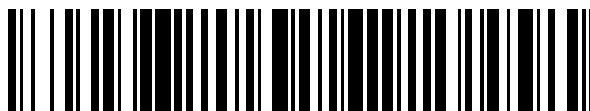


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 679 268**

51 Int. Cl.:

H04L 5/14 (2006.01)

H04L 25/02 (2006.01)

H04L 25/03 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.04.2010 PCT/FR2010/050825**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.11.2010 WO10128234**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.04.2010 E 10727072 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.04.2018 EP 2427991**

54 Título: **Procedimiento de pre-ecualización por inversión temporal en FDD**

30 Prioridad:

07.05.2009 FR 0953062

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

23.08.2018

73 Titular/es:

**ORANGE (100.0%)
78, rue Olivier de Serres
75015 Paris , FR**

72 Inventor/es:

**PHAN HUY, DINH THUY y
CHAUFRAY, JEAN-MARIE**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 679 268 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

Procedimiento de pre-ecualización por inversión temporal en FDD

5 La presente invención se refiere a un procedimiento pre-ecualización de una señal de datos, por ejemplo transmitida en una red de comunicación de radio basada en una duplexación por división de frecuencia FDD (por "frequency division duplex" en inglés).

10 En una red de tipo FDD, dos entidades comunicantes transmiten unas señales de datos en bandas de frecuencia distintas. Las entidades comunicantes son por ejemplo unos terminales de radio, unas estaciones base terrestres o de satélite, o también unos puntos de acceso por radio. La invención se refiere a las redes de comunicación de radio de tipo SISO (por "Single Input, Single Output" en inglés), para las que las entidades comunicantes tienen una antena única, a las redes de tipo MIMO (por "Multiple Input, Multiple Output" en inglés) para las que las entidades comunicantes tienen una pluralidad de antenas, y a las redes que combinan unas entidades comunicantes que incluyen una antena y unas entidades comunicantes con una pluralidad de antenas de tipo SIMO (por "Single Input, Multiple Output" en inglés) o MISO (por "Multiple Input, Single Output").

15 Una señal de radio transmitida por una antena de una entidad comunicante, denominada señal de antena, sufre deformaciones en función de las condiciones de propagación entre un punto de origen definido a la salida de la antena de origen y un punto de destino definido en la entrada de una antena de la entidad comunicante de destino. Con el fin de limitar estas deformaciones, la señal de antena se distorsiona mediante la aplicación de coeficientes de pre-ecualización en función de las características del canal de propagación entre estas dos antenas. Es necesario por tanto caracterizar este canal de propagación.

20 Entre los métodos de pre-ecualización existentes, se distinguen los métodos basados en la inversión temporal debido a su reducida complejidad y su rendimiento.

25 La inversión temporal es una técnica de enfoque de las ondas, típicamente de las ondas acústicas, que se basa en la invarianza por inversión del tiempo de la ecuación de onda. De ese modo, una onda temporalmente invertida se propaga como una onda directa que ascendiera en el tiempo.

30 Un impulso breve emitido desde un punto de origen se propaga en un medio de propagación. Una parte de esta onda recibida por un punto de destino se invierte temporalmente antes de ser reenviada en el medio de propagación. La onda converge hacia el punto de origen reconstruyendo ahí un impulso breve. La señal recibida en el punto de origen es casi idéntica en su forma a la señal de origen emitida en el punto de origen. En particular, la onda devuelta converge tanto más precisamente cuanto más complejo es el medio de propagación. La inversión temporal del canal de propagación aplicada a la onda permite concentrar la energía y anular el efecto de este canal en un punto focal durante la transmisión de la onda así pre-distorsionada a partir del punto de origen.

35 La técnica de inversión temporal se aplica así a las redes de comunicación por radio para anular el efecto del canal de propagación sobre la señal de antena en un punto focal, principalmente reduciendo la extensión del canal por concentración de la energía en el punto focal, y simplificar el tratamiento de los símbolos recibidos después de la travesía del canal. La señal de antena emitida por una antena de la entidad comunicante de origen está así pre-ecualizada mediante la aplicación de coeficientes obtenidos a partir de la inversión temporal de la respuesta de impulso del canal de propagación que esta señal de antena debe atravesar. La implementación de la inversión temporal necesita por tanto el conocimiento del canal de propagación por la entidad comunicante de origen en la banda de frecuencia dedicada a las comunicaciones procedentes de esta entidad.

40 Ahora bien, en el caso de una transmisión en modo FDD, las transmisiones de una entidad comunicante, llamada entidad comunicante de origen, hacia la entidad comunicante de destino y las transmisiones en el sentido contrario se efectúan en bandas de frecuencia distintas. Se trata por ejemplo para un sistema de radiocomunicación, de una transmisión en una primera banda de frecuencia de un terminal de radio móvil hacia una estación de base, llamada transmisión en sentido ascendente, y de una transmisión en una segunda banda de frecuencia entre una estación base hacia el terminal de radio móvil, llamada transmisión en sentido descendente. Si una entidad comunicante puede estimar un canal de propagación a partir de la recepción de una señal que lo atraviesa, no puede estimar un canal de propagación a partir de la señal transmitida en una banda de frecuencia diferente. Es por tanto particularmente interesante tener una técnica de pre-ecualización de las señales de antena para este tipo de transmisión.

45 Una primera solución se propone en el artículo titulado "From Theory to practice: an overview of MIMO space-time coded wireless systems" cuyos autores son David Gesbert, Mansoor Shafi, Da-Shan Shiu, Peter J Smith, y Aymon Naguib, y publicada en la revista IEEE Journal on Selected Areas in Communication, vol. 21, N.º 3, en abril de 2003. El método propone utilizar la inversión temporal como técnica de pre-ecualización cuyos coeficientes se evalúan a partir de la estimación del canal de propagación efectuada por la entidad comunicante de destino. Esta estimación se realiza por la entidad comunicante de destino a partir del conocimiento de pilotos previamente emitidos por la entidad comunicante de origen. Se suministra entonces una cuantificación de la estimación del canal de propagación

a la entidad comunicante de origen. Sin embargo, la cuantificación de la estimación del canal de propagación debe ser suficientemente precisa con el fin de garantizar una pre-ecualización eficaz. Por otro lado, la necesidad de recursos de radio necesarios para suministrar la estimación cuantificada del canal de propagación aumenta con la precisión de la cuantificación.

5 Debe alcanzarse por lo tanto un compromiso entre la precisión de la cuantificación de la estimación del canal de propagación y el consumo de recursos de radio utilizados para la emisión de la estimación cuantificada del canal de propagación.

10 Los documentos US 2007/099571 A1, EP 0 936 781 A1, US 2007/206504 A1 y DAHL T ET AL: "Blind beamforming in frequency division duplex MISO systems based on time reversal mirrors", IEEE WORKSHOP ON SIGNAL PROCESSING ADVANCES IN WIRELESS COMMUNICATIONS, PISCATAWAY, NJ, Estados Unidos, IEEE, 2 de junio de 2005, páginas 640-644, DOI: 10.1109/SPAWC.2005.1506218, ISBN: 978-0-7803-8867-3 proponen unos métodos de pre-ecualización alternativos.

15 La invención propone una solución alternativa que ofrece un método de pre-ecualización basado en la inversión temporal sin necesitar el suministro por parte de la entidad comunicante de destino de una estimación cuantificada de un canal de propagación. Esta solución está adaptada además para unas entidades comunicantes con una única antena para las que la señal de datos se compone de una única señal de antena, o para unas entidades comunicantes con varias antenas para las que una señal de datos se compone de una pluralidad de señales de antena.

20 Para conseguir este objetivo, la invención propone un procedimiento de pre-ecualización de una señal de datos transmitida en duplexación por división de frecuencia por una entidad comunicante de origen que incluye un conjunto de antenas de origen con destino en una entidad comunicante de destino que incluye un conjunto de antenas de destino de acuerdo con la reivindicación 1. Este procedimiento permite así liberarse de la utilización de recursos de radio para la emisión de una estimación de un canal de propagación. Además, no es necesaria ninguna cuantificación, lo que permite garantizar una pre-ecualización eficaz. La entidad comunicante de destino libera los recursos destinados anteriormente a suministrar la (o las) estimación(es) del canal de propagación sin añadir tratamientos analógicos o digitales complejos.

