

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 655 508**

51 Int. Cl.:

H04B 7/06

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.08.2007 E 07015912 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.11.2017 EP 1887713**

54 Título: **Aparato y procedimiento para diversidad de transmisión y conformación de haces en una red inalámbrica**

30 Prioridad:

11.08.2006 US 837101 P

17.07.2007 US 779052

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

20.02.2018

73 Titular/es:

SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD. (100.0%)

**129, Samsung-ro, Yeongtong-gu
Suwon-si, Gyeonggi-do 443-742, KR**

72 Inventor/es:

**KAHN, FAROOQ;
VAN RENSBURG, CORNELIUS y
 TSAI, JIANN-AN**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 655 508 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

Aparato y procedimiento para diversidad de transmisión y conformación de haces en una red inalámbrica

Campo técnico de la invención

5 La presente solicitud se refiere, en general, a redes inalámbricas y, más específicamente, a un esquema de diversidad de transmisión y conformación de haces para usos en un sistema de comunicación inalámbrica.

Antecedentes de la invención

10 Una red celular comprende un grupo de estaciones base que definen las áreas de cobertura de radio (o células) de la red. Habitualmente, existe una trayectoria de propagación de radio sin línea de visión (NLOS) entre una estación base (BS) y una estación de abonado (o estación móvil, terminal móvil, etc.) debido a objetos naturales y fabricados por el hombre situados entre la estación base y la estación de abonado. Como resultado, las ondas de radio se propagan a través de reflexiones, difracciones y dispersión. Las ondas entrantes en la estación de abonado en el enlace descendente (y en la estación base en el enlace ascendente) experimentan adiciones constructivas y destructivas debido a las diferentes fases de las ondas individuales. Esto se debe al hecho de que, a las altas frecuencias de portadora habitualmente usadas en redes inalámbricas celulares, pequeños cambios en los retardos de propagación diferencial introducen grandes cambios en las fases de las ondas individuales.

15 Si la estación de abonado (SS) se está moviendo o hay cambios en el entorno de dispersión, entonces las variaciones espaciales en la amplitud y la fase de la señal compuesta recibida se manifestarán por sí mismas como variaciones de tiempo conocidas como desvanecimiento de Rayleigh o desvanecimiento rápido. La naturaleza variable en el tiempo del canal inalámbrico requiere una relación señal/ruido (SNR) muy alta con el fin de proporcionar la fiabilidad de error de bit o error de paquete deseada.

20 Las redes inalámbricas convencionales usan diversas técnicas de diversidad para combatir el efecto del desvanecimiento rápido. Las técnicas de diversidad dotan al receptor (por ejemplo, una estación de abonado) de múltiples réplicas desvanecidas de la misma señal portadora de información. Suponiendo un desvanecimiento independiente en cada una de las ramas de antena, la probabilidad de que la relación señal/ruido (SNR) instantánea sea inferior a un cierto umbral en cada una de las ramas es aproximadamente p^L , donde p es la probabilidad de que el valor de la SNR instantánea sea inferior al mismo umbral en cada rama de antena.

25 Las técnicas de diversidad convencionales están incluidas, en general, en las categorías de diversidad de espacio, ángulo, polarización, campo, frecuencia, tiempo y multitrayecto. La diversidad de espacio usa múltiples antenas transmisoras o receptoras, donde las separaciones espaciales entre las múltiples antenas se eligen de manera que las ramas de diversidad experimentan un desvanecimiento con poca o ninguna correlación. La diversidad de transmisión usa múltiples antenas de transmisión para dotar al receptor de múltiples réplicas no correlacionadas de la misma señal.

30 Los esquemas de diversidad de transmisión convencionales pueden dividirse además en esquemas de diversidad de transmisión de bucle abierto o de bucle cerrado. En un esquema de diversidad de transmisión de bucle abierto, no se requiere la retroalimentación del receptor. En un esquema de diversidad de transmisión de bucle cerrado convencional, el receptor calcula el o los ajustes de fase y de amplitud que deben aplicarse en el transmisor para maximizar la potencia de señal recibida en el receptor. En otro esquema de diversidad de transmisión de bucle cerrado convencional, denominada diversidad de transmisión de selección (STD), el receptor proporciona retroalimentación al transmisor en la o las antenas que van a usarse para la transmisión.

35 Un ejemplo bien conocido de diversidad de transmisión es el esquema de diversidad de espacio-tiempo Alamouti 2×1 . En este enfoque, durante cualquier período de símbolos, dos símbolos de datos se transmiten simultáneamente desde dos antenas de transmisión. Durante un primer intervalo de símbolos, los símbolos transmitidos desde una primera antena (ANT1) y una segunda antena (ANT2) se indican como $s(1)$ y $s(2)$, respectivamente. Durante el siguiente período de símbolos, los símbolos transmitidos desde las antenas ANT1 y ANT2 son $-s^*(2)$ y $s^*(1)$, respectivamente, donde $-s^*(2)$ es el negativo del conjugado complejo de $s(2)$, y $s^*(1)$ es el conjugado complejo de $s(1)$. El procesamiento de señales en la estación de abonado (SS) recupera los símbolos originales, $s(1)$ y $s(2)$. Se observa que las estimaciones de ganancia instantánea de canal, g_1 (para ANT1) y g_2 (para ANT2), son necesarias para el procesamiento en el receptor SS. Por lo tanto, se requieren símbolos piloto diferentes para las antenas ANT1 y ANT2 para la estimación de ganancia de canal.

40 Otra técnica de diversidad convencional habitualmente disponible en los sistemas OFDM es la diversidad de frecuencia. En un sistema OFDM que aprovecha la diversidad de frecuencia, las subportadoras asignadas para transmitir a una estación de abonado específica pueden distribuirse uniformemente por todo el espectro. Por ejemplo, si una red OFDM asigna 64 de $N=512$ subportadoras a una primera estación de abonado, la red puede asignar cada octava subportadora (SC) a la primera estación de abonado comenzando por la primera subportadora (es decir, SC1, SC9, SC17, ..., SC505). Las técnicas de diversidad de frecuencia se usan, en general, para usuarios de alta movilidad y/o para servicios sensibles a la demora.

Otra forma convencional de diversidad se proporciona mediante un protocolo de solicitud de confirmación híbrido (ARQ). El ARQ híbrido es un esquema de retransmisión mediante el que el transmisor envía la información codificada redundante en pequeños incrementos. En el ARQ híbrido, el transmisor realiza en primer lugar una codificación de canal en un paquete de información P y, a continuación, divide el flujo de bits codificado resultante en subpaquetes más pequeños (es decir, SP1, SP2, SP3,...). A continuación, el transmisor transmite el primer subpaquete SP1 al receptor.

El receptor trata inicialmente de descodificar todo el paquete de información P usando el primer subpaquete SP1. En caso de una descodificación fallida, el receptor almacena el subpaquete SP1 y envía una señal NACK al transmisor. Después de recibir la señal NACK, el transmisor transmite el subpaquete SP2. Después de recibir el subpaquete SP2, el receptor combina el subpaquete SP2 con el subpaquete SP1 almacenado anteriormente e intenta descodificar conjuntamente el paquete de información P original. Si la descodificación aún falla, el receptor envía una señal NACK y el transmisor transmite subpaquetes adicionales (es decir, SP3, SP4,...). En cualquier punto, si el paquete de información P se descodifica satisfactoriamente, como se indica mediante una verificación de redundancia cíclica (CRC) exitosa, por ejemplo, el receptor envía una señal ACK al transmisor.

Las redes convencionales también usan técnicas de conformación de haces para transmitir a múltiples estaciones de abonado. El receptor en la estación de abonado estima las ganancias complejas, g_0, g_1, \dots, g_P , que se usarán desde cada antena de transmisión de la estación base. La estación base usa estos pesos para la transmisión a las estaciones de abonado. Sin embargo, la información de retroalimentación que contiene las ganancias complejas representa una sobrecarga significativa y degrada la eficiencia espectral de sistema general de la red.

La solicitud de patente de Estados Unidos número de serie 11/327.799, titulada "Method And System For Introducing Frequency Selectivity Into Transmissions In An Orthogonal Frequency Division Multiplexing Network" y presentada el 6 de enero de 2006, desvela un procedimiento y un aparato para proporcionar diversidad artificialmente en un sistema de comunicación inalámbrica de multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM).

En el procedimiento y el aparato desvelados en la solicitud número de serie 11/327.799, la diversidad se proporciona artificialmente generando una pluralidad de símbolos retardados a partir de un primer símbolo y, a continuación, transmitiendo cada uno de los símbolos retardados desde una antena diferente. Cada uno de los símbolos retardados también puede escalarse por un factor de ganancia diferente.

En un esquema de diversidad por retardo cíclico adaptativo, los valores de retardo puede ser diferentes para las diferentes estaciones de abonado dependiendo del perfil de canal, la velocidad, y otros factores de la estación de abonado. Por ejemplo, puede elegirse un gran valor de retardo para estaciones de abonado de alta velocidad que requieren un beneficio de diversidad de frecuencia mientras que puede adoptarse un pequeño valor de retardo para estaciones de abonado de baja velocidad que pueden beneficiarse potencialmente de una programación multiusuario selectiva en frecuencia. Además, si el canal ya es lo suficientemente selectivo en frecuencia, un pequeño valor de retardo puede ser suficiente incluso para la transmisión en modo diversidad de frecuencia para estaciones de abonado Doppler altas.

