



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 306 264**

51 Int. Cl.:
H04B 1/707 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **05818324 .5**

86 Fecha de presentación : **12.12.2005**

87 Número de publicación de la solicitud: **1847028**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **24.10.2007**

54 Título: **Dispositivo y procedimiento para determinar el momento de llegada de una secuencia de recepción.**

30 Prioridad: **13.12.2004 DE 10 2004 059 941**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.11.2008

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.11.2008

73 Titular/es: **Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung
der angewandten Forschung e.V.
Hansastraße 27C
80686 München, DE**

72 Inventor/es: **Hofmann, Günter y
Breiling, Marco**

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 306 264 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

Dispositivo y procedimiento para determinar el momento de llegada de una secuencia de recepción.

5 La presente invención se ocupa de un sistema y un procedimiento para determinar un momento de llegada de una secuencia de recepción en un receptor tal como se emplea especialmente para sistemas digitales de transmisión.

Para que un receptor en un sistema de transmisión digital se pueda sincronizar con una señal digital emitida por un transmisor, el transmisor emite una señal que conoce el receptor. El objetivo del receptor consiste en determinar el momento exacto de llegada TOA (TOA; TOA = time of arrival) de la señal emitida.

10 Para determinar el momento de llegada se calcula la correlacionada cruzada entre la señal de recepción digital y la señal de transmisión digital conocida.

15 La Fig. 5 muestra una secuencia de correlación 414 dibujada en función del tiempo, que se calculó a partir de una correlación consecutiva de una señal recibida con una señal de transmisión memorizada en el receptor. Las puntas de correlación de la secuencia de correlación 414 representadas en la Fig. 4 indican que hay coincidencia entre la secuencia de transmisión memorizada y la secuencia de recepción. Para determinar a partir de la secuencia de correlación 414 los momentos de llegada de la secuencia de recepción se detectan los valores de magnitud máximos de la secuencia de correlación 414 y se determina el momento de llegada de la señal de recepción a partir de la posición del valor máximo de la correlación. En la Fig. 5 están representados dos máximos principales 422, 422' para los cuales se hace igual a 1 una señal de disparo que indica el momento de llegada de la secuencia de recepción. Otro máximo principal entre los máximos 422, 422' no se tiene en cuenta para el cálculo del momento de llegada, ya que este máximo es el resultante de una propagación por trayectoria múltiple.

25 Si se trata de buscar un importe máximo de correlación en una gama predeterminada de magnitudes de valores de correlación o en una gama predeterminada de índices l de una señal de correlación, entonces se puede determinar el valor máximo de la correlación, determinando para ello el máximo de todos los valores de correlación que se encuentran dentro de la gama predeterminada. Si se quisiera buscar un máximo del valor de correlación frente a una señal continua, es decir un flujo de muestras, entonces hay que evaluar de forma continua si el valor de correlación calculado en ese momento representa o no un valor máximo local válido. Para determinar un valor máximo local de esta clase se puede emplear un valor umbral establecido, junto con la regla de que se trata de un máximo del valor de correlación cuando un valor de correlación que se trata de evaluar rebasa el valor umbral.

30 La determinación del momento de llegada en función del valor máximo principal de una secuencia de correlación no es flexible ni precisa, ya que no hay ninguna posibilidad de adaptarse a un canal de transmisión que va sufriendo variación. Por otra parte, el máximo principal de una secuencia de correlación es sensible frente a la propagación por trayectoria múltiple. Esto significa que las sendas subsiguientes influyen notablemente en el máximo, desplazan su posición y con ello falsean el momento de llegada. Por otra parte, el máximo principal es propenso al ruido. Por este motivo sólo se puede determinar con gran falta de precisión el momento de llegada de la secuencia de recepción a partir del valor máximo de la correlación, o puede llegar a producirse una determinación errónea del momento de llegada si se ha reconocido erróneamente un valor máximo de correlación. Como consecuencia de una determinación defectuosa del momento de llegada puede fallar la resincronización entre el transmisor y el receptor o puede llegar a producirse una transmisión de datos defectuosa si la sincronización sólo puede realizarse con poca precisión, al no poder determinar el momento exacto de llegada de la secuencia de recepción.

45 De acuerdo con el documento EP 2 09 452 A1 se determina un momento de llegada a partir del máximo principal de una función de correlación cruzada. Para ello se eligen tres valores de exploración de la secuencia de correlación que estén situados lo más cerca posible de la posición efectiva del máximo de la correlación. A partir de estos tres valores se estima la posición efectiva del máximo de correlación como fracción de un valor de exploración.

50 El documento EP 0 933 882 A2 describe un circuito para el reconocimiento de una punta de una forma de señal discreta. Para ello se forma una función de aproximación en función de los valores discretos en el tiempo, a partir de la cual se puede formar el máximo. El máximo a su vez se determina formando un paso por cero de la derivada de la función de aproximación.

55 Según el documento US 2003/0215035 A1 se emplea un impulso de correlación, es decir un máximo principal de una secuencia de correlación, para determinar el momento de llegada de una señal. Para compensar los efectos de la propagación por trayectoria múltiple se determina primeramente un tipo y una intensidad de la señal de trayectoria múltiple, de modo que después se puede añadir un factor de corrección para la posición del máximo principal.

60 Según el documento US 2004/0203871 A1, se averigua mediante una estimación previa si un valor de correlación es adecuado para determinar un momento de llegada. Para la estimación puede servir la magnitud de la zona de la curva de correlación que está limitada por el valor máximo de correlación y los dos valores de correlación inmediatamente contiguos.

65 El documento WO 03/001699 A1 describe una posibilidad de reducir los errores en el cálculo del momento de llegada, calculando para ello la anchura de un impulso de correlación y calculando a partir de ahí un factor de corrección que se puede emplear para reducir el error de los momentos de llegada.

ES 2 306 264 T3

El objetivo de la presente invención es el de crear un dispositivo, un procedimiento y un programa informático para determinar el momento de llegada de una secuencia de recepción, que permitan la determinación segura del momento de llegada.

5 Este objetivo se resuelve mediante un dispositivo para determinar el momento de llegada según la reivindicación 1, un procedimiento para determinar un momento de llegada de una secuencia de recepción según la reivindicación 10 y un programa informático para determinar un momento de llegada de una secuencia de recepción según la reivindicación 11.

10 La presente invención crea un dispositivo para determinar el momento de llegada de una secuencia de recepción en un receptor, con las siguientes características:

15 un dispositivo de correlación que está formado para determinar una secuencia de correlación a partir de una correlación de la secuencia de recepción con una secuencia de transmisión, presentando la secuencia de correlación una forma en punta con un máximo principal y por lo menos un máximo secundario local; y

20 un dispositivo de tratamiento que está configurado para determinar un punto de la secuencia de correlación que está situado en un intervalo que está limitado por un lado por el máximo secundario local y por el otro lado por la forma de punta, y que está configurado para determinar el momento de llegada en función del punto.