25 La complejidad del procedimiento según la invención en la entidad comunicante de origen para la pre-ecualización de una señal de datos está así limitada a la emisión y la recepción de señales piloto y de estimación del canal de propagación. Además, la complejidad del procedimiento en la entidad comunicante de destino para la pre-ecualización de una señal de datos emitida por la entidad comunicante de origen está limitada a la generación de secuencias piloto y a la estimación de una respuesta a impulsos.

30 Los coeficientes de pre-ecualización se determinan para concentrar la energía de la señal sobre el punto focal por aplicación de la inversión temporal y reducir así la extensión del canal de propagación que la señal atravesará. Se obtiene directamente a partir de una combinación de un conjunto de respuestas a impulsos compuestas.

Además, el procedimiento es independiente de los diferentes métodos de pre-codificación y de modulación aplicados a unos datos binarios que generan una señal de datos que incluye una pluralidad de señales de antena.

45 Además, la invención se refiere de modo indiferente a las redes de comunicación de radio de tipo SISO para las que las entidades comunicantes tienen una antena única, a las redes de tipo MIMO para las que las entidades comunicantes tienen una pluralidad de antenas, y a las redes que combinan unas entidades comunicantes que incluyen una antena y unas entidades comunicantes con una pluralidad de antenas de tipo SIMO o MISO.

50 El procedimiento incluye además, en la etapa de recepción de la primera secuencia piloto emitida por la antena de destino, una selección de la antena de referencia en función de un conjunto de señales piloto recibidas por el conjunto de antenas de origen.

55 Esta selección permite seleccionar así el primer canal de propagación en función de características de las señales piloto recibidas, por ejemplo su extensión en el tiempo de la señal.

En un modo particular de realización la selección de la antena de referencia se realiza en función de la energía de las señales piloto del conjunto de las señales piloto recibidas en el conjunto de las antenas de origen.

60 Esta selección permite de ese modo favorecer al primer canal de propagación en el que la energía de la señal es la menos atenuada.

65 La invención se refiere igualmente a un dispositivo para la pre-ecualización de una señal de datos transmitida en duplexación por división de frecuencia para una entidad comunicante de origen que incluye un conjunto de antenas de origen, siendo adecuada la entidad comunicante de origen para transmitir la señal con destino en una entidad comunicante de destino que incluye un conjunto antenas de destino de acuerdo con la reivindicación 4. La invención

se refiere igualmente a un dispositivo para la pre-ecualización de una señal de datos transmitida en duplexación por división de frecuencia para una entidad comunicante de destino que incluye un conjunto de antenas de destino, siendo adecuada la entidad comunicante de destino para recibir la señal de datos transmitida por una entidad comunicante de origen que incluye un dispositivo descrito anteriormente, incluyendo la entidad comunicante de origen un conjunto de antenas de origen de acuerdo con la reivindicación 5. La invención se refiere igualmente a una entidad comunicante de un sistema de comunicación por radio que incluye al menos uno de los dispositivos para la pre-ecualización de la señal de datos antes citados.

La invención se refiere igualmente a un sistema de comunicación por radio que comprende al menos una entidad comunicante de origen y al menos una entidad comunicante de destino según la invención.

La invención se refiere igualmente a un programa informático para una entidad comunicante de origen que comprende las instrucciones de software para controlar la implementación por la entidad de aquellas etapas del procedimiento según la invención que se implementan por la entidad comunicante de origen cuando el programa se ejecuta por la entidad comunicante de origen.

La invención se refiere igualmente a un programa informático para una entidad comunicante de destino que comprende las instrucciones de software para controlar la implementación por dicha entidad de aquellas etapas del procedimiento según la invención que se implementan por la entidad comunicante de destino cuando el programa se ejecuta por la entidad comunicante de destino.

Los dispositivos, entidades comunicantes, sistema y programas informáticos presentan unas ventajas análogas a las anteriormente descritas.

Surgirán más claramente otras características y ventajas de la presente invención con la lectura de la descripción que sigue de diversos modos particulares de realización del procedimiento para la pre-ecualización de una señal de datos y unas entidades comunicantes asociadas, dados a título de simples ejemplos ilustrativos y no limitativos, y de los dibujos adjuntos, en los que:

- la figura 1 es un diagrama de bloques esquemático de un entidad comunicante de origen que comunica con una entidad comunicante de destino según la invención,
- la figura 2 representa las etapas del procedimiento de pre-ecualización de la señal de datos según un primer modo particular de realización, y
- la figura 3 representa las etapas del procedimiento de pre-ecualización de la señal de datos según un segundo modo particular de realización.

Con referencia a la figura 1, una entidad comunicante de origen EC1 es adecuada para comunicar con una entidad de destino EC2 a través de una red de comunicación por radio basada en una duplexación por división de frecuencia FDD no representada en la figura. Por ejemplo, la red de comunicación por radio es una red de radiocomunicación celular de tipo UMTS (por "Universal Mobile Communication System" en inglés) definida por el organismo de especificación 3GPP (por "3rd Generation Partnership Project" en inglés), y sus evoluciones tal como el 3GPP-LTE (por "Long Term Evolution" en inglés).

Las entidades comunicantes pueden ser unos terminales móviles o incluso unas estaciones base terrestres o de satélite, o incluso unos puntos de acceso. Según el modo FDD, las transmisiones de una estación base hacia la estación de radio móvil, denominadas en vía ascendente, se efectúan en una banda de frecuencia distinta de la banda de frecuencia dedicada a las transmisiones del terminal de radio móvil hacia la estación base, denominadas en vía descendente. Por razones de claridad, la invención se presenta para la transmisión unidireccional de una señal de datos de la entidad comunicante EC1 con destino en la entidad comunicante EC2, tanto si es en el sentido ascendente como en el sentido descendente. La invención se refiere igualmente a las transmisiones bidireccionales.

La entidad comunicante de origen EC1 incluye M1 antenas de origen ($A_{1_1}, \dots, A_{1_{ref}}, \dots, A_{1_i}, \dots, A_{1_{M1}}$), siendo M1 superior o igual a 1. La entidad comunicante de destino incluye M2 antenas de destino ($A_{2_1}, \dots, A_{2_j}, \dots, A_{2_{M2}}$) siendo M2 superior o igual a 1.

La entidad comunicante de destino EC2 es adecuada para emitir una secuencia piloto o una señal de radio a partir de al menos una cualquiera de las antenas A_{2_j} , estando j comprendida entre 1 y M2, en una primera banda de frecuencia. Se define un primer canal de propagación $C1(i \leftarrow j)$ entre la antena A_{2_j} de la entidad comunicante de destino EC2 y una antena A_{1_i} de la entidad comunicante de origen EC1. Igualmente, se define un primer canal de propagación $C1(ref \leftarrow j)$ entre la antena de destino A_{2_j} y la antena de origen $A_{1_{ref}}$. Se definen así $M1 \times M2$ primeros canales de propagación $C1(i \leftarrow j)$, para i variando de 1 a M1 y para j variando de 1 a M2, entre las entidades comunicantes EC1 y EC2.

La entidad comunicante de origen EC1 es adecuada para emitir una secuencia piloto o una señal de radio a partir de al menos una cualquiera de las antenas A_{1_i} , estando i comprendida entre 1 y M1, con destino en la entidad comunicante de destino EC2 en una segunda banda de frecuencia distinta de la primera. Se define un segundo

canal de propagación $C2(i \rightarrow j)$ entre la antena $A1_i$ de la entidad comunicante de origen $EC1$ y una antena $A2_j$ de la entidad comunicante de destino $EC2$ para una transmisión de la entidad comunicante $EC1$ hacia la entidad comunicante $EC2$. Se definen así $M1 \times M2$ segundos canales de propagación $C2(i \rightarrow j)$, para i variando de 1 a $M1$ y para j variando de 1 a $M2$, entre las entidades comunicantes $EC1$ y $EC2$.

5 En la figura 1, se representan solamente unos medios incluidos en la entidad comunicante de origen y unos medios incluidos en la entidad de origen de destino en relación con la invención.

10 Las entidades comunicantes de origen y de destino incluyen además una unidad central de control, no representada, a la que se conectan los medios incluidos, destinada a controlar el funcionamiento de estos medios.

