

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 573 096**

51 Int. Cl.:

H04B 7/06

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.12.2010 E 10809014 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.03.2016 EP 2514113**

54 Título: **Procedimiento de transmisión de una señal de origen, procedimiento de recepción de una señal emitida, emisor, receptor, señal y programas informáticos correspondientes**

30 Prioridad:

17.12.2009 FR 0959152

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

06.06.2016

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**LEGOUABLE, RODOLPHE;
PHAN HUY, DINH THUY y
SIAUD, ISABELLE**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 573 096 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 transmisión de una señal de origen, procedimiento de recepción de una señal emitida, emisor, receptor, señal y programas informáticos correspondientes

5 1. Campo de la invención

El campo de la invención es el de las comunicaciones digitales por vía herciana (transmisión de radio).

10 Más precisamente, la invención se refiere a la emisión y la recepción de señales en un sistema de transmisión multi-antena que emplea al menos una antena de emisión y al menos dos antenas de recepción (sistemas SIMO, del inglés "Single Input Multiple Output" por "Entrada Única Salidas Múltiples" o MIMO, del inglés "Multiple Input Multiple Output" por "Entradas Múltiples Salidas Múltiples").

15 La invención se refiere más particularmente a una técnica de emisión y recepción que permite aprovechar al máximo la diversidad espacial y la capacidad de transmisión de un sistema multi-antena, mientras minimiza la complejidad en la recepción.

20 2. Técnica anterior

El estado de la técnica es relativamente rico respecto a los sistemas MIMO.

25 En dichos sistemas de transmisión que emplean una pluralidad de antenas de emisión y/o de recepción, se busca clásicamente aprovechar al máximo la diversidad espacial, incrementar la velocidad o el rendimiento de la transmisión, o incluso realizar un compromiso entre estos dos componentes.

30 Sin embargo, un inconveniente de las técnicas que permiten un buen aprovechamiento de la diversidad espacial, como los códigos de espacio-tiempo en bloques (en inglés STBC por "Space Time Block Codes"), por ejemplo de tipo Alamouti, reside en el hecho de que no permiten optimizar la capacidad de transmisión. Dicho de otra manera, esas técnicas de la técnica anterior permiten únicamente la transmisión de datos a velocidad reducida.

35 A la inversa, las técnicas de transmisión multi-antena que permiten obtener un rendimiento óptimo, como por ejemplo las técnicas en base al multiplexado espacial, presentan los inconvenientes de requerir al menos tantas antenas en recepción como en emisión, no aprovechar la diversidad de manera óptima e incrementar la complejidad principalmente en la recepción.

40 El documento WO 02/061969 se refiere a la emisión y la recepción de señales en un sistema de transmisión multi-antena MIMO, y más particularmente, a una técnica de focalización que permite, en un primer terminal, determinar una pluralidad de direcciones de una señal recibida procedente de un segundo terminal, y transmitir una señal en esta pluralidad de direcciones, en la forma de una pluralidad de subflujos.

45 Se han propuesto entonces otras técnicas basadas en unos códigos de dispersión lineal. Estas técnicas buscan un compromiso entre los códigos STBC y el multiplexado espacial, optimizando de manera conjunta la capacidad y el aprovechamiento de la diversidad. Desgraciadamente, no se ha propuesto, hasta el presente, ningún método de construcción sistemática de dichos códigos óptimos.

50 Se pueden incluso citar las técnicas de codificación previa basadas en la utilización de matrices de codificación unitarias. Aunque estas técnicas permiten un aprovechamiento óptimo de la diversidad, se basan en la utilización de matrices de grandes tamaños, que no son siempre compatibles con la utilización de tramas de transmisión de pequeños tamaños.

55 Combinadas con el multiplexado espacial, estas técnicas de codificación previa lineal permiten, para ciertas configuraciones de antenas, optimizar la diversidad y la capacidad de un sistema de transmisión. Sin embargo, estos rendimientos óptimos se alcanzan únicamente con una elevada relación señal a ruido, y para unas configuraciones de antenas en las que el número de antenas de emisión es inferior o igual al número de antenas de recepción.

60 Otro inconveniente principal de estas técnicas reside en el receptor utilizado, que debe ser del tipo de Máximo de Verosimilitud, también señalado por MV. Estos receptores MV son complejos de implementar, y limitan, debido a su complejidad, el tamaño de la matriz de codificación previa al número de antenas de emisión del sistema.

65 Existe por tanto una necesidad de una nueva técnica que permita incrementar la eficacia espectral y los rendimientos de una transmisión de radio mientras realiza una transmisión de muy reducida complejidad, principalmente en la recepción.

3. Exposición de la invención

La invención propone una solución novedosa que no presenta el conjunto de estos inconvenientes de la técnica anterior, bajo la forma de un procedimiento de transmisión de una señal de origen que comprende una pluralidad de secuencias binarias, hacia N_R antenas de recepción, siendo N_R superior o igual a 2.

Según la invención, un procedimiento de ese tipo emplea, para al menos una primera secuencia binaria de dicha señal de origen, un filtrado previo de focalización hacia al menos una de dichas antenas de recepción, denominada antena objetivo, de una señal a emitir, siendo elegidos dicha antena objetivo y dicho filtrado previo de focalización asociado, en función de un valor de dicha primera secuencia binaria destinada a ser considerada como recibida, y una etapa de emisión de dicha señal previamente filtrada.

De ese modo, la invención se basa en un enfoque novedoso e inventivo de la codificación de la señal, que permite codificar un valor binario de una señal de origen, denominada secuencia binaria, por una posición de una antena de recepción.

En efecto, la invención asocia un valor binario a una antena de recepción con el fin de focalizar una señal a emitir hacia esta antena de recepción, denominada antena objetivo, en función del valor binario de la señal de origen destinado a ser considerado como recibido por un receptor.

De esta manera, un receptor, al detectar qué antena de recepción es la antena objetivo, puede identificar el valor binario que debe considerar como recibido, a saber, el valor binario asociado a la antena objetivo, sin que por ello este valor haya sido transmitido por el emisor.

En efecto, la señal focalizada por el emisor puede ser un simple impulso, puesto que el receptor puede deducir el valor binario a partir de la detección de la antena objetivo y de una asociación conocida entre un valor binario y una antena.

De ese modo, pueden transmitirse más informaciones, con una complejidad reducida del receptor.

La señal a emitir es la efectivamente emitida por un emisor y focalizada hacia al menos una antena objetivo, elegida en función de un valor de una secuencia binaria de una señal de origen destinada a ser considerada como recibida por un receptor.

Se considera que el emisor emplea al menos una antena de emisión, y que el receptor emplea al menos dos antenas de recepción.

Si se considera por ejemplo la secuencia binaria correspondiente a dos bits, cuatro antenas de recepción permiten una utilización óptima del procedimiento según la invención, estando asociada cada una de las cuatro antenas a uno de los cuatro valores (00, 01, 10, 11) que puede tomar una secuencia binaria de ese tipo.

Según un modo de realización de la invención, el procedimiento de transmisión comprende una fase previa de configuración que comprende una etapa de asociación de un valor de secuencia binaria a una de dichas N_R antenas de recepción.

De ese modo, una fase previa de configuración consiste en asociar un valor binario a una antena de recepción, y esto para la o las secuencias binarias de la señal de origen, destinadas a ser consideradas como recibidas. Se obtiene de ese modo una pluralidad de asociaciones de un valor binario a una antena de recepción.

Cuando se desea transmitir una señal de origen según la invención, esta se divide en secuencias binarias, según el número de antenas de recepción disponibles por ejemplo. Para cada secuencia binaria así definida, se selecciona la antena objetivo correspondiente, a partir de las asociaciones determinadas durante la fase de configuración, y posteriormente se focaliza una señal a emitir, por ejemplo un impulso, o una señal modulada, sobre la antena seleccionada, mediante filtrado previo, antes de emitir la señal previamente filtrada.

Según la invención, la fase de configuración implementa una etapa de inversión temporal que suministra al menos un coeficiente de filtrado previo asociado a cada una de las antenas de recepción.

De ese modo, la invención determina el filtrado previo a aplicar a la señal a emitir con la ayuda de una técnica de inversión temporal, o focalización espacial. De esta manera, se puede asociar a cada antena de recepción uno o varios coeficientes de filtrado previo a aplicar para focalizar una señal hacia esta antena. Una técnica de ese tipo de inversión temporal, procedente del campo de las ondas acústicas y de las comunicaciones submarinas, se basa en la propiedad de invarianza temporal de la representación del canal de transmisión y de una reciprocidad de la solución de la ecuación de propagación de las ondas por inversión del tiempo. Esta invarianza permite a una onda "retropropagarse" de tal manera que puede volver a encontrar la escena de forma idéntica entre su ida y su vuelta. Dando como resultado una representación del canal bajo la forma de una función de autocorrelación del canal, lo

que tiene como efecto modificar el canal de propagación en la emisión y, en ciertos casos, focalizar la energía en un número restringido de ecos de la respuesta a impulsos del canal de propagación.

Se puede así focalizar la energía en al menos una antena de recepción específica elegida.

Un coeficiente de filtrado previo corresponde por ejemplo a la inversa temporal de la respuesta a impulsos del canal entre una o varias antenas de emisión y una de las N_R antenas de recepción. El filtrado previo comprende entonces por ejemplo una etapa de convolución de la señal a emitir mediante el coeficiente de filtrado previo asociado a la antena objetivo.

Según un aspecto particular de la invención, el procedimiento de transmisión comprende una etapa de transmisión, hacia al menos una de dichas N_R antenas de recepción, de al menos una regla de asociación predeterminada de un valor de secuencia binaria a una de dichas N_R antenas de recepción.