La presente invención crea además un dispositivo para determinar un momento de llegada de una secuencia de recepción en un receptor, que comprende los siguientes pasos:

25 Determinación de una secuencia de correlación a partir de una correlación de la secuencia de recepción con una secuencia de transmisión, presentando la secuencia de correlación una forma en punta y un máximo principal así como por lo menos un máximo secundario local; y

30 Determinación de un punto de la secuencia de correlación que está situado en un intervalo que está limitado por un lado por el máximo secundario local y por el otro lado por la forma en punta, y determinación del momento de llegada en función del punto.

35 La presente invención se basa en el reconocimiento de que es ventajoso efectuar la determinación del momento de llegada de una secuencia de recepción en un receptor, no basándose en el máximo principal de la secuencia de correlación, sino basándose en un punto que esté situado dentro de un intervalo alrededor del máximo principal. La secuencia de recepción puede ser una parte de la señal recibida por el receptor. El momento de llegada indica el momento en el cual la secuencia de recepción ha sido recibida en el receptor o ha sido detectada por el receptor. El momento de llegada puede ser por ejemplo una información de tiempo absoluta o también un momento de disparo. En cuanto al punto se puede tratar de un valor de la secuencia de correlación o de un punto situado entre dos valores de correlación de la secuencia de correlación.

40 El empleo de un punto situado dentro de un intervalo alrededor del máximo principal presenta ventajas ya que estos puntos son menos sensibles frente a la propagación por trayectoria múltiple que el propio máximo principal. Esto significa que los caminos subsiguientes influyen menos en los puntos que en el máximo. Igualmente los puntos alrededor del máximo principal son más robustos frente al ruido. Esto significa que mediante el empleo de un punto situado en un intervalo alrededor del máximo principal se puede determinar el momento de llegada con mayor exactitud que empleando el mismo máximo principal.

50 Según un ejemplo de realización, el intervalo está situado en el tiempo antes del máximo principal. Esto significa que para la determinación del momento de llegada solamente se emplean puntos que corresponden a valores de correlación que se determinaron en el tiempo antes del valor de correlación asignado al máximo principal. Esto tiene la ventaja de que se puede determinar el momento de llegada con mayor seguridad, ya que la influencia de la propagación por trayectoria múltiple tiene un efecto más débil antes del máximo principal que en el mismo máximo principal o para valores de correlación subsiguientes.

55 De acuerdo con un ejemplo de realización, el punto es un punto de inflexión, un lugar de máxima pendiente en la secuencia de valores de correlación o un valor extremo (p.ej. un máximo) de la secuencia de valores de correlación. Para determinar el punto se puede determinar la primera y segunda derivada de la secuencia de correlación, pudiendo el punto ser un valor extremo o un paso por cero de la derivada.

60 Según un ejemplo de realización, el punto solamente se busca después de haber determinado un máximo principal. Esto tiene la ventaja de que los pasos para el cálculo del punto solamente se realizan cuando efectivamente hay que determinar un momento de llegada. Mediante la presencia de un máximo principal hay al menos una probabilidad grande de que se haya recibido la secuencia de recepción buscada. Aquí hay que señalar que puede haber varios puntos de inflexión que no tienen por qué ser válidos todos ellos.

65 De acuerdo con otro ejemplo de realización se han determinado consecutivamente en la secuencia de correlación puntos potenciales que cumplen los criterios para la determinación del momento de llegada. Como consecuencia de

la determinación de un máximo de correlación se determina el último punto que se haya determinado como el punto respecto al cual se determina el momento de llegada. La determinación continua de posibles puntos tiene la ventaja de que se puede determinar muy rápidamente el momento de llegada, puesto que el punto ya se había determinado antes de determinar el máximo principal.

5 De acuerdo con otro ejemplo de realización se interpola la secuencia de correlación para poder determinar con gran precisión el momento de llegada.

10 De acuerdo con otro ejemplo de realización se determina el momento de llegada en función del máximo principal de la secuencia de correlación, cuando no es posible determinar el punto potencial. Esto ofrece la ventaja de que se puede establecer por lo menos un momento de llegada, aunque sea impreciso, mediante el cual se puede seguir trabajando provisionalmente.

15 A continuación se explican con mayor detalle otros ejemplos de realización de la presente invención haciendo referencia a los dibujos adjuntos. Éstos muestran:

Fig. 1 una representación esquemática de un dispositivo para la determinación del momento de llegada de una secuencia de recepción, conforme a un ejemplo de realización de la presente invención;

20 Fig. 2 una representación gráfica de correlación según un ejemplo de realización de la presente invención;

Fig. 3a una representación esquemática de un dispositivo de interpolación según un ejemplo de realización de la presente invención;

25 Fig. 3b un resumen de los coeficientes de filtro empleados en la Fig. 3a;

Fig. 4 una representación esquemática de un receptor con un dispositivo para la determinación de un momento de llegada, conforme a un ejemplo de realización de la presente invención, y

30 Fig. 5 una representación gráfica de una secuencia de correlación según el estado de la técnica

En la descripción siguiente de los ejemplos de realización preferidos de la presente invención se utilizan para los elementos representados en los diversos dibujos y que son de efecto similar, signos de referencia iguales o similares, prescindiéndose de repetir la descripción de estos elementos.

35 La Fig. 1 muestra una representación esquemática de un dispositivo para la determinación de un momento de llegada de la secuencia de recepción, conforme a un ejemplo de la presente invención. El dispositivo presenta un sistema de correlación 102 y un sistema de tratamiento 104. El sistema de correlación 102 está configurado para recibir una secuencia de recepción 112. El sistema de correlación 102 está configurado igualmente para recibir una secuencia de transmisión 113, o presenta un sistema de memoria (no representado en las figuras), en el cual está contenida la secuencia de transmisión 113. El sistema de correlación 102 está configurado para llevar a cabo una correlación entre la secuencia de recepción 112 y la secuencia de transmisión 113, y suministrar al sistema de tratamiento 104 la secuencia de correlación 114 resultante de la correlación entre la secuencia de recepción 112 y la secuencia de transmisión 113. El sistema de tratamiento 104 está configurado para determinar un punto dentro de un intervalo contiguo a un máximo de la secuencia de correlación 114, y calcular y facilitar a partir del punto un momento de llegada 116 que define la llegada de la secuencia de recepción 112. En este caso el máximo principal no forma parte del intervalo, o se exceptúa en la determinación del punto el valor de correlación que representa el máximo principal.

