

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 449 296**

51 Int. Cl.:

**G01S 13/78** (2006.01)

**G01S 13/76** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.04.2010 E 10714278 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.01.2014 EP 2438461**

54 Título: **Procedimiento de detección de un mensaje emitido por un interrogador o un respondedor en modo S**

30 Prioridad:

**03.06.2009 FR 0902674**

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

**19.03.2014**

73 Titular/es:

**THALES (100.0%)  
45, rue de Villiers  
92200 Neuilly-sur-Seine, FR**

72 Inventor/es:

**ROBIN, DOMINIQUE;  
PROVOST, CLAUDE y  
BELMON, LAURENT**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 449 296 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Procedimiento de detección de un mensaje emitido por un interrogador o un respondedor en modo S

La presente invención se refiere a un procedimiento de detección de un mensaje emitido por un interrogador o un respondedor en modo S. La invención se aplica particularmente a la decodificación de mensajes de interrogación transportados mediante unas señales de reducida potencia.

Los aeropuertos están equipados generalmente con radares secundarios para interrogar a las aeronaves que evolucionan en su proximidad. Las aeronaves tratan los mensajes de interrogación emitidos desde el suelo gracias a unos respondedores a bordo. Básicamente, los radares secundarios están equipados con antenas directivas apuntadas en dirección a las aeronaves a interrogar, de manera que se concentre la potencia de las señales portadoras de los mensajes de interrogación y para facilitar así su tratamiento a bordo.

Se plantea un problema de decodificación de los mensajes de interrogación cuando se desea reducir la potencia de las señales emitidas por los radares secundarios o se intenta decodificar estas señales a una distancia más elevada de la distancia inicialmente prevista. Por ejemplo, puede ser deseable ampliar la zona cubierta por un radar desde el suelo sin incrementar la potencia de las señales emitidas; se puede desear igualmente emitir unos mensajes de interrogación a partir del suelo con una antena omnidireccional hacia una aeronave. La potencia recibida por el respondedor es entonces insuficiente para poder decodificar los mensajes con los equipos actuales.

Para compensar las pérdidas por balance de enlace entre el interrogador y el respondedor, es posible incrementar la potencia del interrogador. Esta solución es sin embargo raramente aplicable por razones de limitaciones operativas y/o de coste de la instalación, porque necesita unas modificaciones materiales importantes.

Entre los formatos de mensajes de interrogación existentes, el modo S es el más particularmente afectado, porque se trata de un modo selectivo de interrogación ampliamente utilizado en la aviación civil. Un mensaje en el formato modo S, representado en la figura 1, comprende un preámbulo 101 seguido por una inversión de fase 103 y unos datos 105 transmitidos mediante modulación de fase diferencial, modulación que se designa en lo que sigue del documento, mediante la sigla anglosajona DPSK que significa "Differential Phase Shift Keying". El preámbulo 101 comprende dos impulsos 111, 112 separados temporalmente por una duración conocida.

Una patente americana publicada bajo la referencia US5089822 presenta un procedimiento de detección del preámbulo del mensaje de interrogación en modo S que efectúa la comparación entre un motivo esperado de dos impulsos con un umbral fijado de la señal recibida. Sin embargo, la utilización de este procedimiento conduce a numerosas falsas detecciones porque el nivel de señal a ruido de la señal recibida es reducido. Esta misma patente US5089822 propone detectar la inversión de fase 103. En cualquier caso, esta detección simple de la inversión de fase se puede revelar imprecisa para la sincronización temporal que sirve para efectuar una decodificación correcta de los datos 105.

Un objeto de la invención es principalmente mejorar la sensibilidad de los respondedores para la decodificación de las interrogaciones en modo S sin modificación material de estos respondedores. Con este fin, la invención tiene por objeto un procedimiento de detección del mensaje provisto de un preámbulo de varios impulsos en una señal de radiofrecuencia emitida por un interrogador o un respondedor en modo S, ejecutando dicho procedimiento una etapa de descomposición de dicha señal en una señal de amplitud y en una señal de fase compleja, ejecutando dicho procedimiento una etapa de detección de dicho preámbulo correlacionando la señal de amplitud con una señal de réplica de los impulsos esperados, estando caracterizado dicho procedimiento porque ejecuta una etapa de control de fase que permite determinar si la evolución de la fase de la señal de radiofrecuencia (201) es coherente con la que se espera para un preámbulo de mensaje en modo S sumando las muestras de dicha señal de fase durante la duración del desarrollo de los impulsos de dicho preámbulo y, por ejemplo, comparando la suma obtenida con un umbral aprovechando las muestras, de manera que se determine si la señal de fase es una señal sinusoidal.

