



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 178 477**

51 Int. Cl.:
H04B 7/08 (2006.01)
H04L 1/06 (2006.01)
H04L 27/26 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA MODIFICADA

T5

96 Número de solicitud europea: **99948847 .1**
96 Fecha de presentación : **23.09.1999**
97 Número de publicación de la solicitud: **1125377**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **22.08.2001**

54 Título: **Procedimiento para el procesamiento de señales OFDM recibidas simultáneamente a través de un sistema de antenas múltiples.**

30 Prioridad: **26.10.1998 DE 198 49 318**

45 Fecha de publicación de la mención y de la traducción de patente europea: **16.12.2002**

45 Fecha de la publicación de la mención de la patente europea modificada BOPI: **17.06.2011**

45 Fecha de publicación de la traducción de patente europea modificada: **17.06.2011**

73 Titular/es: **Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG.**
Mühldorfstrasse 15
81671 München, DE

72 Inventor/es: **Lauterjung, Jürgen y**
Balz, Christoph

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 178 477 T5

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para el procesamiento de señales OFDM recibidas simultáneamente a través de un sistema de antenas múltiples

En la técnica digital moderna se emplean para la transmisión de datos (sonido, imágenes u otros datos) los denominados sistemas OFDM (multiplexado por división ortogonal de frecuencia) o sistemas COFDM (OFDM codificado). Según este principio, el flujo digital de datos se divide en muchas señales parciales antes de su emisión a través de una red de emisores, transmitiéndose cada una de ellas de forma independiente sobre una portadora individual. En el denominado sistema DVB-T (transmisión digital de vídeo, terrestre), que también sirve para la transmisión de datos de cualquier tipo, se emplean por ejemplo 1705 o 6817 portadoras individuales. En el receptor se vuelven a reunir estas informaciones parciales para formar una información global correspondiente al flujo de datos digital del emisor.

Estos sistemas OFDM están normalizados con respecto a la preparación de los datos en el lado emisor y a su recuperación en el lado receptor (por ejemplo, el sistema DAB se normaliza en el estándar DAB ETS 300401, el sistema DVB-T se normaliza en el estándar ETS 300744). Estos sistemas OFDM tienen en común que en el lado receptor la señal de alta frecuencia recibida en una antena se demodula en un demodulador OFDM, preferentemente tras su conversión a una frecuencia intermedia, recuperándose de este modo los valores I/Q correspondientes para cada una de las portadoras individuales. En el denominado sistema OFDM corregido con señal de identificación, tal y como se emplea en el sistema DVB-T, se determina al mismo tiempo un valor de corrección de canal a partir de las señales de identificación transmitidas simultáneamente. Para cada portadora individual se realiza la multiplicación compleja del valor I/Q por el valor de corrección de canal correspondiente. De este modo se logra que todas las portadoras presenten amplitudes constantes, compensando e igualando cualquier caída eventual de la amplitud de portadoras individuales del ancho de banda global de recepción, provocada, por ejemplo, por fallos en recepción por vías múltiples.

Por otro lado, en los sistemas de este tipo es habitual obtener además de los datos individuales los denominados valores de confianza ("confidence") e influir a través de éstos en el tratamiento posterior de los valores digitales obtenidos en los denominados procedimientos de decisión por programa. Estas dos posibilidades conocidas para la corrección de los valores I/Q mediante la corrección de canal o de los valores digitales obtenidos mediante los valores de confianza corresponden a la técnica de recepción actual.

Para mejorar la relación señal/ruido, particularmente para la recepción móvil de este tipo de señales OFDM se conoce la utilización de un sistema de antenas múltiples con dos o más antenas y unos canales de recepción independientes correspondientemente asignados, y combinar en el receptor las señales analógicas de recepción en el plano de alta frecuencia o de frecuencia intermedia de estos múltiples canales de recepción. En este caso las señales analógicas de cada uno de los canales individuales de recepción se suman de forma ponderada dependiente de la frecuencia, por ejemplo, en función de la potencia de recepción. Sin embargo, con ello no sólo se combinan las señales útiles, sino también las componentes de ruido produciéndose de este modo en principio incluso un empeoramiento de la relación señal-ruido en comparación con el canal de recepción más ventajoso para el ancho de banda parcial correspondiente. Estos procedimientos de combinación analógica son además muy costosos y siguen sólo de una forma relativamente lenta a las propiedades de canal correspondientes. Para las sumas selectivas en frecuencia presentan sólo unas curvas de selección relativamente planas, es decir, no se pueden corregir fuertes caídas en la zona de frecuencia de recepción.