50 De acuerdo con este ejemplo de realización, el dispositivo para determinación de un momento de llegada de una secuencia de recepción está dispuesto en un receptor de un sistema de transmisión digital. La secuencia de recepción 112 se puede utilizar para sincronizar el transmisor con el receptor. Para ello el dispositivo conoce la secuencia de transmisión 113 que es emitida por el transmisor y que es recibida por el receptor como secuencia de recepción 112. En el caso de una transmisión perfecta, con la excepción de un decalaje de la frecuencia portadora entre transmisión y receptor así como un coeficiente de canal a constante y un retardo L, el receptor recibe la señal de banda básica compleja

$$y[k + L] = \alpha \cdot x[k] \cdot e^{j(2\pi\Delta Fk + \phi_0)}$$

60 cuando el transmisor emite la secuencia de transmisión x[k]. El sistema de correlación 102 está configurado para correlacionar la señal de recepción y[k] con la señal original x[k] memorizada en el transmisor y en el receptor. La correlación cruzada entre la señal de recepción y[k] y la secuencia de correlación x[k] se define como

$$65 \quad r_{yx}[L] = \sum_{k=0}^{K-1} y[k + L] \cdot x^*[k].$$

ES 2 306 264 T3

El índice 1 indica en qué magnitud $y[k]$ se debe efectuar el desplazamiento en el cálculo de correlación. Cuando $y[k]$ se desplaza de tal modo que haya una congruencia óptima entre $y[k + L]$ y $x[k]$, se obtiene como valor de correlación

$$r_{yx}[L] = \sum_{k=0}^{K-1} \alpha \cdot |x[k]|^2 e^{j(2\pi\Delta Fk + \phi_0)} .$$

En este caso, la secuencia de correlación 114 tiene un máximo para el cual es máximo $r_{yx}[L]$. En la Fig. 1, la secuencia de recepción 112 corresponde a la señal y , la secuencia de transmisión 113 a la señal x y la secuencia de correlación 114 a la señal r .

El sistema de tratamiento 104 está configurado para determinar la llegada de la secuencia de recepción 112 a partir de la curva de los valores de la secuencia de correlación 114. Para ello el sistema de tratamiento 104 está configurado y $[k]$ para determinar un máximo principal de la secuencia de correlación 114. Esto puede efectuarse con un sistema para la determinación del máximo principal (no representado en las figuras), que determina el máximo de la correlación mediante una decisión de valores umbrales. Esto quiere decir que existe un máximo principal cuando un valor de la secuencia de correlación 114 rebasa un determinado valor umbral.

Dependiendo del sistema de transmisión, el sistema para reconocer el máximo principal puede estar configurado para reconocer el máximo principal incluso bajo la influencia de perturbaciones. Según este ejemplo de realización, se busca en la secuencia de los valores de correlación 114 un punto de inflexión antes del máximo principal dentro de una ventana considerada. Es decir que primeramente se determina el máximo principal y luego se recurre en el tiempo a la curva de magnitudes de correlación 114 hasta encontrar el primer punto de inflexión. El punto de inflexión se considera como el punto en el cual se basa la determinación del momento de llegada. Para la búsqueda de puntos de inflexión se necesita la primera y la segunda derivada de la función del valor de correlación 114. Dado que las derivadas de la función del valor de correlación 114 solamente están presentes de forma tentativa, las derivadas solamente se pueden calcular en aproximación y también sólo de forma tentativa. La posición del punto de inflexión se puede por lo tanto detectar primeramente sólo en la trama de exploración superior o en la trama de exploración. Para efectuar la derivada el sistema de tratamiento 104 puede presentar un dispositivo para formar la primera y la segunda derivada de la secuencia de correlación 114.

Después de la determinación del punto de inflexión situado delante del máximo principal, el sistema de tratamiento 104 suministra una señal de disparo. La señal de disparo da a conocer el momento de llegada 116 de la secuencia de recepción 112. El momento de llegada 116 puede ser una información de tiempo basada en un reloj interno del receptor. Si el momento de llegada se emplea para la sincronización del receptor entonces puede ser también suficiente suministrar únicamente una señal de disparo con la cual se puede sincronizar el receptor.

Alternativamente, el sistema de tratamiento 104 puede estar configurado para determinar continuamente puntos de inflexión en la secuencia de correlación 114. Si adicionalmente se determina un máximo principal en la secuencia de correlación 114, entonces se emplea el último punto de inflexión 114 que se haya determinado para determinar el momento de llegada.

La Fig. 2 muestra una representación gráfica de una secuencia de correlación 114. La secuencia de correlación representada en la Fig. 2 es un detalle de la secuencia de correlación representada en la Fig. 4. Dicho con mayor precisión, la Fig. 2 muestra el primer pico de correlación de la secuencia de correlación representada en la Fig. 4. La secuencia de correlación 114 presenta una pluralidad de valores de correlación que se calcularon en el sistema de correlación mostrado en la Fig. 1. Tres de estos valores de correlación están marcados con signos de identificación. El valor de correlación 222 representa el máximo principal, el valor de correlación 224 un máximo secundario local y el valor de correlación 226 un punto de inflexión de la secuencia de correlación 114. Los valores de correlación de la secuencia de correlación 114 están representados en función del tiempo. El valor de correlación 224 ha sido calculado en el sistema de correlación 102, con anterioridad en el tiempo a los valores de correlación 226, 222. La secuencia de correlación 114 es una secuencia de valores de correlación, es decir que en dirección vertical está representada la amplitud de los valores de correlación.

La secuencia de correlación 114 presenta forma en punta hacia el máximo principal 222. El punto 224 es un primer máximo secundario anterior al máximo principal 222. El valor de correlación siguiente al máximo secundario 224 es un mínimo local anterior al máximo principal 222. Entre el punto de inflexión 226 y el valor de correlación situado delante de éste la pendiente de la secuencia de correlación es máxima. Por la Fig. 2 se puede ver que también después del máximo principal 222 está situado un punto de inflexión, una zona de máxima pendiente, un mínimo local así como un máximo secundario local.

De acuerdo con este ejemplo de realización no se emplea para la determinación del momento de llegada de una secuencia de recepción en un receptor el máximo principal 222, sino un punto o un valor de correlación que esté situado dentro de un intervalo dispuesto alrededor del máximo principal 222. Según este ejemplo de realización, el intervalo está limitado por un lado por el máximo secundario local 224 y por el otro lado por el máximo principal 222.

