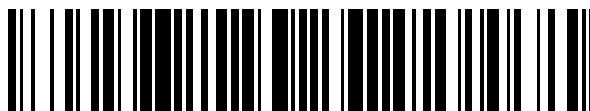


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 379 305**

51 Int. Cl.:

**H04B 7/06** (2006.01)

**H04L 1/06** (2006.01)

**H04L 27/26** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08826638 .2**

96 Fecha de presentación: **17.07.2008**

97 Número de publicación de la solicitud: **2179519**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **28.04.2010**

54 Título: **Emisión de señal por varias antenas**

30 Prioridad:  
**20.07.2007 FR 0705306**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**24.04.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**24.04.2012**

73 Titular/es:  
**EADS SECURE NETWORKS  
1, BOULEVARD JEAN MOULIN ZAC DE LA CLEF  
SAINT PIERRE  
78990 ELANCOURT, FR**

72 Inventor/es:  
**MEGE, Philippe**

74 Agente/Representante:  
**de Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 379 305 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**

Emisión de señal por varias antenas

5 La presente invención concierne a la emisión de señal radioeléctrica desde un emisor que comprende al menos dos antenas de emisión. De modo más particular, la invención está dirigida a la emisión de una señal que comprenda símbolos repartidos según dimensiones frecuencial y temporal, que por ejemplo hayan experimentado una modulación según un multiplexado por repartición en frecuencias ortogonales OFDM (“Orthogonal Frequency Division Multiplexing” en inglés).

La invención encuentra aplicaciones especialmente en el ámbito de los sistemas de radiocomunicación profesionales PMR (“Professional Mobile Radio” en inglés).

10 En el estado de la técnica, es conocido recurrir a un emisor que comprenda varias antenas de emisión para disminuir atenuaciones de trayectorias experimentadas por la señal emitida, siendo recibidas varias versiones de la señal transmitida a través de un canal de trayectorias múltiples en un receptor en instantes diferentes.

15 La patente US 6.185.258 propone emitir por ejemplo dos símbolos de una señal por una primera y una segunda antenas de emisión durante dos instantes sucesivos. En el primer instante, el primer símbolo y el segundo símbolo son emitidos respectivamente por las primera y segunda antenas. En el segundo instante, el opuesto o el conjugado o el opuesto del conjugado del segundo símbolo es emitido por la primera antena y el opuesto o el conjugado o el opuesto del conjugado del primer símbolo es emitido por la segunda antena. Esta redundancia de la señal permite determinar de modo más simple la señal recibida y beneficiarse de una ganancia en diversidad de orden 2 debido a los canales de propagación de la señal relativos a las dos antenas de emisión.

20 Se hace referencia también al documento WO 2006/017850.

La invención tiene por objetivo beneficiarse de la diversidad relativa al menos a dos antenas de emisión de un emisor de radiocomunicación sin emitir dos veces la misma señal por las dos antenas de emisión.

25 Para conseguir este objetivo, un procedimiento para emitir en un emisor de radiocomunicación una señal por al menos dos antenas, conteniendo la señal bits codificados que son convertidos en símbolos distribuidos según subportadoras e intervalos de tiempo, está caracterizado porque comprende las etapas siguientes:

30 una repartición del conjunto de los símbolos de la señal en tantos subconjuntos disjuntos de símbolos de la señal como antenas comprende el emisor de radiocomunicación, siendo cada subconjunto apropiado para una de las antenas, siendo la unión de los citados subconjuntos el conjunto de los símbolos de la señal, siendo repartidos símbolos entre al menos dos subconjuntos durante al menos un intervalo de tiempo de la señal, y siendo repartidos símbolos entre al menos dos subconjuntos para al menos una subportadora,

una generación para cada antena de una señal que hay que emitir que comprende los símbolos del subconjunto apropiado para la citada antena, siendo distribuidos los símbolos del subconjunto según las mismas subportadoras e intervalos de tiempo que los de la señal, y

una emisión sincrona de las señales generadas respectivamente por las antenas.

35 Los símbolos de la señal que hay que emitir por el emisor son repartidos entre las antenas de emisión del emisor. Por consiguiente, el contenido de cada bit de información útil de la señal que hay que emitir está distribuido en subportadoras e intervalos de tiempo de la señal después de la codificación y la conversión en símbolos, y después repartido entre las antenas del emisor. Un receptor que recibe los subconjuntos de símbolos emitidos respectivamente por las antenas de emisión recupera una diversidad relativa a las antenas de emisión después de la decodificación de los símbolos recibidos, recuperando el contenido de cada bit de información útil que ha sido repartido en un sistema de referencia tiempo-frecuencia que representa las subportadoras y los intervalos de tiempo de la señal y entre las antenas de emisión.

40 Cada uno de los símbolos de la señal que hay que emitir es emitido una sola vez y por una sola antena de emisión. Cada subconjunto de símbolos emitido por una antena de emisión contiene por tanto un número de símbolos inferior al contenido en la señal inicial que hay que emitir.

45 Por otra parte, para cada subconjunto de símbolos emitido por una antena del emisor, se emite simultáneamente un pequeño número de símbolos por intervalo de tiempo. El desvío entre picos de potencia y la potencia media de la señal es por tanto pequeño. En particular, cuanto menor es el número de símbolos emitido por intervalo de tiempo, menor es este desvío. Esto permite reducir la tensión de linearización de la cadena de emisión, y de modo más particular del amplificador de potencia y por tanto mejorar el rendimiento de este último.

