de célula, etc.
- 3) Cambios en la demanda del tráfico
  - 3a) usuarios individuales, por ejemplo listo con una descarga (buffer vacío, lista página de descarga, solicitud de descarga, acumulación de buffer, etc.)
  - 3b) cambio de número de usuarios activos en la célula, por ejemplo nuevos usuarios que llegan, usuarios que se van, etc.

Con referencia a la figura 4 y la figura 6, se describirán realizaciones de un nodo 1 de estación base de radio con capacidades MIMO de acuerdo con la presente divulgación. El nodo de estación base de radio comprende una unidad de pre-codificador 2 que conecta unos puertos primero y segundo VA1, VA2 de antena virtual a unos respectivos puertos primero y segundo A1, A2 de antena de transmisión para transmitir señales a una pluralidad de equipos de usuario. Además, la estación de nodo de base de radio 1 incluye un controlador 10 configurado para controlar una fase relativa entre las señales transmitidas desde el primer puerto A1 de antena de transmisión y el segundo puerto A2 de antena de transmisión para proporcionar un par predeterminado de estados de polarización ortogonales para las señales transmitidas en los puertos primero y segundo VA1, VA2 de antena virtual. Por último, la estación base de radio nodo 1 incluye un interruptor de polarización 20 configurado para intercambiar los estados de polarización de los puertos primero y segundo A1, A2 de antena, para proporcionar señales polarizadas transmitidas con estados de polarización alternantes.

El interruptor de polarización 20 se puede configurar para intercambiar los estados de polarización de forma adaptativa o determinista, ya sea en tiempo o frecuencia.

De acuerdo con una realización adicional, la estación base de radio nodo 1 incluye un planificador 30 configurado para planificar las transmisiones a la pluralidad de equipos de usuario basada en un estado de polarización de transmisión actual en la célula.

El nodo de estación base de radio 1 está configurado para permitir la ejecución de todas las etapas del método descritas anteriormente.

La ventaja principal de la divulgación es que el uso de una polarización vertical u horizontal para un puerto de la antena (virtual) 1 dará lugar a una cierta supresión de la interferencia que un UE heredado experimenta de transmisiones en el puerto de antena 2. Se espera que la ganancia práctica de esta supresión esté en el orden de 1 a 2 dB. La invención puede por lo tanto ser utilizada para facilitar la introducción de la capacidad MIMO en la red HSPA, ya que las consecuencias negativas para los UE heredados de tal introducción se pueden reducir.

Una ventaja adicional del tratamiento cíclico de la polarización en el dominio frecuencia es que esto puede ser introducido sin consecuencias negativas para los UE en términos de aumento de discontinuidades o variabilidad de canal. Además, puede ser introducido con un mínimo impacto en el diseño de planificador en el caso en el que el planificador ya direcciona conjuntamente dos o más portadoras.

Sin embargo, otra ventaja de la aplicación de la invención es que también permite la coordinación de la polarización de transmisión entre las células, lo que puede dar mayores ganancias en la supresión de la interferencia entre células.

5 Las realizaciones descritas anteriormente han de entenderse como unos pocos ejemplos ilustrativos de la presente invención. Se entenderá por los expertos en la técnica que se pueden hacer diversas modificaciones, combinaciones y cambios a las realizaciones sin salir del alcance de la presente invención. En particular, distintas soluciones parciales en las diferentes realizaciones se pueden combinar en otras configuraciones, cuando sea técnicamente posible. El alcance de la presente invención se define, sin embargo, por las reivindicaciones adjuntas.