Según este modo de realización de la invención, la o las asociaciones determinadas durante la fase previa de configuración se transmiten por el emisor al receptor y/o a una o varias de las antenas de recepción, de manera que pueda identificar, en la recepción, el valor binario correspondiente a la antena de recepción objetivo elegida.

Según otros modos de realización, la o las asociaciones determinadas durante la fase previa son conocidas por el receptor en el momento de su puesta en servicio, mediante programación previa por ejemplo.

Según la invención, el procedimiento de transmisión comprende una etapa de memorización de al menos una regla de asociación predeterminada de un valor de secuencia binaria a una de dichas N_R antenas de recepción en una tabla de correspondencia.

Según otro aspecto de la invención, el procedimiento de transmisión comprende al menos dos etapas simultáneas de emisión de una señal previamente filtrada hacia al menos dos antenas objetivo distintas.

Este modo de realización de la invención permite transmitir más información simultáneamente y por tanto incrementar la velocidad de transmisión.

Según un aspecto particular de la invención, el procedimiento de transmisión comprende además una etapa de emisión de una información de ayuda a la determinación, en la recepción, de al menos una secuencia binaria de dicha señal de origen.

De ese modo, según este modo de realización, la invención permite transmitir una información de ayuda a la decisión en la recepción, por ejemplo para aportar información suplementaria en la recepción sobre la o las focalizaciones elegidas para la o las antenas objetivo elegidas.

Por ejemplo, en el caso de que se empleen varias focalizaciones simultáneas, esta información de ayuda a la decisión puede indicar cuál es el orden de las secuencias finales consideradas como recibidas por el receptor, en cada una de las antenas objetivo identificadas, de manera que se determine la señal de origen a considerar como recibida.

Según un modo de realización particular de la invención, el procedimiento de transmisión comprende además una etapa de modulación de una segunda secuencia binaria de dicha señal de origen, que proporciona dicha señal a emitir.

De ese modo, el procedimiento según la invención permite transmitir igualmente información, en la forma de una señal modulada, además de la información codificada por la posición de la antena objetivo.

Por ejemplo en el caso de una modulación MAQX, con $X=2^{nb}$, en la que nb es el número de bits por símbolo de modulación, se pueden codificar $\log_2(N_R)$ bits, que corresponden a una primera secuencia binaria de la señal de origen, por la posición de la antena objetivo y los $(nb - \log_2(N_R))$ bits restantes, que corresponden a una segunda secuencia binaria de la señal de origen, se modulan clásicamente. Se obtiene de ese modo una MAQX simplificada en una $MAQ(2^{nb-\log_2(N_R)})$ mediante focalización espacial de la energía hacia una antena de recepción. Se puede simplificar entonces igualmente la estructura del receptor no empleando más que una de modulación de tipo QAM($2^{nb-\log_2(N_R)}$) puesto que $\log_2(N_R)$ bits del símbolo corresponden a la posición de la antena. Debido a ello, se puede transmitir por ejemplo una modulación MAQ16 en MIMO (Multiple Input Multiple Output) obteniendo los rendimientos de una modulación QPSK SISO (Single Input Single Output).

En particular, una modulación de ese tipo es una modulación en cuadratura que comprende una vía I y una vía Q, y se emplea una focalización distinta para cada una de las vías, estando focalizada la vía I hacia una primera antena objetivo y estando focalizada la vía Q hacia una segunda antena objetivo.

Este modo de realización de la invención consiste en considerar separadamente las vías I y Q de una modulación en cuadratura, permitiendo de ese modo codificar dos veces más bits, focalizando la vía I sobre una antena objetivo y la vía Q sobre otra antena objetivo. Se observará que la primera y la segunda antenas objetivo pueden ser la misma, puesto que las antenas objetivo de la vía I y de la vía Q se eligen independientemente.

5 La modulación es por ejemplo una modulación de tipo MAQ Y, siendo $Y = P \times P$.

Según otro modo de realización de la invención, la señal de origen es una señal multiportadora de tipo OFDM y el filtrado previo se emplea selectiva y simultáneamente para al menos dos subportadoras OFDM.

10 También así, este modo de realización permite codificar más bits de información, focalizando independientemente la vía I y la vía Q, y esto para cada subportadora.

15 La invención se refiere igualmente a un procedimiento de recepción de la señal emitida por un emisor, empleando dicho procedimiento de recepción N_R antenas de recepción, siendo N_R superior o igual a 2.

Según la invención, un procedimiento de recepción de ese tipo comprende las siguientes etapas:

- 20 - identificación de al menos una antena, denominada antena objetivo, entre dichas N_R antenas de recepción, en la que dicha señal emitida se focaliza por dicho emisor;
- determinación, en función de dicha al menos una antena objetivo identificada, de un valor de secuencia binaria considerado como recibido.

25 De ese modo, una vez que el receptor ha identificado, o estimado, cuál era la antena objetivo elegida por el emisor, se puede determinar el valor de la secuencia binaria correspondiente, en función de al menos una asociación, predeterminada en la emisión, de un valor de secuencia binaria en una antena de recepción.

30 De esta manera, la señal recibida por la antena objetivo no se decodifica en sí misma, sino el hecho de ser capaz de identificar la antena objetivo elegida por el emisor permite al receptor conocer el valor de la secuencia binaria de la señal de origen. De ese modo se reduce la complejidad del receptor.

Según un modo de realización de la invención, durante la etapa de identificación, la antena objetivo identificada es la antena que presenta una potencia más elevada de señal recibida.

35 Según la invención, el receptor no conoce a priori la antena objetivo elegida por el emisor y debe por tanto estimar cuál es esta antena objetivo.

Según la invención, la determinación de la antena objetivo puede efectuarse de diferentes maneras.

40 Como se ha indicado en el presente documento anteriormente, una de ellas es por ejemplo la detección de la antena que haya recibido una potencia de señal más elevada.

45 En efecto, durante la focalización de la señal en una antena objetivo, la energía de la señal recibida no se concentra únicamente en la antena objetivo elegida. Es sin embargo suficiente para poder estimar cuál es la antena objetivo, por simple detección de potencia en el conjunto de las antenas.

50 Se describen más en detalle en el presente documento a continuación otras técnicas de detección de la antena objetivo, también denominadas técnicas de detección del punto focal, en relación con unos modos de realización de la invención.

Según un modo de realización de la invención, el procedimiento de recepción comprende una etapa de recepción de al menos una regla, predeterminada en la emisión, de asociación de un valor de secuencia binaria a una de dichas N_R antenas de recepción.

55 Según este modo de realización de la invención, la o las asociaciones determinadas previamente por el emisor se transmiten al receptor y/o a una o varias de las antenas de recepción empleadas.

Según otros modos de realización, la o las asociaciones determinadas por el emisor son conocidas por el receptor en el momento de su puesta servicio, por ejemplo mediante programación previa.

60 Según un modo de realización particular de la invención, el procedimiento de recepción comprende además una etapa de recepción de una información de ayuda a la determinación de al menos un valor de secuencia binaria considerado como recibido.

65 De esta manera, se pueden añadir en la recepción una o varias antenas suplementarias (además de las antenas objetivo elegidas para las focalizaciones) para codificar la información externa a transmitir (fase, orden de llegada de los bits,...), denominada información de ayuda a la determinación, o de ayuda a la decisión.

Por ejemplo, en el caso en el que se empleen varias focalizaciones simultáneas, esta información de ayuda a la determinación puede indicar cuál es el orden de las secuencias binarias consideradas como recibidas por el receptor, en cada una de las antenas objetivo identificadas, de manera que el receptor pueda “reconstruir” la señal de origen a considerar como recibida.

5 Según otro aspecto de la invención, el procedimiento de recepción comprende además una etapa de demodulación de una señal recibida en la antena objetivo de manera que se obtenga una secuencia binaria de la señal de origen suplementaria, denominada segunda secuencia binaria.

10 De ese modo, el procedimiento según la invención permite recibir igualmente información, en la forma de una señal modulada, además de la información codificada por la posición de la antena objetivo. Esta información (segunda secuencia binaria) se demodula, de manera clásica, y se añade a la información (primera secuencia binaria) deducida de la detección de la antena objetivo tal como se ha descrito anteriormente.

15 La invención se refiere igualmente a un emisor de una señal de origen que comprende una pluralidad de secuencias binarias, hacia N_R antenas de recepción, siendo N_R superior o igual a 2.

20 Según la invención, un emisor de ese tipo comprende, para al menos una primera secuencia binaria de dicha señal de origen, unos medios de filtrado previo de focalización hacia al menos una de dichas antenas de recepción, denominada antena objetivo, de una señal a emitir, siendo elegidas dicha antena objetivo, y dicho filtrado previo de focalización asociado, en función de un valor de dicha primera secuencia binaria destinada a ser considerada como recibida, y unos medios de emisión de dicha señal previamente filtrada.

25 Un emisor de ese tipo está adaptado principalmente para emplear el procedimiento de transmisión descrito anteriormente. Se trata por ejemplo de una estación base, o de un terminal de comunicación.

30 Este emisor podrá incluir por supuesto las diferentes características relativas al procedimiento de transmisión según la invención. De ese modo, las características y ventajas de este emisor son las mismas que las del procedimiento de transmisión, y no se detallan más ampliamente.

La invención se refiere igualmente a un receptor de una señal emitida por un emisor, que emplea N_R antenas de recepción, siendo N_R superior o igual a 2.