El procedimiento según la invención permite controlar la coherencia de la fase en los impulsos no modulados de una señal detectada después de la primera fase de detección por correlación, con el fin de verificar que la fase de esta señal detectada posee justamente las características lineales de una señal sinusoidal, para los sistemas IFF de 1030 MHz o 1090 MHz, y no aquellos aleatorios de un ruido térmico presente antes de la señal, entre los impulsos de la señal y después de los impulsos de la señal.

La asociación entre la etapa de correlación y la etapa de control de fase permite principalmente reducir la potencia de emisión de los sistemas de interrogación y, por lo tanto, reducir el tamaño y el consumo de energía del sistema de interrogación, lo que es particularmente útil cuando dichos sistemas están embarcados en unas plataformas de volumen limitado y de recursos limitados. El procedimiento según la invención permite igualmente disminuir el número de falsas detecciones de preámbulos.

Según un modo de realización del procedimiento según la invención, el preámbulo del mensaje es seguido por un bloque de datos codificados mediante modulación de fase diferencial y el procedimiento comprende una etapa de sincronización temporal mediante correlación de la señal de fase compleja con una secuencia de referencia formada por uno o varios bits conocidos antes de la decodificación de los datos.

- 5 En efecto, si el preámbulo de un mensaje de modo S se detecta en una señal cuyo nivel de potencia se disminuye con relación a una señal clásica, gracias al procedimiento según la invención, todavía falta que la sincronización temporal en esta señal de reducido nivel esté a continuación correctamente efectuada. También, la secuencia de referencia se utiliza para mejorar esta sincronización, principalmente para permitir una decodificación con éxito de los datos que siguen al preámbulo.
- La secuencia de referencia puede comprender al menos un bit de inversión de fase y cinco bits que identifican el formato del mensaje de modo S. Además, la secuencia de referencia puede comprender unos bits de datos no consecutivos.
- 10 Según un modo de realización del procedimiento según la invención, la etapa de control de fase verifica que la fase de la señal recibida varía según una sinusoides, demodulando la señal de fase compleja en una componente real I y una componente imaginaria Q y comparando después con un umbral la suma de varias muestras contenidas durante los impulsos en cada una de las componentes I, Q.
- 15 Según un modo de realización del procedimiento según la invención, el mensaje es un mensaje de interrogación en modo S y la señal de réplica correlacionada con la señal de amplitud comprende dos impulsos, cada uno de duración sensiblemente igual a la  $0,8 \mu\text{s}$ , estando separados dichos impulsos temporalmente por una duración de  $2 \mu\text{s}$ .
- Según un modo de realización del procedimiento según la invención, el mensaje es un mensaje de respuesta en modo S y la señal de réplica correlacionada con la señal de amplitud comprende cuatro impulsos, cada uno de duración sensiblemente igual a  $0,5 \mu\text{s}$ .
- 20 Según un modo de realización del procedimiento según la invención, la etapa de control de fase no se ejecuta más que si se ha observado un preámbulo durante la etapa de detección del preámbulo.
- Según un modo de realización del procedimiento según la invención, el nivel de umbral para la detección del preámbulo se determina en función del nivel de ruido de la señal y/o de la amplitud máxima de la señal de amplitud.
- 25 La invención tiene igualmente por objeto un respondedor que comprende al menos una antena y un módulo frontal de radiofrecuencias, comprendiendo el respondedor una unidad de procesamiento de realización del procedimiento tal como se ha descrito más arriba.
- Surgirán otras características con la lectura de la descripción detallada dada a título de ejemplo y no limitativa, a continuación, realizada en relación a unos dibujos adjuntos que representan:
- 30 - la figura 1a, un gráfico que representa el aspecto de un mensaje de interrogación en modo S, habiendo sido ya presentada esta figura más arriba;
- la figura 1b, un gráfico que representa el aspecto del mensaje de respuesta en modo S;
- la figura 2a, un sinóptico que ilustra las etapas de un primer procedimiento según la invención;
- la figura 2b, un sinóptico que ilustra las etapas de un segundo procedimiento según la invención;
- 35 - la figura 3, un sinóptico que ilustra unas etapas ejecutadas por el procedimiento según la invención para detectar el preámbulo del mensaje de interrogación en modo S;
- la figura 4, un gráfico que ilustra una primera etapa de detección del preámbulo mediante el procedimiento según la invención;
- la figura 5, un sinóptico que ilustra las etapas efectuadas para controlar la fase de la señal en la detección del preámbulo.
- 40 Por razones de claridad, las mismas referencias en unas figuras diferentes designan los mismos elementos.
- Se hace referencia ahora a la figura 2a, la cual presenta un sinóptico que ilustra las etapas de un primer procedimiento según la invención. Se desea decodificar los datos del mensaje de interrogación del modo S transportado mediante una señal 201 de radiofrecuencia recibida, por ejemplo, mediante la antena 200a de un respondedor. La señal 201 de radiofrecuencia es transformada a frecuencia intermedia mediante un módulo 200b
- 45 frontal, posteriormente la señal 203 de frecuencia intermedia se muestrea y descompone, por ejemplo mediante un amplificador logarítmico 230, en dos señales 205, 207 distintas, transportando la primera de ellas 205 la información de amplitud, transportando la segunda señal 207 la información de fase. La primera señal 205 es una señal digital de amplitud que puede expresarse sobre una escala logarítmica, estando designada esta primera señal 205 a continuación por la expresión "señal de video" 205, siendo la segunda señal una señal de fase 207 cuya amplitud es
- 50 unitaria, siendo designada a continuación esta segunda señal por la expresión "señal de frecuencia intermedia".
- Durante una primera etapa 211, la señal 207 de video se analiza mediante un módulo 240 de detección del preámbulo del mensaje de modo S. Esta primera etapa 211 se detalla a continuación en la figura 3.
- Durante una segunda etapa 212, se efectúa una prueba 221 para saber si se ha detectado un preámbulo mediante el módulo 240 de detección. Si no se ha detectado ningún preámbulo, la señal no se procesa como mensaje de
- 55 interrogación en modo S. El procedimiento se detiene 222.