10

**REIVINDICACIONES**

1. Un método para controlar el estado de polarización de señales que se han de transmitir desde un nodo de estación base de radio con capacidades MIMO a una pluralidad de equipos de usuario, comprendiendo dicho nodo de estación base de radio una unidad de pre-codificador que conecta unos puertos primero y segundo de antena virtual a unos respectivos puertos primero y segundo de antena de transmisión, comprendiendo dicho método:
- 5 transmitir un canal piloto común primario (P-CPICH) solo por el primer puerto de antena virtual;
- 10 controlar (S10) una fase relativa entre señales transmitidas desde dicho primer puerto de antena de transmisión y dicho segundo puerto de antena de transmisión para proporcionar un par predeterminado de estados ortogonales de polarización para señales transmitidas por dichos puertos primero y segundo de antena virtual;
- 15 intercambiar (S20) los estados de polarización de señales que se han de transmitir desde dichos puertos primero y segundo de antena virtual, para proporcionar señales polarizadas transmitidas con estados de polarización alternantes.
2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el paso adicional de planificar (S30) transmisiones a dicha pluralidad de equipos de usuario en base a un estado actual de polarización de transmisión en dicha célula.
- 20 3. El método de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por intercambiar dichos estados de polarización mediante la adaptación de dicha fase relativa entre dichas señales transmitidas.
4. El método de acuerdo con la reivindicación 3, caracterizado por adaptar dicha fase relativa de manera continua y suave en el tiempo.
- 25 5. El método de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por intercambiar dichos estados de polarización mediante la conmutación de señales procedentes de dichos puertos primero y segundo de antena virtual entre dichos puertos primero y segundo de antena de transmisión.
- 30 6. El método de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por intercambiar (S20) dichos estados de polarización de manera adaptativa.
7. El método de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado por priorizar dicha pluralidad de equipos de usuario antes de la planificación.
- 35 8. El método de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por intercambiar dichos estados de polarización en el tiempo.
9. El método de acuerdo con la reivindicación 8, caracterizado por alternar dichos estados de polarización con intervalos de tiempo regulares iguales o no iguales.
- 40 10. El método de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por intercambiar dichos estados de polarización en respuesta a desencadenamientos de evento predeterminados.
- 45 11. El método de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por estar dicho nodo de estación base configurado con una pluralidad de portadoras que cubren un mismo sector, e intercambiar de manera adaptativa dicho estado de polarización entre al menos dos de dichas portadoras en el dominio frecuencia.
- 50 12. El método de acuerdo con la reivindicación 11, caracterizado por el paso de planificar equipo de usuario sobre una de dicha pluralidad de portadoras en base a al menos un rendimiento de calidad de conexión notificado para dichas portadoras.
- 55 13. El método de acuerdo con la reivindicación 12, caracterizado por redirigir un equipo de usuario desde una portadora hasta otra portadora en base a un estado actual de polarización de dichas portadoras y una preferencia de polarización de dicho equipo de usuario.
- 60 14. El método de acuerdo con la reivindicación 11, caracterizado por el paso adicional de dividir dicha pluralidad de portadoras en dos sub-conjuntos, teniendo cada sub-conjunto uno respectivo de dicho par de estados ortogonales predeterminados de polarización.
15. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-11, caracterizado porque dicho par de estados predeterminados de polarización comprenden polarización vertical y horizontal.
- 65 16. Un nodo (1) de estación base de radio con capacidades MIMO, comprendiendo dicho nodo una unidad (2) de pre-codificador que conecta unos puertos primero y segundo (VA1, VA2) de antena virtual a unos respectivos

puertos primero y segundo (A1, A2) de antena de transmisión para transmitir señales a una pluralidad de equipos de usuario; en el que el nodo (1) de estación base de radio con capacidades MIMO está dispuesto para transmitir un canal piloto común primario (P-CPICH) solo por el primer puerto de antena virtual; y en el que dicho nodo de estación base de radio comprende adicionalmente:

5 un controlador (10) configurado para controlar una fase relativa entre señales transmitidas desde dicho primer puerto de antena de transmisión y dicho segundo puerto de antena de transmisión para proporcionar un par predeterminado de estados ortogonales de polarización para señales transmitidas por dichos puertos primero y segundo de antena virtual;

10 un conmutador (20) de polarización configurado para intercambiar los estados de polarización de señales que se han de transmitir desde dichos puertos primero y segundo de antena virtual, para proporcionar señales polarizadas transmitidas con estados alternos de polarización.

15 17. El nodo de estación base de radio de acuerdo con la reivindicación 16, caracterizado porque dicho conmutador (20) de polarización está configurado para intercambiar dichos estados de polarización de manera adaptativa.

