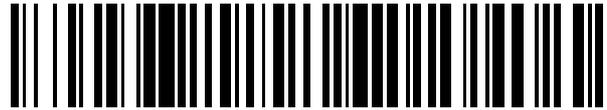


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 416 329**

51 Int. Cl.:

H04B 7/06

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.10.2005 E 05801471 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.03.2013 EP 1849243**

54 Título: **Procesamiento en los lados emisor y receptor de señales emitidas y/o recibidas a través de una antena inteligente (smart antenna)**

30 Prioridad:

14.02.2005 EP 05003115

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

31.07.2013

73 Titular/es:

**NOKIA SIEMENS NETWORKS GMBH & CO. KG
(100.0%)**

**St.-Martin-Strasse 76
81541 München, DE**

72 Inventor/es:

SPLETT, ARMIN

74 Agente/Representante:

ZUAZO ARALUZE, Alexander

ES 2 416 329 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

Procesamiento en los lados emisor y receptor de señales emitidas y/o recibidas a través de una antena inteligente (smart antenna).

5 La invención se refiere a un procedimiento para el procesamiento en los lados emisor y receptor de informaciones emitidas y/o recibidas a través de un conjunto de elementos de antena. Además se refiere la invención a equipos para realizar el procedimiento.

10 En sistemas de comunicaciones por radio se transmiten mensajes, por ejemplo con información de voz, información de imágenes, información de video, SMS (Short Message Service, servicio de mensajes cortos), MMS (Multimedia Messaging Service, servicios de mensajería multimedia) u otros datos, con ayuda de ondas electromagnéticas a través de una interfaz de radio entre la estación emisora y la receptora. Las estaciones pueden ser al respecto y en función de la configuración concreta del sistema de comunicaciones por radio estaciones de radio del lado de abonado de tipos diversos o bien equipos de radio del lado de la red, como repetidores, puntos de acceso a radio o estaciones de base. En un sistema de comunicaciones de telefonía móvil al menos una parte de las estaciones de radio del lado de abonado son estaciones de radio móviles. Las ondas electromagnéticas se emiten con frecuencias portadoras, que se encuentran en la banda de frecuencias prevista para el correspondiente sistema.

20 Los sistemas de comunicaciones de telefonía móvil están configurados a menudo como sistemas celulares, por ejemplo según el estándar GSM (Global System for Mobile Communication, sistema global para las comunicaciones móviles) o bien UMTS (Universal Mobile Telecommunications System, sistema universal de telecomunicaciones móviles) con una infraestructura de red compuesta por ejemplo por estaciones de base, equipos para el control y mando de las estaciones de base y otros equipos del lado de la red. Además de estas redes de radio celulares, jerárquicas, organizadas en una gran área (supralocales), existen también redes locales inalámbricas (WLANs, Wireless Local Area Network, red de área local inalámbrica) con una zona espacial de cobertura por radio por lo general bastante más limitada. Ejemplos de distintos estándares de WLANs son HiperLAN, DECT, IEEE 802.11, Bluetooth y WATM.

30 El acceso de estaciones de radio al medio de transmisión común se regula en sistemas de comunicaciones por radio mediante procedimientos de acceso múltiple/procedimientos multiplex (Multiple Access, MA). En estos accesos múltiples puede repartirse el medio de transmisión a lo largo del tiempo (Time Division Multiple Access, TDMA), en la gama de frecuencias (Frequency Division Multiple Access, FDMA), en la gama de códigos (Code Division Multiple Access, CDMA) o en el ámbito del espacio (Space Division Multiple Access, SDMA) entre las estaciones de radio. También son posibles combinaciones de procedimientos de acceso múltiple, como por ejemplo la combinación de un procedimiento de acceso múltiple en la gama de frecuencias con un procedimiento de acceso múltiple en la gama de códigos.

40 Para aprovechar eficientemente los escasos recursos de radio disponibles es ventajoso que las estaciones de radio, en particular las estaciones de radio del lado de la red, utilicen un conjunto de elementos de antena para enviar y/o para recibir mensajes. De esta manera puede orientarse la dirección de emisión el haz de la antena en la dirección del o de los receptores, con lo que se reducen interferencias. En la dirección de recepción pueden evaluarse de forma selectiva, mediante la utilización de un conjunto de elementos de antena, señales procedentes de una determinada dirección y suprimirse otras señales.

45 Un ejemplo se da en el documento US 2003/0109226.

50 La invención tiene la tarea básica de mostrar procedimientos para el procesamiento de informaciones en el lado emisor y/o lado receptor en los que se utilice un conjunto de elementos de antena. Además deben mostrarse equipos para realizar el procedimiento.

Esta tarea se resuelve mediante un procedimiento con las características de la reivindicación 1, así como mediante un procedimiento y equipos con características de reivindicaciones secundarias. Ventajosas mejoras y perfeccionamientos son objeto de reivindicaciones subordinadas.

55 Según el procedimiento para el procesamiento en el lado emisor de informaciones, se decide en qué dirección de emisión han de transmitirse señales para un receptor. La dirección de emisión es una combinación lineal de un cierto número de diagramas direccionales de antena correspondientes a un primer conjunto. En una parte de procesamiento de la banda de base se determina a partir de una secuencia de señales destinada al receptor un cierto número de secuencias de señales de diagrama direccional de antena correspondiente a un primer conjunto, mediante ponderación de la secuencia de señales para cada uno de los diagramas direccionales de antena con respectivos coeficientes correspondientes a la combinación lineal. Cada secuencia de señales de diagrama direccional de antena se transmite mediante respectivos enlaces lógicos propios desde la parte de procesamiento de la banda de base a una parte de procesamiento de alta frecuencia. En la parte de procesamiento de alta frecuencia se realiza una conversión del primer conjunto de secuencias de señales de diagrama direccional de antena a un cierto número de señales analógicas del elemento de antena correspondientes a un segundo conjunto distinto del

primer conjunto. Cada señal analógica del elemento de antena se emite mediante respectivos elementos de antena de un cierto número de elementos de antena correspondientes al segundo conjunto.