35 Según la invención, un receptor de ese tipo comprende:

- unos medios de identificación de al menos una antena, denominada antena objetivo, entre dichas N_R antenas de recepción, en la que dicha señal emitida está focalizada por dicho emisor;
- unos medios de determinación, en función de dicha al menos una antena objetivo identificada, de un valor de secuencia binaria considerado como recibido.

40 Un receptor de ese tipo está adaptado principalmente para implementar el procedimiento de recepción descrito anteriormente. Se trata por ejemplo de un terminal de comunicación, o de una estación base.

45 Este receptor podrá incluir por supuesto las diferentes características relativas al procedimiento de recepción según la invención. De ese modo, las características y ventajas de este receptor son las mismas que las del procedimiento de recepción, y no se detallan más ampliamente.

La invención se refiere igualmente a una señal formada por una pluralidad de tiempos de símbolo sucesivos.

50 Según la invención, una señal de ese tipo se focaliza, en cada tiempo de símbolo, en al menos una antena específica entre las N_R antenas de recepción, denominada antena objetivo, y transmite, en el curso de un tiempo de símbolo, un valor binario función de dicha antena objetivo.

55 Todas las características descritas en el presente documento anteriormente pueden por supuesto combinarse, en todo o en parte, para la implementación de un procedimiento de transmisión según la invención, de un procedimiento de recepción, de un emisor, de un receptor, o incluso de una señal de acuerdo con la invención.

60 La invención se refiere finalmente a un programa informático que incluye unas instrucciones para la implementación de un procedimiento de transmisión tal como se ha descrito anteriormente, cuando este programa se ejecuta por un procesador, y un programa informático que incluye unas instrucciones para la implementación de un procedimiento de recepción tal como se ha descrito anteriormente, cuando este programa lo ejecuta un procesador.

4. Lista de las figuras

65 Surgirán más claramente otras características y ventajas de la invención con la lectura de la descripción a continuación de un modo de realización particular, dado a título de simple ejemplo ilustrativo y no limitativo, y de los dibujos adjuntos, entre los que:

- la figura 1 ilustra las principales etapas del procedimiento de transmisión según el principio general de la invención;
- la figura 2 presenta un ejemplo de implementación del procedimiento de transmisión según el principio general de la invención;
- 5 - la figura 3a ilustra un ejemplo de implementación del procedimiento de transmisión, y las principales etapas del procedimiento de recepción según un primer modo de realización de la invención;
- la figura 3b ilustra una variante de este primer modo de realización de la invención;
- la figura 4a ilustra una representación de la constelación de una modulación 16QAM;
- la figura 4b ilustra un ejemplo de implementación de los procedimientos de transmisión y de recepción según un
10 segundo modo de realización de la invención;
- las figuras 5a y 5b ilustran un ejemplo de implementación de los procedimientos de transmisión y de recepción según un tercer modo de realización de la invención;
- las figuras 6a y 6b ilustran un ejemplo de implementación de los procedimientos de transmisión y de recepción según un cuarto modo de realización de la invención;
- 15 - las figuras 7 y 8 ilustran respectivamente un ejemplo de emisor y receptor según un modo de realización de la invención.

5. Descripción del modo de realización de la invención

20 5.1 Principio general

El principio general de la invención se basa en la utilización de las posiciones de las antenas de recepción para codificar la información a transmitir, por ejemplo una pluralidad de secuencias binarias de una señal de origen a transmitir.

25 Para hacer esto, es necesario poder determinar correctamente la información a transmitir hacia una de las antenas de recepción, denominada antena objetivo.

30 Se utiliza una técnica conocida de inversión temporal, de manera que focalice la energía sobre una antena específica de una red de antenas.

En la recepción, la energía de la señal recibida no se concentra únicamente sobre la antena objetivo, pero es suficiente para poder identificar esta antena objetivo, mediante una técnica de detección del punto focal.

35 Se supone además que el canal es "invariante" sobre un gran número de símbolos transmitidos.

La posición de una antena corresponde por lo tanto a la transmisión de los bits de información.

40 De ese modo, como se ha ilustrado en la figura 1, el procedimiento de transmisión de la invención comprende, para una secuencia binaria, V_{bin} de una señal de origen a transmitir, una etapa de filtrado previo 10 de focalización hacia una antena objetivo, de una señal a emitir.

45 Según un modo de realización de la invención, este filtrado previo se determina durante una fase previa de configuración que emplea una etapa de inversión temporal, o focalización espacial, que suministra al menos un coeficiente de filtrado previo asociado a cada una de las antenas de recepción.

De esta manera, se puede asociar a cada antena de recepción uno o varios coeficientes de filtrado previo a aplicar para focalizar una señal hacia esta antena.

50 Un coeficiente de filtrado previo de ese tipo corresponde por ejemplo a la inversa temporal de la respuesta a impulsos del canal entre una o varias antenas de emisión y una de las antenas de recepción. El filtrado previo comprende entonces por ejemplo una etapa de convolución de la señal a emitir mediante el coeficiente de filtrado previo asociado a la antena objetivo.

55 Una vez aplicado el filtrado previo a la señal a emitir, el procedimiento de transmisión de la invención comprende una etapa de emisión 11 de esta señal previamente filtrada.

60 En un caso simple, la señal a emitir puede ser por ejemplo un impulso, al que se aplica un filtrado previo en función del valor de la secuencia binaria a transmitir, y de una asociación predeterminada entre un valor binario y una posición de antena.

La fase previa de configuración permite por tanto determinar igualmente una pluralidad de asociaciones entre un valor binario y una posición de antena.

65 Se presentan en lo que sigue otros ejemplos en los que la señal a emitir es por ejemplo una señal modulada, de manera que se transmita más información en un mismo tiempo de símbolo.

En el caso de la codificación binaria simple de la posición de las antenas, ilustrado por ejemplo en la figura 2 para cuatro antenas de recepción, la posición de las antenas se puede codificar considerando $N_R = 4$ estados posibles, dados por $N_R = 2^m = 2^2$. Se asocia entonces una secuencia binaria que comprende dos bits de información a una posición de antena de recepción, y se transmite en cada tiempo de símbolo.

5 En este caso, el número de antenas de recepción es necesariamente una potencia de dos.

10 Sin embargo, se puede añadir una antena suplementaria para codificar la información externa a transmitir (fase, orden de llegada de los bits,...). Este principio conduce entonces a una codificación multinivel, o codificación binaria compuesta, que necesita en la recepción un número de antenas superior a dos, pero no necesariamente igual a una potencia de dos.

15 En el ejemplo ilustrado en la figura 2, la antena A1 se asocia a la secuencia binaria de valor 00, la antena A2 se asocia a la secuencia binaria de valor 01,...

Si se tienen N_R antenas de recepción, se pueden codificar $\log_2(N_R)$ bits de información.

20 La invención prevé por tanto una interoperabilidad entre la entidad de transmisión y la entidad de recepción, principalmente en lo que se refiere a las asociaciones entre un valor binario y una posición de antena.

25 En la entidad de transmisión (por ejemplo la estación base), dichas asociaciones entre antena objetivo y bits de información pueden presentarse por ejemplo bajo la forma de una tabla de correspondencia de dos columnas, teniendo en una columna el índice de la antena objetivo de la entidad de recepción y en la otra columna la serie de bits correspondientes.

Estas asociaciones deben ser conocidas en la recepción.

30 Por ejemplo, estas asociaciones se transmiten por el emisor (por ejemplo la estación base) al receptor, antes de la transmisión propiamente dicha de la señal de origen.

Estas asociaciones pueden programarse igualmente en el receptor, por ejemplo bajo la forma de una misma tabla de correspondencia de dos columnas previamente descrita. Pueden finalmente definirse directamente en la norma del sistema de emisión y recepción.

35 Igualmente, el filtrado previo utilizado en la emisión debe en cualquier caso ser conocido por el receptor, que utiliza entonces una técnica adecuada de detección del punto focal, para identificar la antena objetivo.

40 En efecto, si el receptor busca la antena de más alta potencia recibida, es necesario que el emisor haya empleado una técnica que maximice la potencia sobre la antena objetivo, por ejemplo la inversión temporal, como se ha descrito en el presente documento anteriormente.

Se presentan en el presente documento a continuación diferentes modos de realización de la invención.

45 5.2 Descripción detallada de diferentes modos de realización

5.2.1 Primer modo de realización

50 La figura 3a ilustra una primera variante de un primer modo de realización de la invención, que emplea la codificación binaria simple de la posición de las antenas de recepción.

En este caso, se ha visto que el número de antenas de recepción N_R es una potencia de dos, y más particularmente igual a cuatro en este ejemplo.

55 Se consideran las cuatro secuencias binarias siguientes, a transmitir sucesivamente, en cada tiempo de símbolo: 00 en $t=1$, 11 en $t=2$, 11 en $t=3$, 01 en $t=4$ y 10 en $t=5$. Estas secuencias binarias corresponden a la señal de origen a transmitir siguiente: 1001111100.

60 Se consideran en lo que sigue las asociaciones siguientes, determinadas durante la fase previa de configuración del procedimiento de transmisión de la invención:

- valor binario 00 asociado a la antena A1;
- valor binario 01 asociado a la antena A2;
- valor binario 10 asociado a la antena A3;
- valor binario 11 asociado a la antena A4.

65 La estación emisora focaliza una señal a emitir, por ejemplo un impulso, respectivamente, en cada tiempo de símbolo t , en las antenas de recepción A1, A4, A4, A2 y A3.

En la recepción, se emplea una etapa de identificación 31 de la antena objetivo, en cada instante de muestreo.

Esta identificación corresponde a una detección del punto focal elegido en la emisión.