20 18. El nodo de estación base de radio de acuerdo con la reivindicación 16, caracterizado porque dicha estación base de radio comprende adicionalmente un planificador (30) configurado para planificar transmisiones a dicha pluralidad de equipos de usuario en base a un estado actual de polarización de transmisión en dicha célula.

25 19. El nodo de estación base de radio de acuerdo con la reivindicación 16, caracterizado porque dicho nodo de estación base está configurado con una pluralidad de portadoras que cubren un mismo sector, y dicho conmutador (20) de polarización está configurado para intercambiar de manera adaptativa dicho estado de polarización entre dichas portadoras en el dominio frecuencia.

30 20. El nodo de estación base de radio de acuerdo con la reivindicación 19, caracterizado porque dicho nodo de estación base de radio está configurado para monitorizar una estadística de calidad de conexión para cada una de tales portadoras, y para informar a un nodo de control de red de radio sobre dicha calidad, y para redirigir equipo de usuario desde una portadora hasta otra en base a instrucciones recibidas desde dicho nodo de control de red de radio.

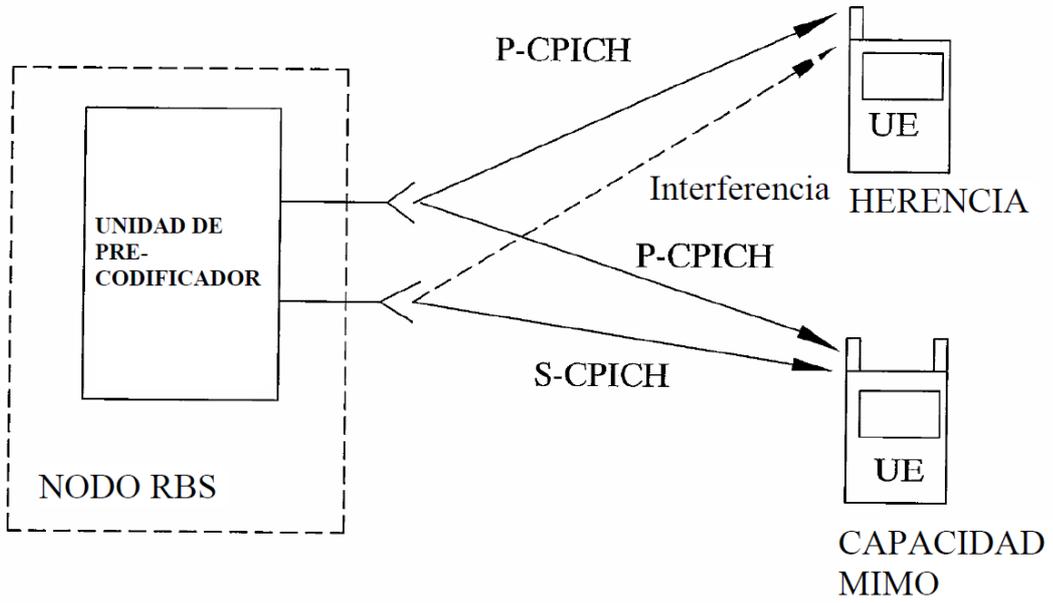


Fig. 1