En una estación base a modo de ejemplo que implementa un transmisor de diversidad por retardo cíclico adaptativo (ACDD) usando $(P+1)$ antenas de transmisión, los valores de retardo cíclico en la antena ANT1 a través de la antena ANTP para cada estación de abonado m pueden indicarse como $D_{m1}, D_{m2}, \dots, D_{mP}$, respectivamente. Se transmite una señal no retardada ($D_{m0}=0$) desde la primera antena, denominada antena ANT0. En una forma más general, también pueden aplicarse diferentes ganancias complejas, g_0, g_1, \dots, g_P , a las señales transmitidas desde diferentes antenas de transmisión. La transmisión del mismo símbolo OFDM desde diferentes antenas proporciona artificialmente un desvanecimiento selectivo en frecuencia. A continuación, la selectividad en frecuencia puede explotarse usando o la programación multiusuario selectiva en frecuencia para estaciones de abonado de velocidad baja a media o la diversidad de frecuencia para estaciones de abonado de alta velocidad.

Mediante el uso de la diversidad por retardo cíclico adaptativo (ACDD), la recepción en el receptor de estación de abonado se asemeja a una transmisión multitrayecto desde una única antena de transmisión. La respuesta de canal compuesto, $H_{mc}(k)$, en la subportadora k puede escribirse como:

$$H_{mc}(k) = H_{m0}(k) + H_{m1}(k) \cdot e^{-j2\pi k D_{m1} / N} + \dots + H_{mP}(k) \cdot e^{-j2\pi k D_{mP} / N}$$

[Ecuación 1]

donde $H_{mc}(k)$ es la respuesta de canal para la estación de abonado m en la antena n, y k es el índice de subportadora. En este caso, se supone que las ganancias de antena complejas, g_0, g_1, \dots, g_P , son todas unitarias.

Como alternativa, la operación de diversidad por retardo cíclico adaptativo puede realizarse directamente en el dominio de frecuencia. Un peso de

$$e^{-j2\pi k D_{mp} / N}$$

[Ecuación 2]

puede aplicarse a la subportadora k transmitida desde la antena p a la estación de abonado m, donde D_{mp} es el valor de retardo cíclico en las antenas p para la estación de abonado m.

5 En un ejemplo de reparto de recursos en una red OFDM, un total de 512 subportadoras OFDM pueden dividirse en ocho (8) grupos (o sub-bandas) de 64 subportadoras cada uno. A una estación de abonado dada se le pueden asignar una o más de estas sub-bandas. En una realización a modo de ejemplo de diversidad por retardo cíclico adaptativo, las 512 subportadoras de un primer símbolo OFDM pueden transmitirse desde una primera antena sin desplazamiento de fase (es decir, sin retardo), mientras que las 512 subportadoras del primer símbolo OFDM
10 pueden transmitirse desde una segunda antena con un retardo de un período de muestra. Un retardo de muestra da como resultado un peso de

$$e^{-j2\pi k / N}$$

[Ecuación 3]

15 aplicado a la k-ésima subportadora. Se aplica un desplazamiento de fase de $2\pi/N$ a la primera subportadora y se aplica un desplazamiento de fase de 2π a la última subportadora, respectivamente, donde $N=512$. Por lo tanto, el desplazamiento de fase aplicado a cada subportadora aumenta linealmente con el índice de subportadora (es decir, desde la subportadora 1 a la subportadora 512).

Se observa que se produce un ciclo completo de desplazamientos de fase de $2\pi/N$ a 2π en todo el ancho de banda. El desplazamiento de fase aumenta en $2\pi/N$ desde una subportadora a la siguiente. El desplazamiento de fase aplicado a las sub-bandas transmitidas desde la segunda antena se produce en incrementos de $2\pi M/N$, donde M es el número de subportadoras en una sub-banda. En caso de un retardo cíclico de las muestras D, se producen ciclos D de desplazamiento de fase de $2\pi/N$ a 2π en todo el ancho de banda. Los beneficios proporcionados por la diversidad por retardo cíclico pueden lograrse aplicando un desplazamiento de fase aleatorio diferente a diferentes subportadoras. El receptor obtiene los beneficios de la diversidad de frecuencia debido a que diferentes subportadoras se combinan constructiva y destructivamente, dependiendo de la desviación de fase aleatoria aplicada.

25 La diversidad por retardo cíclico, así como otras formas de esquemas de diversidad de transmisión, tales como la diversidad de espacio-tiempo (o STD) sufren de pérdida de rendimiento en el caso de las antenas correlacionadas o los canales correlacionados debido a que hay poca o ninguna diversidad presente en el canal que puede explotarse. Además, la selectividad en frecuencia introducida, debido a las transmisiones retardadas de múltiples antenas en el caso de la diversidad por retardo cíclico adaptativo (ACDD), puede dar como resultado una pérdida de rendimiento
30 con respecto a la transmisión desde una única antena sin diversidad de transmisión. Se observa que la ACDD realmente convierte la diversidad espacial o de antena en diversidad de frecuencia. Cuando no hay una diversidad espacial o de antena presente debido a las antenas correlacionadas, la ACDD no puede crear ninguna diversidad de frecuencia. Sin embargo, las transmisiones retardadas de múltiples antenas crean selectividad en frecuencia sin diversidad de frecuencia, lo que da como resultado una pérdida de rendimiento. Las correlaciones de antena pueden
35 ser el resultado de antenas poco espaciadas, la falta de dispersión, o ambas.

Por lo tanto, hay una necesidad de mejorar las redes inalámbricas que implementan la diversidad por retardo cíclico adaptativo. En particular, hay una necesidad de redes inalámbricas que implementen una diversidad por retardo cíclico adaptativo en condiciones de antenas correlacionadas y canales correlacionados sin pérdida de rendimiento.

40 El documento US 2005/0286650 A1 se refiere a un aparato y un procedimiento de diversidad de transmisión que se proporcionan para proporcionar de forma adaptativa una ganancia de diversidad de transmisión o una ganancia de conformación de haces dependiendo de los cambios en un canal de radio sometido a un desvanecimiento multitrayecto en un sistema de comunicación móvil que usa múltiples antenas. Un transmisor forma tantos haces fijos como el número de antenas de transmisión y un receptor selecciona un haz fijo que tiene una potencia relativamente alta entre los haces fijos recibidos o combina linealmente los haces fijos recibidos. Este esquema de
45 diversidad de transmisión de espacio propio común mejora el rendimiento de enlace entre el transmisor y el receptor.

El documento US 7.050.832 B2 se refiere a un procedimiento y un aparato que mide las señales de comunicaciones de radio recibidas para determinar si o en qué grado usar la diversidad de transmisión y la conformación de haces. En una realización, la invención incluye recibir una señal de radio de un terminal remoto en una pluralidad de antenas, comparar las características de la señal recibida como recibida en la pluralidad de antenas, determinar si
50 es probable que la recepción de señales de radio transmitidas al terminal remoto se mejore por la transmisión de diversidad basada en las comparaciones y transmitir señales de radio al terminal remoto usando diversidad si es

probable que se mejore la recepción.

Sumario de la invención

El objeto de la presente invención es proporcionar un procedimiento y un sistema para mejorar el rendimiento en la transmisión de señales.

5 Este objeto se resuelve mediante el objeto de las reivindicaciones independientes.

Para hacer frente a las deficiencias expuestas anteriormente de la técnica anterior, un objeto principal es proporcionar, para su uso en una red inalámbrica capaz de comunicar con una pluralidad de estaciones de abonado, una estación base capaz de transmitir en un canal de enlace descendente a una primera de la pluralidad de estaciones de abonado que usa una pluralidad de antenas de transmisión. En una realización ventajosa, la estación base transmite a la primera estación de abonado usando un esquema seleccionado de entre un esquema de diversidad de transmisión y un esquema de conformación de haces de acuerdo con una cantidad de correlación observada en la primera estación de abonado en las señales de enlace descendente transmitidas por la pluralidad de antenas de transmisión. La estación base transmite a la primera estación de abonado usando el esquema de diversidad de transmisión si la cantidad de correlación observada en la primera estación de abonado es relativamente baja y transmite a la primera estación de abonado usando el esquema de conformación de haces si la cantidad de correlación observada en la primera estación de abonado es relativamente alta.

En una realización ventajosa, la estación base transmite a la primera estación de abonado usando un esquema seleccionado de entre un primer esquema de diversidad por retardo cíclico que tiene un retardo no cero y un segundo esquema de diversidad por retardo cíclico que tiene un retardo cero de acuerdo con una cantidad de correlación observada en la primera estación de abonado en las señales de enlace descendente transmitidas por la pluralidad de antenas de transmisión. La estación base es capaz además de transmitir a la primera estación de abonado desde una primera antena y una segunda antena, desplazándose en fase la señal transmitida desde la segunda antena con respecto a la señal transmitida desde la primera antena.