- Por el contrario, si se ha detectado un preámbulo por el módulo 240 de detección, se ejecuta una tercera etapa 213 de control de fase. En este estado, la señal se detecta como portadora del mensaje de interrogación en modo S, pero es posible sin embargo que se trate de una falsa detección. Durante esta tercera etapa 213, la señal se analiza mediante un módulo 250 de control de fase que permite determinar si la evolución de la fase de la señal es coherente con la que se espera para un preámbulo de mensaje en modo S. Contrariamente a un procedimiento clásico para el que una primera etapa de detección del preámbulo engendraría numerosas falsas detecciones no corregidas en base al nivel de la potencia, la tercera etapa 213 de control de fase, tal como se ejecuta por el procedimiento según la invención, permite eliminar las falsas detecciones generadas durante la primera etapa 211. La tercera etapa 213 se detalla a continuación en la figura 5.
- 5
- 10 Durante una cuarta etapa 214, se ejecuta una segunda prueba 223 para determinar si, teniendo en cuenta el resultado obtenido por el módulo 250 de control de fase, el módulo 240 de detección del preámbulo habría efectuado una falsa detección. Si ese es el caso, el procedimiento se detiene 224.
- En caso contrario, es decir si la segunda prueba 223 indica que el control de fase ha confirmado el hecho de que la señal tratada era correctamente una señal portadora del mensaje de interrogación en modo S, se efectúa entonces una quinta etapa 215 de decodificación de los datos del mensaje mediante un módulo 260 apropiado.
- 15
- El procedimiento según la invención se puede adaptar a la detección del preámbulo del mensaje de respuesta en modo S, comprendiendo este tipo de mensaje cuatro impulsos 101a, 101b, 101c, 101d como se ilustra en la figura 1b. Sin salir del marco de la invención, el procedimiento es aplicable a unos mensajes que comprendan un número diferente de impulsos.
- 20 La figura 2b presenta un sinóptico que ilustra las etapas de un segundo procedimiento según la invención. Según el modo de realización presentado en esta figura, la detección del preámbulo 240 y el control 250 de fase se ejecutan en paralelo. El resultado de la detección 240 y del control 250 de fase se combina 227 y comprueba 225. Esta prueba 225 conduce a la parada 226 del procedimiento si la detección del preámbulo 240 y/o el control 250 de fase no indican la observación de un preámbulo. En caso contrario, se efectúa la decodificación de los datos del mensaje mediante un módulo 260 apropiado. Las etapas del procedimiento según la invención se pueden ejecutar mediante una unidad 270 de procesamiento, por ejemplo un circuito programable o un microprocesador que ejecute un módulo del programa.
- 25
- La figura 3 ilustra, a través de un sinóptico, unas etapas ejecutadas por el procedimiento según la invención para detectar el preámbulo de un mensaje de interrogación en modo S.
- 30 La señal 205 de video se transmite hacia un módulo 301 de estimación del nivel de ruido y hacia un módulo 302 de estimación de la amplitud máxima de la señal 205 de video. La señal 205 de video es procesada a continuación mediante un módulo 303 de normalización, siendo elegido el factor de normalización aplicado a la señal 205 de video en función del nivel de ruido estimado y de la amplitud máxima de la señal de video. Un objetivo de esta normalización es expresar la señal de video sobre una dinámica constante.
- 35 La señal de video 205' normalizado se transmite a continuación a un correlacionador 304 que recibe en la entrada un motivo 306 a correlacionar con la señal 205' normalizada. Este motivo para el modo S toma la forma, por ejemplo, de dos impulsos cuadrados de una duración de 0,8  $\mu$ s separados por una duración de 2  $\mu$ s. El pico de correlación 310 se compara a continuación 305 con un umbral 307 fijo. Si el resultado de esta comparación indica que el pico de correlación 310 está por debajo del umbral 307, entonces la señal 205 de video se considera que no contiene el preámbulo buscado. Según otro modo de realización del procedimiento según la invención, la señal no se normaliza y el nivel 307 de umbral se ajusta en función de los niveles de ruido estimados y/o de la amplitud máxima de la señal 205 de video.
- 40
- La figura 4 ilustra, mediante un gráfico, la detección del preámbulo por las etapas mencionadas. Los impulsos 411, 412 detectados mediante el procedimiento según la invención y el nivel 413 de ruido medio estimado se representan en la figura 4.
- 45
- Secuencialmente o paralelamente al tratamiento de la señal 205 de video, se controla la señal 207 de fase resultado de la descomposición de amplitud/fase.
- La figura 5 ilustra, a través de un sinóptico, las etapas efectuadas para controlar la fase de la señal. En el ejemplo en el que se busca el preámbulo del mensaje de interrogación de modo S, las etapas de control de fase permiten verificar que la señal 201 de radiofrecuencia recibida (figura 2a) es, respecto a los impulsos 411, 412 del preámbulo, una senoide de frecuencia 1030 MHz con un intervalo de más o menos 10 kHz. La frecuencia de la señal 207 de fase en frecuencia intermedia es por ejemplo del orden de 60 MHz. Se demodula en dos componentes en banda base: la componente I para la parte real de la señal de fase y la componente Q para la parte imaginaria.
- 50
- Se suman varias muestras contenidas en la componente I durante la duración del primer impulso 411 y durante la duración del segundo impulso 412 del preámbulo previamente detectado (compárense las figuras 3 y 4). En el ejemplo, se retienen K muestras 501 durante el desarrollo del primer impulso 411 y se retienen de nuevo K muestras 501' durante el desarrollo del segundo impulso 412. Las K primeras muestras que corresponden al primer impulso
- 55