50 De acuerdo con otra característica de la invención, el procedimiento puede comprender además un entrelazamiento de los bits codificados de la señal antes de la conversión de estos últimos en los símbolos de la señal.

La diversidad relativa a las antenas de emisión puede ser precisada por un entrelazamiento de los bits codificados de la señal, y por tanto por una distribución predeterminada del contenido de cada bit de información útil de la señal que hay que emitir en las subportadoras y los intervalos de tiempo de la señal que hay que emitir.

5 De acuerdo con otras características de la invención, los subconjuntos de símbolos pueden comprender un número de símbolos sensiblemente idéntico con respecto a la totalidad de las subportadoras y de los intervalos de tiempo de la señal, o para cada intervalo de tiempo de la señal, o todavía para cada subportadora de la señal.

Ventajosamente, los símbolos repartidos respectivamente hacia las antenas pueden ser equirrepartidos según los intervalos de tiempo y/o las subportadoras de la señal con el fin de beneficiarse de manera equitativa de la diversidad relativa a cada una de las antenas del emisor.

10 Cada subconjunto de símbolos es completado por valores nulos en un sistema de referencia tiempo-frecuencia que representa las subportadoras y los intervalos de tiempo de la señal.

15 El tamaño de la señal emitida por cada antena del emisor es idéntico al de la señal inicial que hay que emitir. Cada antena emite únicamente el subconjunto de símbolos apropiado para la antena, de modo que el tratamiento de la señal recibida por el receptor para una antena de emisión dada se limita al subconjunto de símbolos emitido por esta antena.

La invención concierne igualmente a un emisor para emitir una señal por al menos dos antenas, conteniendo la señal bits codificados que son convertidos en símbolos distribuidos según subportadoras e intervalos de tiempo, caracterizado porque comprende:

20 un medio para repartir el conjunto de los símbolos de la señal en tantos subconjuntos disjuntos de símbolos de la señal como antenas comprende el emisor de radiocomunicación, siendo cada subconjunto apropiado para una de las antenas, siendo la unión de los citados subconjuntos el conjunto de los símbolos de la señal, siendo repartidos los símbolos entre al menos dos subconjuntos durante al menos un intervalo de tiempo de la señal, y siendo repartidos símbolos entre al menos dos subconjuntos para al menos una subportadora,

25 un medio para generar para cada antena una señal que hay que emitir que comprende los símbolos del subconjunto apropiado para la citada antena, siendo distribuidos los símbolos del subconjunto según las mismas subportadoras e intervalos de tiempo que los de la señal, y

medios para emitir de manera síncrona las señales generadas respectivamente por las antenas.

30 Finalmente, la invención se refiere a un programa de ordenador apto para ser puesto en práctica en un emisor para emitir una señal por al menos dos antenas, comprendiendo el citado programa instrucciones que, cuando el programa es ejecutado en el citado emisor, realizan las etapas de acuerdo con el procedimiento de la invención.

Otras características y ventajas de la presente invención se pondrán de manifiesto de modo más claro con la lectura de la descripción que sigue de varias realizaciones de la invención dadas a título de ejemplos no limitativos, refiriéndose a los dibujos anejos correspondientes, en los cuales:

35 - la figura 1 es un diagrama de bloques esquemático de un emisor de radiocomunicación de varias antenas de acuerdo con la invención;

- la figura 2 es un diagrama de bloques esquemático de un receptor de radiocomunicación de una antena de acuerdo con la invención;

- la figura 3 es un algoritmo de un procedimiento de emisión de la señal de acuerdo con la invención; y

40 - la figura 4 muestra un ejemplo de repartición de símbolos en un sistema de referencia tiempo-frecuencia entre dos antenas de emisión de acuerdo con la invención.

45 De manera general, la invención descrita en lo que sigue es relativa a un emisor de radiocomunicación en una red de radiocomunicación celular digital. El emisor tiene al menos dos antenas de emisión y comunica con un receptor de una antena de recepción, o bien de varias antenas de recepción. Por ejemplo, el emisor y el receptor están incluidos respectivamente en una estación de base y en un terminal móvil, y comunican entre sí según un multiplexado por repartición en frecuencias ortogonales OFDM.

De acuerdo con un primer ejemplo, la red de radiocomunicación es una red de radiocomunicación celular digital terrestre o aeronáutica o por satélites, o bien una red local inalámbrica de tipo WLAN ("Wireless Local Area Network" en inglés) o WIMAX ("World wide Interoperability Microwave Access" en inglés), o bien una red de radiocomunicación profesional PMR ("Professional Mobile Radio" en inglés).

50 De acuerdo con un segundo ejemplo, la red de radiocomunicación es una red local inalámbrica específica desprovista de infraestructura. El emisor y el receptor comunican directamente entre sí de manera espontánea sin la

intermediación de un equipo de centralización de comunicación como un punto o un borne de acceso o bien una estación de base.

5 En la red de radiocomunicación, se generan interferencias entre símbolos debidas a las trayectorias múltiples de propagación en una señal de usuario y se generan interferencias de acceso múltiple entre señales de varios usuarios por la propagación en el canal de propagación y degradan la calidad de la señal recibida. Estas degradaciones se reducen por una estimación de la función de transferencia del canal de propagación que se efectúa por ejemplo con la ayuda de información conocida de antemano por el receptor, como una secuencia piloto transmitida por el emisor y repartida en símbolos gobernados colocados en cada trama de señal OFDM en ciertas posiciones en las dos dimensiones frecuencial y temporal.