5 Por ejemplo, cada antena A1, A2, A3 y A4 mide, en cada instante de muestreo, la potencia recibida (por simple elevación al cuadrado de la señal recibida). Se realiza a continuación una selección del máximo de la potencia correspondiente a cada antena, de manera que se identifique la antena objetivo elegida en la emisión.

10 Se implementa a continuación por el receptor una etapa 32 de determinación de un valor binario V_{bin} considerado como recibido en función de la antena objetivo identificada.

Hay por tanto una buena correspondencia entre el máximo de la potencia medida, correspondiente a una posición de antena y la secuencia binaria transmitida.

15 El receptor no tiene ningún otro tratamiento a realizar.

Existen otras técnicas de detección del punto focal, así como unas técnicas que se dirigen a la evaluación de la calidad de la focalización.

20 Por ejemplo, existen unas métricas de calidad de la focalización y unos medios para evaluarlas, entre ellas una métrica basada en la medida de una tasa de simetría de la señal recibida, una métrica basada en la medida de la potencia recibida relativamente a una potencia de referencia, o incluso una métrica basada en una medida normalizada del "delay spread" o factor de escalonamiento temporal, teniendo estas métricas unos valores comprendidos entre 0 y 1.

25 Basándose en la medida de una de estas métricas, la detección de la antena objetivo puede efectuarse de dos maneras:

- 30 - comparación entre antenas: se mide para cada una de las antenas la métrica de la calidad, se identifica como la antena objetivo la antena que tiene el valor más alto de métrica;
- comparación con relación a un umbral: se mide para cada una de las antenas la métrica de calidad, se identifica como la antena objetivo la antena que tenga un valor de métrica superior a un umbral. Si varias antenas tienen un valor de métrica superior al umbral definido, entonces se utiliza el método por comparación de antenas descrito anteriormente con el fin de identificar la antena objetivo.

35 La figura 3b ilustra una segunda variante del primer modo de realización de la invención que emplea una codificación binaria simple de la posición de las antenas de recepción y una focalización sobre varias antenas de recepción simultáneamente, con el fin de incrementar la velocidad de transmisión.

40 En el ejemplo de la figura 3b, se emplea una focalización simultánea sobre dos antenas A1 y A4, lo que permite por ejemplo transmitir la secuencia binaria 1100 en un único tiempo de símbolo.

Para determinar el orden de los bits en la recepción, se pueden utilizar varias técnicas.

45 La primera técnica consiste en focalizar en las dos antenas A1 y A4 una señal de potencia diferente, asignando por ejemplo la potencia más elevada a los bits de peso más alto. En la recepción, es suficiente analizar la potencia de las señales recibidas y asignar un orden a los valores binarios correspondientes a las antenas objetivo identificadas, por orden creciente de las potencias. El orden de los bits de la secuencia binaria transmitida corresponde entonces al orden creciente de las potencias de las señales recibidas.

50 Una segunda técnica consiste en codificar la fase de la señal focalizada en función del orden de recepción. Por ejemplo, si la fase de la señal recibida es igual a 0, entonces se considera que el valor binario asociado corresponde a los dos primeros bits de la secuencia binaria transmitida, y la si la fase es igual a π entonces se considera que el valor binario asociado corresponde a los dos últimos bits de la secuencia binaria transmitida.

55 Es posible por supuesto extender esta codificación de fase en función del número de antenas focalizadas simultáneamente.

60 Igualmente, si, en la secuencia binaria a transmitir, se encuentran unos bits contiguos idénticos, por ejemplo 0000, se puede ajustar igualmente el valor de la potencia de la señal focalizada, duplicando el valor por ejemplo. Al detectar el receptor una potencia duplicada sabe que la secuencia binaria asociada es 0000, y no solamente 00.

5.2.2 Segundo modo de realización

65 Las figuras 4a y 4b ilustran un segundo modo de realización de la invención, en el caso en el que la señal a emitir es una señal modulada.

Se considera por ejemplo una secuencia binaria a transmitir modulada por una MAQ16, tal como se ha ilustrado en la figura 4a, y que comprende por tanto cuatro bits por símbolo.

5 Se considera además un sistema, ilustrado en la figura 4b, que emplea cuatro antenas de recepción, codificada cada una por dos bits, como en el primer modo de realización.

Queda por tanto al emisor modular los otros dos bits del símbolo, mediante una MAQ4.

10 La figura 4b ilustra más particularmente un ejemplo de transmisión de la secuencia binaria 1100, en la que los dos primeros bits (00) se codifican por focalización, en una antena A1, y los otros dos bits se modulan clásicamente, durante la etapa 40.

A continuación, esa señal modulada se focaliza sobre la antena A1 en el tiempo de símbolo t.

15 En la recepción, se implementa una etapa 41 de identificación de la antena objetivo, según una de las técnicas descritas anteriormente. Esta etapa 41 permite determinar a continuación una primera parte de la secuencia binaria a transmitir, es decir el valor binario asociado a la antena objetivo identificada.

20 Se implementa igualmente una etapa 43 de demodulación sobre la señal recibida en esta antena objetivo A1. Esta etapa permite determinar la segunda parte de la secuencia binaria a transmitir, correspondiente a los dos bits modulados en la emisión. En el ejemplo, se realiza una demodulación clásica del tipo MAQ4.

25 Finalmente, se implementa por el receptor una etapa 42 de determinación de un valor binario V_{bin} considerado como recibido, a partir de dos secuencias binarias determinadas, por un lado en función de la identificación de la antena objetivo, y por otro lado tras la demodulación de la señal recibida en la antena objetivo identificada.

30 De manera más general, si se desea transmitir una señal modulada mediante una modulación de tipo MAQ X donde $X = 2^{nb}$ en la que nb es el número de bits por símbolo de modulación, entonces se codifican $\log_2(N_R)$ bits mediante la posición de la antena y se modulan clásicamente $(nb - \log_2(N_R))$.

Esta configuración induce una limitación en el número N_R de antenas de recepción, que debe ser igual a una potencia de dos.

35 Se obtiene entonces una transmisión de una modulación MAQX simplificada en una $MAQ(2^{nb-\log_2(N_R)})$, mediante focalización espacial de la energía hacia una antena receptora objetivo elegida.

Se puede entonces igualmente simplificar la estructura del receptor no empleando más que una demodulación de tipo QAM($2^{nb-\log_2(N_R)}$) puesto que $\log_2(N_R)$ bits del símbolo corresponden a la posición de la antena.

40 Debido a ello, se puede transmitir por ejemplo una modulación MAQ16 en MIMO obteniendo los rendimientos de una modulación QPSK en SISO.

45 En el ejemplo de modulación ilustrado en la figura 4a, si se considera que los dos primeros bits del símbolo codifican por una posición de antena, entonces el cuadrante de arriba a la derecha corresponde a la posición de la antena A1, el cuadrante de abajo a la izquierda a la posición de la antena A4, etc.

Le queda al receptor determinar los otros dos bits mediante una demodulación MAQ4 clásica de la señal recibida en la antena objetivo identificada.

50 Se puede extender este modo de realización de la invención a una modulación de tipo MAQ64, en la que los dos bits de posición de antena se codifican para el cuadrante y los otros cuatro bits se demodulan mediante un demodulador MAQ16.

55 De ese modo, una modulación de tipo MAQX se puede reducir a una modulación de tipo MAQY, en la que $Y = 2^{(nb-\log_2(N_R))}$.

De esta manera, con N_R antenas de recepción y una modulación clásica MAQY, el procedimiento según este modo de realización de la invención permite codificar nb bits, siendo $nb = \log_2(N_R) + \log_2(Y)$.

60 Se considera ahora el caso en el que la codificación binaria espacial asociada a la posición de las antenas está compuesta, es decir que pueden añadirse una o varias antena suplementarias para codificar la información externa a transmitir (fase, orden de llegada de los bits,...), como ya se ha descrito en el presente documento anteriormente.

65 En este caso, el número de bits transmitidos asociado a la posición de las antenas viene dado por $nb1 = \log_2(N_R)$ y el número de bits correspondiente a la información suplementaria de ayuda a la decisión en la recepción por los bits transmitidos en la antena correspondiente viene dado por nb2.

Esta configuración permite retirar la limitación sobre el número N_R de antenas de recepción, que debe ser siempre superior a dos pero no necesariamente igual a una potencia de dos.

5 Los nb_1 y nb_2 bits se añaden a los $nb_3 = \log_2(Y)$ bits transmitidos clásicamente mediante una modulación digital de tipo Y-PSK o MAQ-Y.

Para resumir, una secuencia binaria de nb bits a transmitir puede codificarse como sigue: $nb = nb_1 + nb_2 + nb_3 = \log_2(N_R) + nb_2 + \log_2(Y)$.

10 La información externa asociada a nb_2 puede ser múltiple.

Puede asociarse por ejemplo un cierto tipo de modulación y de codificación focalizada en una antena N_i , cuando la codificación y las modulaciones son múltiples.

15 En este caso, se puede indexar el número de bits de información transmitidos en cada antena por: $nb_i = \log_2(N_R) + nb_2 + \log_2(Y_i)$, en la que Y_i corresponde al número de estados de la modulación transmitida en la antena N_i .

20 La información externa asociada a nb_2 puede asociarse igualmente a una ordenación particular temporal de los bits transmitidos en cada antena, lo que se convierte en añadir una codificación suplementaria de la información transmitida.

La ventaja de esta configuración es visible en las ganancias observadas cuando se incrementa el número de antenas de recepción en unas configuraciones MIMO.