15 La entidad comunicante de origen incluye además un generador de señal de datos que incluye $M1$ señales de antena. Dichas señales de antena se definen a partir de datos binarios mediante unos métodos de modulación, codificación y reparto sobre las $M1$ antenas por ejemplo según el artículo "Space block Coding: A simple transmitter diversity technique for wireless communications", publicado en la revista IEEE Journal areas communications, vol. 16 págs. 1456-1458, en octubre, 1998 cuyo autor es S. Alamouti.

La entidad comunicante de origen $EC1$ incluye:

- 20 - un receptor selectivo $SEL1$ dispuesto para recibir sobre el conjunto de las antenas de origen una primera secuencia piloto emitida por la entidad comunicante de destino $EC2$ y para seleccionar una antena de referencia del conjunto de las antenas de origen,
- un estimador de canal $ESTIM1_1$ dispuesto para estimar una primera respuesta a impulsos a partir de la primera secuencia piloto emitida por la entidad de destino y recibida por la antena de referencia,
- 25 - una memoria $MEM1_1$ que memoriza la primera respuesta a impulsos, o la función de transferencia correspondiente, determinada por el estimador de canal $ESTIM1_1$,
- un generador de secuencia piloto $PILOT1$ dispuesto para emitir una segunda secuencia piloto a partir de una antena cualquiera $A1_i$, estando comprendido i entre 1 y $M1$, para una frecuencia portadora $f1$ de la banda de frecuencia dedicada a las transmisiones de la entidad comunicante $EC1$ con destino en la entidad comunicante $EC2$,
- 30 - un receptor $REC1$ dispuesto para recibir a través de la antena de referencia seleccionada una tercera secuencia piloto modulada emitida por la entidad de destino,
- un estimador de canal $ESTIM1_2$ dispuesto para estimar una respuesta a impulsos combinada a partir de la tercera secuencia piloto modulada emitida por la entidad de destino y recibida por la antena de referencia,
- 35 - un analizador de impulsos $RTEMP1$ dispuesto para efectuar la inversión temporal de la respuesta a impulsos combinada suministrada por el estimador de canal $ESTIM1_2$,
- un calculador $COMB1$ dispuesto para combinar una primera respuesta a impulsos memorizada en la memoria $MEM1_1$ y una respuesta a impulsos combinada invertida temporalmente suministrada por el analizador de impulsos $RTEMP1$,
- 40 - una memoria $MEM1_2$ que memoriza unas respuestas a impulsos, o unas funciones de transferencia correspondientes, determinadas iterativamente por el calculador $COMB1$,
- un pre-ecualizador $PECU1$ dispuesto para determinar unos coeficientes de pre-ecualización a partir de una combinación de las funciones de transferencia o respuestas a impulsos memorizadas en la memoria $MEM1_2$.

45 Por supuesto, las memorias $MEM1_1$ y $MEM1_2$ pueden implementarse mediante un único módulo de memorización, y el receptor selectivo $SEL1$ y el receptor $REC1$ pueden implementarse mediante un único módulo de recepción de señales de radio. Igualmente, los estimadores $ESTIM1_1$ y $ESTIM1_2$ pueden implementarse mediante un único módulo de estimación.

50 La entidad comunicante de destino $EC2$ incluye:

- un generador de secuencia piloto $PILOT2_1$ dispuesto para emitir una primera secuencia piloto a partir de una antena cualquiera de destino $A2_j$, estando comprendido j entre 1 y $M2$, en una frecuencia portadora $f2$ de la banda de frecuencia dedicada a las transmisiones de la entidad comunicante $EC2$ con destino en la entidad comunicante $EC1$,
- 55 - un estimador de canal $ESTIM2$ dispuesto para estimar una respuesta a impulsos a partir de la recepción por medio de una antena de destino del conjunto de las antenas de destino de una segunda secuencia piloto emitida por una antena de emisión de la entidad comunicante de origen,
- un generador de secuencia piloto $PILOT2_2$ dispuesto para emitir a partir de una antena de destino una tercera secuencia piloto modulada por la respuesta a impulsos estimada por el estimador de canal $ESTIM2$. La secuencia piloto modulada se emite en una frecuencia portadora de la banda de frecuencia dedicada a las transmisiones de la entidad comunicante $EC2$ con destino en la entidad comunicante $EC1$.
- 60

65 Por supuesto, los generadores de secuencia piloto $PILOT2_1$ y $PILOT2_2$ pueden implementarse mediante un único módulo de generación de secuencia piloto.

Los diferentes medios de las entidades comunicantes de origen y de destino pueden implementarse mediante técnicas analógicas o digitales bien conocidas por el experto en la materia.

5 Con referencia a la figura 2, el procedimiento de pre-equalización de una señal de datos según la invención comprende unas etapas E1 a E12. Los resultados de las etapas se describen en este ejemplo en el dominio de la frecuencia pero pueden transponerse directamente al dominio temporal teniendo en cuenta las definiciones siguientes.

10 Una respuesta a impulsos se define mediante una función $r_i(t)$, función del tiempo t , cuya función de transferencia viene dada por $RI(f)$, función del tiempo f . El producto de convolución de respuestas a impulsos corresponde al producto de las funciones de transferencia correspondientes. Una respuesta a impulsos $r_i(t)$ invertida en el tiempo se indica mediante $r_i(-t)$, y la función de transferencia correspondiente es $RI(f)^*$, conjugada de la función de transferencia $RI(f)$.

15 Las etapas E1 a E11 se reiteran para al menos una parte del conjunto de las antenas de destino y para al menos una parte de las antenas origen. Las iteraciones se simbolizan mediante una etapa de inicialización INIC y una etapa IT_1 de incremento del índice i de las antenas de origen $A1_i$ y una etapa IT_2 de iteración del índice j de las antenas de destino $A2_j$. Se describe así una iteración de las etapas E1 a E11 para una antena de origen $A1_i$, y para una antena de destino $A2_j$.

20 En la etapa E1, el generador de secuencia piloto PILOT2_1 de la entidad comunicante de destino genera una primera secuencia piloto $sec_pilot_1(t)$. Esta primera secuencia piloto es emitida por la antena $A2_j$ en una frecuencia portadora $f2$ de la banda de frecuencia dedicada a las transmisiones de la entidad comunicante EC2 con destino en la entidad comunicante EC1 de acuerdo con los principios de base de transmisión sobre frecuencia portadora en modo FDD.

25 En la etapa siguiente E2, el receptor selectivo SEL1 de la entidad comunicante de origen recibe, sobre el conjunto de las antenas de origen, la primera secuencia piloto emitida por la entidad comunicante EC2. El receptor selectivo SEL1 selecciona además una antena de referencia a partir del conjunto de las señales piloto recibidas sobre el conjunto de las antenas origen. Efectúa esta selección por ejemplo comparando las energías recibidas sobre las diferentes antenas de origen y selecciona la antena en la que la señal piloto tiene la energía máxima. En un segundo ejemplo, el receptor selectivo selecciona la antena en la que la señal piloto es la menos extendida en el tiempo. En otro ejemplo, el receptor selectivo puede igualmente elegir aleatoriamente una antena de referencia.

30 En la etapa E3, el estimador de canal ESTIM1_1, a partir de la señal piloto recibida sobre la antena de referencia, estima una primera respuesta a impulsos $h1_{ref \leftarrow i}(t)$, o de manera equivalente una primera función de transferencia $H1_{ref \leftarrow i}(f)$, representativa del primer canal de propagación $C1(ref \leftarrow j)$ entre la antena de destino $A2_j$ y la antena de referencia $A1_{ref}$. La estimación de canal se realiza a partir del conocimiento de la primera secuencia piloto emitida por la antena de destino $A2_j$ mediante cualquier método de estimación del canal bien conocido para el experto en la materia por ejemplo según uno de los métodos descritos en la obra titulada "Digital Communications" cuyos autores son John G. Proakis y Masoud Saheli, publicada en noviembre de 2007, edición de Mc Graw-Hill.

35 En la etapa siguiente E4 la memoria MEM1₁ memoriza la primera respuesta a impulsos $h1_{ref \leftarrow j}(t)$, o de manera equivalente la primera función de transferencia $H1_{ref \leftarrow i}(f)$, estimada durante la etapa E3.