10 La figura 1 muestra medios funcionales incluidos en un emisor de radiocomunicación EM para la puesta en práctica del procedimiento de la invención en una red de radiocomunicación digital. El emisor EM comprende especialmente un codificador de canal COD, opcionalmente un entrelazador ENT, un modulador MOD, un repartidor de señal REP y varias antenas de emisión. Con el fin de no sobrecargar la figura 1, se supondrá en lo que sigue que el emisor EM comprende al menos dos antenas de emisión AE1 y AE2, estando unida cada una al repartidor de señal REP a través de una respectiva etapa de salida ES1, ES2.

15 El emisor EM trata una trama radio de una señal S que contiene una secuencia de bits SB que son repartidos y transmitidos por medio de dos antenas de emisión AE1 y AE2.

20 Bits de información útil contenidos en una secuencia de bits son codificados por el codificador COD, y eventualmente entrelazados por el entrelazador ENT antes de ser convertidos en símbolos según un multiplexado OFDM por el modulador MOD. Los símbolos son repartidos en subportadoras ortogonales entre sí que cubren una amplia banda de frecuencia y forman una trama de señal OFDM. Símbolos pilotos pueden estar colocados en la trama de señal OFDM con el fin de facilitar la estimación de la función de transferencia del canal de propagación entre el emisor y un receptor a la recepción de la trama.

25 Por ejemplo, la señal S es para emitir en M subportadoras en una trama dividida en N intervalos de tiempo de símbolo consecutivos dedicados cada uno a la transmisión de M símbolos. Los símbolos son por tanto repartidos en un sistema de referencia tiempo-frecuencia que representa los N intervalos de tiempo y las M subportadoras de la señal que hay que emitir.

30 Los símbolos son facilitados al repartidor de señal REP que selecciona en cada trama un subconjunto de símbolos que tienen posiciones predeterminadas en el sistema de referencia tiempo-frecuencia para cada una de las antenas de emisión. Los subconjuntos de símbolos seleccionados respectivamente para las antenas de emisión son subconjuntos disjuntos cuya unión es el conjunto de los símbolos de la trama de señal OFDM, comprendiendo cada uno de los subconjuntos eventualmente símbolos pilotos con el fin de permitir al receptor estimar el canal de propagación para cada una de las antenas de emisión.

35 El repartidor de señal REP facilita un subconjunto de símbolos seleccionado en cada etapa de salida ES1, ES2 unido a la respectiva antena de emisión AE1, AE2. Por ejemplo, el subconjunto de símbolos es transmitido en M vías paralelas correspondientes a las M subportadoras de la señal que hay que emitir.

40 En la etapa de salida, el subconjunto de símbolos seleccionado es modulado en las subportadoras y a continuación la señal resultante experimenta una conversión digital-analógica antes de ser amplificada y transpuesta a alta frecuencia. La etapa de salida facilita en salida una señal que hay que emitir por la antena de emisión correspondiente.

Las antenas de emisión emiten así en paralelo señales que contienen cada una símbolos diferentes durante la duración de la trama radio.

La figura 2 muestra medios funcionales incluidos en un receptor de radiocomunicación RE que trata las señales emitidas respectivamente por las antenas de emisión del emisor EM.

45 El receptor RE comprende al menos una antena de recepción AR, una etapa de entrada EE, un seleccionador de canal SEL, un multiplexor MX, un desentrelazador DES y un descodificador de canal DEC. Con el fin de no sobrecargar la figura 2, se supondrá en lo que sigue que el receptor RE comprende igualmente al menos dos estimadores de canal EC1 y EC2, y dos desmoduladores DEM1 y DEM2, tratando cada par de estimador de canal y de desmodulador EC1-DEM1, EC2-DEM2 la señal emitida por una respectiva de las antenas de emisión del emisor.

50 El receptor RE comprende tantos pares de estimador de canal y de desmodulador como antenas de emisión comprende el emisor.

Cada señal recibida por el receptor RE a través del canal de propagación entre el emisor EM y el receptor RE atraviesa por ejemplo en la etapa de entrada EE etapas de amplificación, de transposición, en banda de base, de conversión analógica-digital y de supresión de intervalo de reserva.