Qué punto situado dentro de este intervalo es el más adecuado para la determinación del momento de llegada, es decir cuya posición en el eje de tiempos sea la menos sensible frente a la propagación por trayectoria múltiple y al ruido, depende de la secuencia de transmisión empleada y del sistema de transmisión. Por ejemplo, para la determinación del momento de llegada se podría recurrir al primer máximo secundario local 224, al primer mínimo local, a la zona de máxima pendiente (por lo tanto un punto de inflexión) o al primer punto de inflexión anterior al máximo principal 222.

En este ejemplo de realización se determina el punto de inflexión 226 como punto adecuado para la determinación del momento de llegada. Para ello se busca en la secuencia de valores de correlación 114 el punto de inflexión anterior al máximo principal dentro de la ventana o intervalo considerado. Esto quiere decir, que primeramente se determina el máximo principal 222 y luego se retrocede en el tiempo en la curva de valores de correlación 114 hasta encontrar el primer punto de inflexión 226.

Para la búsqueda del punto de inflexión se necesita la primera y la segunda derivada de la función de los valores de correlación 114. Pero como esta función solamente está disponible en forma tentativa, es decir que la secuencia de correlación 114 solamente se compone de los valores de correlación marcados mediante cruces en la Fig. 2, en el sistema de tratamiento 104 mostrado en la Fig. 1 solamente se pueden calcular las derivadas por aproximación y también sólo tentativas. La posición del punto de inflexión por lo tanto sólo se puede detectar por ahora en la trama de exploración.

Alternativamente, el intervalo también podría estar dispuesto después del máximo principal 222.

La secuencia de recepción 112 y la secuencia de transmisión 113 representadas en la Fig. 1 presentan unos valores de magnitud complejo. Puede conseguirse un aumento de precisión en la estimación del momento de llegada, procediendo al muestreo acelerado de los valores de correlación complejos calculados en el sistema de correlación 102. Esto puede efectuarse mediante inserción cero y filtrado en filtro de paso bajo. A continuación se calcula el valor de las magnitudes de correlación complejas que han sido sometidas a muestreo acelerado y se sigue trabajando con éste valor.

La Fig. 3a muestra un ejemplo de realización de un sistema para la sobreexploración de la secuencia de correlación, en forma de una realización concreta como filtro de muestreo acelerado en estructura polifásica. Al sistema de sobreexploración se le facilita como entrada una secuencia de correlación 314', que se emite como salida 314 en forma de una secuencia de correlación sobreexplorada. El filtro de muestreo acelerado representado en la Fig. 3a presenta tres filtros FIR dispuestos en paralelo que están designados como bloques 0-5-1, 0-5-2, 0-5-3. En paralelo con los filtros FIR está conectado un sistema de retardo 0-5-4. Las entradas de los filtros FIR así como del sistema de retardo están conectados a la entrada 314'. Las salidas de los filtros FIR así como el sistema de retardo están comunicados con un convertidor paralelo - serial 0-5-5, que determina la secuencia de correlación 314 sobreexplorada a partir de los valores de salida de los filtros FIR del sistema de retardo.

Con el filtro de muestreo acelerado representado en la Fig. 3a se crea una posibilidad de afinar la determinación de la posición de los máximos de correlación o de los puntos de la secuencia de correlación utilizados para la determinación del momento de llegada. Para ello, la señal de correlación 314' obtenida con una velocidad de muestreo B_Clock_16 se lleva a un ciclo de muestreo de $B_Clock_16 * r$, mediante el intercalado de $(r-1)$ ceros y subsiguiente filtrado en filtro de paso bajo. Aquí R corresponde al factor de sobreexploración. Por razones de implantación puede ser ventajoso, bien omitir el filtro de sobreexploración, elegir un factor de sobreexploración diferente o reducir el número de coeficientes de filtrado. En este ejemplo de realización se elige un filtro de sobreexploración. Con ello se pone en $R = 4$ el factor de sobreexploración.

En la implantación del filtro se pueden realizar simplificaciones. Por una parte cabe la posibilidad de una implantación polifásica. La secuencia de entrada 314' solamente tiene un valor distinto a cero en cada cuarto lugar. Si se imagina el filtro FIR en una estructura "Taped-Delay-Line" entonces para el cálculo de cada valor de salida se emplean únicamente coeficientes L/R . Aquí L designa la longitud del filtro FIR. Los coeficientes empleados se repiten periódicamente después de exactamente R valores de salida. Por este motivo, un filtro FIR de esta clase se puede descomponer en R filtros parciales de longitud L/R . Entonces basta que las salidas de los correspondientes filtros únicamente se multiplexen en el orden correcto para formar un flujo de datos de velocidad superior.

Otra simplificación se consigue debido a la simetría de los filtros parciales. La realización del filtro FIR conduce a una estructura de coeficientes regular para filtros parciales 0-5-2, es decir longitud correcta y simetría axial, así como a una reducción de un cuarto filtro parcial en el elemento de retardo 0-5-4.

El flujo de datos de entrada 314' se reparte por igual entre cuatro filtros. Es decir que después de la reducción del cuarto filtro parcial se aplica a un elemento de retardo 0-5-4 y a tres filtros 0-5-1, 0-5-2, 0-5-3, y después del filtrado se convierten los cuatro flujos de datos paralelos net31, net28, net29, net38 en el bloque 0-5-5 que representa el convertidor paralelo-serial, en un flujo de datos serial con la velocidad de datos B_Clock_4 .

Mediante esta puesta en paralelo en la entrada se obtiene una modificación de las velocidades de puertos entre la entrada 314' y la salida 314, en un factor 4.

ES 2 306 264 T3

La Fig. 3b muestra los coeficientes de filtro del filtro representado en la Fig. 3a. A partir de ahí se generan los filtros parciales. Dado que el segundo filtro parcial presenta una estructura de simetría axial de longitud impar se podría seguir acortando este filtro, es decir que por lo menos se podría dividir por dos el número de multiplicaciones.

5 Dado que el filtro parcial 4 solamente está ocupado con un 1 en el lugar 6, se puede sustituir este bloque por el elemento de retardo 0-5-4 con un retardo = 5. Esto da lugar a que la entrada se desplace en cinco elementos.

La correlación de la secuencia de recepción representada en la Fig. 1 y de la secuencia de transmisión 114 puede efectuarse mediante correlaciones parciales. Esto tiene especialmente sentido cuando existe un decalaje de frecuencia
10 entre la secuencia de recepción y la secuencia de transmisión, que podría dar lugar a una extinción del valor de correlación.