5 La invención se aplica a un emisor de un sistema de comunicaciones por radio que presenta un conjunto de elementos de antena, preferiblemente en una estación de base. Un elemento de antena es un equipo para emitir y dado el caso también para recibir ondas de radio. Cada elemento de antena está conectado a través de exactamente una conexión de alta frecuencia a las otras partes del emisor, mediante las cuales el elemento de antena recibe las señales analógicas a emitir y dado el caso retransmite las señales analógicas recibidas. Un elemento de antena puede estar compuesto por una configuración de uno o varios elementos emisores, por ejemplo 10 dipolos. Dentro de un elemento de antena se alimentan todos los elementos emisores con la misma señal analógica, pudiendo modificarse la amplitud y la fase, por ejemplo mediante decaladores de fase mecánicos, para poder influir sobre la curva característica de emisión o bien el diagrama direccional de antena correspondiente al elemento de antena. La emisión completa correspondiente a la antena compuesta por varios elementos de antena resulta de la superposición de las características de emisión de los distintos elementos de antena. Sobre la curva característica de emisión de la antena se influye según la invención para lograr por ejemplo la emisión en una determinada dirección o bien suprimirla en una determinada dirección para reducir interferencias. Lo correspondiente rige en el sentido de recepción, en el que puede influirse sobre el diagrama direccional de antena correspondiente a la antena compuesta por varios elementos de antena, para dar preferencia a la recepción de señales analógicas procedentes de una determinada dirección o bien para suprimir señales de interferencia procedentes de una determinada 20 dirección.

Las señales para un receptor se emiten en una determinada dirección de emisión. La decisión sobre qué dirección de emisión ha de utilizarse puede proceder en particular de conocimientos relativos al lugar de estancia del receptor, que se obtienen a partir de señales emitidas por el receptor. La emisión en la dirección de emisión determinada se realiza emitiendo las señales mediante un segundo conjunto de elementos de antena. Para el procesamiento en el lado emisor de las informaciones a enviar al receptor se representa la dirección de emisión determinada como combinación lineal de un primer conjunto de diagramas direccionales de antena. La dirección de emisión es así un determinado diagrama direccional de antena que debe utilizarse para la emisión. Preferiblemente se realiza la representación tal que todos o al menos dos de los coeficientes de la combinación lineal de los distintos diagramas 25 direccionales de antena sean distintos de cero.

Existe una parte de procesamiento de la banda de base que ejecuta al menos partes del procesamiento de la banda de base, es decir, del procesamiento digital de las informaciones y una parte de procesamiento de alta frecuencia, que ejecuta al menos la conversión de las informaciones digitales a la frecuencia portadora utilizada para la emisión. 35 En la parte de procesamiento de la banda de base se genera un primer conjunto de secuencias de señales, existiendo así para cada uno de los diagramas direccionales de antena de la combinación lineal una secuencia de señales propias. Se trata al respecto por lo tanto de secuencias de señales de diagrama direccional de antena, por cuanto para cada diagrama direccional de antena existe exactamente una secuencia de señales. Las secuencias de señales de diagrama direccional de antena se transmiten separadamente entre sí mediante respectivos enlaces lógicos propios a la parte de procesamiento de alta frecuencia. Se necesitan así entre la parte de procesamiento de la banda de base y la parte de procesamiento de alta frecuencia al menos tantos enlaces lógicos como diagramas 40 direccionales de antena se utilizan para representar la dirección de emisión.

Varios enlaces lógicos entre la parte de procesamiento de la banda de base y la parte de procesamiento de alta frecuencia pueden transmitirse a través de un enlace físico común, por ejemplo mediante un conductor de fibra óptica. Así existe al menos un enlace físico entre la parte de procesamiento de la banda de base y la parte de procesamiento de alta frecuencia. El enlace físico o bien los enlaces físicos pueden hacer posible aquí por ejemplo un procedimiento de transmisión eléctrico u óptico. 45

En la parte de procesamiento de alta frecuencia se convierte el primer conjunto de secuencias de señales de diagrama direccional de antena en un segundo conjunto de señales analógicas del elemento de antena. El primer y el segundo conjunto se diferencian aquí entre sí. La conversión se divide en dos partes: las secuencias de señales se convierten mediante transformación a la frecuencia portadora en señales analógicas, es decir, tiene lugar una conversión de señales digitales en analógicas, y la cantidad de flujos de información se modifica del primer conjunto al segundo conjunto. El segundo conjunto corresponde aquí al conjunto de elementos de antena utilizado para la emisión de señales. Existen tras la conversión por lo tanto señales analógicas del elemento de antena por cuanto para cada elemento de antena existe exactamente una señal analógica para la emisión, es decir, cada señal analógica del elemento de antena está destinada a exactamente un elemento de antena, no emitiendo ningún elemento de antena varias de las señales analógicas del elemento de antena. 50

En un perfeccionamiento de la invención se realiza la conversión del primer conjunto de secuencias de señales de diagrama direccional de antena al segundo conjunto de señales analógicas del elemento de antena, transformando el primer conjunto de secuencias de señales de diagrama direccional de antena en un cierto número de secuencias de señales del elemento de antena correspondiente al segundo conjunto. A continuación se transforma mediante conversión a una frecuencia portadora el segundo conjunto de secuencias de señales del elemento de antena en el segundo conjunto de señales analógicas del elemento de antena. Según este perfeccionamiento se realiza 55

5 primeramente la conversión en digitales, es decir, el número de secuencias de señales se convierte del primer conjunto al segundo conjunto. Tras esta conversión en digital existen secuencias de señales del elemento de antena, ya que cada elemento de antena tiene destinada exactamente una secuencia de señales para la emisión. Como segunda etapa se realiza la conversión de la banda de base a la frecuencia portadora, permaneciendo el número de flujos de información invariable, es decir, el segundo conjunto de secuencias de señales del elemento de antena se convierte en el segundo conjunto de señales analógicas del elemento de antena. Una secuencia de señales del elemento de antena que está destinada a un determinado elemento de antena se convierte mediante la segunda etapa de transformación en una señal analógica del elemento de antena que está destinada al mismo elemento de antena.

10 Según otro perfeccionamiento de la invención se realiza la conversión del primer conjunto de secuencias de señales de diagrama direccional de antena al segundo conjunto de señales analógicas del elemento de antena transformando el primer conjunto de secuencias de señales de diagrama direccional de antena, mediante conversión a una frecuencia portadora, en un cierto número de señales analógicas de diagrama direccional de antena correspondientes al primer conjunto. A continuación se convierte el primer conjunto de señales analógicas de diagrama direccional de antena en el segundo conjunto de señales analógicas del elemento de antena. Según este perfeccionamiento se realiza primeramente la conversión de la banda de base a la frecuencia portadora, permaneciendo invariable la cantidad de flujos de información. Tras esta conversión existe así para cada diagrama direccional de antena una señal analógica. A continuación se modifica la cantidad de señales analógicas del primer al segundo conjunto, con lo que en lugar del primer conjunto de señales analógicas del elemento direccional de antena, se tiene el segundo conjunto de las señales analógicas del elemento de antena. Cada señal analógica correspondiente a las señales analógicas del elemento de antena está destinada exactamente a un elemento de antena para la emisión.