Antes de emprender a continuación la Descripción detallada de la invención, puede ser ventajoso exponer las definiciones de ciertas palabras y frases usadas durante todo el presente documento de patente: los términos “incluir” y “comprender”, así como los derivados de los mismos, significan inclusión sin limitación; el término “o” es inclusivo, significando y/o; las frases “asociado con” y “asociado con el mismo”, así como sus derivadas, pueden significar incluir, estar incluido en, interconectarse con, contener, estar contenido en, conectarse a o con, acoplarse a o con, comunicarse con, funcionar conjuntamente con, intercalar, yuxtaponer, aproximarse a, unirse a o con, tener, tener la propiedad de, o similares; y el término “controlador” significa cualquier dispositivo, sistema o parte del mismo que controle al menos una operación, pudiendo dicho dispositivo implementarse en hardware, firmware o software, o en alguna combinación de al menos dos de los mismos. Cabe señalar que la funcionalidad asociada con cualquier controlador específico puede centralizarse o distribuirse, local o remotamente. Los expertos en la materia deben entender que las definiciones de ciertas palabras y frases que se proporcionan a lo largo de este documento, en muchos, si no en la mayoría de los casos, se aplican a usos anteriores, así como a usos futuros, de tales palabras y frases definidas.

Breve descripción de los dibujos

Para una comprensión más completa de la presente divulgación y sus ventajas, se hace ahora referencia a la siguiente descripción tomada conjuntamente con los dibujos adjuntos, en los que números de referencia similares representan partes similares:

la figura 1 ilustra una red inalámbrica OFDMA a modo de ejemplo que selecciona entre un esquema de diversidad de transmisión y un esquema de conformación de haces basándose en las correlaciones de antena de acuerdo con los principios de la presente divulgación;

la figura 2 ilustra unas partes seleccionadas de una estación base a modo de ejemplo de acuerdo con una realización de la divulgación;

la figura 3 es un diagrama de flujo que ilustra la selección entre la diversidad de transmisión y la conformación de haces de acuerdo con una realización de la divulgación;

la figura 4 es un diagrama de flujo que ilustra la selección entre la diversidad por retardo cíclico (CDD) y la diversidad por retardo cíclico cero (CDD cero) de acuerdo con una realización de la divulgación;

la figura 5 es un diagrama de flujo que ilustra la selección en una estación base entre una CDD y una CDD cero de acuerdo con una realización de la presente divulgación;

la figura 6 ilustra la transmisión desde una estación base a una estación de abonado usando un ajuste de fase para poner en fase conjuntamente las señales transmitidas desde dos antenas de acuerdo con una realización de la divulgación;

la figura 7A ilustra una CDD cero que usa un desplazamiento de fase aplicado a subportadoras en una segunda antena con respecto a una primera antena de acuerdo con una realización de la divulgación;

la figura 7B ilustra una CDD cero que usa un ajuste de fase para poner en fase conjuntamente las señales transmitidas desde cada una de las sub-bandas y cada una de las antenas de acuerdo con una realización de la

divulgación;

la figura 8 es un diagrama de flujo 800 que ilustra la selección entre una CDD y una CDD cero basándose en las correlaciones de canal medidas a partir de transmisiones de enlace ascendente en una realización de la divulgación;

5 la figura 9 es un diagrama de flujo que ilustra la selección entre una CDD y una CDD cero en una estación de abonado basándose en las correlaciones de canal medidas a partir de transmisiones de enlace descendente de acuerdo con una realización de la divulgación; y

la figura 10 es un diagrama de flujo que ilustra la selección entre una diversidad de transmisión basada en códigos de bloques y una conformación de haces de acuerdo con una realización de la presente divulgación.

10 **Descripción detallada de la invención**

Las figuras 1 a 10, explicadas a continuación, y las diversas realizaciones usadas para describir los principios de la presente divulgación en el presente documento de patente son solo a modo de ilustración y no deben interpretarse de ninguna manera como limitantes del ámbito de la divulgación. Los expertos en la materia comprenderán que los principios de la presente divulgación pueden implementarse en cualquier red inalámbrica adecuadamente dispuesta.

15 La presente divulgación desvela una nueva técnica en la que la decisión entre esquemas de diversidad de transmisión y esquemas de conformación de haces se realiza en función de las correlaciones de antena. Cuando las antenas no están correlacionadas, se selecciona un esquema de diversidad de transmisión para explotar la diversidad de canal. Por otro lado, cuando el canal o las antenas están correlacionados, se selecciona un enfoque de conformación de haces para explotar las ganancias de conformación de haces.

20 En una realización ventajosa, los retardos cíclicos en la diversidad por retardo cíclico adaptativo (ACDD) se adaptan en función de las correlaciones de canal y de antena. Cuando las antenas no están correlacionadas, la operación de ACDD retarda las transmisiones de múltiples antenas de transmisión para explotar la diversidad. Sin embargo, cuando las antenas están correlacionadas, la operación de ACDD no presenta retardos cuando se transmite la misma información desde múltiples antenas de transmisión. La operación de ACDD proporciona ganancias de conformación de haces adicionales cuando se transmite la misma información desde múltiples antenas en el caso de antenas de transmisión correlacionadas.

25 La figura 1 ilustra a modo de ejemplo una red 100 inalámbrica de acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal (OFDMA), que selecciona entre un esquema de diversidad de transmisión y un esquema de conformación de haces en función de las correlaciones de antena de acuerdo con los principios de la presente divulgación. En la realización ilustrada, la red 100 inalámbrica incluye una estación 101 base (BS), una estación 102 base (BS), una estación 103 base (BS) y otras estaciones base similares (no mostradas). La estación 101 base está en comunicación con la estación 102 base y la estación 103 base. La estación 101 base también está en comunicación con Internet 130 o una red basada en IP similar (no mostrada).

30 La estación 102 base proporciona acceso inalámbrico de banda ancha (a través de la estación 101 base) a Internet 130 a una primera pluralidad de estaciones de abonado dentro del área 120 de cobertura de la estación 102 base. La primera pluralidad de estaciones de abonado incluye una estación 111 de abonado, que puede estar localizada en un pequeño negocio (SB), una estación 112 de abonado, que puede estar localizada en una empresa (E), una estación 113 de abonado, que puede estar localizada en un punto de acceso Wifi (HS), una estación 114 de abonado, que puede estar localizada en una primera residencia (R), una estación 115 de abonado, que puede estar localizada en una segunda residencia (R), y una estación 116 de abonado, que puede ser un dispositivo móvil (M), tal como un teléfono móvil, un ordenador portátil inalámbrico, una PDA inalámbrica, o similares.

35 La estación 103 base proporciona acceso inalámbrico de banda ancha (a través de la estación 101 base) a Internet 130 a una segunda pluralidad de estaciones de abonado dentro del área 125 de cobertura de la estación 103 base. La segunda pluralidad de estaciones de abonado incluye una estación 115 de abonado y una estación 116 de abonado. En una realización a modo de ejemplo, las estaciones 101-103 base pueden comunicarse entre sí y con las estaciones 111-116 de abonado usando técnicas OFDM o OFDMA.

40 La estación 101 base puede comunicarse con cualquiera de un número mayor o un número menor de estaciones base. Además, aunque en la figura 1 se representan solo seis estaciones de abonado, se entiende que la red 100 inalámbrica puede proporcionar acceso de banda ancha inalámbrico a otras estaciones de abonado. Se observa que la estación 115 de abonado y la estación 116 de abonado están localizadas en los bordes del área 120 de cobertura y del área 125 de cobertura. La estación 115 de abonado y la estación 116 de abonado se comunican con la estación 102 base y la estación 103 base y puede decirse que operan en modo de transferencia, como es conocido por los expertos en la materia.

45 Las estaciones 111-116 de abonado pueden tener acceso de voz, datos, video, videoconferencia, y/u otros servicios de banda ancha a través de Internet 130. En una realización a modo de ejemplo, una o más de las estaciones 111-116 de abonado pueden estar asociadas con un punto de acceso (AP) de una Wifi WLAN. La estación 116 de abonado puede ser cualquiera de una serie de dispositivos móviles, incluyendo un ordenador portátil habilitado para conexión inalámbrica, un asistente de datos personal, un portátil, un dispositivo de mano u otro dispositivo habilitado

para conexión inalámbrica. Las estaciones 114 y 115 de abonado pueden ser, por ejemplo, un ordenador personal (PC) habilitado para conexión inalámbrica, un ordenador portátil, una pasarela u otro dispositivo.

La figura 2 ilustra partes seleccionadas de la estación 102 base (BS) a modo de ejemplo de acuerdo con una realización de la presente divulgación. La BS 102 comprende P+1 antenas de transmisión, etiquetadas de ANT0 a ANTP. La BS 102 también comprende P bloques 210 de retardo cíclico, que incluyen los bloques 210b, 210c y 210d de retardo cíclico a modo de ejemplo, P+1 bloques 220 de control de ganancia, que incluyen los bloques 220a, 220b, 220c y 220d de control de ganancia a modo de ejemplo, y P+1 bloques 230 de prefijo cíclico (CP) añadido, que incluyen los bloques 230a, 230b, 230c y 230d de prefijo cíclico (CP) a modo de ejemplo.

En una primera trayectoria de transmisión, una copia sin retardo de un primer símbolo OFDM de N muestras se amplifica por el factor de ganancia complejo g_0 por el bloque 220a de control de ganancia. El bloque 230a de CP añadido recibe la salida escalada del bloque 220a de control de ganancia, copia las últimas G muestras del bloque de N muestras, y añade las últimas G muestras al inicio del bloque de N muestras, generando de este modo N+G muestras que se envían a la antena ANT0 (se omiten otras partes de la trayectoria de tránsito, tales como un bloque IFFT, para mayor claridad).