El documento EP 600 547 da a conocer un sistema de recepción diferencial con una combinación ponderada de señales de subbandas.

Por ello, es objetivo de la invención el presentar un procedimiento para la combinación de señales OFDM recibidas simultáneamente a través de un sistema de antenas múltiples que evite estos inconvenientes y que conduzca a una mejora notable de la recepción.

Este objetivo se resuelve mediante las características de la reivindicación 1. Otros perfeccionamientos ventajosos se obtienen de las reivindicaciones dependientes.

De acuerdo con la invención, en cada uno de los canales individuales de recepción del sistema de antenas múltiples, los valores obtenidos en cualquier caso según el estándar correspondiente para la corrección de canal (channel correction) o confianza (confidence) se emplean para una ponderación correspondiente de los valores I/Q demodulados. En el sistema DAB, en el que se determinan de una forma conocida en si los valores de confianza, se pueden sumar a éstos de forma ponderada de acuerdo con la invención los valores I/Q correspondientes y obtener de este modo un valor medio correspondiente a partir de cada una de las ramas de recepción correspondientes con una buena relación señal-ruido para la señal de recepción a partir de las señales individuales de recepción del sistema de antenas múltiples, lo que resulta especialmente ventajoso para la recepción móvil de señales DAB, puesto que en este

caso se presenta una situación de recepción más difícil que en una recepción estacionaria debido a las propiedades del canal de transmisión. De este modo se pueden compensar interferencias de atenuación.

Resulta especialmente ventajoso realizar esta corrección en función de los valores de corrección de canal, tal y como está previsto en el sistema DVB-T. En este caso también es posible una recepción móvil con una buena relación señal-ruido, permitiendo esta valoración ponderada de las señales recibidas en los canales individuales de recepción un algoritmo de valoración especialmente sencillo.

A continuación se describe más detalladamente la invención en base a unos dibujos esquemáticos de dos ejemplos de realización.

La fig. 1 muestra el esquema de circuito de una disposición de recepción para el procesamiento de señales OFDM apoyadas en señal de identificación con una agrupación digital de las señales de las portadoras individuales del sistema de antenas múltiples antes del elemento de decisión. Las señales OFDM multiportadora recibidas se reciben a través de varias antenas A1 a An y se pueden convertir, en su caso, a una frecuencia intermedia adecuada mediante receptores individuales E1, E2 a En. Todos los receptores E1 a En están sintonizados a la misma frecuencia de recepción, pudiendo realizar, en su caso, por sencillez, la mezcla descendente a la frecuencia intermedia a través de un oscilador común. A continuación se realiza en cada uno de los n canales de recepción la demodulación de las señales OFDM en demoduladores D1 a Dn independientes, obteniéndose también al mismo tiempo los valores de corrección de canal correspondientes, los cuales son una medida para el nivel de las portadoras individuales del sistema de portadora múltiple y de este modo también una medida para la probabilidad de que el símbolo transmitido con esta portadora sea correcto.

Los valores I/Q disponibles a la salida de los demoduladores para cada portadora individual se conducen hasta un dispositivo de sincronización de tiempo S, donde se compensan eventuales desplazamientos en el tiempo de las n señales I/Q mediante los dispositivos de retardo correspondientes, de tal forma que a la salida de este dispositivo de sincronización de tiempo S se dispone al mismo tiempo de los valores I/Q de portadoras correspondientes, que se conducen a continuación hasta un dispositivo de cálculo R donde se procesan a continuación tal y como se ha descrito con anterioridad. La sincronización en el tiempo se puede realizar mediante los indicadores de sincronización procedentes de los demoduladores OFDM.