25 Preferiblemente se aplica el procedimiento correspondiente a la invención a un conjunto de receptores. Para ello se suman las distintas secuencias de señales de diagrama direccional de antena de los distintos receptores antes de la transmisión de la parte de procesamiento de la banda de base a la parte de procesamiento de alta frecuencia, es decir, todas las secuencias de señales del diagrama de antena correspondientes al primer diagrama direccional de antena se suman, todas las secuencias de señales de diagrama direccional de antena correspondientes al segundo diagrama direccional de antena se suman, etc. El procesamiento a continuación se realiza con respecto a estas secuencias de señales de diagrama direccional de antena. Al respecto puede ser en particular un primer receptor un receptor individual y el segundo receptor un grupo de receptores, es decir, ser la primera transmisión un unicast (envío a un solo receptor) y ser la segunda transmisión un multicast (envío a varios receptores) o broadcast (radiodifusión).

35 En el procedimiento correspondiente a la invención para el procesamiento en el lado receptor de informaciones se reciben en un cierto número de elementos de antena correspondientes a un segundo conjunto respectivas señales analógicas del elemento de antena de un emisor. En una parte de procesamiento de alta frecuencia se realiza la conversión del segundo conjunto de señales analógicas del elemento de antena a un cierto número de secuencias de señales de diagrama direccional de antena correspondientes a un primer conjunto distinto del segundo conjunto, siendo cada secuencia de señales de diagrama direccional de antena una secuencia de señales recibida mediante un determinado diagrama direccional de antena. Cada secuencia de señales de diagrama direccional de antena se transmite mediante el respectivo enlace lógico propio desde la parte de procesamiento de alta frecuencia a una parte de procesamiento de la banda de base. En la parte de procesamiento de la banda de base se forma una secuencia de señales a partir de las secuencias de señales de diagrama direccional de antena, por ejemplo como combinación lineal de las secuencias de señales de diagrama direccional de antena, ponderando cada secuencia de señales de diagrama direccional de antena con un coeficiente.

50 El procedimiento correspondiente a la invención para el procesamiento en el lado receptor de informaciones consiste en los pasos inversos a los del procedimiento correspondiente a la invención para el procesamiento en el lado emisor de informaciones. Las descripciones anteriores relativas a los pasos en el lado emisor pueden trasladarse por lo tanto de la forma correspondiente al procedimiento en el lado receptor. En particular es ventajoso que el procedimiento del lado emisor y el procedimiento del lado receptor puedan aplicarse en combinación. Aquí puede realizarse la ponderación según una forma de ejecución preferente en el procesamiento en el lado emisor y en el lado receptor con los mismos coeficientes.

60 Es especialmente ventajoso que el segundo conjunto sea mayor que el primer conjunto. Esto significa que el número de enlaces lógicos entre la parte de procesamiento de la banda de base y la parte de procesamiento de alta frecuencia puede ser menor que el número de elementos de antena utilizados para la emisión y/o la recepción.

65 Preferiblemente puede realizarse la transmisión entre la parte de procesamiento de la banda de base y la parte de procesamiento de alta frecuencia a través de una interfaz CPRI (CPRI: Common Public Radio Interface, interfaz común pública de radio).

Una primera estación de radio correspondiente a la invención presenta medios para decidir en qué dirección de emisión han de enviarse señales para un receptor, siendo la dirección de emisión una combinación lineal de un

cierto número de diagramas direccionales de antena correspondientes a un primer conjunto. Además incluye la estación de radio una parte de procesamiento de la banda de base con medios para determinar un cierto número de secuencias de señales de diagrama direccional de antena correspondientes al primer conjunto a partir de una secuencia de señales destinada al receptor, mediante ponderación de la secuencia de señales para cada uno de los diagramas direccionales de antena con respectivos coeficientes correspondientes a la combinación lineal. Existe un número de enlaces lógicos entre la parte de procesamiento de la banda de base y una parte de procesamiento de alta frecuencia que se corresponde con el primer conjunto, en cada caso para transmitir una de las secuencias de señales de diagrama direccional de antena desde la parte de procesamiento de la banda de base a la parte de procesamiento de alta frecuencia. Además presenta la estación de radio medios en la parte de procesamiento de alta frecuencia para transformar el primer conjunto de secuencias de señales de diagrama direccional de antena en un cierto número de señales analógicas del elemento de antena correspondiente a un segundo conjunto distinto del primer conjunto. Finalmente incluye la estación de radio un cierto número de elementos de antena correspondiente al segundo conjunto para emitir respectivas señales analógicas del elemento de antena.

La segunda estación de radio correspondiente a la invención presenta un cierto número de elementos de antena correspondientes a un segundo conjunto para recibir en cada caso una señal analógica de un emisor, así como una parte de procesamiento de alta frecuencia con medios para convertir el segundo conjunto de señales analógicas del elemento de antena en un cierto número de secuencias de señales de diagrama direccional de antena correspondientes a un primer conjunto distinto del segundo conjunto, siendo cada secuencia de señales de diagrama direccional de antena una secuencia de señales recibida a través de un determinado diagrama direccional de antena. Además incluye la estación de radio un cierto número de enlaces lógicos correspondiente al primer conjunto entre una parte de procesamiento de la banda de base y la parte de procesamiento de alta frecuencia, en cada caso para transmitir una de las secuencias de señales de diagrama direccional de antena desde la parte de procesamiento de alta frecuencia a la parte de procesamiento de la banda de base. Finalmente existen medios en la parte de procesamiento de la banda de base para formar una secuencia de señales a partir de las secuencias de señales de diagrama direccional de antena, por ejemplo como combinación lineal de las secuencias de señales de diagrama direccional de antena, ponderándose cada secuencia de señales de diagrama direccional de antena con un coeficiente.

La primera y la segunda estación de radio correspondientes a la invención son especialmente adecuadas para ejecutar el procedimiento correspondiente a la invención, siendo esto así también para las mejoras y perfeccionamientos. Al respecto pueden incluir las mismas otros medios adecuados.

A continuación se describirá la invención en base a un ejemplo de ejecución más en detalle. Al respecto muestran:

figura 1: esquemáticamente una primera estructura de una estación de base correspondiente a la invención,
 figura 2: esquemáticamente una segunda estructura de una estación de base correspondiente a la invención,
 figura 3: un detalle de un sistema de comunicaciones por radio.