40 Paralelamente en la etapa E1, el generador de secuencia piloto PILOT1 de la entidad comunicante de origen genera una segunda secuencia piloto $sec_pilot_2(t)$ durante una etapa E5. Esta segunda secuencia piloto es emitida por la antena de origen $A1_i$ sobre una frecuencia portadora $f1$ en una banda de frecuencia dedicada a las transmisiones de la entidad comunicante EC1 con destino en la entidad comunicante EC2 de acuerdo con los principios de base de la transmisión sobre frecuencia portadora en modo FDD.

45 En la etapa E6, siguiente de la etapa E5, el estimador de canal ESTIM2, a partir de la segunda secuencia piloto emitida por la antena de origen $A1_i$ y recibida por la antena de destino $A2_j$, estima la segunda respuesta a impulsos $h2_{i \rightarrow j}(t)$, o de manera equivalente una segunda función de transferencia $H2_{i \rightarrow j}(f)$. Esta segunda función de transferencia es representativa del segundo canal de propagación $C2(i \rightarrow j)$ entre la antena de origen $A1_i$ y la antena de destino $A2_j$. La estimación se realiza a partir del conocimiento de la segunda secuencia piloto emitida por la antena de origen $A1_i$ mediante cualquier método de estimación del canal bien conocido para el experto en la materia tal como, por ejemplo, se ha citado anteriormente.

50 En la etapa siguiente E7, el generador de secuencia piloto PILOT2_2 de la entidad de destino genera una tercera secuencia piloto $sec_pilot_3(t)$. Esta tercera secuencia piloto es emitida por la antena $A2_j$ después de la pre-distorsión mediante la segunda respuesta a impulsos $h2_{i \rightarrow j}(t)$ determinada durante la etapa E7. La tercera secuencia piloto modulada se escribe de ese modo:

55

$$sec_pilot_3(t) * h2_{i \rightarrow j}(t).$$

60

Esta tercera secuencia modulada es emitida por la antena de destino A2_i en una frecuencia portadora f2 de la banda de frecuencia dedicada a las transmisiones de la entidad comunicante EC2 con destino en la entidad comunicante EC1 de acuerdo con los principios de base de transmisión sobre frecuencia portadora en modo FDD.

5 En la etapa E8, el receptor REC1 de la entidad comunicante de origen EC1 recibe, sobre el conjunto de las antenas de origen, la tercera secuencia piloto modulada emitida por la antena de destino A2_i. El receptor REC1 selecciona la señal piloto recibida por la antena de referencia A1_{ref}.

10 En la etapa E9, el estimador de canal ESTIM1_2 de la entidad comunicante de origen, a partir de la señal piloto recibida por la antena de referencia, estima una respuesta a impulsos r_{i,comb}(t), llamada respuesta a impulsos combinada, o de manera equivalente una función de transferencia R_{I,comb}(f). La estimación se realiza partir del conocimiento de la tercera secuencia piloto por cualquier método de estimación del canal bien conocido para el experto en la materia por ejemplo tal como se ha citado anteriormente. La función de transferencia R_{I,comb}(f) es representativa de la sucesión del segundo y primer canales de propagación y viene dada por:

$$15 \quad R_{I,comb}(f) = H_{2_{i \rightarrow j}}(f) \times H_{1_{ref \leftarrow j}}(f) ,$$

siendo H_{1_{ref←i}}(f) la función de transferencia del primer canal de propagación C1(A1_{ref←A2_i}) y siendo H_{2_{i→j}}(f) la función de transferencia del segundo canal de propagación C2(A1_{i→A2_j}).

20 En la etapa E10, el analizador de impulsos RTEMP1 efectúa la inversión temporal de la respuesta a impulsos combinada r_{i,comb}(t). Con este fin, el analizador de impulsos registra la respuesta a impulsos combinada, memoriza por ejemplo los coeficientes de la respuesta a impulsos combinada y clasifica las conjugadas de estas últimas en un orden inverso al de los coeficientes de r_{i,comb}(t). La función de transferencia de la respuesta a impulsos combinada invertida temporalmente r_{i,comb}(-t) viene dada así por

$$25 \quad R_{i,comb}(f)^* = [H_{2_{i \rightarrow j}}(f)]^* \times [H_{1_{ref \leftarrow j}}(f)]^* .$$

30 En otro ejemplo, el analizador de impulsos analiza la respuesta a impulsos r_{i,comb}(t) mediante un separador analógico y deduce un modelo discreto de la respuesta a impulsos combinada. El analizador efectúa entonces la inversión temporal a partir del modelo discreto.

35 En la etapa siguiente E11, el calculador COMB1 efectúa una combinación de la respuesta a impulsos r_{i,comb}(-t) y de la primera respuesta a impulsos memorizada h_{1_{ref←j}}(t) durante la etapa E4 en la memoria MEM1₁ de la entidad comunicante de origen. La combinación se implementa mediante el producto de convolución de las respuestas a impulsos antes citadas, o de manera equivalente por el producto de las funciones de transferencia correspondientes. La función de transferencia H_{ij}(f) de la respuesta a impulsos r_{ij}(t) resultante viene dada por:

$$40 \quad H_{ij}(f) = H_{1_{ref \leftarrow j}}(f) \times [H_{2_{i \rightarrow j}}(f)]^* \times [H_{1_{ref \leftarrow j}}(f)]^*$$

La respuesta a impulsos r_{ij}(t) denominada respuesta a impulsos compuesta, se memoriza entonces en la memoria MEM1₂ de la entidad comunicante de origen.

45 La sucesión de las etapas E1 a E4 y la sucesión de las etapas E5 a E10 pueden efectuarse paralelamente. El procedimiento no necesita más que una simple cooperación entre las entidades comunicantes. Sin embargo la etapa E11 no se activa más que después del desarrollo de las etapas E2 a E4 que suceden a la emisión de un impulso por la entidad comunicante EC2 y el desarrollo de las etapas E5 a E10 que suceden a la emisión de una primera secuencia piloto por la entidad comunicante de destino EC2. Una sincronización de las entidades comunicantes permite entonces optimizar la activación de la etapa E11 efectuando por ejemplo las etapas E1 y E5 simultáneamente.

50 Al reiterarse las etapas E1 a E11 para una parte de las antenas de origen y una parte de las antenas de destino, la memoria MEM1₂ de la entidad comunicante de origen incluye un conjunto de funciones de transferencia compuestas o de respuestas a impulsos compuestas memorizadas. Para unas iteraciones efectuadas sobre M1 antenas de destino y M2 antenas de origen, la memoria MEM1₂ incluye M1xM2 funciones de transferencia compuestas H_{ij}(f), para i variando de 1 a M1 y para j variando de 1 a M2.

55 En la etapa E12, el pre-ecualizador PECU1 de la entidad comunicante de origen determina unos coeficientes de pre-ecualización de una señal de datos S(t) que incluye M1 señales de antena [S₁(t), ..., S_i(t), ..., S_{M1}(t)], a partir de una combinación de las funciones de transferencia compuestas H_{ij}(f) para formar un conjunto FI de M1 filtros de pre-ecualización F_i(f), para i variando de 1 a M1. Se le da forma así a la señal de antena S_i(t) emitida a través de la antena A1_i mediante la aplicación del filtro correspondiente F_i(f) dado por:

60

$$FI_i(f) = \sum_{j=1}^{M2} C_j H_{ij}(f).$$

5 Los coeficientes de ponderación C_j , estando comprendido j entre 1 y $M2$, son unos parámetros configurables. Se determinan en función del método de generación de una señal de datos utilizada. Estos parámetros se actualizan además por ejemplo durante la extinción o la activación de una antena de destino o en función de la evolución del estado de los canales de propagación en el transcurso del tiempo.

10 Posteriormente en la etapa E12, la señal de datos se pre-ecualiza de ese modo mediante filtrado de cada una de las señales de antena por el filtro correspondiente del conjunto FI y se emite por la entidad comunicante EC1 con destino en la entidad comunicante EC2.

15 En un modo particular de realización, las etapas E1 a E11 no se efectúan más que para una única antena de origen $A1_i$ del conjunto de las antenas de origen. Este modo de realización corresponde al caso en el que la señal de datos a ecualizar es la señal de antena $S_i(t)$. La memoria MEM1₂ de la entidad comunicante de origen incluye $M2$ funciones de transferencia compuestas $H_{ij}(f)$ para j variando de 1 a $M2$. El pre-ecualizador PECU1 determina un único filtro de pre-ecualización $FI_i(f)$. Se le da forma así a la señal de antena $S_i(t)$, emitida a través de la antena $A1_i$ mediante aplicación del filtro correspondiente $FI_i(f)$ dado por:

$$FI_i(f) = \sum_{j=1}^{M2} C_j H_{ij}(f).$$

20 En un modo particular de realización, el conjunto de antenas de destino no incluye más que una única antena de destino $A2_1$. Las etapas E1 a E11 no se implementan más que para la emisión de una única primera secuencia piloto a través de la antena $A2_1$ de la entidad comunicante de destino.