Antes de reducir a bits individuales en el elemento de decisión (Demapping) M de una forma conocida los valores I/Q así preparados, se realiza la multiplicación compleja y de este modo su ponderación en el dispositivo de cálculo R por un valor k, proporcional al valor inverso de la corrección de canal correspondiente. Esta ponderación se realiza en primer lugar de forma individual para cada uno de los n canales de recepción para cada valor I/Q. Los valores I/Q obtienen de este modo un peso especialmente elevado, en caso de que se hayan modificado de forma escasa mediante la corrección de canal. A continuación se suman todos los valores I/Q mutuamente asignados y se divide por la suma de todos los pesos. La fig. 2 muestra este modelo de ponderación y suma para dos antenas A1 y A2. A través de la antena A1, de las 1705 o 6817 portadoras individuales del sistema a la frecuencia f1 la portadora recibida en ese punto solo se recibe con amplitud reducida debido a la atenuación. Esto se expresa a través del valor inverso k1 de la corrección de canal obtenida para este canal de recepción. Por lo tanto, la portadora se pondera con un valor relativamente pequeño para la frecuencia f1, como, por ejemplo, con sólo el valor de corrección de canal de 2, mientras que las portadoras recibidas en la zona por debajo y por encima de la frecuencia f1 con toda su amplitud se ponderan con un valor muy elevado, como, por ejemplo, con un peso de 10. En la antena A2 se encuentra esta zona de recepción de baja ponderación en otro punto, a la frecuencia f2.

Cuando a continuación se suman los valores I/Q ponderados en la zona de f1 de forma diferente con, por ejemplo, valores de 2 y 10, y se dividen finalmente por el número total de todos los pesos (en el ejemplo, 12), se obtiene un valor medio que presenta un valor de recepción constantemente bueno en todo el intervalo global de frecuencias. Los valores I/Q promediados obtenidos en el dispositivo de cálculo R se conducen a continuación hasta un elemento de decisión M para a partir de allí continuar su valoración de una forma conocida. En ese punto se puede calcular también, en su caso, la confianza ("Confidence") de la información. A continuación se continúa con el proceso de los datos en un decodificador Viterbi V habitual con decisión por programa.

La fig. 3 muestra un ejemplo de realización de una disposición de recepción para el procesamiento de señales OFDM en un sistema de antenas múltiples mediante agrupación digital a continuación del elemento de decisión M. En algunos casos los valores I/Q no se encuentran disponibles antes del elemento de decisión para un procesamiento posterior, sino una vez después del elemento de decisión M, el cual se encuentra integrado en este caso, por ejemplo, en el demodulador D1 para cada uno de los canales individuales. A la salida del demodulador se encuentran disponibles por lo tanto los elementos de datos reducidos a bits individuales y, además, junto con los valores de confianza calculados igualmente en los elementos de decisión M1 a Mn, ponderados y procesados como se indica a continuación en el dispositivo de cálculo R tras de la sincronización de tiempo en el dispositivo de sincronización de tiempo S.

Cada elemento de datos individual de los n canales de recepción se restaura a los valores I/Q originales con la ayuda

de un algoritmo adecuado. Los valores I/Q correspondientes así obtenidos se multiplican de forma compleja por el valor de la información de confianza correspondiente, sumando a continuación de nuevo todos los valores I/Q así ponderados tal y como se ha descrito en relación con la fig. 2, y se divide a continuación por el número de todos los pesos. El valor medio así calculado para todos los valores I/Q se vuelve a conducir tras la reducción de los valores I/Q a los bits de datos al decodificador de Viterbi V con decisión por programa para su procesamiento posterior.