El símbolo OFDM también se aplica a las P trayectorias de transmisión restantes en la BS 102, excepto que un retardo se aplica a las otras P copias del símbolo OFDM. A modo de ejemplo, el bloque 210b de retardo cíclico recibe el símbolo OFDM y retarda la muestra mediante un valor D_{m1} de retardo cíclico. El bloque 220b de control de ganancia amplifica el símbolo OFDM retardado mediante el factor g_1 de ganancia complejo. El bloque 230b de CP añadido recibe la salida escalada retardada del bloque 220b de control de ganancia, copia las últimas G muestras del bloque de N muestras, y añade las últimas G muestras al inicio del bloque de N muestras, generando de este modo N+G muestras que se envían a la antena ANT1. Por lo tanto, P+1 copias del símbolo OFDM se transmiten desde las P+1 antenas de la BS 102.

La figura 3 representa el diagrama de flujo 300, que ilustra la selección entre la diversidad de transmisión y la conformación de haces en función de la correlación de antena de acuerdo con una realización de la presente divulgación. Inicialmente, la BS 102 recibe un mensaje de retroalimentación desde una estación de abonado que contiene información de correlación de antena (o canal) (etapa de procedimiento 305). A continuación, la BS 102 determina a partir de la retroalimentación si hay una cantidad (o grado) de correlación alta o una cantidad (o grado) de correlación antena/canal baja (etapa de procedimiento 310). A modo de ejemplo, la BS 102 puede tomar esta determinación comparando el nivel de correlación medido con un valor umbral conocido. Si hay un bajo grado de correlación para la estación de abonado, la BS 102 selecciona un esquema de diversidad de transmisión para la transmisión de enlace descendente a la estación de abonado (etapa de procedimiento 315). A continuación, la BS 102 transmite de acuerdo con el esquema seleccionado (etapa de procedimiento 320). Si hay un alto grado de correlación para la estación de abonado, la BS 102 selecciona un esquema de conformación de haces para la transmisión de enlace descendente a la estación de abonado (etapa de procedimiento 325). A continuación, la BS 102 transmite de acuerdo con el esquema seleccionado (etapa de procedimiento 330).

Además de seleccionar entre la diversidad de transmisión y la conformación de haces en función de la correlación de canal/antena, la presente divulgación facilita que la red 100 inalámbrica pueda seleccionar entre un retardo cero y un retardo no cero en el modo de diversidad por retardo cíclico en función de la correlación de canal/antena. La figura 4 representa el diagrama 400 de flujo, que ilustra la selección entre la diversidad por retardo cíclico (CDD) no cero y la diversidad por retardo cíclico cero (CDD cero) en la red 100 inalámbrica de acuerdo con una realización de la presente divulgación. Inicialmente, la BS 102 transmite una primera señal piloto (o señal de referencia) desde la antena ANT1 (etapa de procedimiento 405) y transmite una segunda señal piloto (o señal de referencia) desde la antena ANT2 (etapa de procedimiento 410) a la estación 116 de abonado (SS). A continuación, la SS 116 calcula las correlaciones de canal en las señales piloto o de referencia (etapa de procedimiento 415) e informa de nuevo sobre la correlación de antena y la información de fase a la BS 102 (etapa de procedimiento 420). A continuación, la BS 102 procesa la información de correlación de canal (etapa de procedimiento 425) y decide, en función de las correlaciones de canal, entre 1) modo de diversidad por retardo cíclico (CDD) con un retardo de una o más muestras; y 2) diversidad por retardo cíclico cero (CDD cero) (etapa de procedimiento 430). Finalmente, la BS 102 transmite a continuación a la SS 102 en el enlace descendente de acuerdo con el modo seleccionado (etapa de procedimiento 435).

La figura 5 representa el diagrama 500 de flujo, que ilustra la selección entre la diversidad por retardo cíclico (CDD) no cero y la diversidad por retardo cíclico cero (CDD cero) en la BS 102 de acuerdo con una realización de la presente divulgación. Inicialmente, la BS 102 recibe un mensaje de retroalimentación de la SS 116 que contiene información de correlación de antena (o canal) (etapa de procedimiento 505). A continuación, la BS 102 determina a partir del mensaje de retroalimentación si hay un alto grado de correlación o un bajo grado de correlación (etapa de procedimiento 510). De nuevo, a modo de ejemplo, la BS 102 puede tomar esta determinación comparando la cantidad de correlación observada por la SS 116 con un valor umbral conocido. Si hay una baja cantidad (o grado) de correlación para la estación de abonado, la BS 102 selecciona un valor de retardo no cero en el esquema de modo de diversidad por retardo cíclico (CDD) para la transmisión de enlace descendente a la SS 116 (etapa de procedimiento 515). A continuación, la BS 102 transmite de acuerdo con el esquema seleccionado (etapa de procedimiento 520).

Si hay una alta cantidad (o grado) de correlación para la SS 116, la BS 102 selecciona un valor de retardo cero en el modo CDD cero para la transmisión de enlace descendente a la SS 116 (etapa de procedimiento 525). La BS 102 aplica un desplazamiento de fase fijo a las señales transmitidas desde la segunda antena (ANT2) para compensar la diferencia de fase entre las señales transmitidas a la SS 116 en un ángulo, φ , desde el punto de mira del transmisor en la BS 102 (etapa de procedimiento 530). A continuación, la BS 102 transmite de acuerdo con el esquema seleccionado (etapa de procedimiento 535).

La figura 6 ilustra la transmisión desde la estación 102 base a la estación 116 de abonado usando un ajuste de fase para poner en fase conjuntamente las señales transmitidas desde las antenas ANT1 y ANT2 de acuerdo con una realización de la divulgación. El ajuste de fase depende del ángulo de llegada (AoA) o el ángulo de salida (AoD), φ , de las señales transmitidas, como se muestra en la figura 6. Cuando $\varphi=0$, no se necesita ajuste de fase debido a que las señales llegan juntas en fase a la SS 116. En general, un desplazamiento de fase de

$$\theta = 2\pi \cdot \left(\frac{d \cdot \text{sen}(\varphi)}{\lambda} \right)$$

[Ecuación 4]

se aplica a las señales transmitidas desde la antena ANT2 en relación con las señales transmitidas desde la antena ANT1.

La figura 7A ilustra la diversidad por retardo cíclico cero (CDD cero) usando un ajuste de fase aplicado a las subportadoras en la antena ANT2 con respecto a la antena ANT1 de acuerdo con una realización de la divulgación. En la figura 7A, la red 100 inalámbrica transmite en OFDM usando, a modo de ejemplo, 512 subportadoras que se dividen en 8 sub-bandas (SB1 a SB8), donde cada sub-banda contiene 64 subportadoras.

La figura 7B ilustra la diversidad por retardo cíclico cero (CDD cero) usando un ajuste de fase para poner en fase conjuntamente las señales transmitidas desde cada una de las sub-bandas y cada una de las antenas de acuerdo con una realización de la divulgación. Se observa que el ajuste de fase es una función de la frecuencia (es decir, la longitud de onda) y, por lo tanto, diferentes subportadoras o diferentes sub-bandas requieren diferentes ajustes de fase para poner en fase conjuntamente las señales transmitidas. En general, se aplica un desplazamiento de fase que es inversamente proporcional a la frecuencia de sub-banda, con

$$\theta_i = 2\pi \cdot \left(\frac{d \cdot \text{sen}(\varphi)}{\lambda_i} \right)$$

[Ecuación 5]

desplazamiento de fase aplicado a la i-ésima sub-banda.

La figura 8 representa el diagrama 800 de flujo, que ilustra la selección en la BS 102 entre la diversidad por retardo cíclico (CDD) no cero y la diversidad por retardo cíclico cero (CDD cero) en función de las correlaciones de canal medidas a partir de las transmisiones de enlace ascendente de acuerdo con una realización de la divulgación. Inicialmente, la BS 102 recibe las señales transmitidas en el enlace ascendente por la SS 116, incluyendo, por ejemplo, señales de datos, señales piloto, y señales de control (etapa de procedimiento 805). A continuación, la BS 102 mide las correlaciones de canal y las fases relativas de las señales recibidas (etapa de procedimiento 810). La BS 102 procesa la información de correlación de canal (etapa de procedimiento 815) y selecciona la diversidad por retardo cíclico no cero (CDD) con un retardo de una o más muestras o la diversidad por retardo cíclico (CDD cero) sin retardo en función de las correlaciones de canal medidas a partir de las transmisiones de enlace ascendente (etapa de procedimiento 820). La BS 102 también puede aplicar un desplazamiento de fase en la antena ANT2 con respecto a la antena ANT1 de acuerdo con la información de fase relativa medida a partir de las transmisiones de enlace ascendente (etapa de procedimiento 825). Finalmente, la BS 102 transmite señales de enlace descendente a la SS 116 de acuerdo con el modo seleccionado (etapa de procedimiento 830).

La figura 9 representa el diagrama 900 de flujo, que ilustra la selección entre la diversidad por retardo cíclico (CDD) no cero y la diversidad por retardo cíclico cero (CDD cero) en la SS 116 en función de las correlaciones de canal medidas a partir de transmisiones de enlace descendente de acuerdo con una realización de la divulgación. Inicialmente, la BS 102 transmite una primera señal piloto (o señal de referencia) desde la antena ANT1 (etapa de procedimiento 905) y transmite una segunda señal piloto (o señal de referencia) desde la antena ANT2 (etapa de procedimiento 810) a la estación 116 de abonado (SS). La SS 116 calcula o mide las correlaciones de canal en las señales piloto o de referencia (etapa de procedimiento 915) y, a continuación, procesa la información de correlación de canal (etapa de procedimiento 925) para determinar la cantidad de correlación. En función de la cantidad de correlación, la SS 116 selecciona la CDD no cero o la CDD cero para las transmisiones de enlace descendente desde la BS 102 (etapa de procedimiento 930).