Para poder determinar con alta precisión la posición del punto, basándose en el momento de llegada, el sistema de tratamiento 104 representado en la Fig. 1 puede presentar adicionalmente un sistema de interpolación que lleve a cabo
15 una interpolación entre los valores de barrido de la secuencia de correlación mostrados en la Fig. 2. La interpolación puede ser por ejemplo una interpolación lineal. La interpolación puede realizarse para todas las secuencias de correlación. En el ejemplo de realización descrito en la Fig. 2, donde se determina el momento de llegada basándose en el punto de inflexión, también puede procederse a una interpolación, únicamente entre los momentos situados alrededor del punto de inflexión. A partir de esta estimación de resolución muy fina de la posición del punto de inflexión se
20 puede determinar finalmente con alta precisión el momento de llegada.

El procedimiento conforme a la invención se puede realizar como función Matlab. De acuerdo con un ejemplo de realización se recibe de un receptor una Barke beaconno. En una zona de muestreo subsidiario se busca el primer pico en la magnitud de los valores de correlación corrvls de la secuencia de correlación. Los valores de correlación se
25 entregan como valores complejos y no como su magnitud. El algoritmo del ejemplo de realización trabaja sobreexplorado ocho veces y con un correlador Early-Late en la derivada de los valores de correlación, de modo que se puede determinar con gran precisión el momento del incremento de mayor pendiente o del punto de inflexión del primer pico.

De acuerdo con este ejemplo de realización se emite la posición del primer pico cuando no se puede determinar ningún momento de llegada a partir del punto de inflexión. También se puede generar un bloque de datos Synclos-TOA. Se determina la primera derivada normalizada en el punto de inflexión de la autocorrelacionada ideal T-Burst, normalizada al importe en el punto de inflexión. También se lleva a cabo un muestreo acelerado de la función de valores de correlación. Se genera una versión obtenida por muestreo acelerado de corrvls mediante el relleno con siete ceros
35 después de cada valor. Esto significa que cada octavo valor es un valor de correlación. Durante el subsiguiente filtrado en un filtro de paso bajo se eliminan todas las imágenes espectrales de la señal del muestreo acelerado. En este caso un filtro de interpolación está configurado de tal modo que los valores de correlación verdaderamente sólo se interpolan y no se amplifican en la trama de muestreo. Esto quiere decir que el coeficiente 1 se encuentra exactamente en el centro, y que a la distancia 8 solamente hay ceros. De acuerdo con este ejemplo de realización, interesa únicamente la
40 magnitud de los valores de correlación sometidos a un muestreo acelerado.

La primera derivada del valor de correlación sometido a muestro acelerado contiene ahora la derivada entre las muestras subsidiarias con los índices i e $i+1$, es decir prácticamente la derivada en el índice $i + 0,5$. Se determina la segunda derivada, anteponiendo un valor ficticio 0 para que los índices coincidan con las de las muestras subsidiarias.
45 Para la determinación del TOA, es decir la determinación del momento de llegada, se determina la posición del punto de inflexión. Para ello se busca el pico principal que no tiene por qué ser el primer sendero. La posición aproximada del primer pico se busca donde se alcanza por primera vez un umbral definido $t_{peakthresh}$ relativo a una magnitud máxima. Por este motivo y según este ejemplo de realización, la primera senda no puede estar situada más de $10 \cdot \log_{10}(t_{peakthresh})$ dB por debajo de la senda principal.

50 Eventualmente la primera senda puede estar situada incluso menos por debajo de la senda principal, si se trata de buscar, no la senda principal sino una ondulación secundaria izquierda de una autocorrelacionada. Si se trata de hallar exactamente la ondulación principal, entonces, observando la autocorrelacionada, se puede ver en qué factor se encuentra la primera ondulación secundaria por debajo del máximo, para que con el factor $t_{peakthresh}$ no se corran riesgos, y no se vaya a entrar en la ondulación secundaria.

La función del importe de correlación tiene un punto de inflexión antes de cada pico, es decir un punto en el que la primera derivada es máxima. A continuación se busca el índice a la izquierda junto al punto de inflexión izquierdo, es decir el último elemento que tiene una segunda derivada positiva. Después de determinar el índice del punto situado
60 inmediatamente a la izquierda del punto de inflexión se calcula mediante interpolación lineal la posición exacta del punto de inflexión. Al determinar el momento de llegada TOA, se deduce el tiempo de marcha del grupo del filtro. Si no se encuentra ningún punto de inflexión entonces, aunque no se pudo determinar verdaderamente un tiempo de llegada, se toma la posición del primer punto para que la ventana siga avanzando en el sentido correcto para la ráfaga siguiente.

65 También se determina una medida de la calidad en forma de una desviación respecto a la curva ideal. La desviación respecto a la curva ideal es una medida de calidad adecuada incluso para recepción en un solo sentido con ruido, pero en primer lugar para recepción multivía, si las sendas subsiguientes no son mucho más débiles que la primera. Para

ello se determinan los índices de los valores de correlación sometidos a muestreo acelerado, a la izquierda y a la derecha del punto de inflexión. Exactamente en el punto de inflexión se determina una interpolación lineal del valor de la correlación. También se determinan los índices de los puntos de las derivadas a la izquierda y a la derecha del punto de inflexión. Aquí se tiene en cuenta que los índices de la primera derivada están decalados 0,5 respecto a los índices de los valores de correlación. Después de la interpolación lineal de la derivada, exactamente en el punto de inflexión, se determina la derivada normalizada en el punto de inflexión. La medida de la calidad es ahora la Log-Ratio de la pendiente normalizada efectiva en el punto de inflexión con relación a la pendiente normalizada ideal. Si no se encontró ningún punto de inflexión entonces no tiene ningún sentido el muestreo acelerado. Se genera por lo tanto un valor de calidad extremadamente malo. En la implantación se utiliza el más pequeño de los valores que se pueda representar.

La Fig. 4 muestra un esquema de bloques de un receptor con un dispositivo para determinación de un momento de llegada al receptor de una secuencia de recepción, según un ejemplo de realización de la presente invención. El dispositivo presenta un sistema de correlación 102, un sistema de tratamiento 104 y un sistema de muestreo acelerado 301. Un mezclador 430 transmite una señal de recepción 412 mezclada en la banda base compleja en un Sample-Tak B_Clock a un filtro 431. El filtro 431 está conectado a continuación del mezclador 430. Una señal de recepción generada por el filtro 431 que presenta la secuencia de recepción 112 representada en la Fig. 1 se correlaciona en el bloque de correlación 102 con una secuencia de señales conocida. El bloque de correlación 102 está configurado para suministrar de modo continuo magnitudes del valor de la correlación a partir de los cuales se determina después el momento de llegada de la secuencia de recepción. Las magnitudes de los valores de correlación se pueden someter a muestreo acelerado en el subsiguiente bloque de muestreo acelerado 301. En el siguiente sistema de tratamiento 104 se determina el punto de inflexión de la secuencia de correlación sometida a muestreo acelerado, y se emite el momento de llegada en forma de la señal de disparo 116.