5

REIVINDICACIONES

1.- Procedimiento para el procesamiento de señales OFDM recibidas simultáneamente a través de un sistema de antenas múltiples con varios canales de recepción independientes, en el que en los canales de recepción se determina de una forma conocida para cada portadora de la señal OFDM los valores de corrección de canal a partir de las señales de identificación, en el que para cada portadora individual se realiza la multiplicación compleja de cada valor I/Q por el valor de corrección de canal correspondiente para lograr de este modo que todas las portadoras presenten amplitudes constantes, en el que a partir de los valores de corrección de canal se calculan unos factores de ponderación, con los que se ponderan de forma diferente los valores I/Q de cada una de las portadoras individuales de la señal OFDM obtenidos en el demodulador OFDM, de tal forma que las portadoras recibidas con un nivel débil se ponderan débilmente y las portadoras recibidas con un nivel fuerte se ponderan fuertemente, en el que se realiza la multiplicación compleja de los valores I/Q por un valor k, proporcional al valor que es inverso de la corrección de canal correspondiente, y de este modo su ponderación, sumando a continuación los valores I/Q así ponderados y dividiendo por la suma de todos los factores de ponderación.

2.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque los valores I/Q se conducen a la salida del demodulador a un dispositivo de sincronización de tiempo, de tal forma que los valores I/Q de portadoras correspondientes de los canales individuales de recepción se encuentran respectivamente disponibles para su procesamiento posterior.

3.- Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque los valores I/Q de cada una de las portadoras individuales de la señal OFDM se ponderan en función de los valores de corrección de canal obtenidos de las señales de identificación, de tal forma que para valores de corrección de canal grandes se eligen factores de ponderación pequeños y para valores de corrección de canal pequeños se eligen factores de corrección grandes.

4.- Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque los elementos de datos disponibles a continuación del elemento de decisión se recalculan a sus valores I/Q originales y se ponderan a continuación de forma compleja con los valores de confianza determinados a partir de las señales de identificación.