5 A continuación, la SS 116 transmite un mensaje de vuelta a la BS 102 que indica si se ha seleccionado la CDD no cero o la CDD cero y también retroalimenta información sobre la fase relativa a aplicar a las transmisiones desde la antena de transmisión ANT2 con respecto a la antena ANT1 (etapa de procedimiento 935). A continuación, la BS 102 selecciona el modo indicado por la SS 116 y aplica el desplazamiento de fase indicado en la antena ANT2 con respecto a la antena ANT1 (etapa de procedimiento 940). A continuación, la BS 102 transmite en el enlace descendente (etapa de procedimiento 945).

10 La figura 10 representa el diagrama 1000 de flujo, que ilustra la selección entre la diversidad de transmisión basada en códigos de bloque y la conformación de haces de acuerdo con una realización de la divulgación. Inicialmente, la BS 102 recibe el mensaje de retroalimentación desde una estación de abonado que contiene información de correlación de antena (o canal) (etapa de procedimiento 1005). A continuación, la BS 102 determina a partir de la información de retroalimentación si hay un alto grado de correlación o un bajo grado de correlación de antena/canal (etapa de procedimiento 1010). Si hay un bajo grado de correlación para la estación de abonado, la BS 102 selecciona un esquema de diversidad de transmisión basado en códigos de bloque, tales como SFBC o STBC para la transmisión de enlace descendente a la estación de abonado (etapa de procedimiento 1015). A continuación, la BS 102 transmite de acuerdo con el esquema seleccionado (etapa de procedimiento 1020). Si hay un alto grado de correlación para la estación de abonado, la BS 102 selecciona la conformación de haces para la transmisión de enlace descendente a la estación de abonado (etapa de procedimiento 1025). A continuación, la BS 102 transmite de acuerdo con el esquema seleccionado (etapa de procedimiento 1030).

20 En una realización ventajosa, la BS 102 puede conmutar entre CDD cero y CDD (es decir, CDD no cero) en función de la retroalimentación ACK/NACK ARQ híbrida. Por ejemplo, una primera transmisión ARQ híbrida puede realizarse usando el modo CDD cero. Sin embargo, si se produce un error, como se indica por un mensaje de confirmación negativo (NACK) procedente de la SS 116, la BS 102 envía las transmisiones ARQ híbridas posteriores usando un modo CDD no cero.

25 Muchos de los detalles de la divulgación se han explicado en una realización que usa dos antenas de transmisión. Sin embargo, los principios de la presente invención se aplican fácilmente en el caso de más de dos antenas de transmisión de una manera recta hacia delante.

Aunque la presente divulgación se ha descrito con una realización a modo de ejemplo, los expertos en la materia pueden sugerir diversos cambios y modificaciones. Se pretende que la presente divulgación abarque aquellos cambios y modificaciones que caigan dentro del ámbito de las reivindicaciones adjuntas.

30

REIVINDICACIONES

1. Una estación base para transmitir una señal de enlace descendente en una red inalámbrica, comprendiendo la estación base:
 - 5 un módulo de comunicación configurado para transmitir una primera señal piloto desde una primera antena a una estación de abonado, para transmitir una segunda señal piloto desde una segunda antena a la estación de abonado, para recibir un mensaje de retroalimentación que contiene una información de correlación de antena que se calcula usando la primera señal piloto y la segunda señal piloto de la estación de abonado, para transmitir la señal de enlace descendente a la estación de abonado usando un esquema de diversidad de transmisión o un esquema de conformación de haces; y
 - 10 un módulo de control configurado para determinar una cantidad de correlación de antena basándose en la información de correlación de antena, para seleccionar el esquema de diversidad de transmisión si la cantidad de correlación de antena es menor que un valor umbral, para seleccionar el esquema de conformación de haces si la cantidad de correlación de antena es mayor o igual que el valor umbral, para transmitir a la primera estación de abonado en el canal de enlace descendente.
- 15 2. Una estación base para transmitir una señal de enlace descendente en una red inalámbrica, comprendiendo la estación base:
 - 20 un módulo de comunicación configurado para transmitir una primera señal piloto desde una primera antena a una estación de abonado, para transmitir una segunda señal piloto desde una segunda antena a la estación de abonado, para recibir un mensaje de retroalimentación que contiene una información de correlación de antena que se calcula usando la primera señal piloto y la segunda señal piloto de la estación de abonado, para transmitir la señal de enlace descendente a la estación de abonado usando un primer esquema de diversidad por retardo cíclico que tiene un retardo no cero o un segundo esquema de diversidad por retardo cíclico que tiene un retardo cero; y
 - 25 un módulo de control configurado para determinar una cantidad de correlación de antena basándose en la información de correlación de antena, para seleccionar el primer esquema de diversidad por retardo cíclico que tiene el retardo no cero si la cantidad de correlación de antena es menor que un valor umbral, para seleccionar el segundo esquema de diversidad por retardo cíclico que tiene el retardo cero si la cantidad de correlación de antena es mayor que o igual al umbral.
- 30 3. La estación base de la reivindicación 2, en la que el módulo de comunicación transmite la señal de enlace descendente a la estación de abonado desde la primera antena y la segunda antena, y en la que la señal de enlace descendente transmitida desde la segunda antena se desplaza en fase con respecto a la señal de enlace descendente transmitida desde la primera antena.
- 35 4. La estación base de la reivindicación 1 o la reivindicación 2, que es parte además de una pluralidad de estaciones base.
5. La estación base de la reivindicación 4, en la que una primera de la pluralidad de estaciones base transmite la señal de enlace descendente a la estación de abonado usando el esquema de diversidad de transmisión si la cantidad de la antena es relativamente baja.
- 40 6. La estación base de la reivindicación 4, en la que una primera de la pluralidad de estaciones base transmite la señal de enlace descendente a la estación de abonado usando el esquema de conformación de haces si la cantidad de correlación de antena es relativamente alta.
7. La estación base de la reivindicación 4, en la que una primera de la pluralidad de estaciones base transmite la señal de enlace descendente a la estación de abonado usando uno de entre el primer esquema de diversidad por retardo cíclico que tiene el retardo no cero y el segundo esquema de diversidad por retardo cíclico que tiene el retardo cero basándose en la cantidad de la antena.
- 45 8. La estación base de la reivindicación 7, en la que una primera de la pluralidad de estaciones base transmite la señal de enlace descendente a la estación de abonado usando el primer esquema de diversidad por retardo cíclico que tiene el retardo no cero si la cantidad de correlación de antena es relativamente baja.
- 50 9. La estación base de la reivindicación 8, en la que una primera de la pluralidad de estaciones base transmite la señal de enlace descendente a la estación de abonado usando el segundo esquema de diversidad por retardo cíclico que tiene el retardo cero si la cantidad de correlación de antena es relativamente alta.
10. La estación base de la reivindicación 9, en la que una primera de la pluralidad de estaciones base transmite la señal de enlace descendente a la estación de abonado desde una primera antena y una segunda antena, y en la que la señal de enlace descendente transmitida desde la segunda antena se desplaza en fase con respecto a la señal de enlace descendente transmitida desde la primera antena.
- 55 11. Un procedimiento para transmitir una señal de enlace descendente de una estación base en una red inalámbrica,

comprendiendo el procedimiento:

- 5 transmitir una primera señal piloto desde una primera antena a una estación de abonado;
transmitir una segunda señal piloto desde una segunda antena a la estación de abonado;
recibir un mensaje de retroalimentación que contiene una información de correlación de antena que se calcula
usando la primera señal piloto y la segunda señal piloto de la estación de abonado;
determinar una cantidad de correlación de antena basándose en la información de correlación de antena;
seleccionar un esquema de diversidad de transmisión si la cantidad de correlación de antena es menor que un
valor umbral;
10 seleccionar un esquema de conformación de haces si la cantidad de correlación de antena es mayor o igual que
el umbral, para transmitir a la primera estación de abonado en el canal de enlace descendente; y
transmitir la señal de enlace descendente a la estación de abonado usando el esquema seleccionado de entre el
esquema de diversidad de transmisión y el esquema de conformación de haces.

12. Un procedimiento para transmitir una señal de enlace descendente de una estación base en una red inalámbrica,
comprendiendo el procedimiento:

- 15 transmitir una primera señal piloto desde una primera antena a una estación de abonado;
transmitir una segunda señal piloto desde una segunda antena a la estación de abonado;
recibir un mensaje de retroalimentación que contiene una información de correlación de antena que se calcula
usando la primera señal piloto y la segunda señal piloto de la estación de abonado;
determinar una cantidad de correlación de antena basándose en la información de correlación de antena;
20 seleccionar un primer esquema de diversidad por retardo cíclico que tiene un retardo no cero si la cantidad de
correlación de antena es menor que un valor umbral;
seleccionar un segundo esquema de diversidad por retardo cíclico que tiene un retardo cero si la cantidad de
correlación de antena es mayor o igual que el valor umbral; y
transmitir la señal de enlace descendente a la estación de abonado usando el esquema seleccionado de entre el
25 primer esquema de diversidad por retardo cíclico que tiene el retardo no cero y el segundo esquema de
diversidad por retardo cíclico que tiene el retardo cero.