- 5 El seleccionador de canal SEL determina el canal de propagación a través del cual ha sido transmitida la señal recibida, es decir la antena de emisión desde la cual ha sido emitida la señal recibida. Se supone que el emisor y el receptor están sincronizados, de modo que el seleccionador de canal SEL conozca la antena de emisión AE1, AE2 origen de la señal recibida y seleccione el estimador de canal EC1, EC2 apropiado para el canal de propagación de la señal recibida. Con un deseo de lógica, se supone que los estimadores de canal EC1 y EC2 y los desmoduladores DEM1 y DEM2 tratan las señales respectivamente emitidas por las antenas de emisión AE1 y AE2.
- 10 El estimador de canal EC1, EC2 estima la función de transferencia del canal de propagación de la señal recibida por ejemplo con la ayuda de símbolos pilotos contenidos en la señal recibida, siendo registrados previamente estos símbolos pilotos en memoria en el receptor. El estimador de canal determina una estimación de canal definida por coeficientes estimados de la función de transferencia del canal de propagación entre la antena de emisión AE1, AE2 y el receptor.
- 15 El estimador de canal EC1, EC2 ecualiza además los símbolos recibidos en símbolos ecualizados en función de coeficientes estimados de la función de transferencia del canal de propagación. Por ejemplo, los símbolos ecualizados dependen de la división de los símbolos recibidos por los coeficientes estimados.
- 20 El desmodulador DEM1, DEM2 desmodula los símbolos ecualizados en bits desmodulados, según el tipo de modulación de los símbolos, por ejemplo según una desmodulación de amplitud en cuadratura de fase QAM4 (“Quadrature Amplitude Modulation” en inglés). Estos símbolos ecualizados pueden ser memorizados y facilitados al desentrelazador DES y/o al decodificador DEC.
- 25 Además, el desmodulador DEM1, DEM2 determina una verosimilitud de cada bit contenido en un símbolo ecualizado. La verosimilitud tiene un valor “blando” (“soft value” en inglés) negativo o positivo (flotante), en comparación con un valor “duro” (“hard value” en inglés) tal como el valor binario “1” o “0”, para indicar que el desmodulador DEM facilita valores flotantes reales que tienen cada uno un signo que impone una decisión posterior sobre el estado del bit correspondiente, es decir una decisión sobre el valor “duro” “0” o “1”. La amplitud de la verosimilitud representa la fiabilidad de la decisión posterior y es un valor “flexible” que representa un índice de confianza del estado binario determinado por el signo de verosimilitud. Por ejemplo, si esta amplitud es pequeña y próxima a 0, el estado binario correspondiente al signo de la verosimilitud no es seguro.
- 30 El multiplexor MX recupera los bits desmodulados procedentes de los desmoduladores DEM1 y DEM2 y multiplexa estos últimos para formar una serie de bits desmodulados en el mismo orden que los bits codificados facilitados al modulador MOD del emisor EM antes de la emisión de la señal.
- 35 Opcionalmente, si los bits de la señal recibida han sido entrelazados en el entrelazador ENT antes de ser emitidos, el multiplexor MX facilita en serie valores digitales de verosimilitud de los bits desmodulados al desentrelazador DES. Este último efectúa un desentrelazamiento de las verosimilitudes de los bits desmodulados según un algoritmo de desentrelazamiento de canal recíproco de un algoritmo de entrelazamiento de canal utilizado en el entrelazador ENT del emisor, con el fin de inhibir el entrelazamiento introducido en la emisión de la señal.
- 40 El decodificador DEC descodifica los bits desmodulados facilitados por el multiplexor MX, o eventualmente los bits desentrelazados facilitados por el desentrelazador DES, en función de las verosimilitudes precedentemente determinadas. El decodificador DEC efectúa una decisión dura y facilita bits descodificados, según la descodificación correspondiente a la codificación utilizada por el codificador COD a la emisión de la señal, por ejemplo según una descodificación convolutiva que corrige los errores por medio del algoritmo de Viterbi.
- 45 Después de la descodificación de los bits, el receptor se beneficia de una ganancia de diversidad con respecto al canal de propagación a través del cual ha sido emitida la secuencia de bits SB inicial. La diversidad del canal de propagación es así recuperada por la descodificación de los bits y eventualmente por el desentrelazamiento de los bits que han sido repartidos en el conjunto del sistema de referencia tiempo-frecuencia..
- En variante, el receptor RE comprende varias antenas de recepción y varios seleccionadores de canal. Los seleccionadores de canal están asociados respectivamente a las antenas de recepción con el fin de determinar, para cada antena de recepción, el canal de propagación a través del cual ha sido transmitida la señal recibida.
- Refiriéndose a la figura 3, el procedimiento de emisión de señal de acuerdo con la invención comprende etapas E1 a E6 ejecutadas automáticamente en el emisor EM que se supone comprende dos antenas de emisión AE1 y AE2.
- 50 En la etapa E1, el emisor EM recibe en entrada una secuencia de bits SB de una señal S que hay que emitir por medio de dos antenas de emisión AE1 y AE2. El codificador COD codifica la secuencia de bits SB en una secuencia de bits codificados. El número de bits codificados es superior al número de bits de la secuencia SB. De manera general, el codificador COD añade redundancia a las informaciones útiles, de modo que el receptor pueda detectar y corregir errores debidos a la transmisión de la señal a través del canal de propagación entre el emisor EM y el receptor RE, durante la descodificación de la señal por el receptor. Los bits codificados proceden por ejemplo de una
- 55 codificación en bloque o de una codificación convolutiva.

En la etapa opcional E2, los bits codificados de la secuencia de bits SB son facilitados al entrelazador ENT y son entrelazados según un algoritmo predefinido para formar una secuencia de bits entrelazados. El contenido de cada bit de información útil es distribuido en una parte de la secuencia de bits entrelazados.

5 Por ejemplo, el entrelazamiento es aleatorio, de modo que todos los bits codificados quedan muy mezclados en la secuencia de bits entrelazados.

10 En la etapa E3, el modulador MOD convierte la secuencia de bit codificados, eventualmente entrelazados, en símbolos según un multiplexado OFDM que forma una trama de señal OFDM. Los símbolos son distribuidos en M subportadoras ortogonales entre sí que cubren una amplia banda de frecuencia en una trama dividida en N intervalos de tiempo de símbolo consecutivos dedicados cada uno a la transmisión de M símbolos. El contenido de cada bit de información útil es así repartido en el sistema de referencia tiempo-frecuencia, es decir en diferentes subportadoras y/o diferentes intervalos de tiempo. El modulador MOD facilita los símbolos al repartidor de señal REP.