411 se suman con las K muestras que corresponden al segundo impulso y posteriormente esta suma S<sub>I</sub> de 2K muestras se normaliza 502. Si se tiene que representar la fase de la señal en un círculo trigonométrico, las muestras estarían contenidas sensiblemente en el mismo sitio sobre este círculo, en el ejemplo. Los símbolos "Z<sup>-1</sup>" en la figura representan los retardos iguales al periodo de muestreo. A modo de ejemplo, la frecuencia de muestreo puede ser igual a 20 MHz. Se puede elegir cualquier otra frecuencia de muestreo, a condición de que se pueda reconocer, a partir de estas muestras, las características de una señal de fase que evoluciona según la sinusoide esperada, dicho de otra manera, distinguir un ruido térmico y una señal sinusoidal pura no modulada.

Un tratamiento análogo se efectúa para la componente Q de manera que se obtenga la suma S<sub>Q</sub> de 2K muestras contenidas en la componente Q durante el desarrollo de los dos impulsos 411, 412.

10 Las sumas S<sub>I</sub>, S<sub>Q</sub> se normalizan a continuación y se suman 504 entre sí, el resultado C<sub>φ</sub> de esta suma 504 se compara a continuación 506 con un umbral determinado a partir, por ejemplo, de D muestras contenidas aparte de los impulsos 411. El valor C<sub>φ</sub> puede, por ejemplo expresarse como sigue:

$$C_{\phi}(n) = \frac{1}{K^2} \left\{ \left| \sum_{j=0}^{K-1} I(n-j) + \sum_{j=0}^{K-1} I(n-K-D-j) \right|^2 + \left| \sum_{j=0}^{K-1} Q(n-j) + \sum_{j=0}^{K-1} Q(n-K-D-j) \right|^2 \right\}$$

15 en la que I(t) designa una muestra de la componente I en el instante t, Q(t) designa una muestra de la componente Q en el instante t.