13. El procedimiento de la reivindicación 12, en el que la señal de enlace descendente se transmite a la estación de
abonado usando el segundo esquema de diversidad por retardo cíclico que tiene un retardo cero desde la primera
antena y la segunda antena, y

- 30 en el que la señal de enlace descendente transmitida desde la segunda antena se desplaza en fase con respecto a
la señal de enlace descendente transmitida desde la primera antena.

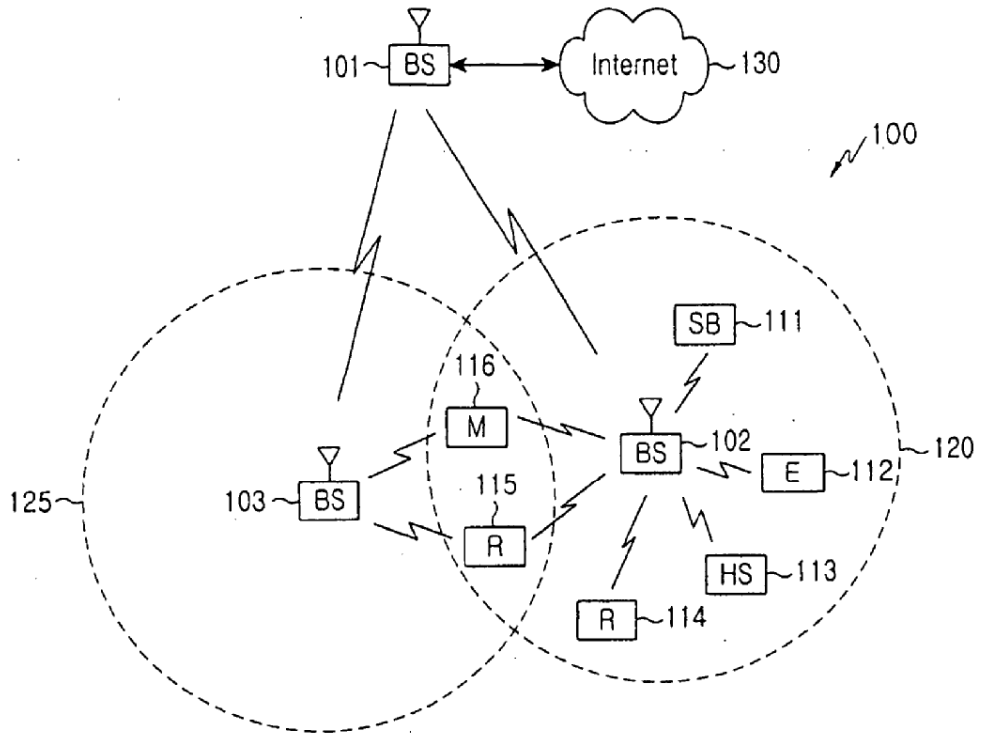


FIG.1

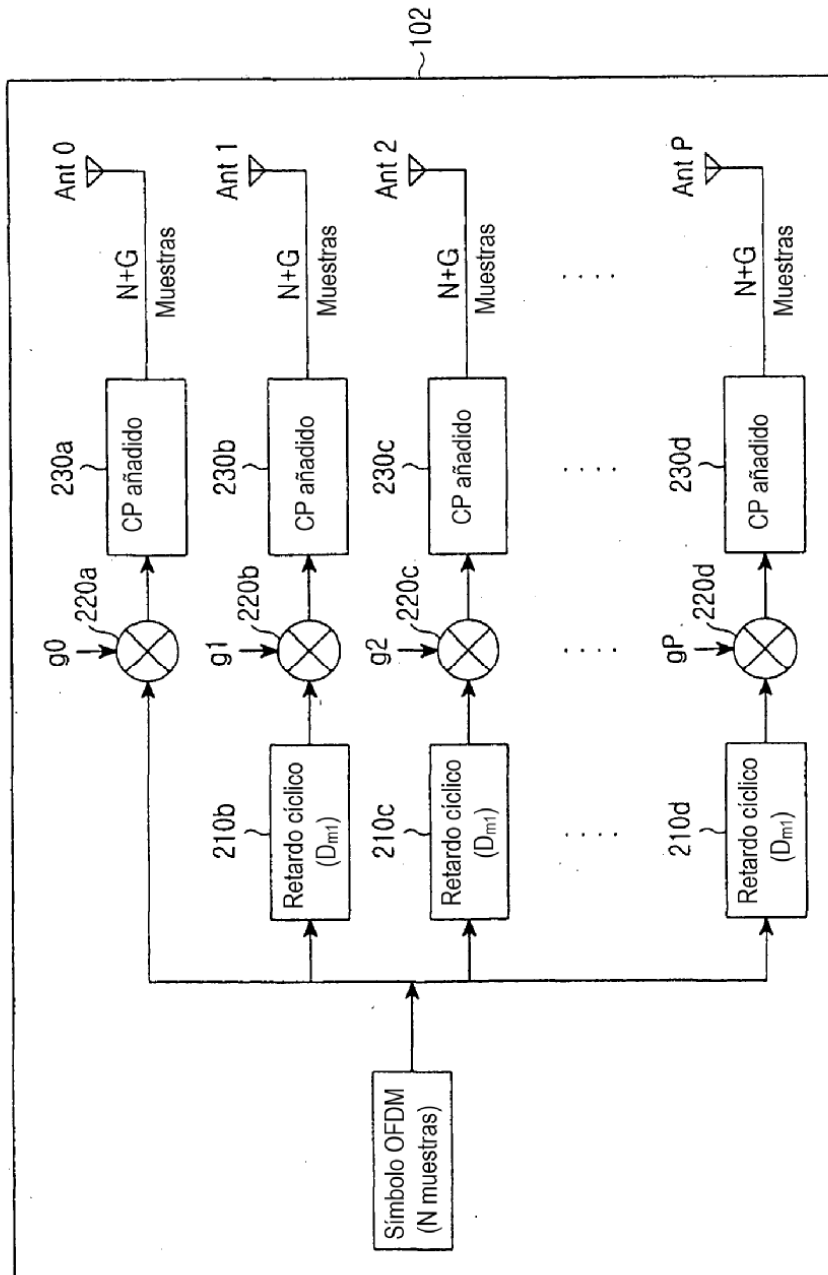


FIG.2

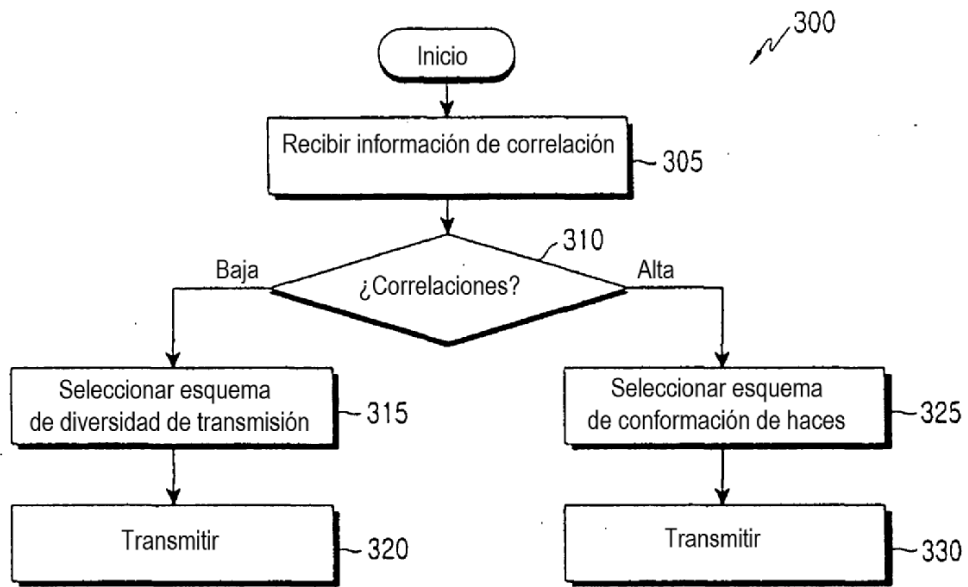


FIG.3

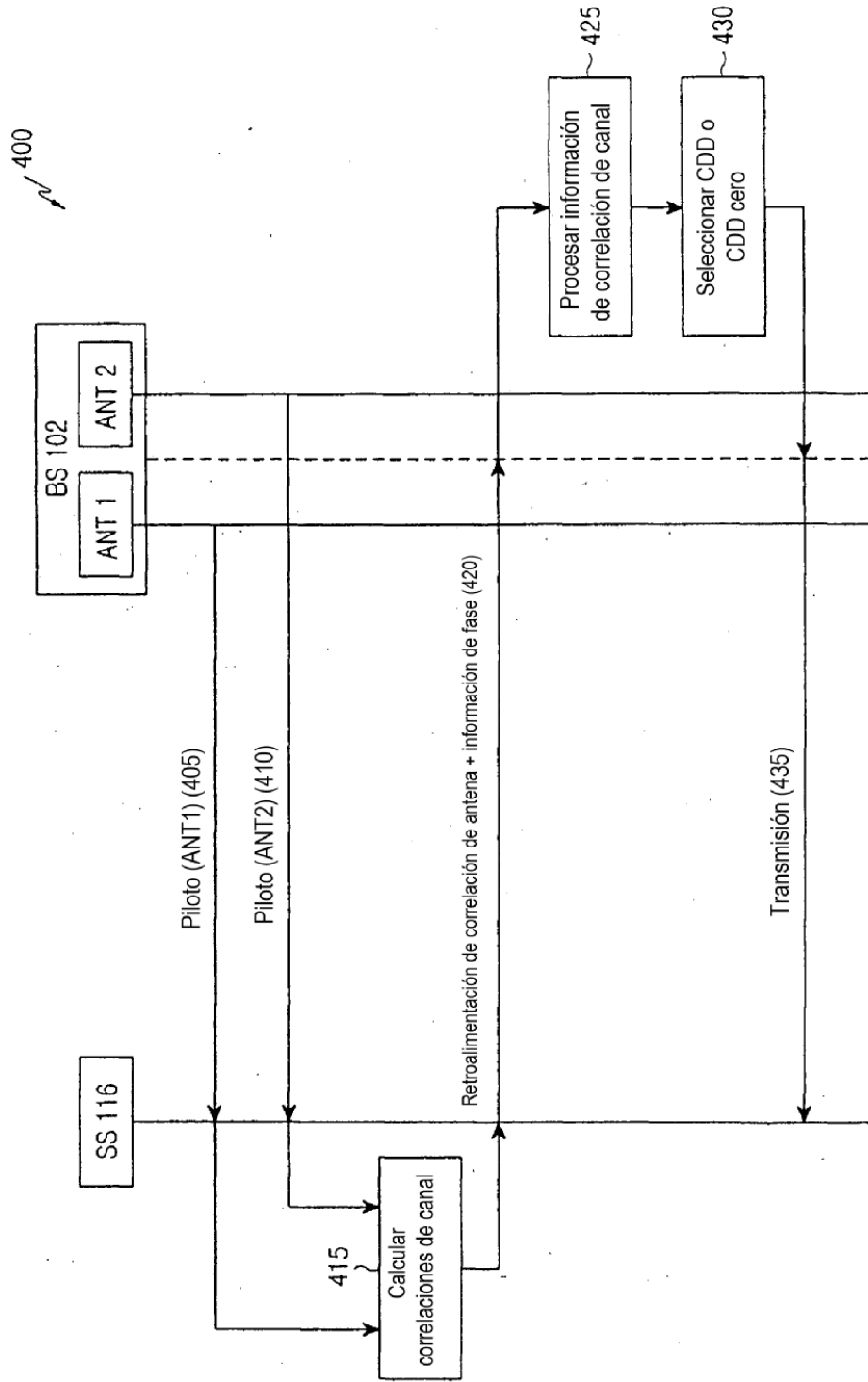


FIG.4