La figura 1 muestra esquemáticamente la estructura de una estación de base de un sistema de comunicaciones por radio, por ejemplo según el estándar UMTS. La estación de base presenta un conjunto de elementos de antena A. Bajo elemento de antena se entiende un equipo para emitir y recibir haces de radio, que presenta exactamente una conexión de alta frecuencia para recibir señales analógicas a emitir por radio y para enviar señales analógicas recibidas por radio. Un elemento de antena puede entonces estar compuesto por varios emisores/receptores físicos.

Mediante la utilización de antenas inteligentes compuestas por un conjunto de elementos de antena, puede aumentarse la capacidad de sistemas de comunicaciones por radio. En relación con CDMA u OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access, acceso múltiple por división ortogonal de frecuencias) debe por ejemplo calcularse en cada estación de base para cada estación de abonado receptora la fase y la amplitud de la señal analógica a emitir por cada elemento de antena. Cada elemento de antena está conectado mediante un cable de alta frecuencia al resto de la estación de base. Para reducir la longitud del cable de alta frecuencia necesario en su conjunto, se reparte por ejemplo según el estándar CPRI (Common Public Radio Interface, interfaz de radio pública común, descrita por ejemplo en la especificación CPRI V1.3 (2004-10-01), Common Public Radio Interface (CPRI); Interface Specification) la estación de base en ambos componentes integrantes REC (Radio Equipment Controller, controlador del equipo de radio) y RE (Radio Equipment, equipo de radio).

La estación de base de la figura 1 está dividida en ambos componentes REC y RE. El componente REC es competente para el procesamiento en la banda de base de informaciones a enviar y recibir. Entre el componente REC y el componente RE se transmiten señales digitales según el estándar CPRI, por ejemplo mediante conductores de fibra óptica. En el componente RE se convierten las señales digitales en el módulo de AF en señales analógicas de aquella frecuencia portadora que se utiliza en el sistema de comunicaciones por radio para la comunicación. Existen seis elementos de antena A, mediante los cuales se emiten las señales analógicas o bien en los cuales se reciben las señales analógicas enviadas por las estaciones de abonado. Cada uno de los elementos de antena A está conectado al módulo de AF mediante un cable de alta frecuencia, simbolizado mediante seis flechas dobles entre los elementos de antena A y el módulo de AF.

En la dirección de emisión, representada en la parte superior de la figura 1, existe para una estación de abonado una secuencia de señales T. En UMTS por ejemplo la secuencia de señales T es la señal de la banda de base compleja tras la expansión y aleatorización (scrambling). Se fijan dos diagramas direccionales de antena discretos. A continuación y para simplificar se supone que los diagramas direccionales de la antena tienen una determinada dirección de emisión. Para cada una de ambas direcciones de emisión existe un enlace lógico entre el componente REC y el componente RE. Para la primera dirección se transmite la secuencia de señales digitales X(1) desde el componente REC al componente RE y para la segunda dirección la secuencia de señales digitales X(2). Las secuencias de señales X(1) y X(2) se calculan multiplicando la secuencia de señales T por un coeficiente a(1) para la primera dirección de emisión y a(2) para la segunda dirección de emisión: $X(j) = T \cdot a(j)$, siendo j el índice de las direcciones de emisión discretas y pudiendo asumir los valores 1 y 2.

Los coeficientes a(1) y a(2) son en general números complejos. Preferiblemente los valores para a(1) y a(2) son distintos de cero. Si el valor a(1) es cero y el valor a(2) diferente de cero, entonces se emitiría la señal para la estación de abonado en la segunda dirección de emisión. Si por el contrario es el valor a(2) igual a cero y el valor a(1) distinto de cero, entonces se emitiría la señal para la estación de abonado en la primera dirección de emisión. Si son ambos valores a(1) y a(2) distintos de cero, entonces se realiza una emisión de señales en una dirección entre la primera y la segunda direcciones de emisión. Mediante la utilización de ambos coeficientes a(1) y a(2), puede realizarse una combinación lineal de dos direcciones de envío discretas. De esta manera puede adaptarse la emisión de las señales de radio mediante la estación de base a la posición de la estación de abonado. La emisión de señales específicas de abonado en la dirección de la posición actual de una estación de abonado aumenta la capacidad, es decir, el número de abonados que pueden comunicar por unidad de superficie para una anchura de banda dada, ya que se reducen las interferencias entre señales de distintos abonados.

Las secuencias de señales ponderadas con los coeficientes a(1) y a(2) se transmiten en forma de las secuencias de señales X(1) y X(2) desde el componente REC al componente RE. Para ello se utiliza en la dirección de emisión, correspondiente a la parte superior de la figura 1, y en la dirección de recepción, correspondiente a la parte inferior de la figura 1, en cada caso al menos una línea, realizándose la transmisión según el estándar CPRI. Para las secuencias de señales X(1) y X(2) se utilizan respectivos enlaces lógicos entre el componente REC y el componente RE. Ambos enlaces lógicos pueden discurrir sobre una línea física común, pero también es posible que para cada enlace lógico exista una línea propia.

En el componente RE se generan a partir de las dos secuencias de señales X(1) y X(2) seis secuencias de señales C, correspondientes a los seis elementos de antena que se utilizan para emitir la señal. Para ello se utiliza la matriz de acoplamiento S: $C(d) = S(d,j) \cdot X(j)$, siendo j el índice de las direcciones de emisión y pudiendo asumir los valores 1 y 2, y siendo d el índice de los elementos de antena y pudiendo asumir los valores 1 a 6. La fórmula se refiere aquí en cada caso a un instante, es decir, el segundo vector X está compuesto por la señal recibida en un determinado instante por el componente RE de las secuencias de señales X(1) y X(2). La matriz S 6x2 provoca así la conversión del segundo vector X con las entradas X(1) y X(2) en el sexto vector C con las entradas C(1), C(2), C(3), C(4), C(5) y C(6).

Las secuencias de señales C(d) se someten en el componente de AF a un filtrado de canal, en UMTS por ejemplo mediante un filtro Root-Raised-Cosine (filtro de raíz de coseno elevado) a una conversión a la posición de alta frecuencia de la frecuencia portadora, así como a una amplificación de potencia. Las señales analógicas de ello resultantes se emiten a través de los seis elementos de antena. Esto significa que la secuencia de señales C(1) se transforma en una señal analógica para el primer elemento de antena, la secuencia de señales C(2) en una señal analógica para el segundo elemento de antena, etc. Existe así una asociación inequívoca entre la correspondiente secuencia de señales emitida por la matriz y un elemento de antena.