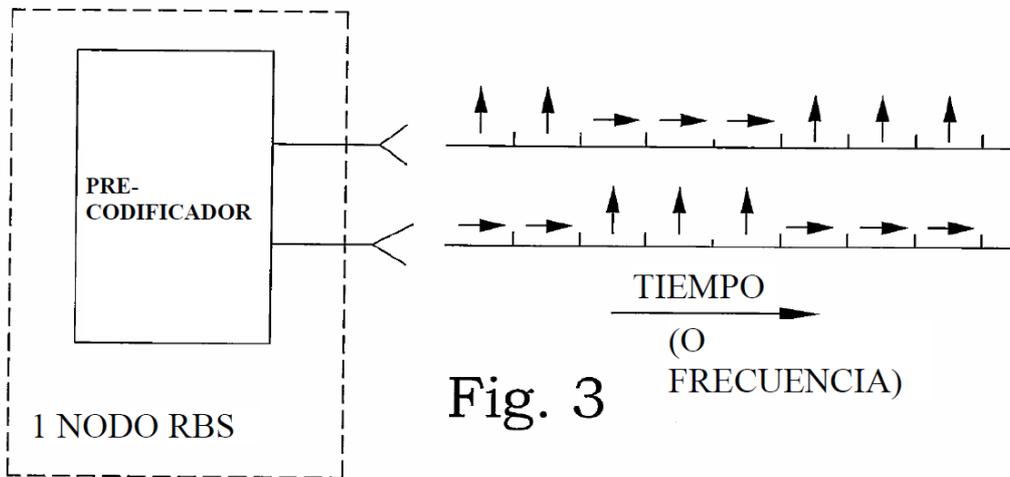


Fig. 3

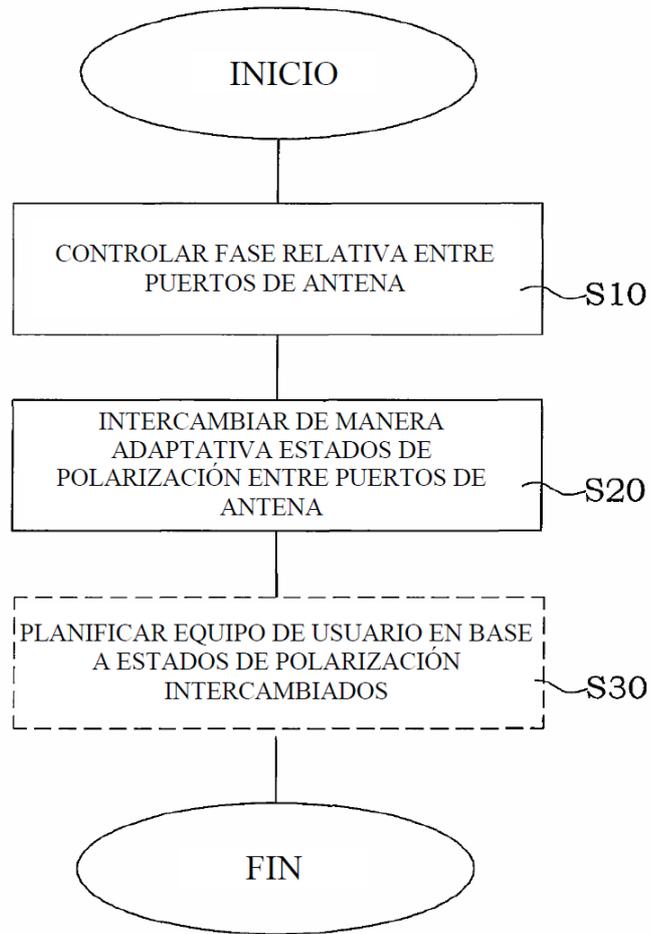


Fig. 2

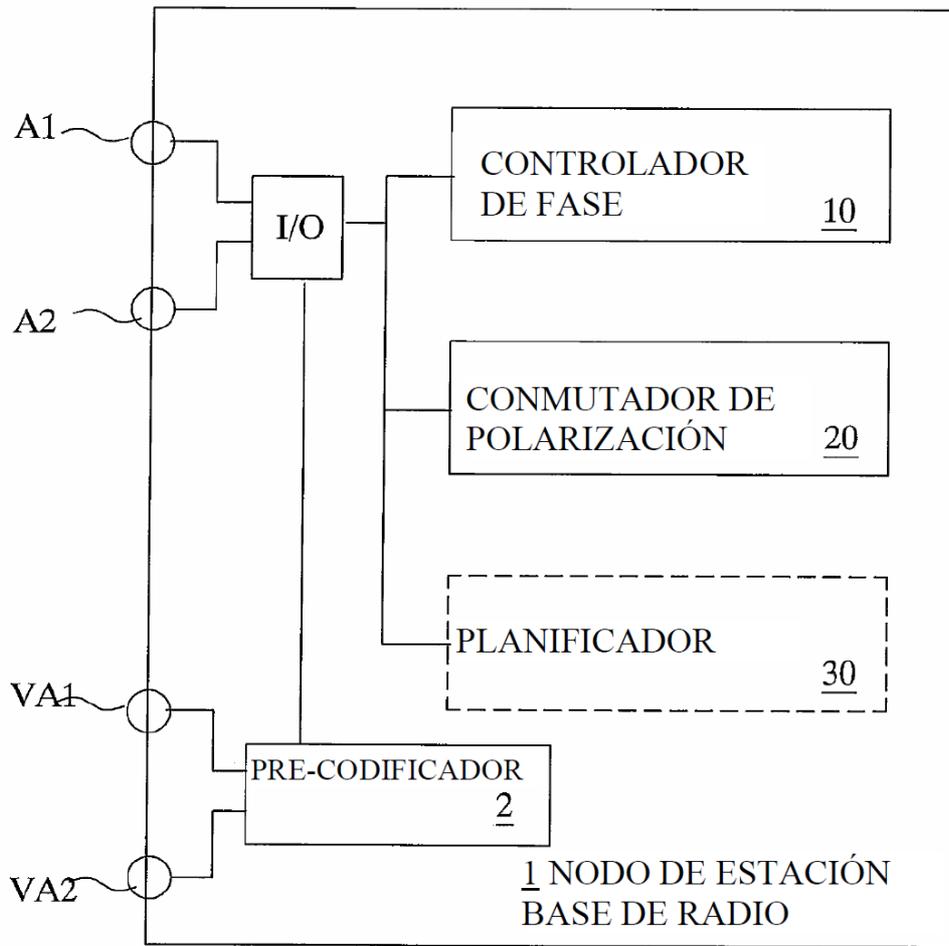


Fig. 4

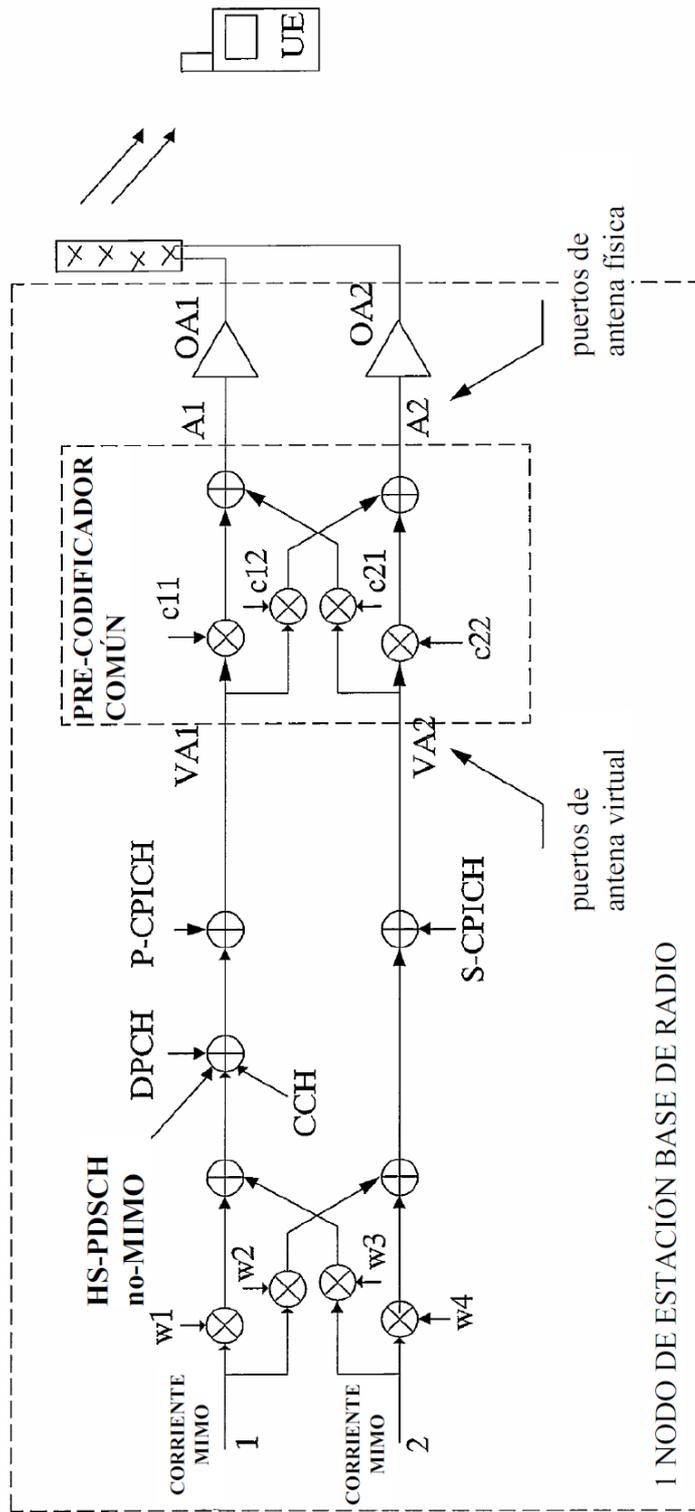


Fig. 5

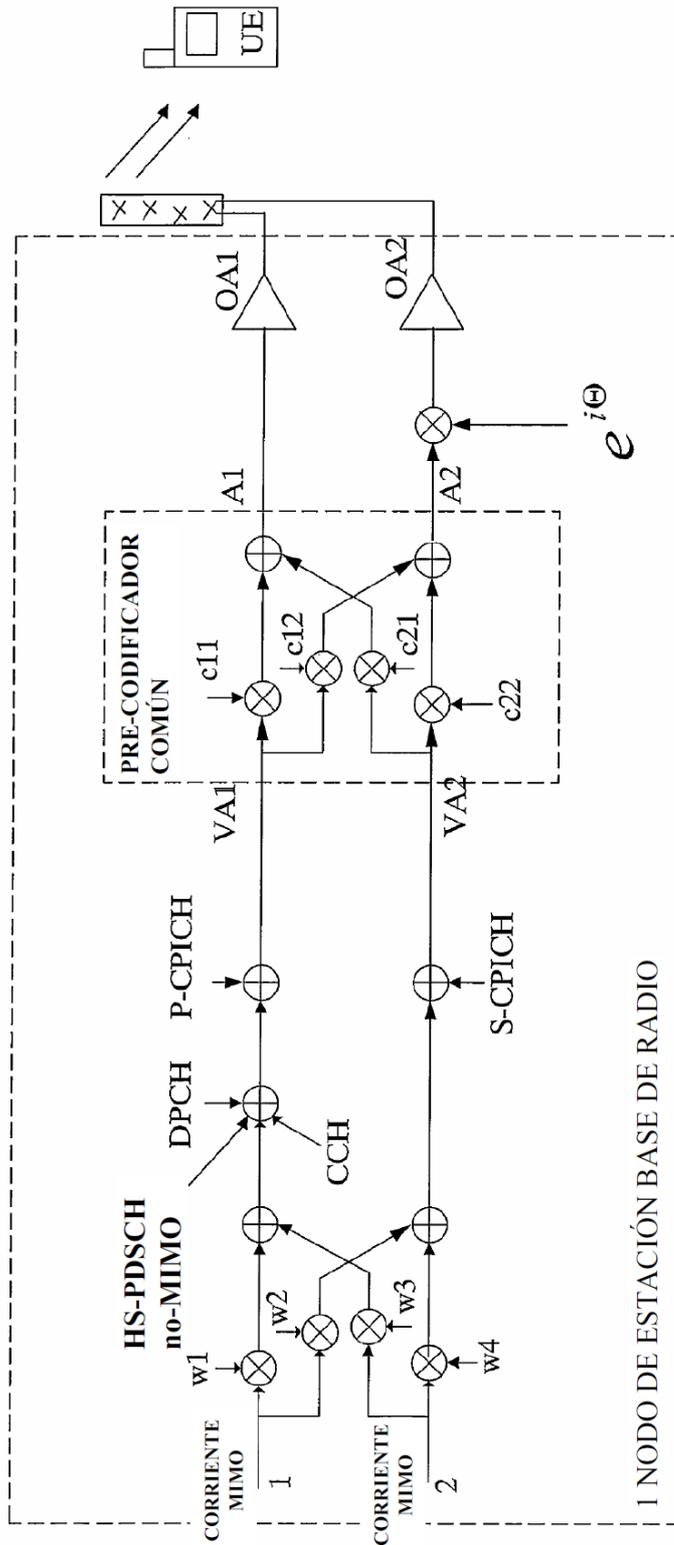


Fig. 6

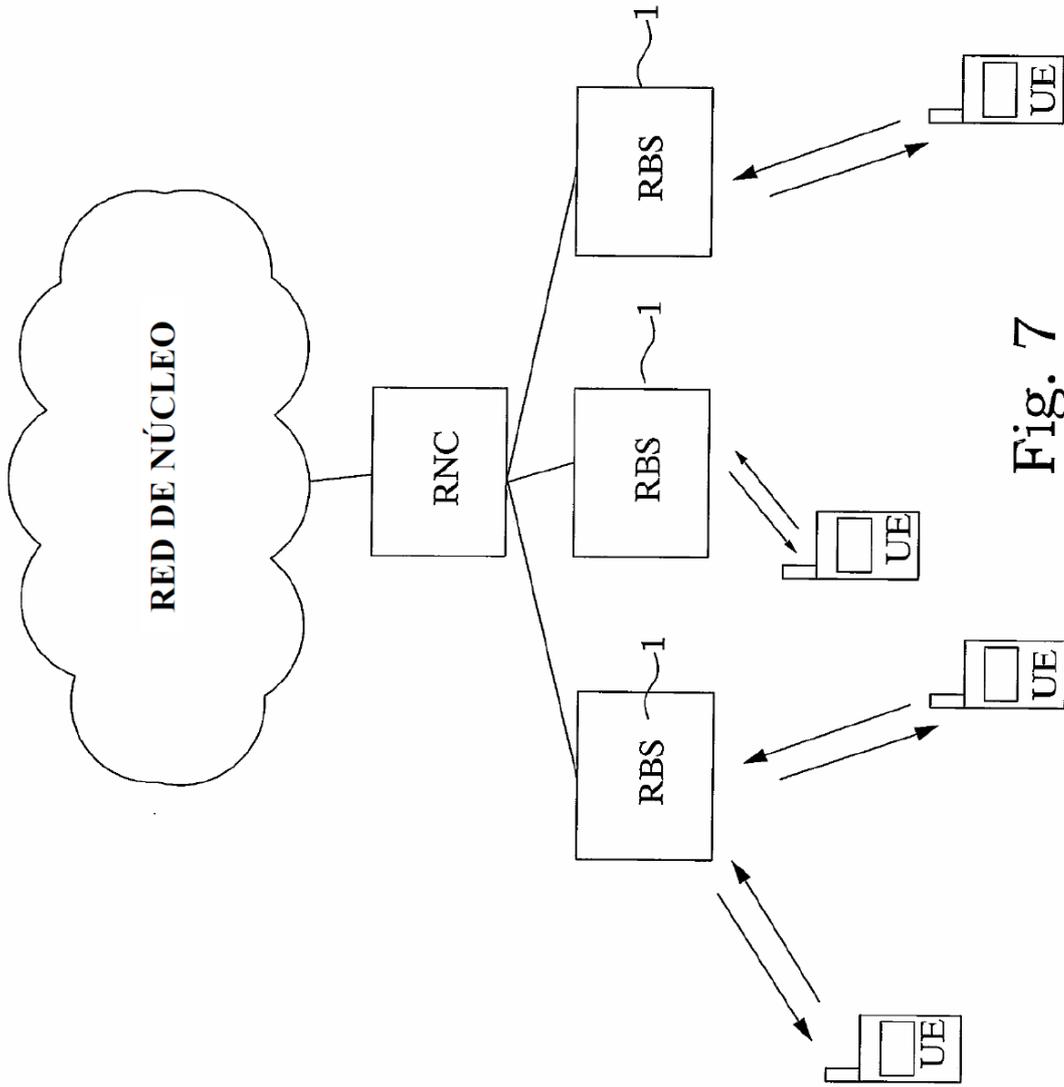


Fig. 7