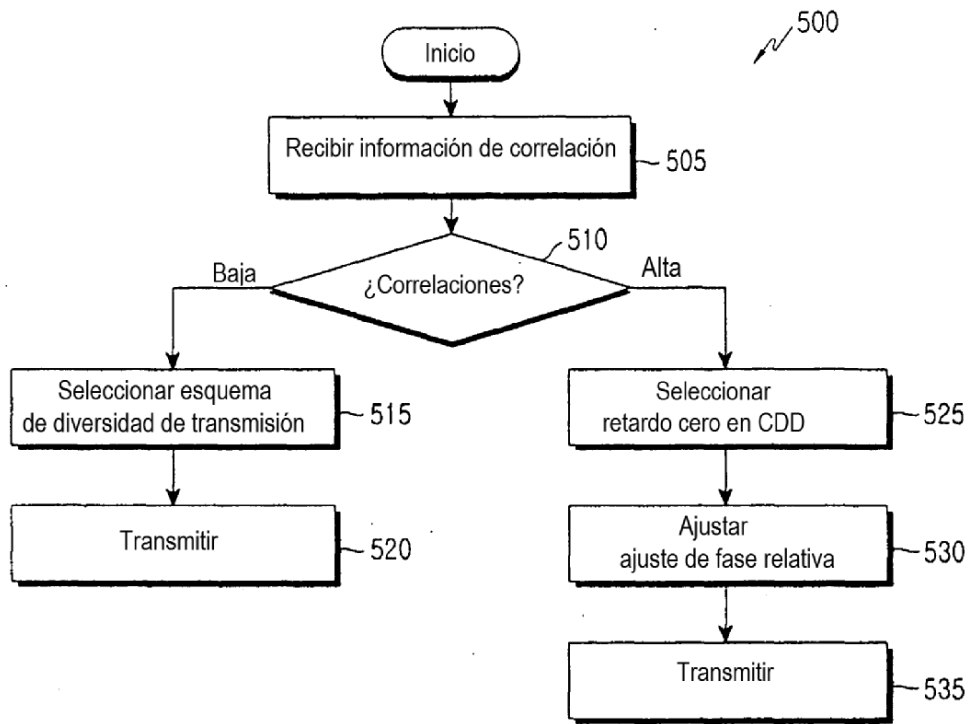


FIG.5

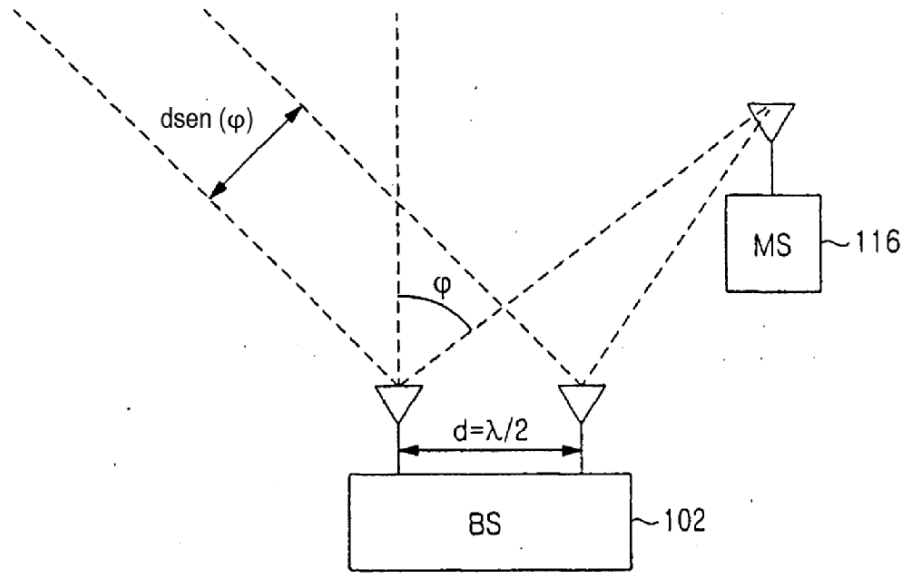


FIG.6

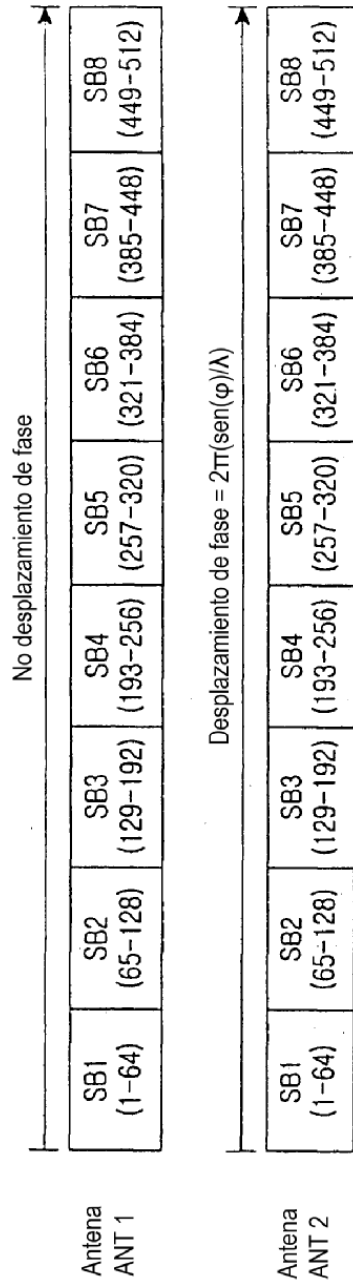


FIG. 7A

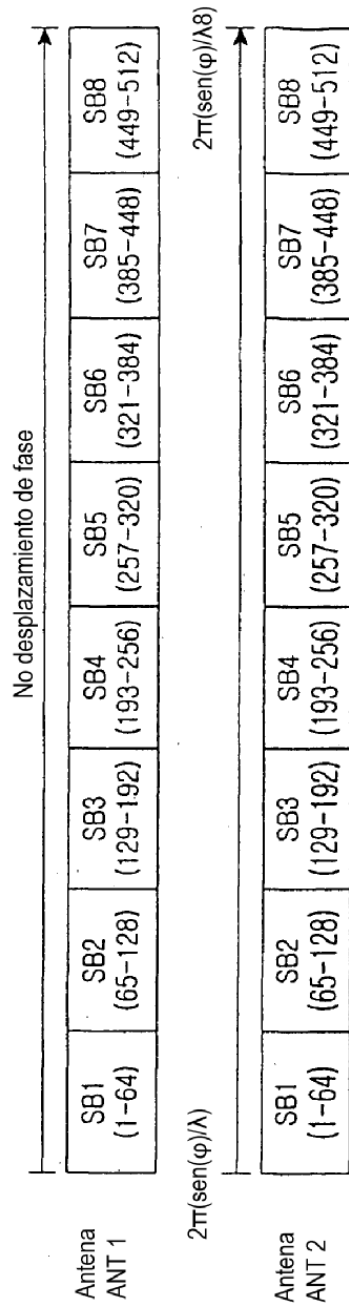


FIG. 7B

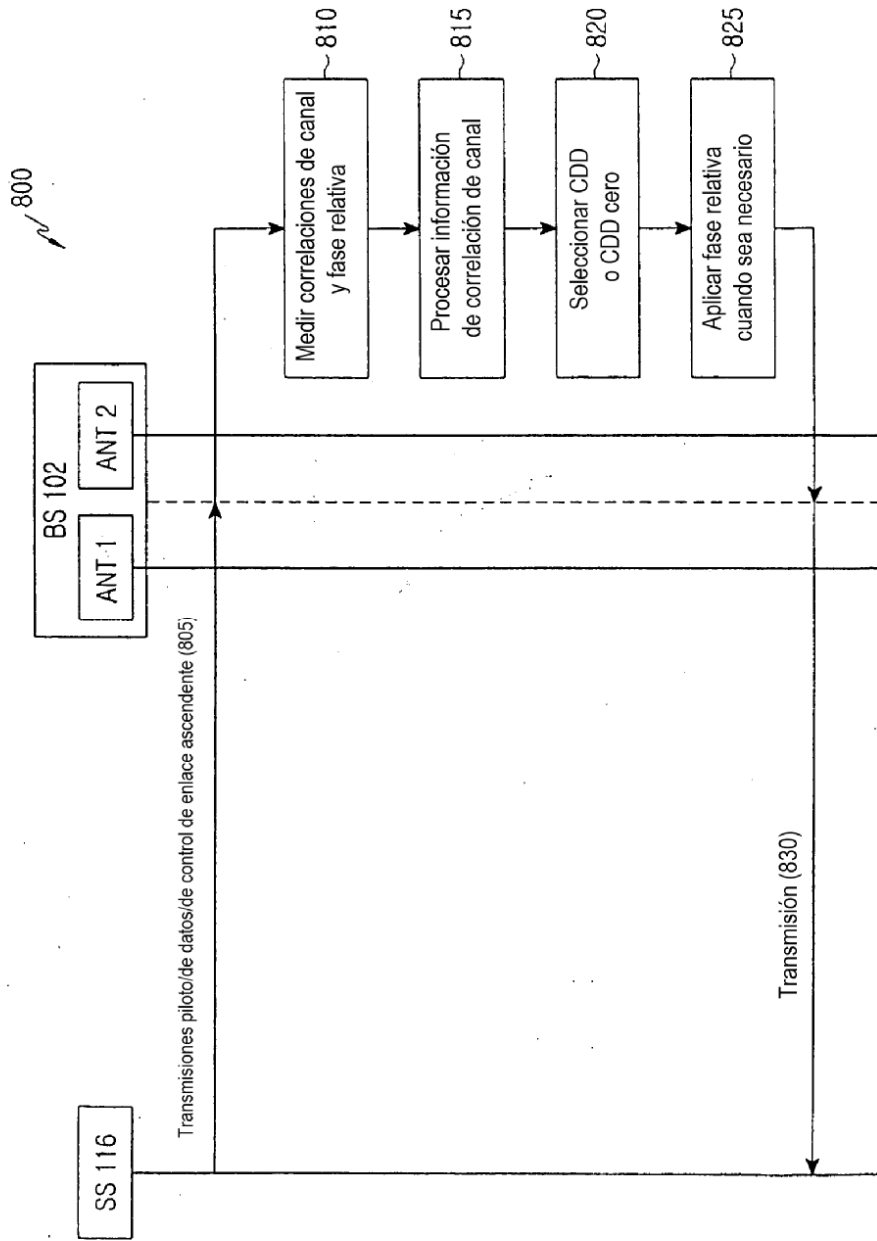


FIG.8

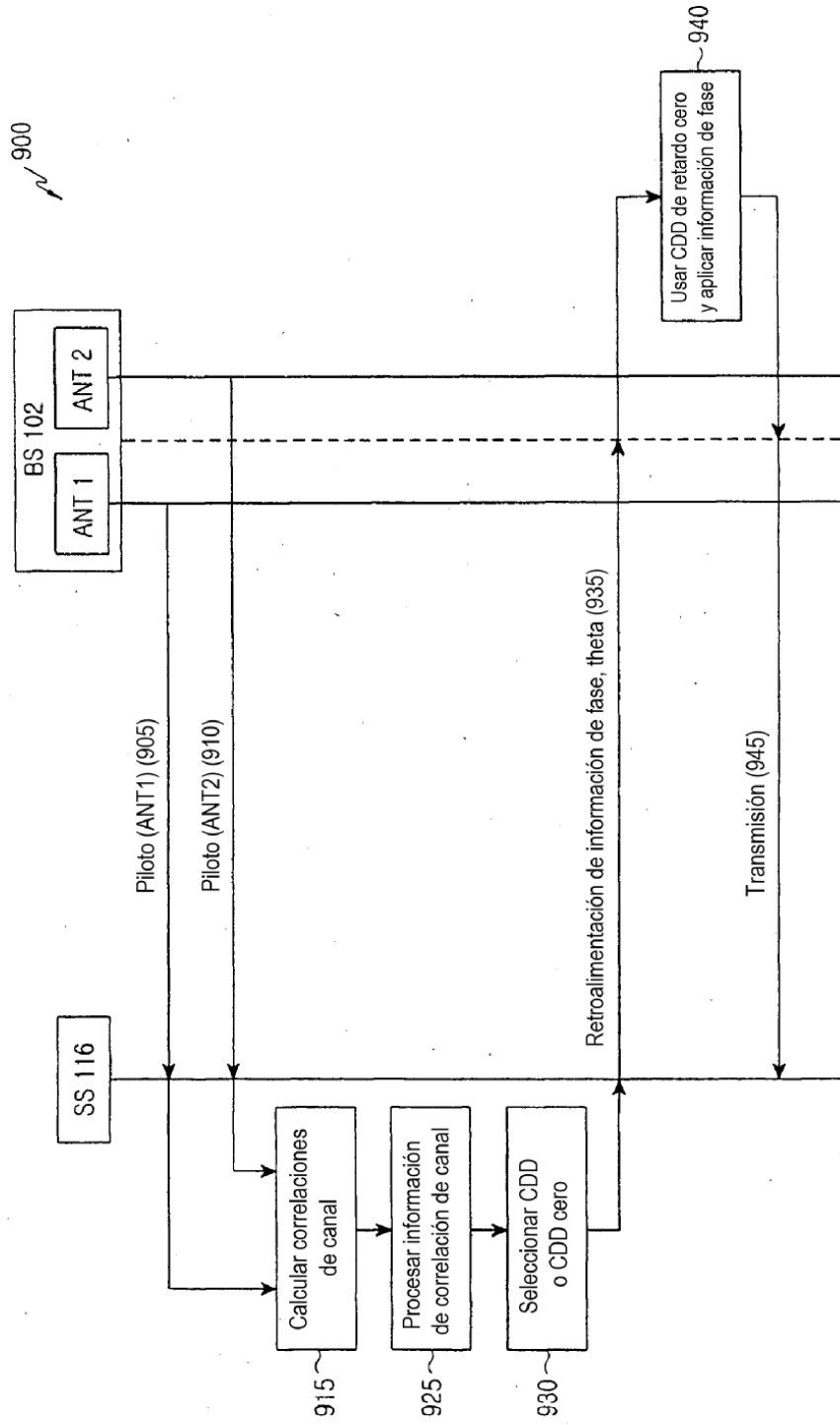


FIG.9

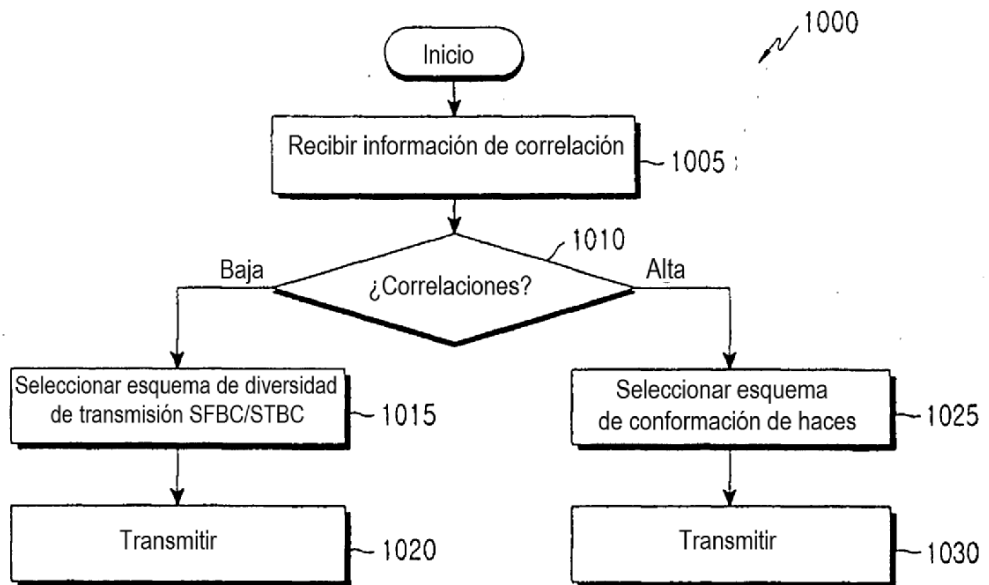


FIG.10