En la dirección de recepción se realizan las etapas inversas: en el componente de AF se convierten las señales analógicas recibidas a través de los seis elementos de antena en seis secuencias de señales C'. La matriz S', que es una matriz transpuesta, transforma las secuencias de señales C' en ambas secuencias de señales X'(1) y X'(2), que según el estándar CPRI se transmiten desde el componente RE al componente REC.

Multiplicando el vector X' por el vector a', que está compuesto por las entradas a'(1) y a'(2), se obtiene la secuencia de señales R de la señal recibida. R es así una combinación lineal de X'(1) y X'(2), siendo $R = a'(1) \cdot X'(1) + a'(2) \cdot X'(2)$. Los valores a'(1) y a'(2) pueden obtenerse mediante estimación de canal, por ejemplo con ayuda de secuencias de adiestramiento. Los valores a(1) y a(2) para la dirección de emisión pueden obtenerse por ejemplo a partir de $a(1) = a'(1)$ y $a(2) = a'(2)$. Alternativamente a la formación de una combinación lineal a partir de X'(1) y X'(2), puede formarse la secuencia de señales R también mediante otra combinación de las secuencias de señales X'(1) y X'(2), por ejemplo cuando se utiliza un procedimiento Joint-Detection (detección conjunta) o Maximum-Ratio-Combining (combinación de coeficiente máximo).

Preferiblemente se ejecutan primeramente las etapas del procedimiento del lado receptor, utilizando una secuencia de adiestramiento. De esta manera pueden averiguarse coeficientes a'(1) y a'(2), que dan como resultado como secuencia de señales R en el mejor de los casos la secuencia de adiestramiento conocida del lado receptor. Los valores a'(1) y a'(2) así averiguados indican así la posición de la estación de abonado y pueden utilizarse a

continuación para procesar señales recibidas por la estación de base no conocidas, así como para procesar informaciones a enviar por la estación de base.

5 En la figura 1 se representa el caso de que la conversión de las dos secuencias de señales X(1) y X(2) mediante la matriz S en seis secuencias de señales C(1), C(2), C(3), C(4), C(5) y C(6) se realiza en la banda de base. Alternativamente puede realizarse también una conversión en la gama de alta frecuencia de dos señales analógicas en seis señales analógicas, tal como se representa en la figura 2. Contrariamente a en la figura 1, se convierten ambas secuencias de señales X(1) y X(2) en el componente RE en la parte de de AF en dos señales analógicas D(1) y D(2). Cada una de ambas señales analógicas se refiere a una de ambas direcciones de emisión. Ambas
10 señales analógicas D(1) y D(2) se transforman mediante una matriz de Butler S en seis señales analógicas para los seis elemento de antena A. Las correspondientes indicaciones sirven también para el circuito receptor, que se representa en la parte inferior de la figura 2.

15 Según la invención se emiten señales en una determinada dirección de emisión, mientras que se suprime la emisión en otras direcciones determinadas. Puede realizarse un giro del haz de la antena tanto vertical como también horizontalmente, correspondientes a una inclinación vertical y/o a una inclinación horizontal. Además puede girarse el lóbulo principal de la antena compuesta por los distintos elementos de antena básicamente en cualquier dirección espacial. Con respecto a los grados de libertad al generar el diagrama direccional de antena para toda la antena, es decisiva la cantidad de elementos de antena, su disposición espacial, así como los diagramas direccionales de
20 antena correspondientes a los elementos de antena.

La figura 3 muestra una zona alrededor de la estación de base BS, simbolizada mediante un círculo, en la que se encuentran las estaciones de abonado MS1, MS2 y MS3. Ambas direcciones de emisión correspondientes a las direcciones de emisión de las secuencias de señales X(1) y X(2) de las figuras 1 y 2 se representan mediante flechas dobles. En consecuencia se encuentra la estación de abonado MS1 en la primera dirección de emisión, la estación de abonado MS2 en la segunda dirección de emisión y la estación de abonado MS3 entre ambas direcciones de emisión. Los valores a(1) y a(2) se determinan por ello para:
25

estación de abonado MS1: a(1) = 1, a(2) = 0,
estación de abonado MS2: a(1) = 0, a(2) = 1,
estación de abonado MS3: a(1) = 0,5, a(2) = 0,5.
30

La matriz S puede construirse para seis elementos de antena para la constelación de la figura 3 por ejemplo como sigue:

$$S = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ e^{-0.1j} & e^{0.1j} \\ e^{-0.2j} & e^{0.2j} \\ e^{0.2j} & e^{-0.2j} \\ e^{0.1j} & e^{-0.1j} \\ 1 & 1 \end{bmatrix}$$

35 La matriz S genera para la primera dirección de emisión (es decir, para a(1) = 1 y a(2) = 0 un haz de antena, que presenta un lóbulo principal hacia la izquierda y hacia abajo. Así puede encontrarse la estación de abonado MS1 por ejemplo en una aldea en un valle. Una emisión en la primera dirección de emisión se provoca desplazando entre sí las fases de los distintos elementos de antena según la primera columna de la matriz S.

40 Para la segunda dirección de emisión (es decir, para a(1) = 0 y a(2) = 1), genera la matriz S por el contrario un haz de antena que presenta un lóbulo principal hacia la derecha y hacia arriba, por ejemplo en dirección hacia la cima de una montaña. Se provoca una emisión en la segunda dirección de emisión desplazando entre sí las fases de los distintos elementos de antena según la segunda columna de la matriz S. La estación de abonado MS3, cuya emisión de señales corresponde tanto a la primera como a también la segunda columna de la matriz S, puede encontrarse
45 por ejemplo en una ruta entre la aldea situada en el valle y la cima de la montaña.

Si se utilizan solamente ambas direcciones de emisión representadas mediante flechas dobles, entonces está optimizada la cobertura de red en la zona entre el lugar de estancia de la estación de abonado MS1 y la estación de abonado MS2 en la que se encuentra la estación de abonado MS3. La restante zona de la célula de radio de la estación de base BS no tiene cobertura por radio alguna. La misma es por ejemplo ventajosa cuando se trata aquí
50 de una zona inaccesible, en la que no se espera que haya ninguna estación de abonado o una zona en la que no

debe haberse generado interferencia alguna. Cuando existe una cantidad suficientemente alta de elementos de antena con una disposición espacial adecuada, por ejemplo a una distancia de la mitad de la longitud de onda de las señales de alta frecuencia utilizadas, pueden definirse zonas de cobertura por radio reducida y zonas de mejor cobertura por radio en direcciones espaciales de granulado muy fino.