25 A título de ejemplo ilustrativo en el que se reiteran las etapas E1 a E11 para todas las antenas de origen, el pre-ecualizador en la etapa E12 determina unos coeficientes de pre-ecualización en función de $M1$ funciones de transferencia compuestas $H_{i1}(f)$, para i variando de 1 a $M1$. El conjunto FI de $M1$ filtros de pre-ecualización $FI_i(f)$ a aplicar a la señal de datos viene dado por:

$$30 \quad FI = [FI_1, \dots, FI_i(f), \dots, FI_{M1}(f)]$$

siendo

$$35 \quad FI_i(f) = H_{i1}(f).$$

40 En un modo particular de realización, el conjunto de antenas de origen no incluye más que una única antena de origen $A1_1$. La señal de datos no incluye entonces más que una única señal de antena $S_1(t)$ emitida por la única antena de origen y la antena de referencia es la antena de origen $A1_1$. Las etapas E1 a E11 no se implementan más que para la emisión de una única segunda secuencia piloto y una única tercera secuencia piloto modulada a través de la única antena $A1_1$ de la entidad comunicante de origen.

45 A título de ejemplo ilustrativo en el que se reiteran las etapas E1 a E11 para todas las antenas de destino, en la etapa E12, están disponibles $M2$ funciones de transferencia compuestas H_{1j} , para j variando de 1 a $M2$. El pre-ecualizador determina un único filtro de pre-ecualización $FI_1(f)$ aplicado a la señal de datos a partir de $M2$ coeficientes C_j tal que:

$$FI_1(f) = \sum_{j=1}^{M2} C_j H_{1j}(f).$$

50 En un modo particular de realización, el conjunto de antenas de origen no incluye más que una única antena de origen $A1_1$ y el conjunto de antenas de destino no incluye más que una única antena de destino $A2_1$. La señal de datos no incluye más que una única señal de antena $S_1(t)$ y la antena de referencia de la entidad de origen es la antena $A1_1$. Las etapas E1 a E11 no se implementan más que para la emisión de una única primera secuencia piloto a través de la antena de destino $A2_1$ y la emisión de una única segunda secuencia piloto y de una única tercera secuencia piloto modulada a través de la antena de origen $A1_1$. En la etapa E12, la función de transferencia compuesta $H_{11}(f)$ determina un único filtro de pre-ecualización $FI_1(f)$ dado por

$$55 \quad FI_1(f) = H_{11}(f).$$

La figura 3 representa las etapas del procedimiento de pre-ecualización de una señal de datos según un segundo modo particular de realización. El procedimiento incluye unas etapas E1' a E12' similares a las etapas E1 a E12 anteriormente descritas para las que se modifican los bucles de iteración sobre las antenas de origen y antenas de destino.

5 Las etapas E1' a E4' se reiteran para al menos una parte del conjunto de las antenas de destino. Las iteraciones se simbolizan mediante una etapa de inicialización INIC₃ y una etapa IT₃ de incremento del índice j de las antenas de destino A_{2j}.

10 Una iteración de las etapas E1' a E4' correspondiente a una antena de destino A_{2j} comprende así:

- durante la etapa E1', la emisión a través de la antena de destino A_{2j} de una primera secuencia piloto $sec_pilot_1(t)$,
- durante la etapa E2', la recepción por el receptor selectivo SEL1 de la primera secuencia piloto emitida por la antena de destino A_{2j} y la selección de la antena de referencia A_{1ref},
- 15 - durante la etapa E3', la estimación de la primera respuesta a impulsos $h_{1ref \leftarrow j}(t)$ del primer canal de propagación C1(ref←j) entre la antena de destino A_{2j} y la antena de referencia A_{1ref},
- durante la etapa E4', la memorización en la memoria MEM1₁ de la primera respuesta a impulsos estimada $h_{1ref \leftarrow j}(t)$ o de la función de transferencia correspondiente.

20 Al iterarse las etapas E1' a E4' para al menos una parte del conjunto de las antenas de destino, la memoria MEM1₁ de la entidad comunicante de origen incluye entonces el conjunto de las funciones de transferencia obtenidas sucesivamente durante unas iteraciones.

25 Paralelamente a las iteraciones de las etapas E1' a E4', el generador de secuencia PILOT1 de la entidad comunicante de origen genera, durante la etapa E5', una segunda secuencia piloto $sec_pilot_2(t)$. Esta segunda secuencia piloto se emite iterativamente a través de cada antena de una parte del conjunto de las antenas de origen. Las iteraciones se simbolizan mediante una etapa de inicialización INIC₄ y una etapa IT₄ de incremento del índice i de las antenas de origen A_{1i}.

30 Para una iteración correspondiente a la emisión de la segunda secuencia piloto $sec_pilot_2(t)$ a través de la antena de origen A_{1i}, se reiteran las etapas E6' a E10' para una parte de las antenas de destino.

35 La iteración de las etapas E6' a E10' se simboliza mediante una etapa de inicialización INIC₅ y una etapa IT₅ de incremento del índice j en las antenas de destino A_{2j}.

Una iteración de las etapas E6' a E10' para una antena de destino A_{2j} comprende así:

- durante la etapa E6', el estimador de canal ESTIM1_2 de la entidad comunicante de destino, a partir de la segunda secuencia piloto emitida a través de la antena de origen A_{1i} y recibida en la antena A_{2j}, estima una segunda respuesta a impulsos $h_{2i \rightarrow j}(t)$. La respuesta a impulsos $h_{2i \rightarrow j}(t)$, es representativa del segundo canal de propagación C2(i→j) entre la antena de origen A_{1i} y la antena de destino A_{2j},
- durante la etapa E7', el generador de secuencia piloto PILOT2_2 de la entidad de destino genera una tercera secuencia piloto $sec_pilot_3(t)$. Esta tercera secuencia piloto se emite por la antena de destino A_{2j} después de la pre-distorsión mediante la respuesta a impulsos $h_{2i \rightarrow j}(t)$ determinada durante la etapa E6',
- durante la etapa E8', el receptor REC1 de la entidad comunicante de origen EC1 recibe, sobre el conjunto de las antenas de origen, la tercera secuencia piloto modulada emitida por la antena de destino A_{2j}. El receptor REC1 selecciona la señal piloto recibida por la antena de referencia A_{1ref},
- durante la etapa E9', el estimador de canal ESTIM1_2 de la entidad comunicante de origen, a partir de la señal piloto recibida por la antena de referencia, estima una respuesta a impulsos $r_{i \rightarrow j}(t)$, llamada respuesta a impulsos combinada, o de manera equivalente una función de transferencia $RI_{comb}(f)$ dada por:

$$RI_{comb}(f) = H_{2i \rightarrow j}(f) \times H_{1ref \leftarrow j}(f)$$

- 55 - durante la etapa E10', el analizador de impulsos RTEMP1 efectúa la inversión temporal de la respuesta a impulsos combinada.

60 Para una iteración de las etapas E6' a E10' efectuada para la antena de destino A_{2j}, la respuesta a impulsos combinada invertida temporalmente se memoriza entonces en la memoria MEM1₂ de la entidad comunicante de origen.

Al reiterarse las etapas E6' a E10' para al menos una parte del conjunto de las antenas de origen, la memoria MEM1₂ incluye, para la antena de destino A_{2j} el conjunto de las respuestas a impulsos combinadas obtenidas sucesivamente durante unas iteraciones sobre el índice i.

65

Después de las iteraciones sobre una parte del conjunto de las antenas de destino, la memoria MEM₁₂ de la entidad comunicante de origen incluye entonces el conjunto de las funciones de transferencia $[H_{2(i \rightarrow j)}(f)]^* [H_{1(\text{ref} \leftarrow j)}(f)]^*$.