15 En la etapa E4, el repartidor de señal REP reparte los símbolos entre las antenas de emisión para que estas últimas emitan estos símbolos simultáneamente durante la duración de la trama de señal OFDM, según subetapas E41 y E42.

20 En la subetapa E41, el repartidor de señal REP selecciona para cada antena un subconjunto  $SE_i$  de símbolos cuyas posiciones están predeterminadas, con  $1 \leq i \leq l$  siendo l el número de antenas del emisor. Por ejemplo, para cada una de las antenas de emisión han sido determinadas previamente posiciones de símbolos en el sistema de referencia tiempo-frecuencia. Cada subconjunto de símbolos seleccionado  $SE_i$  es apropiado para una antena de emisión y está asociado a esta última. En particular, se han repartido símbolos entre al menos dos subconjuntos para al menos un intervalo de tiempo. Por otra parte, los subconjuntos de símbolos seleccionados son disjuntos y la unión de estos últimos es igual al conjunto de los símbolos de la trama de señal OFDM. El repartidor de señal REP reparte así el conjunto de los símbolos de la trama de señal OFDM en tantos subconjuntos disjuntos  $SE_i$  como antenas comprende el emisor. A título de ejemplo, al menos un símbolo de cada intervalo de tiempo es seleccionado para cada antena de emisión.

25 En un caso particular, los símbolos de la trama de señal OFDM son equirrepartidos estadísticamente en los subconjuntos de símbolos respectivamente asociados a las antenas de emisión. Los subconjuntos de símbolos seleccionados respectivamente para las antenas comprenden por tanto un número de símbolos sensiblemente idéntico. Puesto que el emisor comprende dos antenas de emisión, se seleccionan dos subconjuntos de símbolos distintos que comprenden cada uno sensiblemente la mitad de los símbolos de la trama de señal OFDM. En variante, si el emisor comprende más de dos antenas, el número de símbolos asociados a cada antena es sensiblemente igual a la parte entera del producto del número de subportadoras por el número de intervalos de tiempo dividido por el número de antenas de emisión.

30 En otro caso particular, a cada tiempo símbolo, es decir a cada uno de los N intervalos de tiempo de la trama, cada antena está asociada al mismo número de símbolos. Por ejemplo, si la banda de frecuencia contiene diez subportadoras, se asocian subconjuntos distintos de cinco símbolos respectivamente a las dos antenas de emisión AE1 y AE2 para cada intervalo de tiempo. Además, cada antena puede estar asociada a un mismo número de símbolos para cada subportadora de la señal.

35 En la subetapa E42, para cada antena de emisión, el repartidor de señal REP coloca el subconjunto de símbolos seleccionado  $SE_i$  en el sistema de referencia tiempo-frecuencia y completa este último con valores nulos. Por consiguiente, para cada antena de emisión se produce una trama de señal OFDM, de modo que en cada intervalo de tiempo, las antenas emiten respectivamente subconjuntos de símbolos diferentes. En otras palabras, esto viene a ser duplicar la trama de señal OFDM para cada una de las antenas de emisión, seleccionar para cada antena un subconjunto de símbolos cuyas posiciones están predeterminadas, y después poner a cero los símbolos no seleccionados. Las tramas de señal OFDM producidas respectivamente para las antenas de emisión tienen por tanto un tamaño idéntico al de la trama de señal OFDM formada por el modulador MOD a la salida de la etapa E3.

40 A título de ejemplo mostrado en la figura 4, los símbolos de la trama de señal OFDM están repartidos en el sistema de referencia tiempo-frecuencia en  $M = 4$  subportadoras y  $N = 6$  intervalos de tiempo. El emisor comprende dos antenas de emisión AE1 y AE2. Dos subconjuntos de símbolos distintos son seleccionados respectivamente para estas últimas y comprenden cada uno sensiblemente la mitad de los símbolos de la trama de señal OFDM, es decir 14 y 10 símbolos respectivamente para las antenas de emisión AE1 y AE2. La notación  $S_{n,m}$  designa un símbolo que hay que emitir en el  $n$ ésimo intervalo de tiempo en la  $m$ ésima subportadora de la trama de señal OFDM, con  $1 \leq n \leq N$  y  $1 \leq m \leq M$ . Por ejemplo, en el primer intervalo de tiempo, hay que emitir símbolos  $S_{1,1}$  y  $S_{1,2}$  respectivamente en las primera y segunda subportadoras por la antena AE1, mientras la antena AE2 tiene que emitir símbolos  $S_{1,3}$  y  $S_{1,4}$  respectivamente en las tercera y cuarta subportadoras, emitiendo así las dos antenas AE1 y AE2 un número igual de símbolos.