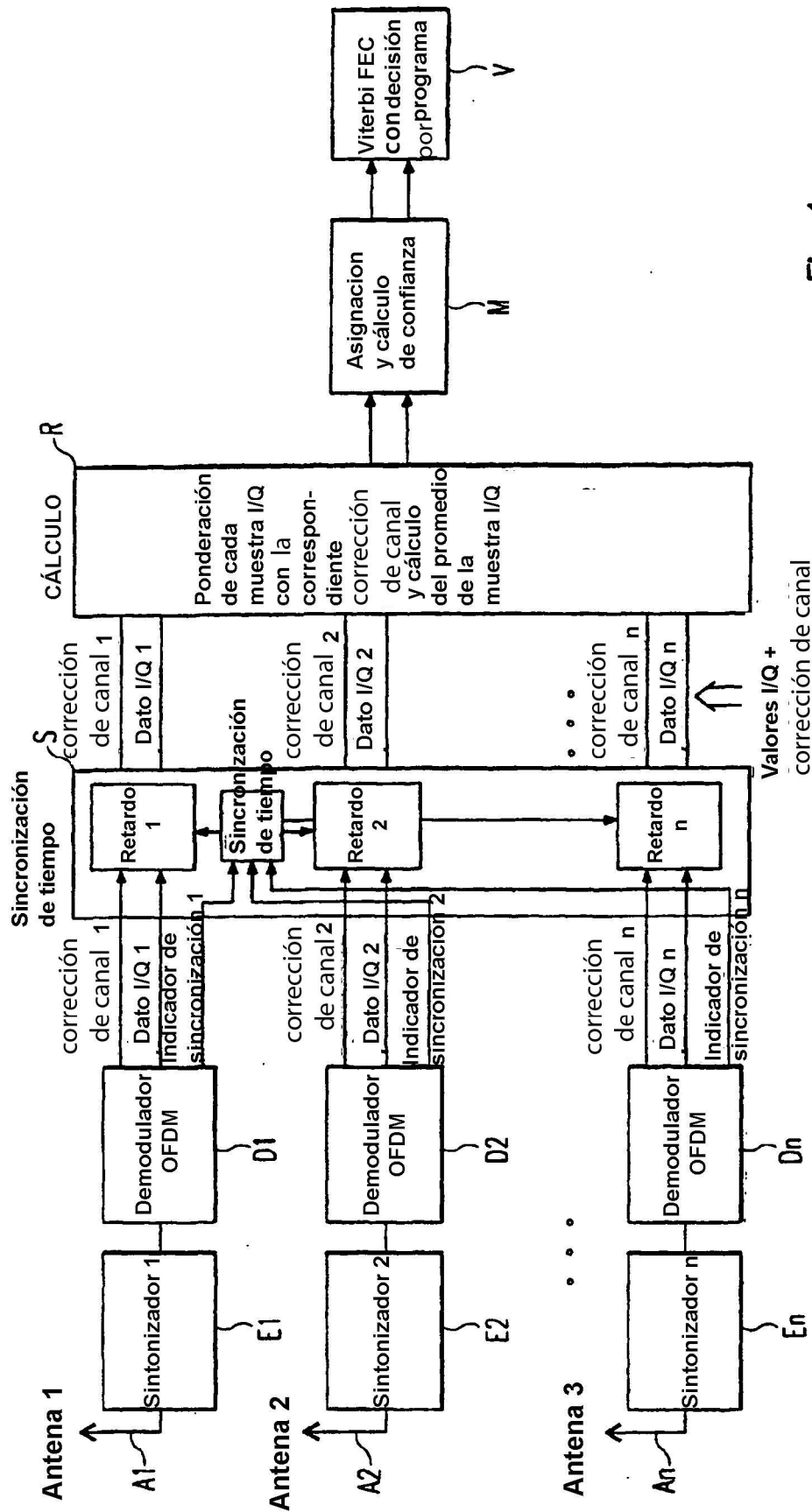


Fig. 1

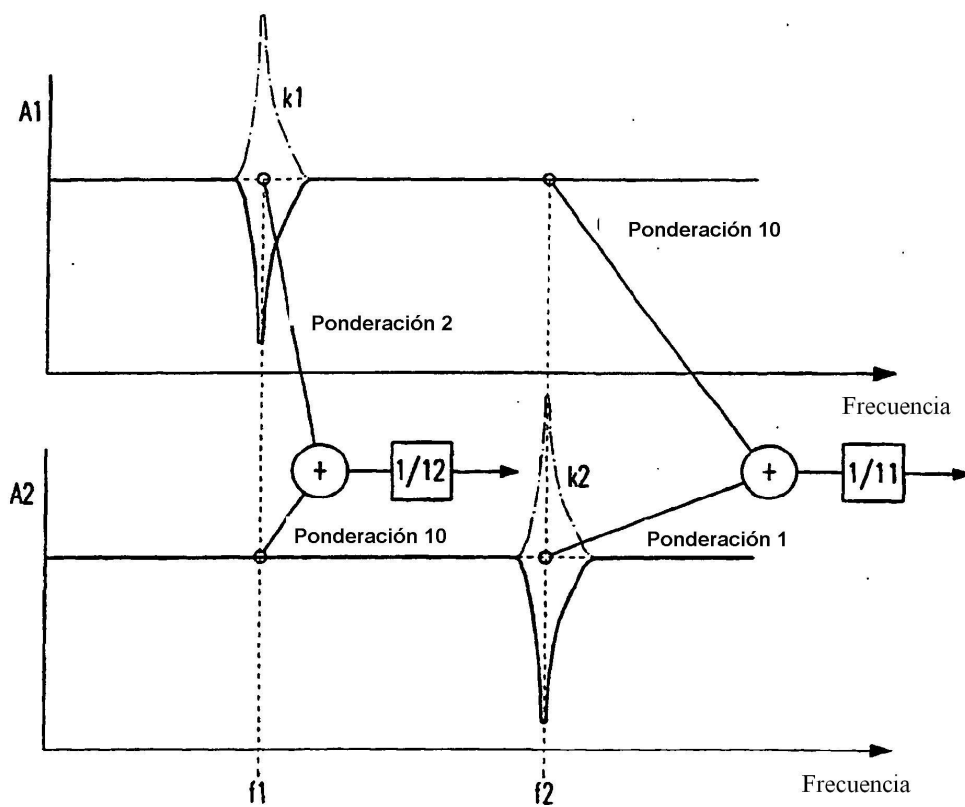