Si a continuación del control 250 de fase, se comprueba que ha sido correctamente detectado un preámbulo de mensaje de modo S, puede comenzar entonces la fase de decodificación de los datos (quinta etapa 215 en las figuras 2a y 2b). Los datos se transmiten bajo la forma de un impulso largo indicado por P6 y modulado en DPSK. El comienzo de este impulso largo P6 se señala mediante una inversión de fase de sincronización, posteriormente los elementos de datos (los bits) se transmiten sucesivamente, siendo cada uno de estos bits, en el ejemplo, de una duración de 0,25 μs. Los bits de datos "1" se indican mediante una inversión de fase mientras que los bits de datos "0" se marcan mediante el mantenimiento de la fase de la señal.

Contrariamente a un procedimiento clásico en el que la inversión de fase de sincronización se detecta aisladamente, el procedimiento según la invención permite hacer más viable y convertir en más precisa la localización del bloque de datos en la señal, correlacionando una secuencia de referencia larga con la señal en frecuencia compleja (I, Q). Más precisamente, un mensaje de modo S comprende al comienzo un campo que identifica el formato utilizado para la comunicación. Para los mensajes de interrogación, este campo de datos se cualifica mediante "UF" que significa "Uplink Format" y se codifica en 5 bits. O el formato utilizado para la interrogación es conocido por adelantado, lo que permite correlacionar una secuencia de referencia que comprenda al menos la inversión de fase de sincronización y los bits del campo UF. La búsqueda de una secuencia de referencia más larga en la señal permite principalmente localizar en la señal el comienzo del impulso P6 de datos con una precisión mayor. Además, si son conocidos otros bits de datos, entonces estos se pueden incluir en la secuencia de correlación, de manera que se alargue la secuencia y en consecuencia se haga incluso más fiable ventajosamente el procedimiento. Los bits de la secuencia de correlación no son necesariamente todos consecutivos. El criterio de correlación C<sup>K</sup> puede, por ejemplo, expresarse como sigue:

$$C^K(n) = \max_K \left\{ \frac{\sum_{i=0}^{L-1} x(K(n-i)) * d(i)}{\left( \sum_{i=0}^{L-1} |x(K(n-i))|^2 * \sum_{i=0}^{L-1} |d(i)|^2 \right)^{1/2}} \right\}$$

40 en la que x(n) representa una muestra de la señal, representando d(n) una muestra de la secuencia de correlación y L la longitud de la secuencia de correlación. Finalmente, el nivel del pico de correlación obtenido como resultado de esta etapa de correlación con una secuencia de referencia, puede constituir igualmente un índice de la fiabilidad de la detección del mensaje de modo S.

45 El procedimiento según la invención se puede realizar en un componente programable, por ejemplo una FPGA, sigla anglosajona que significa "Field Programmable Gate Array". Ventajosamente, una FPGA ya presente en un respondedor se puede reprogramar para ejecutar las etapas del procedimiento según la invención, no teniendo entonces que efectuarse ninguna modificación material para realizar la invención. El procedimiento según la invención se puede realizar en un sistema ya implementado sin modificar las cadenas de recepción analógicas ya presentes en este sistema, y por tanto sin alterar su factor de ruido.

50 El procedimiento según la invención permite obtener, para una detección efectuada a distancia equivalente, una ganancia de potencia del orden de 6 dB con relación a la potencia obtenida con los procedimientos clásicos. Dicho de otra manera, a potencia equivalente, el procedimiento según la invención permite decodificar unos mensajes a una distancia máxima aproximadamente doble con relación a la obtenida con los procedimientos clásicos.

- 5 El procedimiento según la invención se puede realizar principalmente en unos terminales a bordo de una aeronave, para poder interrogar (en modo inverso) los terminales en el suelo desde esta aeronave. En este caso, se utiliza una antena omnidireccional en la emisión por los terminales en el suelo y otra antena omnidireccional se utiliza en la recepción desde la aeronave, lo que conduce, en los terminales receptores, a recibir unas señales de reducida potencia con el riesgo de afectar al balance de enlace. Gracias al procedimiento según la invención, los terminales están adaptados, a pesar de estas reducidas potencias recibidas, para decodificar los mensajes de interrogación transportados por dichas señales. El procedimiento según la invención puede, por ejemplo, realizarse en unos respondedores IFF, sigla anglosajona para "Identification Friend or Foe".
- 10 Una ventaja del procedimiento según la invención es que se puede realizar sin modificar la arquitectura material de los interrogadores y respondedores, cuando éstos están concebidos a partir de componentes programables o de módulos de programa informático.

## REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de detección de un mensaje provisto de un preámbulo de varios impulsos en una señal (201) de radiofrecuencia emitida por un interrogador o un respondedor en modo S, ejecutando dicho procedimiento una etapa de descomposición de dicha señal (201) en una señal (205) de amplitud y en una señal (207) de fase compleja, ejecutando dicho procedimiento una etapa (240) de detección de dicho preámbulo correlacionando la señal (205) de amplitud con una señal (306) de réplica de los impulsos esperados, estando dicho procedimiento **caracterizado porque** ejecuta una etapa (250) de control de fase que permite determinar si la evolución de la fase de la señal (201) de radiofrecuencia es coherente con la que se espera para un preámbulo de mensaje en modo S sumando las muestras de dicha señal (207) de fase durante la duración del desarrollo de los impulsos (411, 412) de dicho preámbulo y aprovechando las muestras, de manera que se determine si la señal de fase es una señal sinusoidal.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, el preámbulo del mensaje estando seguido por un bloque de datos codificados mediante modulación de fase diferencial, estando el procedimiento **caracterizado porque** comprende una etapa de sincronización temporal mediante correlación de la señal (207) de fase compleja con una secuencia de referencia formada por uno o varios bits conocidos antes de la decodificación de los datos.
3. Procedimiento según la reivindicación 2, **caracterizado porque** la secuencia de referencia comprende al menos un bit de inversión de fase y cinco bits que identifican el formato del mensaje de modo S.
4. Procedimiento según la reivindicación 2 o 3, **caracterizado porque** la secuencia de referencia comprende unos bits de datos no consecutivos.
5. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** la etapa (250) de control de fase verifica que la fase de la señal recibida varía según una senoide, demodulando la señal de fase compleja en una componente real I y una componente imaginaria Q y comparando (506) después con un umbral la suma (504) de varias muestras (501, 501') contenidas durante los impulsos (411, 412) en cada una de las componentes I, Q.
6. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, siendo el mensaje un mensaje de interrogación en modo S, estando el procedimiento **caracterizado porque** la señal (306) de réplica correlacionada con la señal (205) de amplitud comprende dos impulsos, cada uno de duración sensiblemente igual a la 0,8  $\mu$ s, estando separados dichos impulsos temporalmente por una duración de 2  $\mu$ s.
7. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, siendo el mensaje un mensaje de respuesta en modo S, estando el procedimiento **caracterizado porque** la señal (306) de réplica correlacionada con la señal (205) de amplitud comprende cuatro impulsos, cada uno de duración igual a 0,5  $\mu$ s.
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** la etapa (250) de control de fase solamente se ejecuta si se ha observado un preámbulo durante la etapa (240) de detección del preámbulo.
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** el nivel (307) de umbral para la detección del preámbulo se determina en función del nivel de ruido de la señal y/o de la amplitud máxima de la señal (205) de amplitud.
10. Respondedor que comprende al menos una antena (200a) y un módulo (200b) frontal de radiofrecuencias, **caracterizado porque** comprende una unidad (270) de procesamiento de implementación del procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes.