5 La sucesión de las etapas E1' a E4' y la sucesión de las etapas E5' a E10' pueden efectuarse paralelamente. Sin embargo, una primera iteración de la etapa E8' para la antena A1_i no puede implementarse más que después de la selección de una antena de referencia efectuada durante la primera iteración de la etapa E2'. De ese modo, este modo de realización permite optimizar el número de intercambios entre las entidades comunicantes añadiendo sin embargo unas restricciones de sincronización de las etapas entre las dos entidades comunicantes.

10 Durante la etapa E11', el calculador COMB1 de la entidad comunicante de origen efectúa unas combinaciones de las primeras respuestas a impulsos memorizadas en la memoria MEM₁₁ y unas respuestas a impulsos combinadas invertidas temporalmente memorizadas en la memoria MEM₁₂.

15 Para un índice i de antena de origen, estando comprendido i entre 1 y M1, y un índice j de antena de destino, estando comprendido j entre 1 y M2, el calculador COMB1 determina de ese modo la función de transferencia H_{ij}(f), llamada función de transferencia compuesta, dada por:

$$H_{ij}(f) = H_{1(\text{ref} \leftarrow j)}(f) \times [H_{2(i \rightarrow j)}(f)]^* \times [H_{1(\text{ref} \leftarrow j)}(f)]^*.$$

20 Para unas iteraciones efectuadas sobre el conjunto de las antenas de origen y el conjunto de las antenas de destino, el calculador COMB1 de la entidad comunicante de origen efectúa M1xM2 combinaciones de las primeras respuestas a impulsos memorizadas en la memoria MEM₁₁ y de las respuestas a impulsos combinadas invertidas temporalmente memorizadas en la memoria MEM₁₂.

25 En la etapa E12' el pre-ecualizador PECU1 de la entidad comunicante de origen determina unos coeficientes de pre-ecualización de una señal de datos S(t) que incluye M1 señales de antena [S₁(t), ..., S_i(t), ..., S_{M1}(t)], a partir de una combinación de las funciones de transferencia compuestas H_{ij}(f) para formar un conjunto FI de M1 filtros de pre-ecualización F_i(f), para i variando de 1 a M1, para unos bucles de iteración efectuados para todas las antenas de destino. Se da forma así a la señal de antena S_i(t), emitida a través de la antena A1_i, mediante aplicación del filtro correspondiente F_i(f) dado por:

$$F_{i}(f) = \sum_{j=1}^{M2} C_j H_{ij}(f).$$

35 La señal de datos se pre-ecualiza así mediante filtrado de cada una de las señales de antena mediante el filtro correspondiente del conjunto FI y se emite por la entidad comunicante EC1 con destino en la entidad comunicante EC2.

40 En un modo particular de realización, la etapa E1' y el bucle iterativo sobre las etapas E6' a E10' no se efectúan más que para una única antena de origen A1_i del conjunto de las antenas de origen. Este modo de realización corresponde al caso en el que la señal de datos a ecualizar es la señal de antena S_i(t). La memoria MEM₁₂ de la entidad comunicante de origen incluye M2 funciones de transferencia compuesta H_{ij}(f) para j variando de 1 a M2. El P-ecualizador PECU1 determina un único filtro de pre-ecualización F_i(f). Se da forma así a la señal de antena S_i(t), emitida a través de la antena A1_i mediante aplicación del filtro correspondiente F_i(f) dado por:

$$F_{i}(f) = \sum_{j=1}^{M2} C_j H_{ij}(f).$$

45 El procedimiento puede implementarse igualmente para una transmisión bidireccional. En este modo particular de realización, el procedimiento se implementa en el sentido ascendente y en el sentido descendente según el primer o segundo modo de realización correspondientes a las figuras 2 o 3 de tal manera que la emisión de una secuencia piloto y de una señal de antena por una entidad comunicante no se efectúen simultáneamente con el fin de asegurar las estimaciones de los canales de propagación.

50 En los diferentes modos de realizaciones presentados correspondientes a las figuras 2 o 3, los bucles de iteraciones se efectúan sobre una parte de las antenas de destino y una parte de las antenas de origen. El número de antenas y la elección de las antenas son unos parámetros configurables del procedimiento. Se determinan por ejemplo en función de las características de las antenas.

Por otro lado, la primera y/o segunda y/o terceras secuencias piloto se pueden elegir idénticas.

60 La invención descrita aquí se refiere a un dispositivo para la pre-ecualización de una señal de datos implementado en una entidad comunicante de origen. En consecuencia, la invención se aplica igualmente a un programa

5 informático, principalmente a un programa informático sobre o en un soporte de registro de informaciones, adaptado para implementar la invención. Este programa puede utilizar no importa qué lenguaje de programación, y estar en la forma de código fuente, código objeto, o de código intermedio entre código fuente y código objeto tal como en una forma parcialmente compilada, o en no importa qué otra forma deseable para implementar aquellas etapas del procedimiento según la invención implementadas en la entidad comunicante de origen.

10 La invención descrita aquí se refiere igualmente a un dispositivo para la pre-ecualización de una señal de datos implementado en una entidad comunicante de destino. En consecuencia, la invención se aplica igualmente a un programa informático, principalmente a un programa informático sobre o en un soporte de registro de informaciones, adaptado para implementar la invención. Este programa puede utilizar no importa qué lenguaje de programación, y estar en la forma de código fuente, código objeto, o de código intermedio entre código fuente y código objeto tal como en una forma parcialmente compilada, o en no importa qué otra forma deseable para implementar aquellas etapas del procedimiento según la invención implementadas en la entidad comunicante de destino.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de pre-ecualización de una señal de datos transmitida en duplexación por división de frecuencia, FDD, por una entidad comunicante de origen (EC1) que incluye un conjunto de antenas de origen ($A_{1,1}, \dots, A_{1,M_1}$), con destino en una entidad comunicante de destino (EC2) que incluye un conjunto de antenas de destino ($A_{2,1}, \dots, A_{2,M_2}$), caracterizado por que incluye unas etapas de:

- recepción mediante una antena de referencia ($A_{1,ref}$) del conjunto de las antenas de origen de una primera secuencia piloto emitida por una antena de destino ($A_{2,i}$) a través de un primer canal de propagación sobre una frecuencia portadora, f_2 , de la banda de frecuencia dedicada a las transmisiones de la entidad comunicante de destino (EC2) con destino en la entidad comunicante de origen (EC1), y de estimación de una primera respuesta a impulsos representativa de dicho primer canal de propagación,
- recepción por la antena de destino de una segunda secuencia piloto emitida por una antena de origen ($A_{1,i}$) a través de un segundo canal de propagación entre dicha antena de origen y la antena de destino sobre una frecuencia portadora, f_1 , de la banda de frecuencia dedicada a las transmisiones de la entidad comunicante de origen (EC1) con destino en la entidad comunicante de destino (EC2), y de estimación de una segunda respuesta a impulsos representativa de dicho segundo canal de propagación,
- recepción por la antena de referencia de una tercera secuencia piloto, modulada mediante dicha segunda respuesta a impulsos, emitida por la antena de destino sobre la frecuencia portadora, f_2 , de la banda de frecuencia dedicada a las transmisiones de la entidad comunicante de destino (EC2) con destino en la entidad comunicante de origen (EC1), y de estimación de una respuesta a impulsos combinada representativa de la sucesión de dichos segundo y primer canales de propagación,
- inversión temporal por la entidad comunicante de origen (EC1) de la respuesta a impulsos combinada,
- combinación por la entidad comunicante de origen (EC1) de la respuesta a impulsos combinada invertida temporalmente y de la primera respuesta a impulsos,

siendo reiteradas dichas etapas por al menos una parte del conjunto de las antenas de destino y al menos una parte del conjunto de las antenas de origen, y

- determinación de los coeficientes de pre-ecualización de la señal de datos a partir de un conjunto de dichas combinaciones de respuestas a impulsos.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la etapa de recepción de la primera secuencia piloto emitida por la antena de destino incluye una selección de la antena de referencia en función de un conjunto de señales piloto recibidas por el conjunto de antenas de origen.

3. Procedimiento según la reivindicación 2, en el que la selección de la antena de referencia se realiza en función de la energía de las señales piloto del conjunto de las señales piloto recibidas por el conjunto de las antenas de origen.