45 En la etapa E5, el repartidor de señal REP facilita las tramas de señal OFDM producidas respectivamente en las etapas de salida ES1 y ES2. Cada etapa de salida ES1 y ES2 aplica una modulación en las subportadoras y

- 5 después una conversión digital-analógica, una amplificación y una transposición a alta frecuencia a los símbolos de la trama facilitada para generar una señal  $S_i$  que hay que emitir por la antena de emisión unida a la etapa de salida, con  $1 \leq i \leq I$  siendo  $I$  el número de antenas del emisor. La señal generada  $S_i$  que hay que emitir por una antena dada comprende por tanto los símbolos del subconjunto de símbolos  $SE_i$  apropiado para cada antena dada y cada símbolo del subconjunto es colocado en el sistema de referencia tiempo-frecuencia en la misma posición que ocupaba inicialmente en la trama de señal OFDM.
- 10 En la etapa E6, cada señal generada  $S_i$  es emitida por la antena para la cual la señal ha sido generada. Las antenas de emisión emiten respectivamente las señales generadas de manera síncrona.
- 15 De manera general, cuando el emisor comprende varias antenas de emisión, cada símbolo que tiene una posición dada en el sistema de referencia tiempo-frecuencia es emitido por una sola antena, mientras que las otras antenas no emiten símbolo para esta posición dada en el sistema de referencia tiempo-frecuencia.
- 20 El receptor RE recibe a continuación las diferentes señales emitidas por el emisor EM y se beneficia de una ganancia de diversidad después de la descodificación de la señal recibida como se describió anteriormente. El pequeño número de símbolos emitidos por intervalo de tiempo reduce el desvío entre picos de potencia y la potencia media de la señal emitida, es decir la relación entre la potencia de cresta y la potencia media de la señal emitida, denominada igualmente PAPR ("Peak-to-Average Power Ratio" en inglés). Ésta es tanto más reducida cuanto que los símbolos de la trama de señal OFDM estén aquí distribuíos en frecuencia para cada uno de los diferentes intervalos de tiempo y para cada una de las antenas de emisión.
- 25 La invención descrita aquí concierne a un procedimiento y a un emisor para emitir una señal por al menos dos antenas. De acuerdo con una implantación, las etapas del procedimiento de la invención son determinadas por las instrucciones de un programa de ordenador incorporado en el emisor. El programa comprende instrucciones de programa que, cuando el citado programa es ejecutado en el emisor cuyo funcionamiento es mandado entonces por la ejecución del programa, realizan las etapas del procedimiento de acuerdo con la invención.
- 30 En consecuencia, la invención se aplica igualmente a un programa de ordenador, especialmente un programa de ordenador registrado sobre o en un soporte de registro legible por un ordenador y cualquier dispositivo de tratamiento de datos, adaptado para poner en práctica la invención. Este programa puede utilizar cualquier lenguaje de programación, y estar en forma de código fuente, de código objeto o de código intermedio entre código fuente y código objeto tal como en una forma parcialmente compilada, o en cualquier otra forma deseable para implementar el procedimiento de acuerdo con la invención.
- El soporte de registro puede ser cualquier entidad o dispositivo capaz de almacenar el programa. Por ejemplo, el soporte puede comprender el medio de almacenamiento en el cual está registrado el programa de ordenador de acuerdo con la invención, tal como una ROM, por ejemplo un CD ROM o una ROM de circuito microelectrónico, o también una clave USB, o un medio de registro magnético, por ejemplo un disquete (floppy disc) o un disco duro.

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento en un emisor de radiocomunicación (EM) para emitir una señal (S) por al menos dos antenas (AE1, AE2), conteniendo la señal bits codificados que son convertidos (E3) en símbolos distribuidos según subportadoras e intervalos de tiempo, caracterizado porque comprende las etapas siguientes:
- 5 una repartición (E4) del conjunto de los símbolos de la señal en tantos subconjuntos (SE<sub>i</sub>) disjuntos de símbolos de la señal como antenas (AE1, AE2) comprende el emisor de radiocomunicación (EM), siendo cada subconjunto (SE<sub>i</sub>) apropiado para una de las antenas (AE1, AE2), siendo la unión de los citados subconjuntos el conjunto de los símbolos de la señal (S), siendo repartidos símbolos entre al menos dos subconjuntos durante al menos un intervalo de tiempo de la señal (S), y siendo repartidos símbolos entre al menos dos subconjuntos para al menos una subportadora,