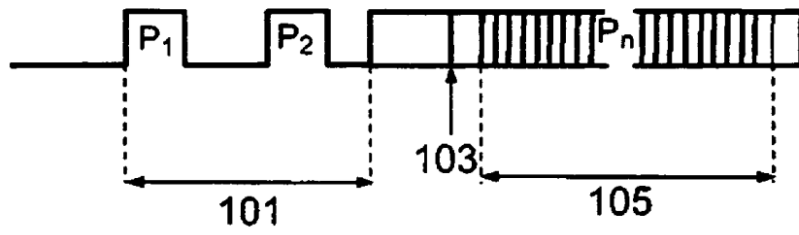


FIG.1a

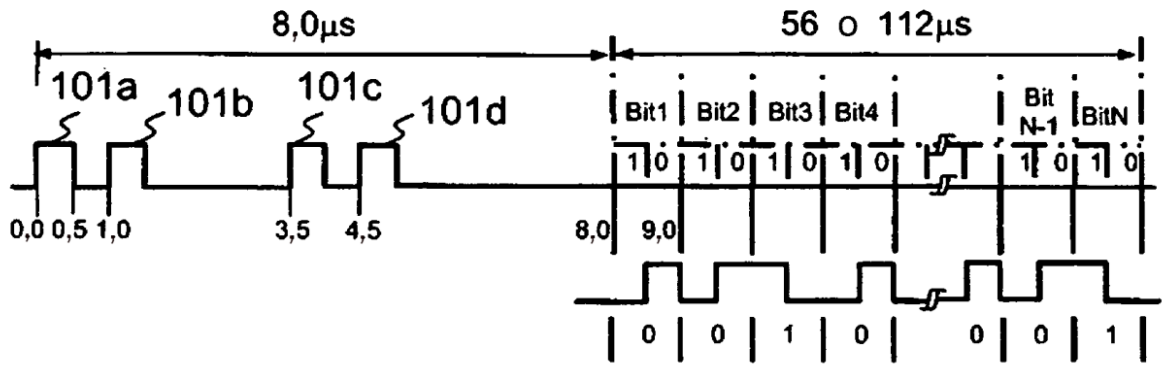


FIG.1b



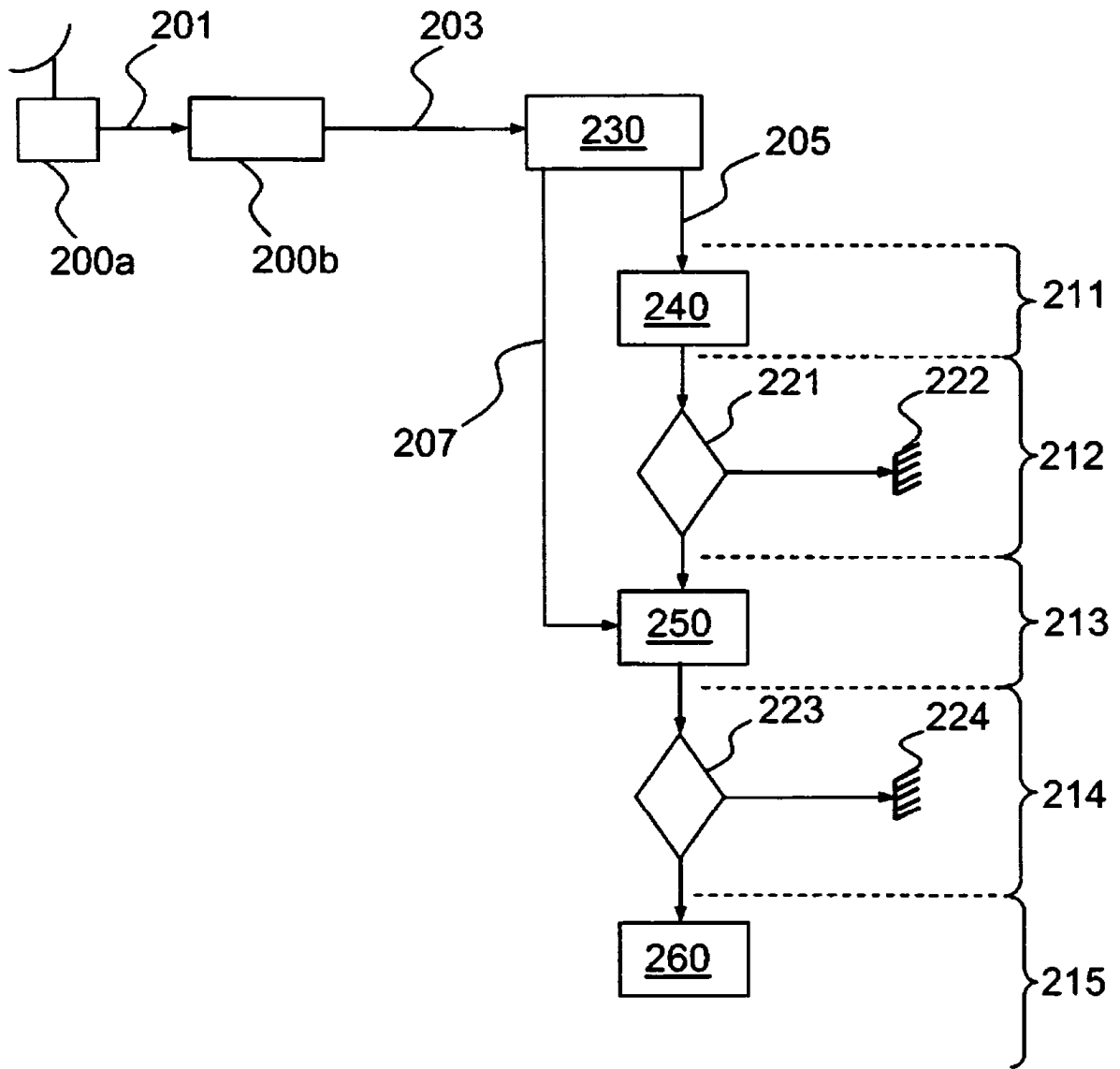