25 La invención aprovecha entonces una parte de la información binaria espacial que ayuda a la decisión de los bits transmitidos en cada antena y saca partido de otra parte de la diversidad del canal asociado a un número creciente de antenas en recepción lo que mejora significativamente los rendimientos en el enlace de los sistemas de radio MIMO/SIMO.

30 5.2.3 Tercer modo de realización

Se presenta ahora, en relación con las figuras 5a y 5b, un tercer modo de realización de la invención, en el que se considera separadamente la vía I y la vía Q para las modulaciones de tipo MAQY, en la que existe un P tal que $Y=P \times P$.

35 Por ejemplo, para una modulación de tipo MAQ4, P vale 2 amplitudes. Para una modulación de tipo MAQ16, P vale 4 amplitudes. Para una modulación de tipo MAQ64, P vale 8 amplitudes. Para una modulación de tipo MAQ256, P vale 16, etc.

40 Se considera por ejemplo el caso de una modulación de tipo MAQ16, como se ha ilustrado en la figura 4a.

La vía I tiene $P=4$ estados posibles (+3 +1 -1 -3) y N_R posiciones espaciales posibles (correspondientes a las N_R antenas de recepción disponibles) e igualmente para la vía Q.

45 En este caso el número de bits que pueden transmitirse en un tiempo de símbolo es: $(\log_2(N_R) + \log_2(P))$ para la vía I) + $(\log_2(N_R) + \log_2(P))$ para la vía Q), es decir: $2x(\log_2(N_R) + \log_2(P))$.

Para resumir, con N_R antenas y una modulación clásica MAQY, en la que $Y=P \times P$, se pueden codificar nb bits, siendo $nb = 2x(\log_2(N_R) + \log_2(P))$.

50 La figura 5a ilustra este ejemplo, en el caso de una modulación MAQ16. En una única duración de símbolo, el procedimiento de transmisión según este modo de realización de la invención permite transmitir la secuencia binaria $V_{bin}(01\ 00\ 00\ 11)$, dividida en cuatro secuencias binarias de dos bits, de la manera siguiente:

55 - una primera etapa de modulación 50 modula las secuencias binarias 01 y 00 y las transmite de manera clásica, en las vías I y Q :

- 01 son los bits transmitidos de manera clásica en la vía I (es decir que la señal de la vía I tiene una amplitud de '-1');
- 60 • 00 son los bits transmitidos de manera clásica en la vía Q (es decir que la señal de la vía Q tiene una amplitud de '+3').

- las dos secuencias binarias restantes 00 y 11 se codifican a continuación mediante focalización espacial, respectivamente en las antenas A1 y A4, de la manera siguiente, considerando las vías I y Q por separado:

- 65 • 00 son los bits codificados por la posición espacial de la vía I (es decir que la vía I se focaliza en la antena A1);

- 11 son los bits codificados por la posición espacial de la vía Q (es decir que la vía I se focaliza en la antena A4).

5 En la recepción, son necesarias varias etapas en el receptor para determinar la secuencia binaria V_{bin} considerada como recibida.

10 En un primer tiempo, el receptor separa la señal de la vía I de la señal de la vía Q, para cada una de las cuatro antenas, posteriormente identifica qué antena está focalizada para la vía I y para la vía Q, durante una etapa 51 de identificación I/Q.

15 Esta etapa permite al receptor determinar a continuación la primera secuencia binaria 00, por identificación de la antena objetivo A1 para la vía I, y la segunda secuencia binaria 11, por identificación de la antena objetivo A4 para la vía Q.

20 El receptor efectúa a continuación una etapa 53 de demodulación de las señales recibidas en las antenas objetivo A1 y A4, de manera que determina la secuencia binaria 01, por demodulación de la señal de la vía I, y la secuencia binaria 00, por demodulación de la señal de la vía Q.

25 La etapa 52 de determinación de un valor binario V_{bin} considerado como recibido se implementa por el receptor, a partir de las cuatro secuencias binarias determinadas por un lado en función de la identificación de las antenas objetivo para cada una de las vías I y Q, y por otra parte tras la demodulación de la señal recibida en las antenas objetivo identificadas, para cada una de las vías I y Q.

30 La figura 5b ilustra la representación de un sistema de transmisión según este modo de realización de la invención, con una entidad A de transmisión y una entidad de recepción que emplea cuatro antenas de recepción A1, A2, A3 y A4. Las asociaciones entre valores binarios y posiciones de antenas ya se han descrito anteriormente.

35 Se considera $H_1(t)$, $H_2(t)$, $H_3(t)$ y $H_4(t)$ la respuesta a impulsos del canal entre la entidad A de transmisión y las antenas de recepción, respectivamente A1, A2, A3 y A4.

40 En un primer ejemplo, si se transmite 00 en la vía I y 00 igualmente en la vía Q, entonces la señal a transmitir por la entidad A de transmisión se escribe:

$$35 \quad S(t) = H_1(-t) \otimes \cos(2\pi ft) + H_1(-t) \otimes \sin(2\pi ft).$$

La señal recibida por la antena A1 se escribe:

$$R_1(t) = H_1(t) \otimes H_1(-t) \otimes \cos(2\pi ft) + H_1(t) \otimes H_1(-t) \otimes \sin(2\pi ft).$$

40 La señal recibida por la antena A_k , para $k \neq 1$, se escribe:

$$R_k(t) = H_k(t) \otimes H_1(-t) \otimes \cos(2\pi ft) + H_k(t) \otimes H_1(-t) \otimes \sin(2\pi ft).$$

45 En un segundo ejemplo, si se transmite 00 en la vía I y 01 en la vía Q, entonces la señal a transmitir por la entidad A de transmisión se escribe:

$$S(t) = H_1(-t) \otimes \cos(2\pi ft) + H_2(-t) \otimes \sin(2\pi ft).$$

50 La señal recibida por la antena A1 se escribe:

$$R_1(t) = H_1(t) \otimes H_1(-t) \otimes \cos(2\pi ft) + H_1(t) \otimes H_2(-t) \otimes \sin(2\pi ft).$$

La señal recibida por la antena A_k , para $k \neq 1$ y $k \neq 2$, se escribe:

$$55 \quad R_k(t) = H_k(t) \otimes H_1(-t) \otimes \cos(2\pi ft) + H_k(t) \otimes H_2(-t) \otimes \sin(2\pi ft).$$

60 Se constata que la ortogonalidad entre las portadoras seno y coseno se rompe potencialmente cuando los productos de las convoluciones entre respuestas a impulsos no son reales y cuando las dos vías I y Q envían unos bits diferentes, como en el segundo ejemplo anterior del presente documento, en el que la vía I envía 00 mientras que la vía Q envía 01.

65 En el caso en el que se rompa la ortogonalidad, pueden existir unas interferencias entre la vía I y la vía Q y el receptor debe por tanto emplear una técnica suplementaria para separar las dos vías, por ejemplo un detector de tipo MMSE-IC (del inglés "minimum mean-square error (MMSE)-based iterative interference cancellation" por "error cuadrático medio mínimo a base del detector de anulación de interferencias").

5.2.4 Cuarto modo de realización

Se presenta ahora, en relación con las figuras 6a y 6b, un cuarto modo de realización de la invención, en el que se consideran separadamente la vía I, la vía Q y cada subportadora, para una modulación de tipo OFDM.

De ese modo, la posición de la antena focalizada se elige independientemente para la vía I, la vía Q y para cada subportadora.

Para resumir, con N_R antenas y una modulación clásica MAQY, en la que existe P tal que $Y=P \times P$, y Z subportadoras OFDM, se pueden codificar nb bits, siendo:

$$nb = Z \times 2 \times (\log_2(N_R) + \log_2(P)).$$

La figura 6a ilustra un ejemplo de ese tipo. El principio es el mismo que para el modo de realización anterior, aplicado esta vez a cada subportadora OFDM.

La secuencia binaria V_{bin} ilustrada en la figura 6a corresponde a una secuencia binaria transmitida durante un tiempo de símbolo, para una subportadora.

De ese modo, la etapa de modulación 60 se aplica, como en el modo de realización anterior, para cada subportadora.

Igualmente, en la recepción, se implementa una etapa 63 de demodulación, con el fin de poder aplicar a continuación una pluralidad de etapas 61 de identificación I/Q P/S, es decir por subportadora, permitiendo identificar, para cada subportadora, las antenas objetivo para las vías I y Q separadamente.

La etapa 62 de determinación de un valor binario V_{bin} considerado como recibido, para una subportadora, se implementa por el receptor, a partir de las cuatro secuencias binarias determinadas por un lado en función de la identificación de las antenas objetivo para cada una de las vías I y Q, y por otro lado después de la demodulación de la señal recibida en las antenas objetivo identificadas, para cada una de las vías I y Q.

La figura 6b ilustra una representación de un sistema de transmisión según este modo de realización de la invención, con una entidad A de transmisión y una entidad de recepción que emplea cuatro antenas de recepción A1, A2, A3 y A4. Las asociaciones entre valores binarios y posiciones de antenas ya se han descrito anteriormente.

Se consideran $H_1(f)$, $H_2(f)$, $H_3(f)$ y $H_4(f)$ las funciones de transferencia del canal entre la entidad A de transmisión y las antenas de recepción, respectivamente A1, A2, A3 y A4.

Se considera además un sistema que emplea 1024 subportadoras OFDM.

En un primer ejemplo, se consideran más particularmente las subportadoras f_6 y f_7 .