- 10 una generación (E5) para cada antena (AE1, AE2) de una señal que hay que emitir (S<sub>i</sub>) que comprende los símbolos del subconjunto (SE<sub>i</sub>) apropiado para la citada antena (AE1, AE2), siendo distribuidos los símbolos del subconjunto (SE<sub>i</sub>) según las mismas subportadoras e intervalos de tiempo que los de la señal (S), y
- una emisión (E6) síncrona de las señales generadas (S<sub>i</sub>) respectivamente por las antenas (AE1, AE2).
- 15 2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende un entrelazamiento de los bits codificados de la señal antes de la conversión de estos últimos en los símbolos de la señal.
3. Procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, según el cual los subconjuntos de símbolos comprenden un número de símbolos sensiblemente idéntico.
4. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, según el cual los subconjuntos de símbolos comprenden un número de símbolos sensiblemente idéntico para cada intervalo de tiempo de la señal.
- 20 5. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, según el cual los subconjuntos de símbolos comprenden un número de símbolos sensiblemente idéntico para cada subportadora de la señal.
6. Emisor de radiocomunicación (EM) para emitir una señal (S) por al menos dos antenas (AE1, AE2), conteniendo la señal bits codificados que son convertidos en símbolos distribuidos según subportadoras e intervalos de tiempo, caracterizado porque comprende:
- 25 un medio (REP) para repartir el conjunto de los símbolos de la señal en tantos subconjuntos (SE<sub>i</sub>) disjuntos de símbolos de la señal como antenas (AE1, AE2) comprende el emisor de radiocomunicación (EM), siendo cada subconjunto (SE<sub>i</sub>) apropiado para una de las antenas (AE1, AE2), siendo la unión de los citados subconjuntos el conjunto de los símbolos de la señal (S), y siendo repartidos símbolos entre al menos dos subconjuntos durante al menos un intervalo de tiempo de la señal (S), siendo repartidos símbolos entre al menos dos subconjuntos para al menos una subportadora,
- 30 un medio (ES1; ES2) para generar para cada antena (AE1, AE2) una señal que hay que emitir (S<sub>i</sub>) que comprende los símbolos del subconjunto (SE<sub>i</sub>) apropiado para la citada antena (AE1, AE2), siendo distribuidos los símbolos del subconjunto (SE<sub>i</sub>) según las mismas subportadoras e intervalos de tiempo que los de la señal (S), y
- 35 medios (ES1, AE1; ES2, AE2) para emitir de manera síncrona las señales generadas respectivamente por las antenas.
7. Programa de ordenador apto para ser puesto en práctica en un emisor (EM) para emitir una señal por al menos dos antenas (AE1, AE2), conteniendo la señal bits codificados que son convertidos (E3) en símbolos distribuidos según subportadoras e intervalos de tiempo, estando caracterizado el citado programa porque comprende instrucciones que, cuando el programa es ejecutado en el citado emisor, realizan las etapas siguientes:
- 40 una repartición (E4) del conjunto de los símbolos de la señal en tantos subconjuntos (SE<sub>i</sub>) disjuntos de símbolos de la señal como antenas (AE1, AE2) comprende el emisor de radiocomunicación (EM), siendo cada subconjunto (SE<sub>i</sub>) apropiado para una de las antenas (AE1, AE2), siendo la unión de los citados subconjuntos el conjunto de los símbolos de la señal (S), siendo repartidos símbolos entre al menos dos subconjuntos durante al menos un intervalo de tiempo de la señal (S), y siendo repartidos símbolos entre al menos dos subconjuntos para al menos una subportadora,
- 45 una generación (E5) para cada antena (AE1, AE2) de una señal que hay que emitir (S<sub>i</sub>) que comprende los símbolos del subconjunto (SE<sub>i</sub>) apropiado para la citada antena (AE1, AE2), siendo distribuidos los símbolos del subconjunto (SE<sub>i</sub>) según las mismas subportadoras e intervalos de tiempo que los de la señal (S), y
- 50 una emisión (E6) síncrona de las señales generadas (S<sub>i</sub>) respectivamente por las antenas (AE1, AE2).