Aunque en los ejemplos de realización anteriores se hace referencia a un sistema de comunicaciones digital, el planteamiento conforme a la invención se puede utilizar para la determinación de un momento de llegada de una secuencia cualquiera de datos en un dispositivo. A partir de la secuencia de recepción y mediante correlación cruzada, autocorrelación u otras clases de correlación se puede determinar entonces una secuencia de correlación a partir de la cual a su vez se determina el momento de llegada.

Dependiendo de las circunstancias, el procedimiento conforme a la invención para la determinación de un momento de llegada se puede realizar en hardware o en software. La realización puede tener lugar sobre un medio de almacenamiento digital, en particular sobre un disquete o CD con señales de control legibles electrónicamente, que pueden interactuar con un sistema informático programable de tal modo que se realice el procedimiento correspondiente. De una forma general, la invención consiste por lo tanto también en un producto de programa informático con un código de programa almacenado en un soporte legible a máquina para realizar el procedimiento conforme a la invención, si el producto del programa informático se ejecuta en un ordenador. Dicho de otra manera, la invención se puede realizar por lo tanto como programa informático con un código de programa para llevar a cabo el procedimiento si el programa informático se desarrolla en un ordenador.

REIVINDICACIONES

5 1. Dispositivo para determinar un momento de llegada de una secuencia de recepción en un receptor, con las siguientes características:

un sistema de correlación (102), que está configurado para determinar una secuencia de correlación (114) a partir de una correlación de la secuencia de recepción (112) con una secuencia de transmisión (113), presentando la secuencia de correlación una forma de pico con un máximo principal (222);

10 un sistema detector que está configurado para determinar el máximo principal (222); y

15 un sistema de tratamiento (104) que está configurado para determinar una posición de un punto (226) de la secuencia de correlación, como consecuencia de la determinación del máximo principal, siendo el punto un punto de inflexión, un máximo secundario, un mínimo local o un punto de máxima pendiente dentro de la secuencia de correlación (114), estando situado en un intervalo contiguo al máximo principal, estando configurado el sistema de tratamiento para determinar el momento de llegada a partir de la posición del punto.

20 2. Dispositivo según la reivindicación 1, en el que el intervalo está limitado por uno de los lados por el máximo principal (222), no siendo el máximo principal parte del intervalo del que se determina el punto.

25 3. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 2, estando configurado el dispositivo para determinar de forma continua puntos seleccionados de la secuencia de correlación 114, siendo los puntos seleccionados puntos de inflexión, máximos secundarios, mínimos locales o puntos de máxima pendiente en la secuencia de correlación, y después de la determinación del máximo principal, determinar un punto seleccionado como el punto (226) a partir de cuya posición se determina el momento de llegada.

30 4. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 3, presentando el sistema de tratamiento (104) un sistema de interpolación que está configurado para interpolar la secuencia de correlación (114) y facilitar una secuencia de correlación interpolada, y donde el sistema de tratamiento está configurado para determinar el punto (226) a partir de la secuencia de correlación interpolada.

35 5. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el dispositivo está configurado para suministrar, como consecuencia de la determinación del punto (226), una señal de disparo (116) con una información relativa al momento de llegada.

40 6. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 5, estando configurado el dispositivo para determinar el momento de llegada en función del máximo principal (222), si en el intervalo no se puede determinar ningún punto (226).

45 7. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 6, en el que la secuencia de correlación presenta como mínimo un máximo secundario local (124); y

donde el intervalo está limitado por uno de los lados por el máximo secundario local y por el otro lado por el máximo principal.

8. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 7, en el que el punto está situado antes del máximo principal.

50 9. Procedimiento para la determinación del momento de llegada de una secuencia de recepción en un receptor, con los pasos siguientes:

55 determinación de una secuencia de correlación (114) a partir de una correlación de la secuencia de recepción (112) con una secuencia de transmisión (113), presentando la secuencia de correlación una forma en pico con un máximo principal (222);

determinación del máximo principal; y

60 determinación de una posición de un punto (226) de la secuencia de correlación como consecuencia de la determinación del máximo principal, siendo el punto un punto de inflexión, un máximo secundario, un mínimo local o un punto de máxima pendiente dentro de la secuencia de correlación (114), estando situado en un intervalo que limita con el máximo principal, y determinación del momento de llegada a partir de la posición del punto.

65 10. Programa informático con un código de programa para realizar el procedimiento según la reivindicación 9, cuando el programa informático se ejecuta en un ordenador.