5 Según la invención se utiliza así un cierto número de diagramas direccionales de antena discretos que es inferior a la cantidad de elementos de antena. En el ejemplo de ejecución descrito se utilizan dos diagramas direccionales de antena o bien direcciones de emisión, mientras que existen seis elementos de antena. No obstante la invención puede aplicarse sobre cualquier otro número de diagramas direccionales de antena y elementos de antena. Para cada estación de abonado se determina en qué dirección de emisión han de emitirse señales para la correspondiente estación de abonado, pudiendo utilizarse como direcciones de emisión exclusivamente combinaciones lineales de los diagramas de antena discretos. Para cada uno de los diagramas direccionales de antena se crea una secuencia de señales que es una secuencia de señales destinada a la estación de abonado ponderada con un factor y se envía al componente de la estación de base responsable del procesamiento de las señales en la gama de alta frecuencia. Para ello corresponde la cantidad de enlaces lógicos a la cantidad de diagramas direccionales de antena. En la parte de alta frecuencia se realiza una conversión del número de diagramas direccionales de antena al número mayor de elementos de antena. Cuando se realiza la conversión en la banda de base, se utiliza para ello una matriz, correspondiendo cada columna de la matriz a la emisión en exactamente uno de los diagramas direccionales de antena. La conversión puede alternativamente provocarse en la gama de alta frecuencia.

La introducción del número discreto de diagramas direccionales de antena, cuya cantidad es inferior a la cantidad de elementos de antena, tiene la ventaja de que se reduce la longitud necesaria de líneas que se necesitan dentro de la estación de base para la transmisión de señales. Esto tiene más importancia cuanto mayor es la distancia entre la unidad para el procesamiento en la banda de base, en las figuras 1 y 2 el componente REC, y la unidad para el procesamiento en alta frecuencia, en las figuras 1 y 2 el componente RE.

Por lo general se envían desde la estación de base señales a varias estaciones de abonado o bien se reciben señales de varias estaciones de abonado. En este caso las secuencias de señales $X(1)$ y $X(2)$ son las sumas de las secuencias de señales de las distintas estaciones de abonado. Es decir, primeramente se determinan secuencias de señales $X(1)$ y $X(2)$ específicas del abonado, que a continuación se suman antes de la transmisión desde el componente REC al componente RE. También las secuencias de señales de los canales comunes, como por ejemplo del canal de broadcast (radiodifusión), se añaden a las secuencias de señales de abonado. Correspondientemente las secuencias de señales $X'(1)$ y $X'(2)$ en la dirección de recepción son en general una superposición de las informaciones recibidas de distintas estaciones de abonado.

El coste en cálculo en la estación de base se reduce mediante la aplicación de la invención, ya que en el componente REC deben determinarse para un abonado solamente las señales para los distintos diagramas direccionales de antena y no para todos los elementos de antena. La conversión del número de diagramas direccionales de antena al número de elementos de antena se realiza una vez que se hayan sumado las señales de las distintas estaciones de abonado. Esto significa que las señales para los distintos elementos de antena no se determinan para cada señal de abonado, sino para la suma de las señales de abonado. El ahorro generado de esta manera en cuanto a capacidad de cálculo es más grande cuanto mayor es la diferencia entre la cantidad de elementos de antena y la cantidad de diagramas direccionales de antena.

Los diagramas direccionales de antena pueden ser, tal como se representa en la figura 3, la dirección del lóbulo principal del equipo de antenas completo compuesto por varios elementos de antena. En general puede corresponder una dirección de emisión a las más diversas configuraciones de lóbulos principales y secundarios.

Aunque la invención se ha descrito en base al estándar para la transmisión de señales dentro de una estación de base CPRI, puede aplicarse la invención independientemente del estándar CPRI.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para el procesamiento en el lado emisor de informaciones, en el que
 - se decide en qué dirección de emisión han de transmitirse señales para un receptor (MS1, MS2, MS3),
siendo la dirección de emisión una combinación lineal de un cierto número de diagramas direccionales de
antena correspondientes a un primer conjunto,
 - en una parte de procesamiento de la banda de base (REC) se determina a partir de una secuencia de
señales (T) destinada al receptor (MS1, MS2, MS3) un cierto número de secuencias de señales (X(1), X(2))
de diagrama direccional de antena correspondiente al primer conjunto, mediante ponderación de la secuencia
de señales (T) para cada uno de los diagramas direccionales de antena con respectivos coeficientes (a(1),
a'(2)) correspondientes a la combinación lineal,
 - cada secuencia de señales (X(1), X(2)) de diagrama direccional de antena se transmite mediante respectivos
enlaces lógicos propios desde la parte de procesamiento de la banda de base (REC) a una parte de
procesamiento de alta frecuencia (RE),
 - en la parte de procesamiento de alta frecuencia (RE) se realiza una conversión del primer conjunto de
secuencias de señales de diagrama direccional de antena (X(1), X(2)) a un cierto número de señales
analógicas del elemento de antena correspondientes a un segundo conjunto distinto del primer conjunto,
 - cada señal analógica del elemento de antena se emite mediante respectivos elementos de antena (A) de un
cierto número de elementos de antena (A) correspondientes al segundo conjunto.

2. Procedimiento según la reivindicación 1,
en el que se realiza la conversión del primer conjunto de secuencias de señales (X(1), X(2)) de diagrama
direccional de antena al segundo conjunto de señales analógicas del elemento de antena, transformándose el
primer conjunto de secuencias de señales (X(1), X(2)) de diagrama direccional de antena en un cierto número de
secuencias de señales (C) del elemento de antena correspondiente al segundo conjunto y a continuación se
transforma mediante conversión a una frecuencia portadora el segundo conjunto de secuencias de señales (C)
del elemento de antena al segundo conjunto de señales analógicas del elemento de antena.

3. Procedimiento según la reivindicación 1,
en el que se realiza la conversión del primer conjunto de secuencias de señales (X(1), X(2)) de diagrama
direccional de antena al segundo conjunto de señales analógicas del elemento de antena, transformando el
primer conjunto de secuencias de señales (X(1), X(2)) de diagrama direccional de antena, mediante conversión a
una frecuencia portadora, en cierto número de señales analógicas (D) de diagrama direccional de antena
correspondientes al primer conjunto y a continuación se convierte el primer conjunto de señales analógicas (D)
de diagrama direccional de antena en el segundo conjunto de señales analógicas del elemento de antena.