Si se transmite, para la subportadora f_6 , 00 en la vía I y 00 igualmente en la vía Q, entonces la señal a transmitir por la entidad A de transmisión en f_6 se escribe:

$$S(f_6) = H_1^*(f_6) + j H_1^*(f_6).$$

La señal recibida por la antena A1 en f_6 se escribe:

$$R_1(f_6) = |H_1(f_6)|^2 + j |H_1(f_6)|^2.$$

Si se transmite, para la subportadora f_7 , 00 en la vía I y 01 en la vía Q, entonces la señal a transmitir por la entidad A de transmisión en f_7 se escribe:

$$S(f_7) = H_1^*(f_7) + j H_2^*(f_7).$$

La señal recibida por la antena A1 en f_7 se escribe:

$$R_1(f_7) = |H_1(f_7)|^2 + j H_1(f_7) H_2^*(f_7).$$

La señal recibida por la antena A2 en f_7 se escribe:

$$R_2(f_7) = H_2(f_7) H_1^*(f_7) + j |H_1(f_7)|^2.$$

Se constata también aquí que, para una subportadora dada, la ortogonalidad entre las portadoras seno y coseno se rompe potencialmente cuando los productos entre funciones de transferencia son no reales y las dos vías I y Q envían unos bits diferentes.

En el caso en el que se rompe la ortogonalidad, pueden existir unas interferencias entre la vía I y Q y el receptor debe por tanto emplear una técnica suplementaria para separar las dos vías, por ejemplo un detector de tipo MMSE-IC (del inglés “minimum mean-square error (MMSE)-based iterative interference cancellation” por “error cuadrático medio mínimo a base del detector de anulación de interferencias”).

5 Por el contrario, la ortogonalidad entre subportadoras no se rompe.

5.3 Estructuras de un emisor y de un receptor

10 Se presentan finalmente, en relación con las figuras 7 y 8, las estructuras simplificadas respectivamente de un emisor y un receptor, según los modos de realización descritos en el presente documento anteriormente.

15 Como se ha ilustrado en la figura 7, un emisor comprende una memoria 71 que comprende una memoria tampón, una unidad de procesamiento 72, equipada por ejemplo con un microprocesador μP , y controlada por el programa informático 73, que implementa el procedimiento de transmisión según la invención.

20 En el inicio, se cargan por ejemplo las instrucciones del código del programa informático 73 en una memoria RAM antes de ser ejecutadas por el procesador de la unidad de procesamiento 72. La unidad de procesamiento 72 recibe inicialmente una señal de origen a transmitir. El microprocesador de la unidad de procesamiento 72 implementa las etapas del procedimiento de transmisión descrito anteriormente, según las instrucciones del programa informático 73. Para ello, el emisor comprende, además de la memoria tampón 71, para al menos una primera secuencia binaria de la señal de origen, unos medios de filtrado previo de focalización hacia al menos una de las antenas de recepción, denominada antena objetivo, de una señal a emitir, siendo elegidos la antena objetivo y el filtrado previo de focalización asociado, en función de un valor de la primera secuencia binaria destinada a ser considerada como recibida, y unos medios de emisión de la señal previamente filtrada. Estos medios son controlados por el microprocesador de la unidad de procesamiento 72.

25 Como se ha ilustrado en la figura 8, un receptor comprende una memoria 81 que comprende una memoria tampón, una unidad de procesamiento 82, equipada por ejemplo con un microprocesador μP , y controlada por el programa informático 83, que implementa el procedimiento de transmisión según la invención.

30 En el inicio, se cargan por ejemplo las instrucciones del código del programa informático 83 en una memoria RAM antes de ser ejecutadas por el procesador de la unidad de procesamiento 82. La unidad de procesamiento 82 recibe inicialmente una señal emitida por un emisor. El microprocesador de la unidad de procesamiento 82 implementa las etapas del procedimiento de recepción descrito anteriormente, según las instrucciones del programa informático 83. Para ello, el emisor comprende, además de la memoria tampón 81, unos medios de identificación de al menos una antena, denominada antena objetivo, entre las N_R antenas de recepción, en la que se focaliza la señal emitida por el emisor, y unos medios de determinación, en función de la antena objetivo identificada, de un valor de la secuencia binaria considerado como recibido. Estos medios son controlados por el microprocesador de la unidad de procesamiento 82.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de transmisión de una señal de origen que comprende una pluralidad de secuencias binarias, hacia N_R antenas de recepción, siendo N_R superior o igual a 2,
 5 caracterizado por que emplea, para al menos una primera secuencia binaria de dicha señal de origen, un filtrado previo de focalización (10) hacia al menos una de dichas antenas de recepción, denominada antena objetivo, de una señal a emitir,
 siendo elegidos dicha antena objetivo, y dicho filtrado previo de focalización asociado, en función de un valor de
 10 dicha primera secuencia binaria destinada a ser considerada como recibida,
 y una etapa de emisión (11) de dicha señal previamente filtrada.
2. Procedimiento de transmisión de una señal de origen según la reivindicación 1, caracterizado por que comprende una fase previa de configuración que comprende una etapa de asociación de un valor de secuencia binaria a una de
 15 dichas N_R antenas de recepción.
3. Procedimiento de transmisión de una señal de origen según la reivindicación 1, caracterizado por que comprende una etapa de transmisión, hacia al menos una de dichas N_R antenas de recepción, de al menos una regla de asociación predeterminada de un valor de secuencia binaria a una de dichas N_R antenas de recepción.
- 20 4. Procedimiento de transmisión de una señal de origen según la reivindicación 1, caracterizado por que comprende al menos dos etapas simultáneas de emisión de una señal previamente filtrada hacia al menos dos antenas objetivo distintas.
5. Procedimiento de transmisión de una señal de origen según la reivindicación 1, caracterizado por que comprende además una etapa de emisión de una información de ayuda a la determinación, en la recepción, de al menos una
 25 secuencia binaria de dicha señal de origen.
6. Procedimiento de transmisión de una señal de origen según la reivindicación 1, caracterizado por que comprende además una etapa de modulación de una segunda secuencia binaria de dicha señal de origen, que suministra dicha
 30 señal a emitir.
7. Procedimiento de transmisión de una señal de origen según la reivindicación 6, caracterizado por que dicha modulación es una modulación en cuadratura que comprende una vía I y una vía Q, y porque se emplea una focalización distinta para cada una de dichas vías, estando focalizada dicha vía I hacia una primera antena objetivo y
 35 estando focalizada dicha vía Q hacia una segunda antena objetivo.
8. Procedimiento de transmisión de una señal de origen según la reivindicación 1, caracterizado por que dicha señal de origen es una señal multiportadora de tipo OFDM y por que dicho filtrado previo se emplea selectiva y simultáneamente para al menos dos subportadoras OFDM.
- 40 9. Procedimiento de recepción de una señal emitida por un emisor, empleando dicho procedimiento de recepción N_R antenas de recepción, siendo N_R superior o igual a 2,
 caracterizado por que dicho procedimiento de recepción comprende las siguientes etapas:
- 45 - identificación (31) de al menos una antena, denominada antena objetivo, entre dichas N_R antenas de recepción, en la que se focaliza dicha señal emitida mediante dicho emisor;
 - determinación (32) en función de dicha al menos una antena objetivo identificada, de un valor de secuencia binaria considerado como recibido.
- 50 10. Procedimiento de recepción de una señal emitida según la reivindicación 9, caracterizado por que, durante dicha etapa de identificación, dicha antena objetivo identificada es la antena que presenta una potencia de señal recibida más elevada.
11. Procedimiento de recepción de una señal según la reivindicación 9, caracterizado por que comprende una etapa
 55 de recepción de al menos una regla, predeterminada en la emisión, de asociación de un valor de secuencia binaria a una de dichas N_R antenas de recepción.
12. Procedimiento de recepción de una señal según la reivindicación 9, caracterizado por que comprende además una etapa de recepción de una información de ayuda a la determinación de al menos un valor de secuencia binaria
 60 considerado como recibido.
13. Emisor de una señal de origen que comprende una pluralidad de secuencias binarias, hacia N_R antenas de recepción, siendo N_R superior o igual a 2,
 65 caracterizado por que comprende, para al menos una primera secuencia binaria de dicha señal de origen, unos medios de filtrado previo de focalización (10) hacia al menos una de dichas antenas de recepción, denominada antena objetivo, de una señal a emitir,

siendo elegidos dicha antena objetivo, y dicho filtrado previo de focalización asociado, en función de un valor de dicha primera secuencia binaria destinada a ser considerada como recibida, y una etapa de emisión (11) de dicha señal previamente filtrada.

- 5 14. Receptor de una señal emitida por un emisor, que emplea N_R antenas de recepción, siendo N_R superior o igual a 2, caracterizado por que comprende:
- 10 - unos medios de identificación (31) de al menos una antena, denominada antena objetivo, entre dichas N_R antenas de recepción, en la que se focaliza dicha señal emitida mediante dicho emisor;
- unos medios de determinación (32) en función de dicha al menos una antena objetivo identificada, de un valor de secuencia binaria considerado como recibido.
- 15 15. Señal formada por una pluralidad de tiempos de símbolos sucesivos, caracterizada por que está focalizada, en cada tiempo de símbolo, en al menos una antena específica entre N_R antenas de recepción, denominada antena objetivo, y por que transmite, en el curso de un tiempo de símbolo, un valor binario en función de dicha antena objetivo.
- 20 16. Programa informático que incluye unas instrucciones para la implementación de un procedimiento según la reivindicación 1 cuando este programa lo ejecuta un procesador.
17. Programa informático que incluye unas instrucciones para la implementación de un procedimiento según la reivindicación 9 cuando este programa lo ejecuta un procesador.