4. Dispositivo para la pre-ecualización de una señal de datos transmitida en duplexación por división de frecuencia, FDD, para una entidad comunicante (EC1), denominada entidad comunicante de origen, que incluye un conjunto de antenas de origen ($A_{1,1}, \dots, A_{1,M_1}$), siendo adecuada dicha entidad comunicante de origen para transmitir dicha señal con destino en una entidad comunicante de destino (EC2) que incluye un conjunto de antenas de destino ($A_{2,1}, \dots, A_{2,M_2}$),

estando dicho dispositivo caracterizado por que incluye unos medios de:

- recepción (SEL1) por una antena de referencia ($A_{1,ref}$) del conjunto de las antenas de origen de una primera secuencia piloto emitida por una antena de destino ($A_{2,i}$) a través de un primer canal de propagación sobre una frecuencia portadora, f_2 , de la banda de frecuencia dedicada a las transmisiones de la entidad comunicante de destino (EC2) con destino en la entidad comunicante de origen (EC1), y de estimación (ESTIM1_1) de una primera respuesta a impulsos representativa de dicho primer canal de propagación,
- emisión (PILOT1) por una antena de origen ($A_{1,i}$) de una segunda secuencia piloto a través de un segundo canal de propagación entre dicha antena de origen y la antena de destino sobre una frecuencia portadora, f_1 , de la banda de frecuencia dedicada a las transmisiones de la entidad comunicante de origen (EC1) con destino en la entidad comunicante de destino (EC2),
- recepción (REC1) por la antena de referencia sobre una frecuencia portadora, f_2 , de la banda de frecuencia dedicada a las transmisiones de la entidad comunicante de destino (EC2) con destino en la entidad comunicante de origen (EC1) de una tercera secuencia piloto modulada, y de estimación (ESTIM1_2) de una respuesta a impulsos combinada representativa de una sucesión de dichos segundo y primer canales de propagación,
- inversión temporal (RTEMP1) de la respuesta a impulsos combinada,
- combinación (COMB1) de la respuesta a impulsos combinada e invertida temporalmente y de la primera respuesta a impulsos,
- determinación (PECU1) de coeficientes de pre-ecualización de la señal de datos a partir de un conjunto de combinaciones de respuestas a impulsos,

siendo implementados los medios de recepción, inversión temporal y de combinación iterativamente para al menos una parte del conjunto de las antenas de destino y al menos una parte del conjunto de las antenas de origen.

5 5. Dispositivo para la pre-ecualización de una señal de datos transmitida en duplexación por división de frecuencia, FDD, para una entidad comunicante (EC2), denominada entidad comunicante de destino, que incluye un conjunto de antenas de destino ($A_{2_1}, \dots, A_{2_{M_2}}$), siendo adecuada dicha entidad comunicante de destino para recibir dicha señal de datos transmitida por una entidad comunicante de origen (EC1) que incluye un dispositivo según la reivindicación 4, incluyendo dicha entidad comunicante de origen un conjunto de antenas de origen ($A_{1_1}, \dots, A_{1_{M_1}}$),
 10 estando dicho dispositivo caracterizado por que incluye unos medios de:

- emisión (PILOT2_1) de una primera secuencia piloto por una antena de destino (A_{2_i}) con destino en la entidad comunicante de origen sobre una frecuencia portadora, f_2 , de la banda de frecuencia dedicada a las transmisiones de la entidad comunicante de destino (EC2) con destino en la entidad comunicante de origen (EC1),
- 15 • recepción (ESTIM2) de una segunda secuencia piloto emitida por una antena de origen sobre una frecuencia portadora, f_1 , de la banda de frecuencia dedicada a las transmisiones de la entidad comunicante de origen (EC1) con destino en la entidad comunicante de destino (EC2), y de estimación de una respuesta a impulsos,
- emisión (PILOT2_2) sobre una frecuencia portadora, f_2 , de la banda de frecuencia dedicada a las transmisiones de la entidad comunicante de destino (EC2) con destino en la entidad comunicante de origen (EC1) de una
 20 tercera secuencia piloto modulada mediante dicha respuesta a impulsos estimada,

siendo implementados iterativamente medios de emisión y recepción de la entidad comunicante de origen (EC1) y de la entidad comunicante de destino (EC2) para al menos una parte del conjunto de las antenas de destino y al menos una parte del conjunto de las antenas de origen.

25 6. Entidad comunicante de un sistema de comunicación por radio que incluye al menos un dispositivo según la reivindicación 4.

30 7. Entidad comunicante de un sistema de comunicación por radio que incluye al menos un dispositivo según la reivindicación 5.

8. Sistema de comunicación por radio que comprende al menos una entidad comunicante según la reivindicación 6 y al menos una entidad comunicante según la reivindicación 7.

35 9. Programa informático para una entidad comunicante, denominada entidad comunicante de origen, que comprende las instrucciones de software para controlar la implementación por dicha entidad de aquellas de las etapas del procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3 que son implementadas por la entidad comunicante de origen cuando el programa se ejecuta por la entidad comunicante de origen.

40 10. Programa informático para una entidad comunicante, denominada entidad comunicante de destino, que comprende las instrucciones de software para controlar la implementación por dicha entidad de aquellas de las etapas del procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3 que son implementadas por la entidad comunicante de destino cuando el programa se ejecuta por la entidad comunicante de destino.