4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3,
en el que se aplica el procedimiento a un conjunto de receptores (MS1, MS2, MS3), en el que
 - se decide en qué dirección de emisión han de emitirse en cada caso señales para varios receptores (MS1,
MS2, MS3), siendo las direcciones de emisión respectivas combinaciones lineales de un cierto número de
diagramas direccionales de antena correspondientes a un primer conjunto,
 - en una parte de procesamiento de la banda de base (REC) se determina para cada receptor (MS1, MS2,
MS3), a partir de una secuencia de señales (T) destinada al correspondiente receptor (MS1, MS2, MS3) un
cierto número de secuencias de señales (X(1), X(2)) de diagrama direccional de la antena correspondientes
al primer conjunto, mediante ponderación de la secuencia de señales (T) para cada uno de los diagramas
direccionales de antena con en cada caso un coeficiente (a(1), a(2)) correspondiente a la combinación lineal,
 - para cada uno del primer conjunto de diagramas direccionales de antena se suman las secuencias de
señales (X(1), X(2)) de diagrama direccional de antena de los receptores (MS1, MS2, MS3),
 - cada secuencia de señales (X(1), X(2)) de diagrama direccional de antena sumada se transmite mediante
respectivos enlaces lógicos propios desde la parte de procesamiento de la banda de base (REC) a la parte de
procesamiento de alta frecuencia (RE),
 - en la parte de procesamiento de alta frecuencia (RE) se realiza una conversión del primer conjunto de
secuencias de señales (X(1), X(2)) de diagrama direccional de antena sumadas a un cierto número de
señales analógicas del elemento de antena correspondientes a un segundo conjunto distinto del primer
conjunto,
 - cada señal analógica del elemento de antena se emite mediante respectivos elementos de antena (A) de un
cierto número de elementos de antena (A) correspondientes al segundo conjunto.

5. Procedimiento para el procesamiento en el lado receptor de informaciones,
en el que
 - se reciben en un cierto número de elementos de antena (A) correspondientes a un segundo conjunto
respectivas señales analógicas de un emisor (MS1, MS2, MS3),
 - en una parte de procesamiento de alta frecuencia (RE) se realiza una conversión del segundo conjunto de
señales analógicas del elemento de antena a un cierto número de secuencias de señales (X'(1), X'(2)) de
diagrama direccional de antena correspondiente a un primer conjunto distinto del segundo conjunto, siendo

- cada secuencia de señales $(X'(1), X'(2))$ de diagrama direccional de antena una secuencia de señales recibida a través de un determinado diagrama direccional de antena,
- cada secuencia de señales $(X'(1), X'(2))$ de diagrama direccional de antena se transmite mediante el respectivo enlace lógico propio desde la parte de procesamiento de alta frecuencia (RE) a una parte de procesamiento de la banda de base (REC),
 - en la parte de procesamiento de la banda de base (REC) se forma una secuencia de señales (R) a partir de las secuencias de señales $(X'(1), X'(2))$ de diagrama direccional de antena.
- 5
6. Procedimiento según la reivindicación 5,
 10 en el que la secuencia de señales (R) se forma como combinación lineal de las secuencias de señales $(X'(1), X'(2))$ de diagrama direccional de antena, ponderando cada secuencia de señales $(X'(1), X'(2))$ de diagrama direccional de antena con un coeficiente $(a'(1), a'(2))$.
7. Procedimiento según la reivindicación 5 ó 6,
 15 en el que la conversión del segundo conjunto de señales analógicas del elemento de antena al primer conjunto de secuencias de señales $(X'(1), X'(2))$ de diagrama direccional de antena se realiza transformando el segundo conjunto de señales analógicas del elemento de antena, mediante conversión a una banda de base, en un cierto número de secuencias de señales (C') de elemento de antena correspondientes al segundo conjunto y a continuación se convierte el segundo conjunto de secuencias de señales (C') del elemento de antena en un
 20 cierto número de secuencias de señales $(X'(1), X'(2))$ de diagrama direccional de antena correspondientes al primer conjunto.
8. Procedimiento según la reivindicación 5 ó 6,
 25 en el que la conversión del segundo conjunto de señales analógicas del elemento de antena al primer conjunto de secuencias de señales $(X'(1), X'(2))$ de diagrama direccional de antena se realiza transformando el segundo conjunto de señales analógicas del elemento de antena en un cierto número de señales analógicas (D') de diagrama direccional de antena correspondientes al primer conjunto y a continuación se convierte el primer conjunto de señales analógicas (D') de diagrama direccional de antena, mediante conversión a una banda de
 30 base, en un cierto número de secuencias de señales $(X'(1), X'(2))$ de diagrama direccional de antena correspondientes al primer conjunto.
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4 y a una de las reivindicaciones 6 a 8,
 en el que la ponderación en el procesamiento del lado emisor se realiza con los mismos coeficientes $(a(1), a(2), a'(1), a'(2))$ que en el procesamiento del lado receptor.
- 35
10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 9,
 en el que el segundo conjunto es mayor que el primer conjunto.
11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 10,
 40 en el que la transmisión entre la parte de procesamiento de la banda de base (REC) y la parte de procesamiento en alta frecuencia (RE) se realiza a través de una interfaz CPRI.
12. Estación de base (BS) con
- medios para decidir en qué dirección de emisión han de emitirse señales para un receptor (MS1, MS2, MS3),
 45 siendo la dirección de emisión una combinación lineal de un cierto número de diagramas direccionales de antena correspondientes a un primer conjunto,
 - una parte de procesamiento de la banda de base (REC) con medios para determinar un cierto número de secuencias de señales $(X(1), X(2))$ de diagrama direccional de antena correspondientes al primer conjunto a partir de una secuencia de señales (T) destinada al receptor (MS1, MS2, MS3), mediante ponderación de la
 50 secuencia de señales (T) para cada uno de los diagramas direccionales de antena con respectivos coeficientes $(a(1), a(2))$ correspondientes a la combinación lineal,
 - un número de enlaces lógicos entre la parte de procesamiento de la banda de base (REC) y una parte de procesamiento de alta frecuencia (RE) que se corresponde con el primer conjunto, en cada caso para transmitir una de las secuencias de señales $(X(1), X(2))$ de diagrama direccional de antena desde la parte de
 55 procesamiento de la banda de base (REC) a la parte de procesamiento de alta frecuencia (RE),
 - medios (S, HF) en la parte de procesamiento de alta frecuencia (RE) para transformar el primer conjunto de secuencias de señales $(X(1), X(2))$ de diagrama direccional de antena en un cierto número de señales analógicas del elemento de antena correspondientes a un segundo conjunto distinto del primer conjunto,
 - un cierto número de elementos de antena (A) correspondiente al segundo conjunto para emitir respectivas
 60 señales analógicas de un elemento de antena.
13. Estación de radio (BS) con
- un cierto número de elementos de antena (A) correspondiente a un segundo conjunto para recibir en cada caso una señal analógica de un emisor (MS1, MS2, MS3),