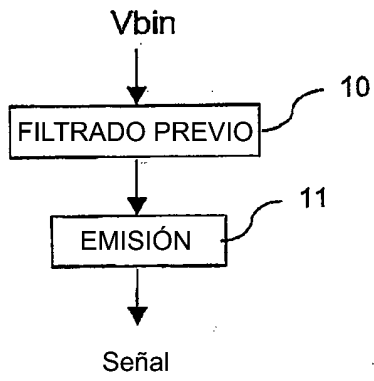


Figura 1

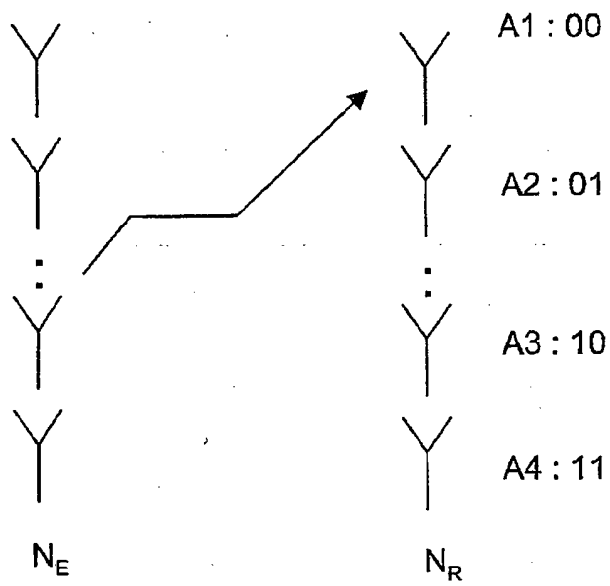


Figura 2

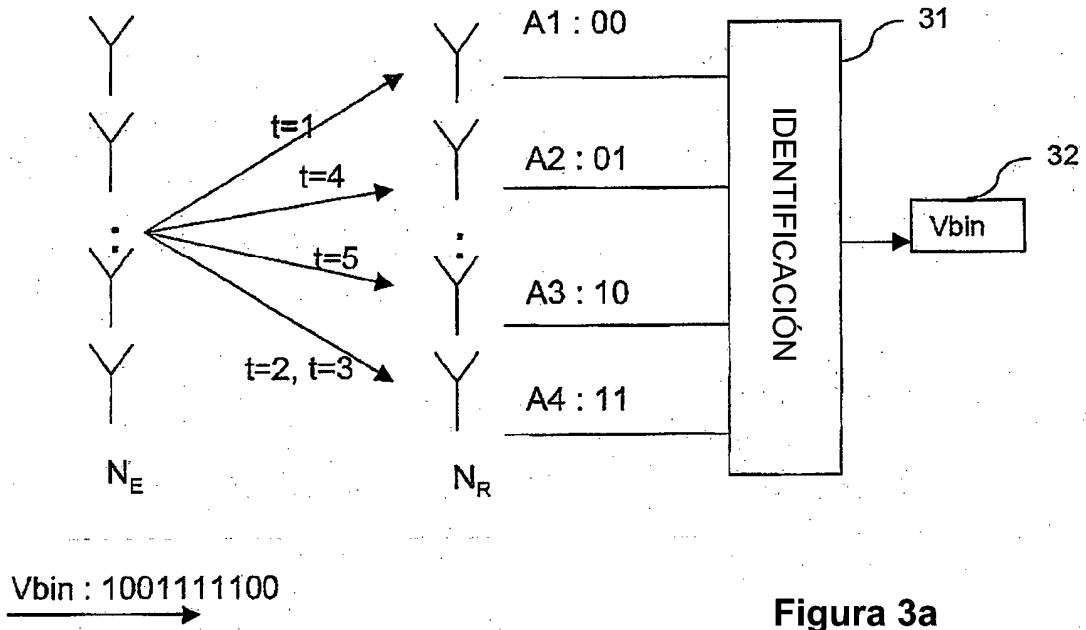


Figura 3a

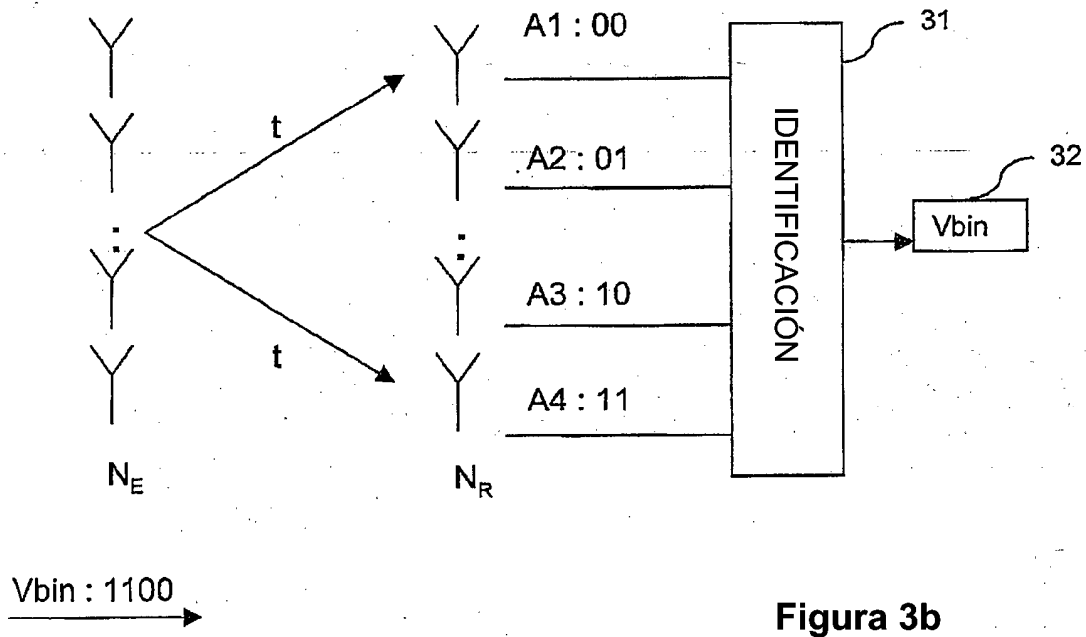


Figura 3b

16-QAM

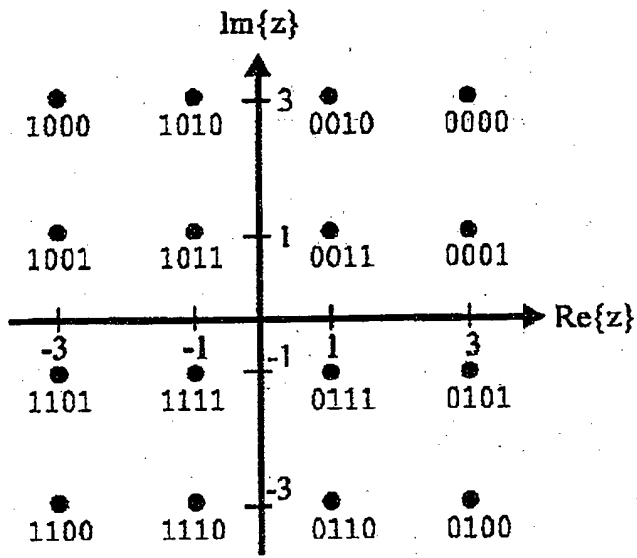


Figura 4a

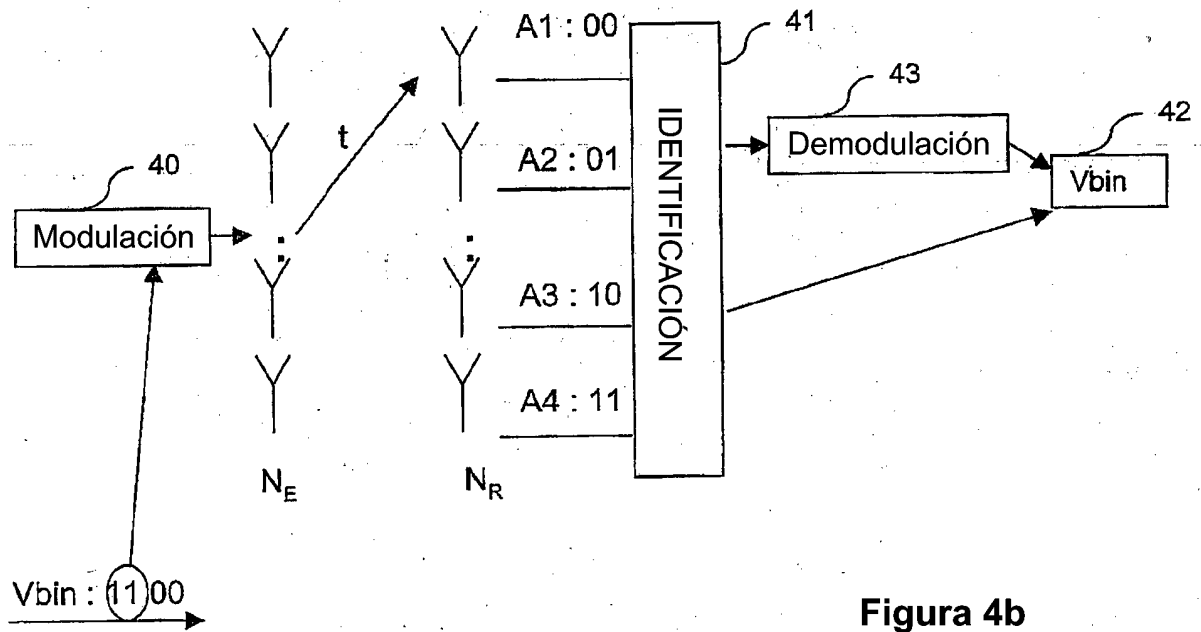


Figura 4b