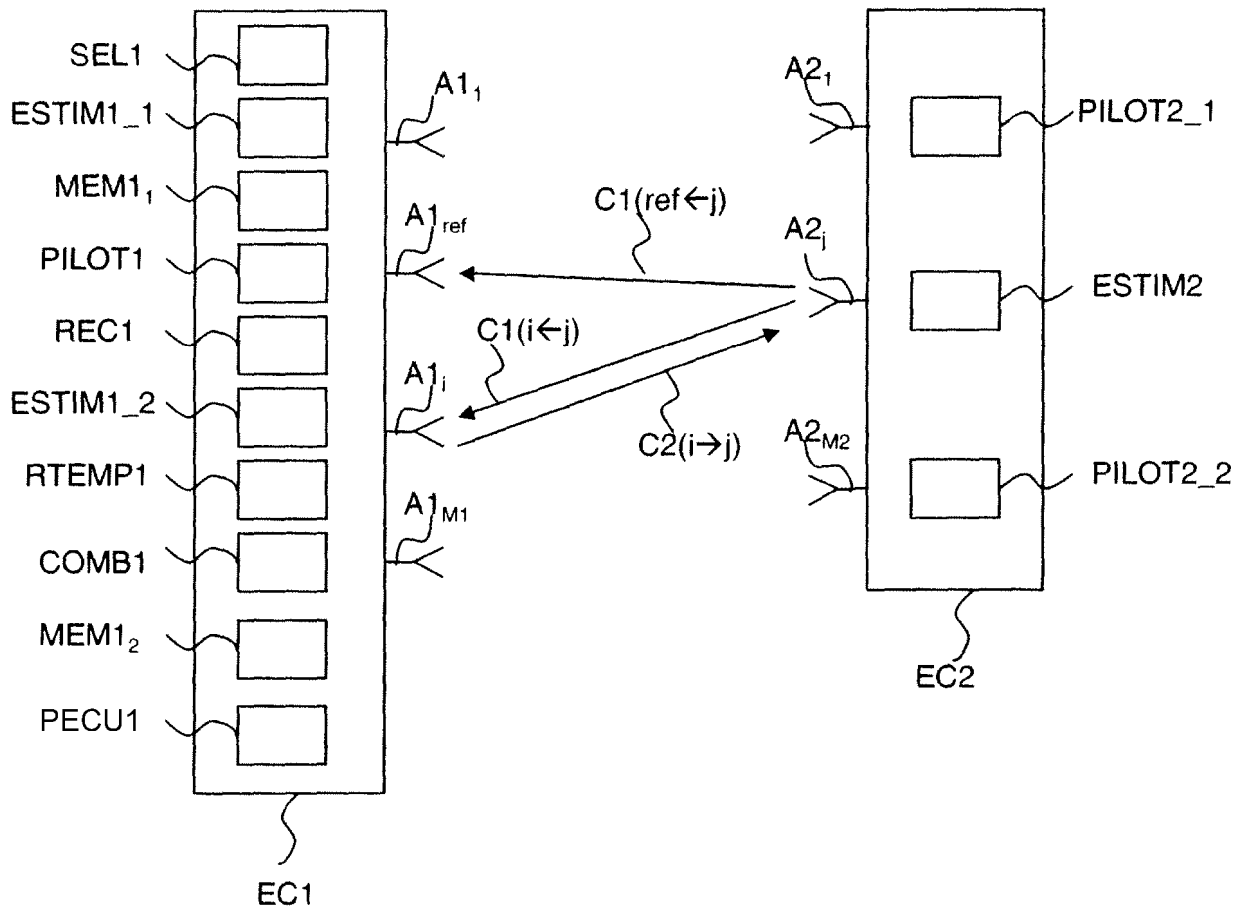


Figura 1

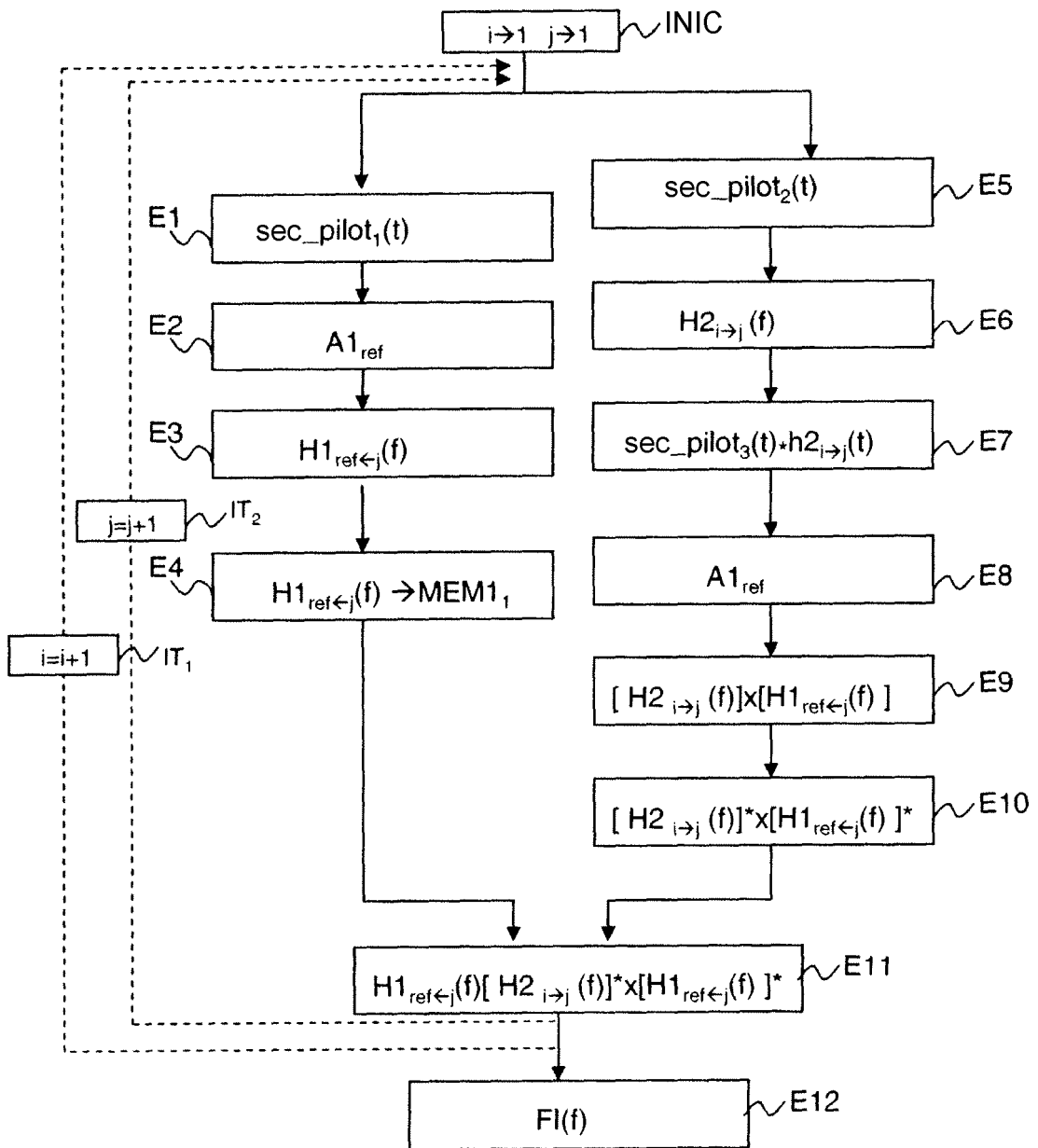


Figura 2

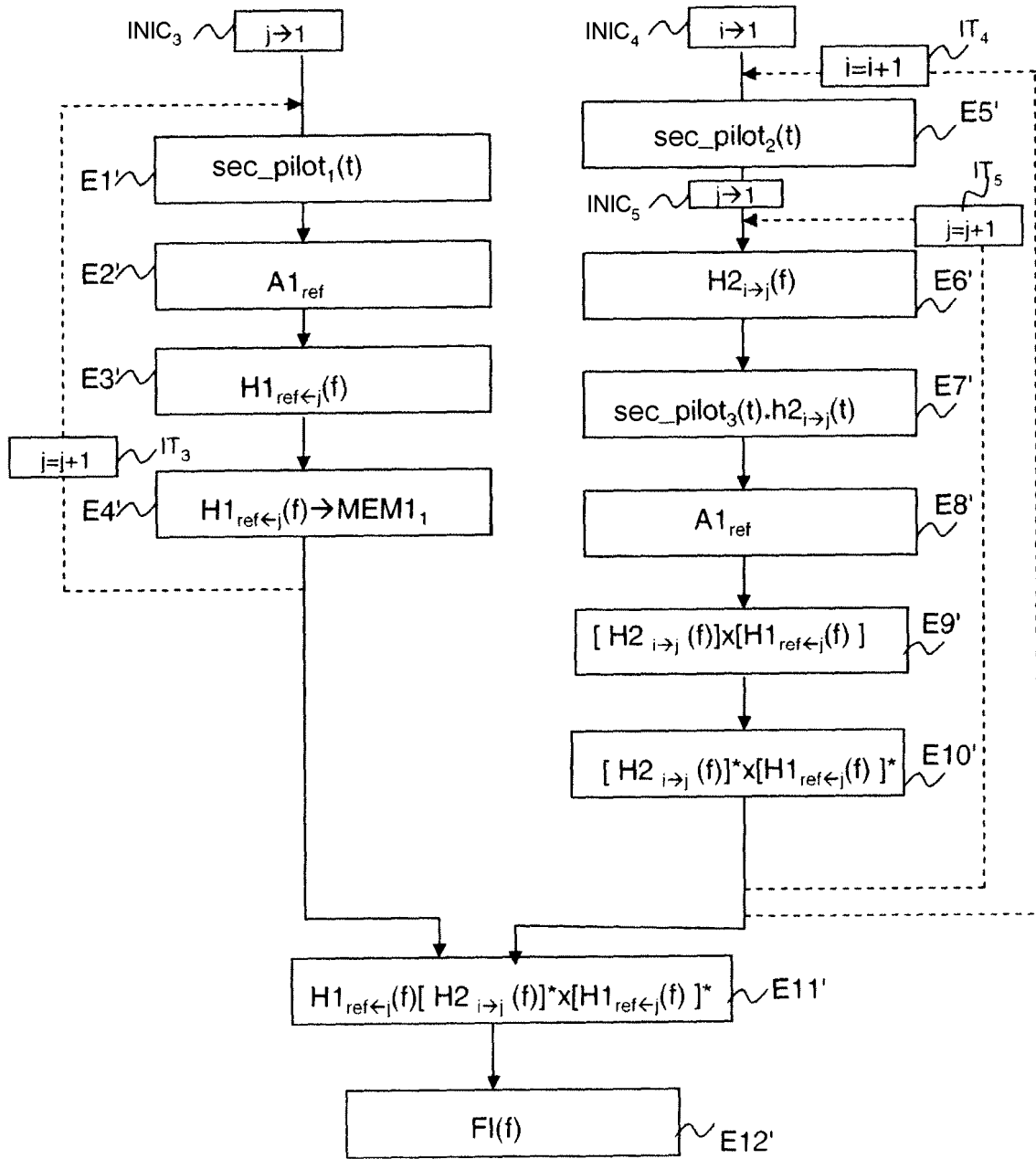


Figura 3