FIG. 1

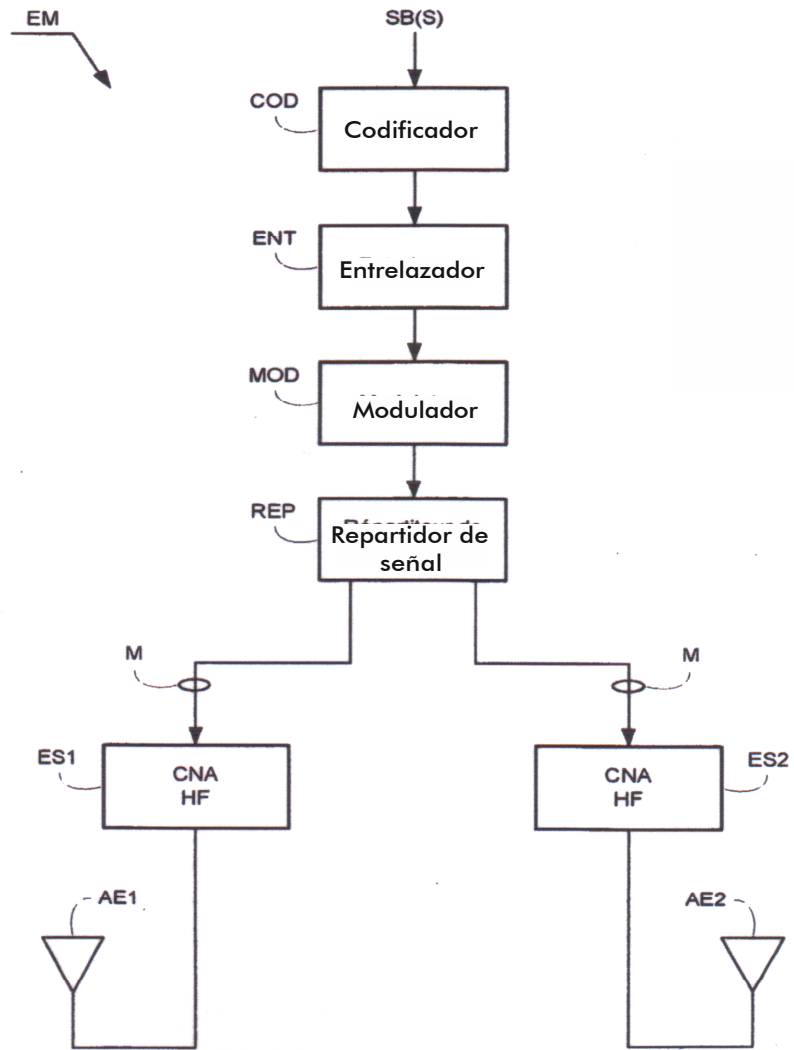


FIG. 2

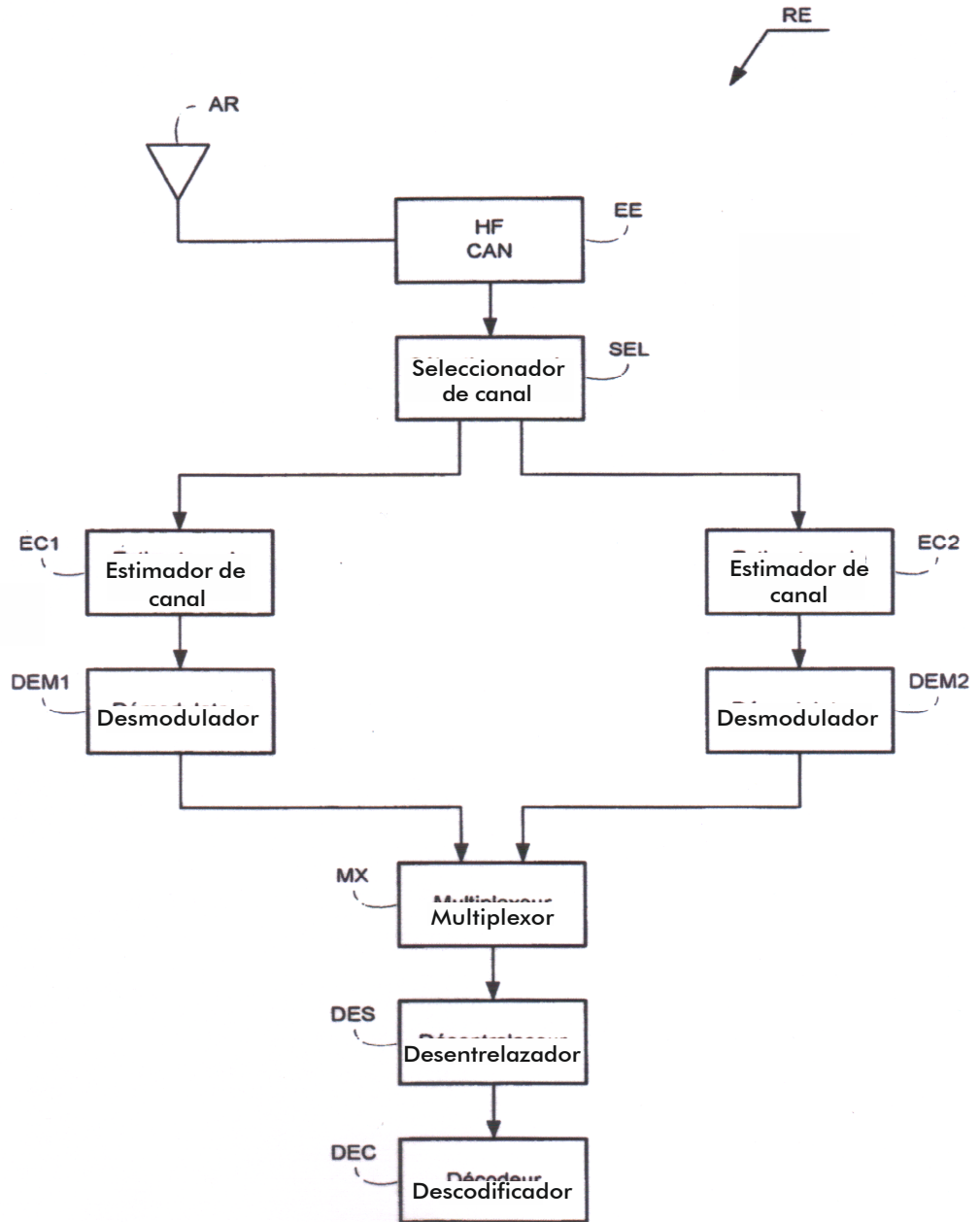


FIG. 3

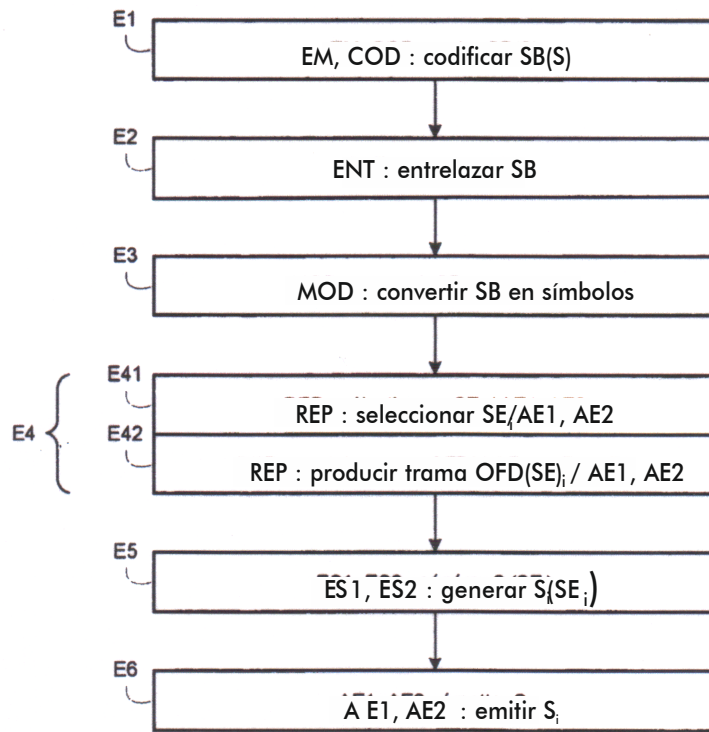


FIG. 4