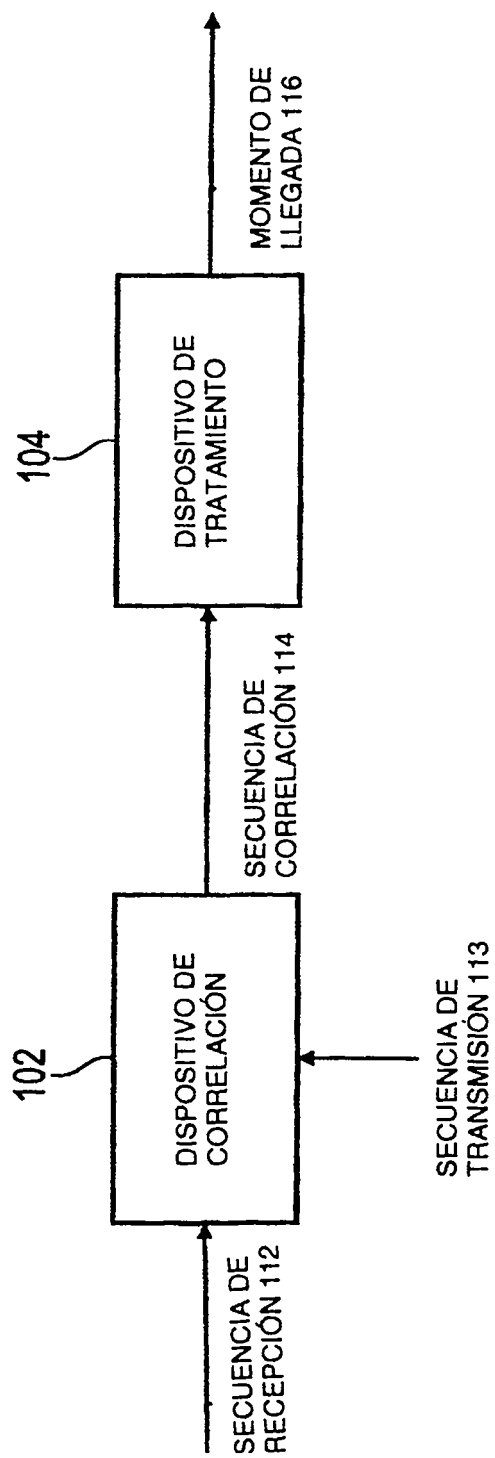


FIG. 1

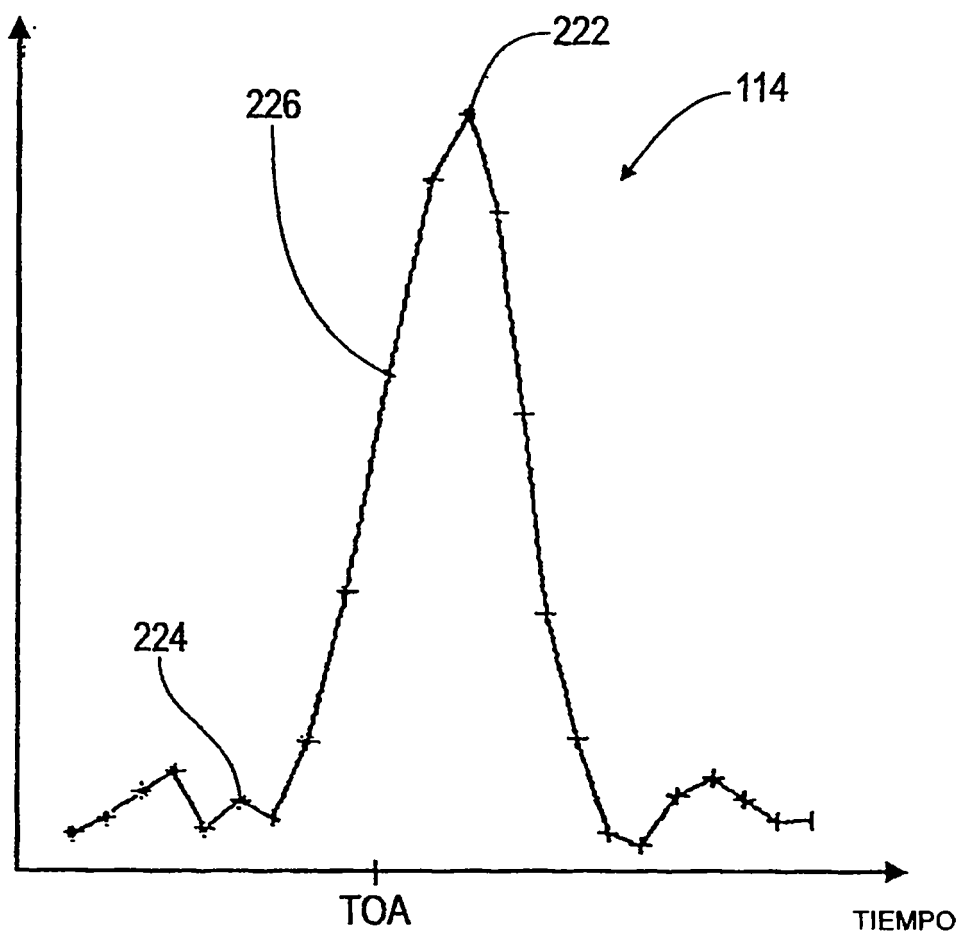
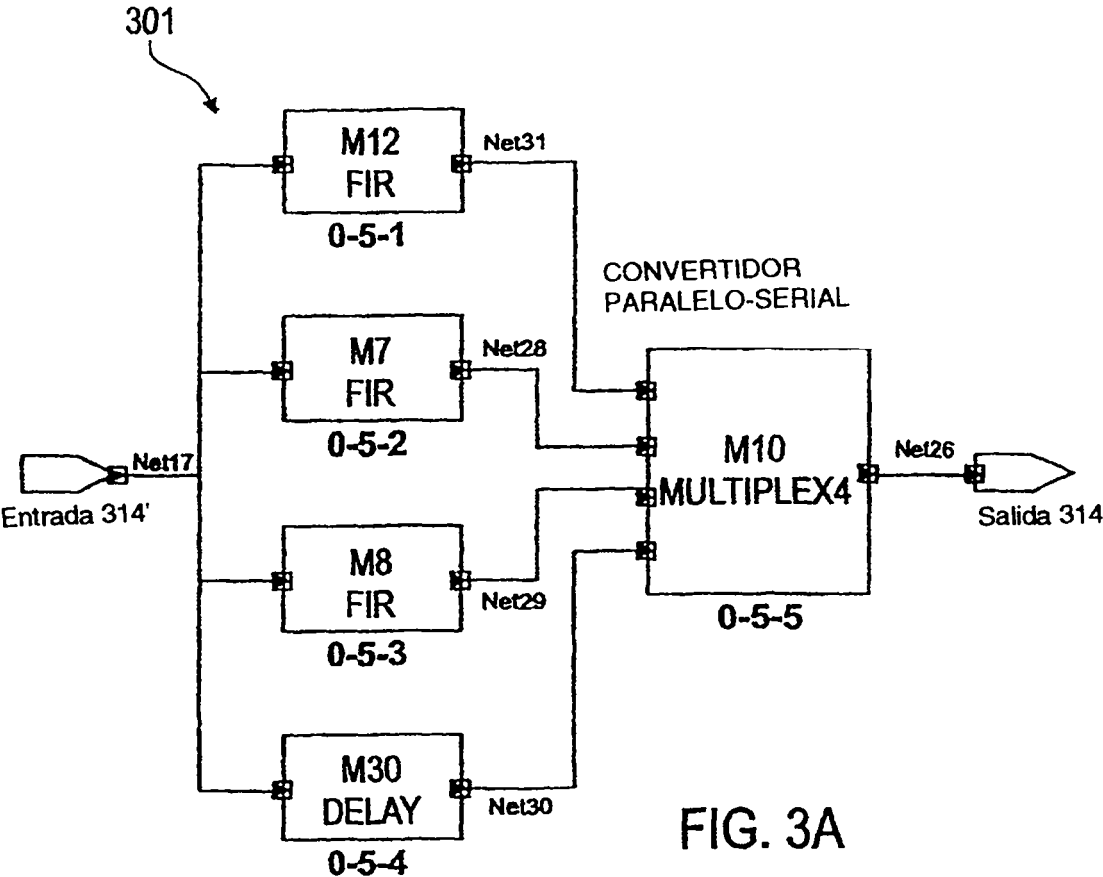