Fig. 2

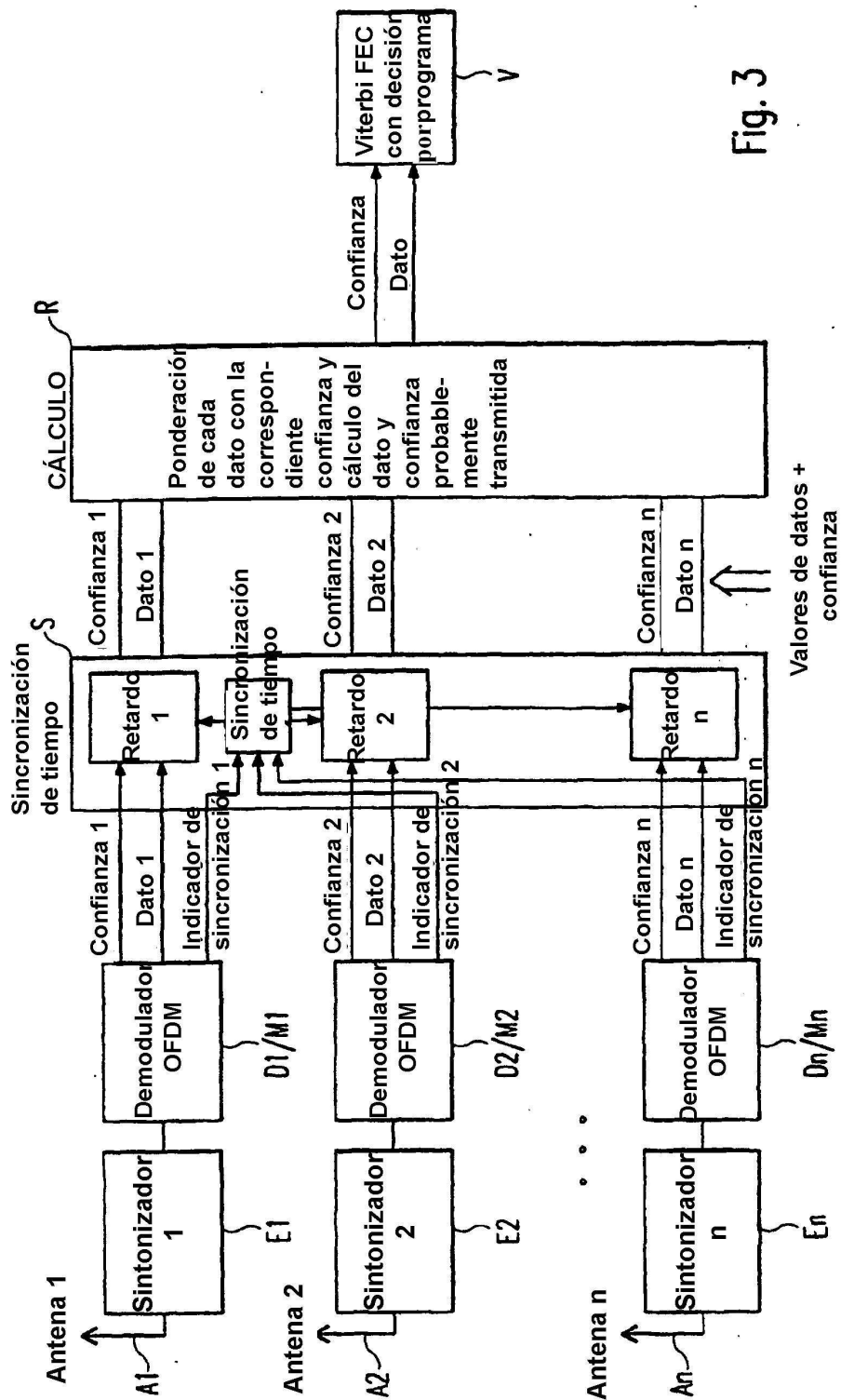


Fig. 3