- 5 – una parte de procesamiento de alta frecuencia (RE) con medios (S', H) para convertir el segundo conjunto de señales analógicas del elemento de antena en un cierto número de secuencias de señales (X'(1), X'(2)) de diagrama direccional de antena correspondiente a un primer conjunto distinto del segundo conjunto, siendo cada secuencia de señales (X'(1), X'(2)) de diagrama direccional de antena una secuencia de señales recibida a través de un determinado diagrama direccional de antena,
- 10 – un cierto número de enlaces lógicos correspondientes al primer conjunto entre una parte de procesamiento de la banda de base (REC) y la parte de procesamiento de alta frecuencia (RE), en cada caso para transmitir una de las secuencias de señales (X'(1), X'(2)) de diagrama direccional de antena desde la parte de procesamiento de alta frecuencia (RE) a la parte de procesamiento de la banda de base (REC),
- medios en la parte de procesamiento de la banda de base (REC) para formar una secuencia de señales (R) a partir de las secuencias de señales (X'(1), X'(2)) de diagrama direccional de antena.

FIG 1

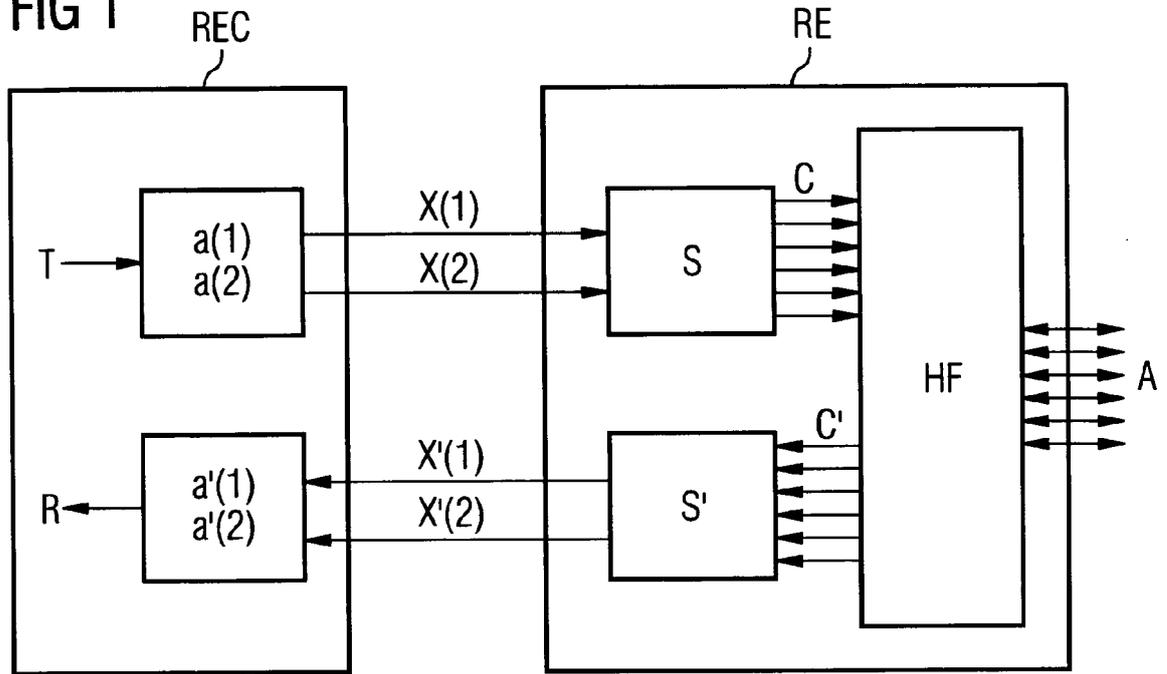


FIG 2

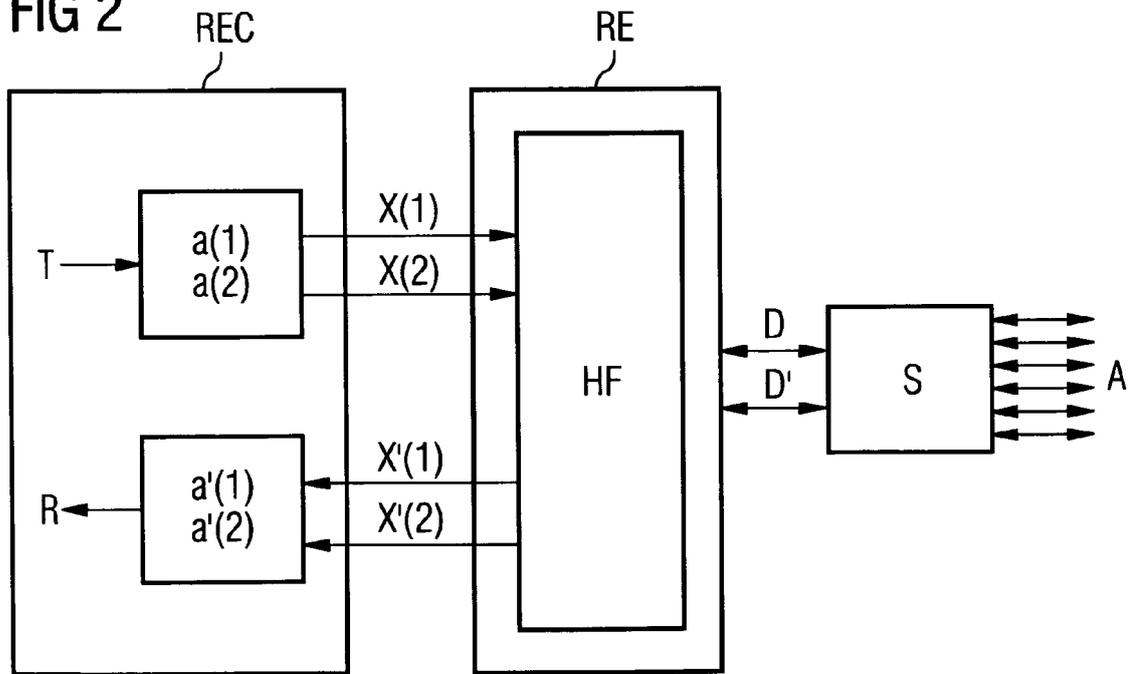


FIG 3