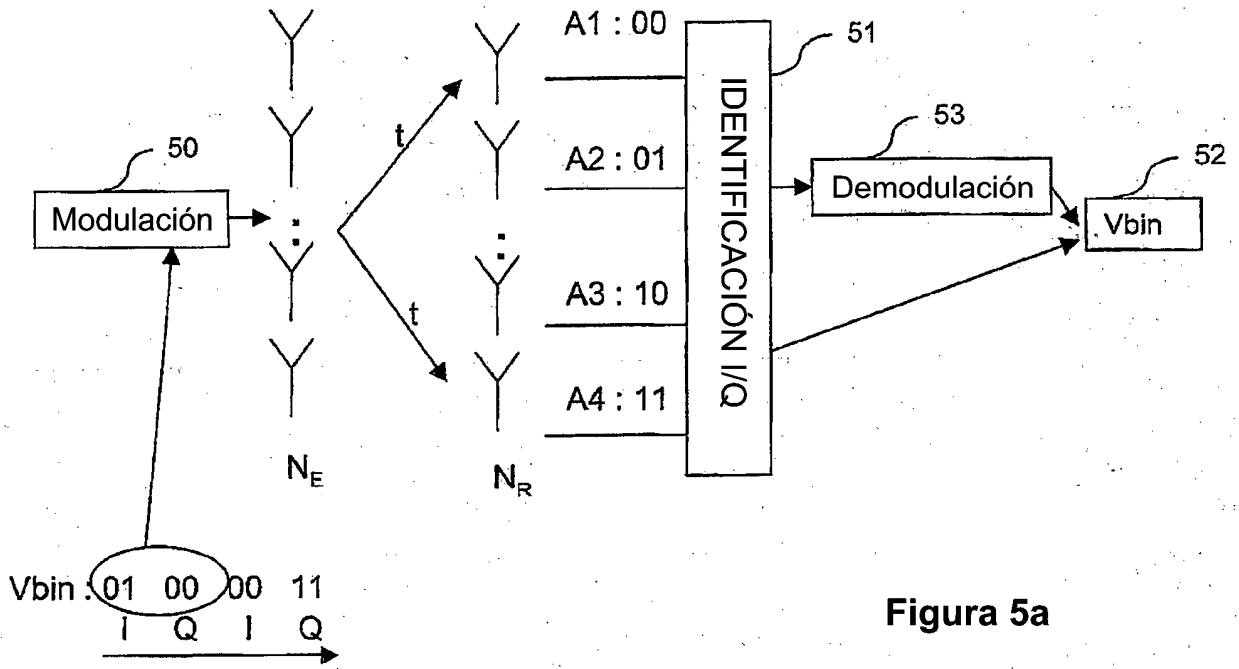


Figura 5a

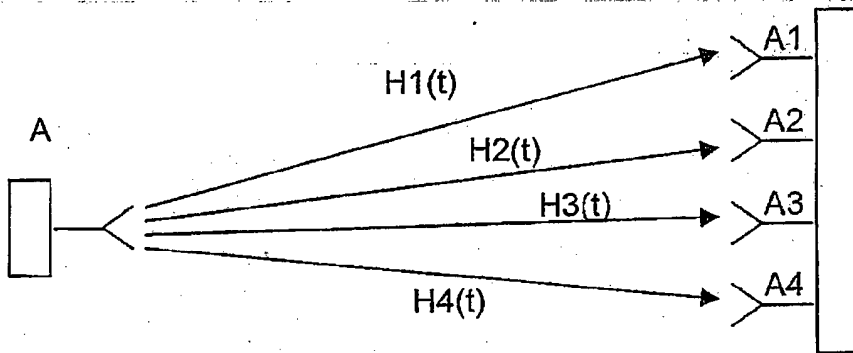


Figura 5b

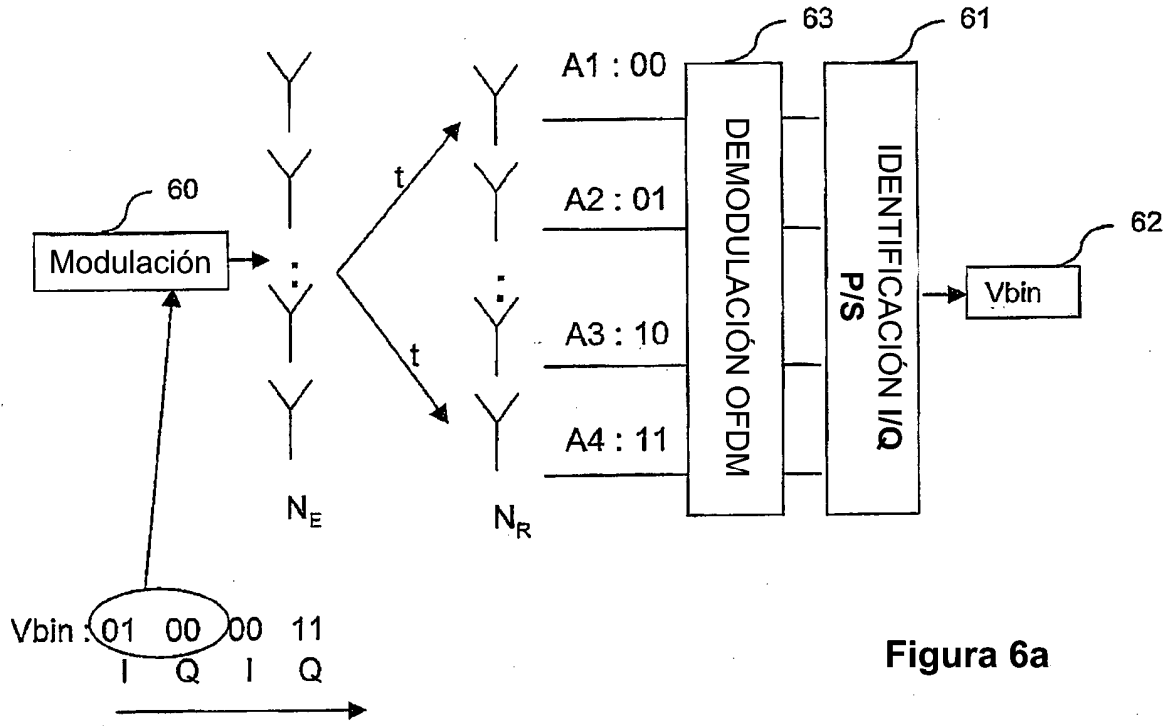


Figura 6a

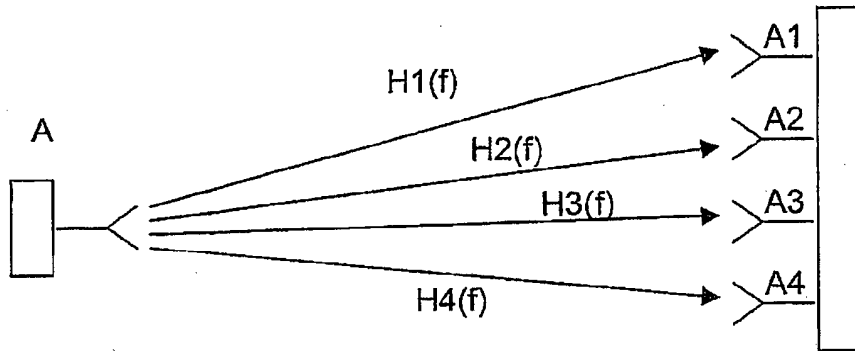


Figura 6b

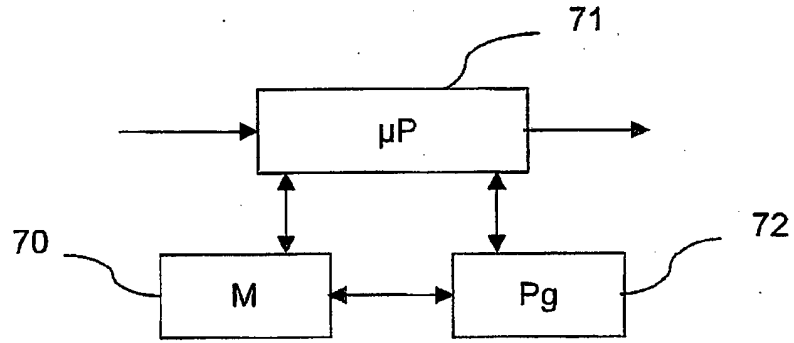


Figura 7

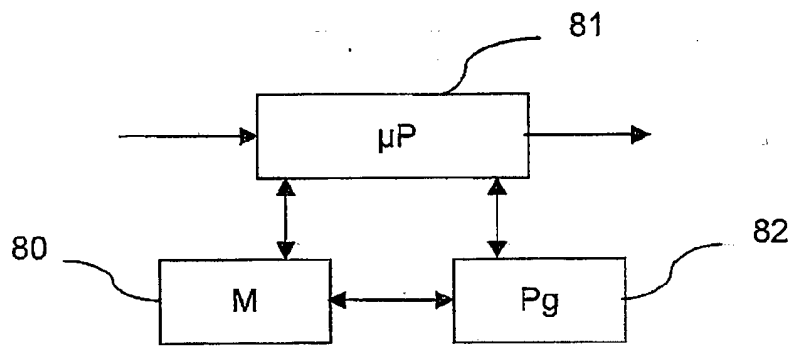


Figura 8