FIG. 2



-0,00161106077678
-0,00234731818860
-0,00173182413480
0,00000000000004
0,00720377784510
0,01062413762642
0,00794256839925
-0,00000000000012
-0,02082456810098
-0,03123125277165
-0,02379167980953
0,00000000000023
0,04899080088419
0,07554931686914
0,05947272350759
-0,00000000000036
-0,10789013643074
-0,17670997703090
-0,15044737627148
0,00000000000047
0,29590602436736
0,62395779269402
0,88655696509758
0,99999999999949
0,88655696509758
0,62395779269402
0,29590602436736
0,00000000000047
-0,15044737627148
-0,17670997703090
-0,10789013643074
-0,00000000000036
0,05947272350759
0,07554931686914
0,04899080088419
0,00000000000023
-0,02379167980953
-0,03123125277165
-0,02082456810098
-0,00000000000012
0,00794256839925
0,01062413762642
0,00720377784510
0,00000000000004
-0,00173182413480
-0,00234731818860
-0,00161106077678

FIG. 3B

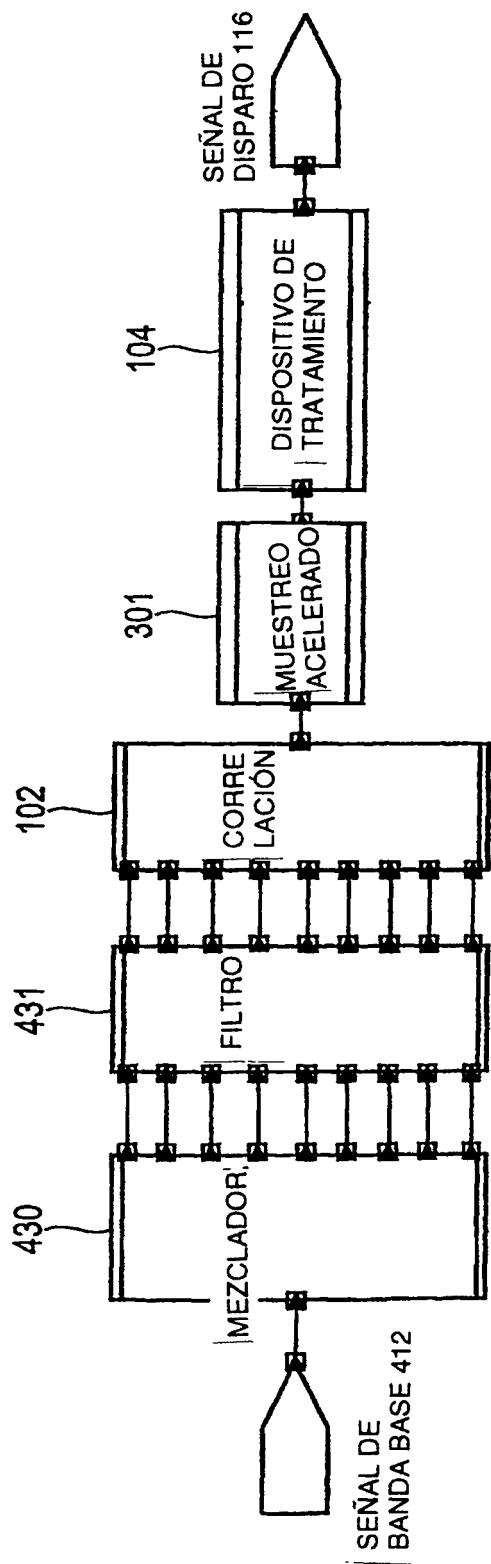


FIG. 4

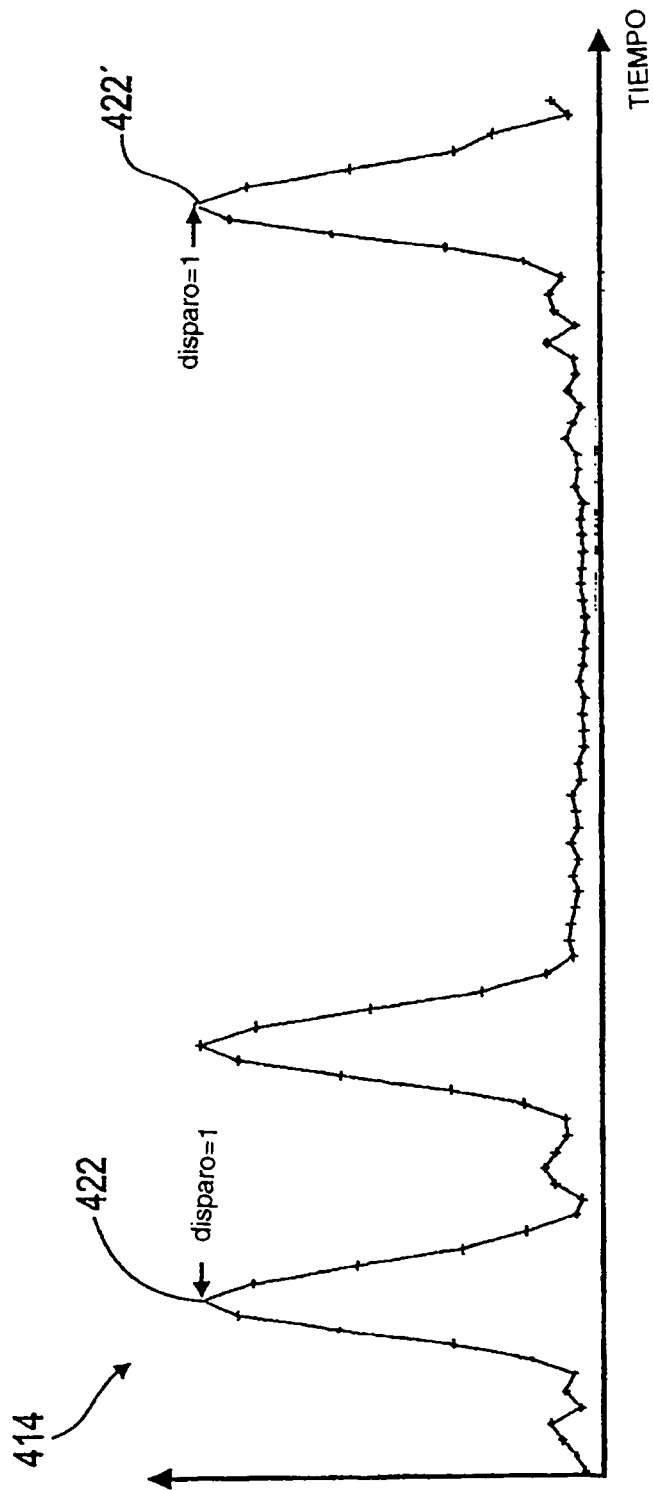


FIG. 5
(ESTADO DE LA TÉCNICA)