FIG.2a

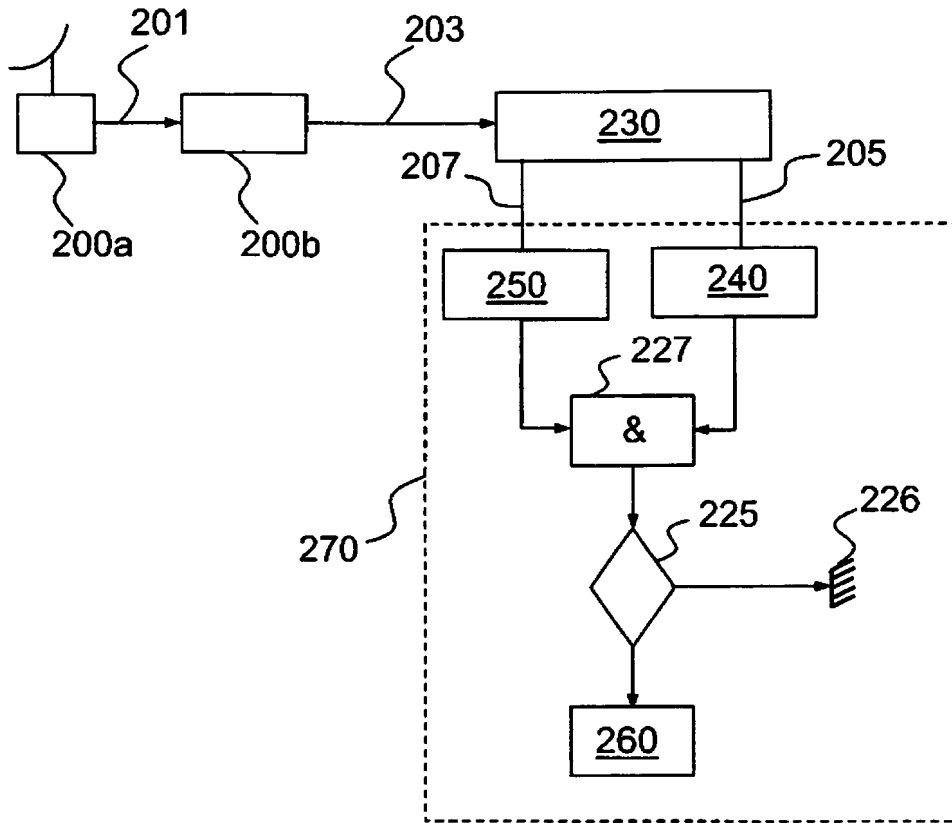


FIG.2b

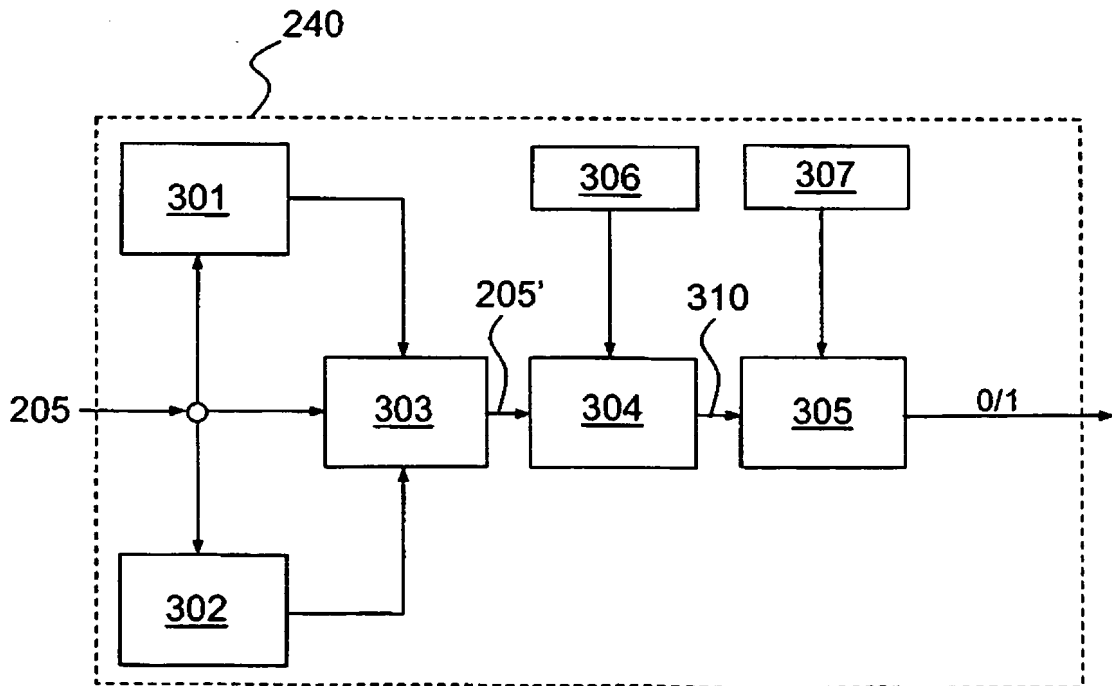


FIG.3

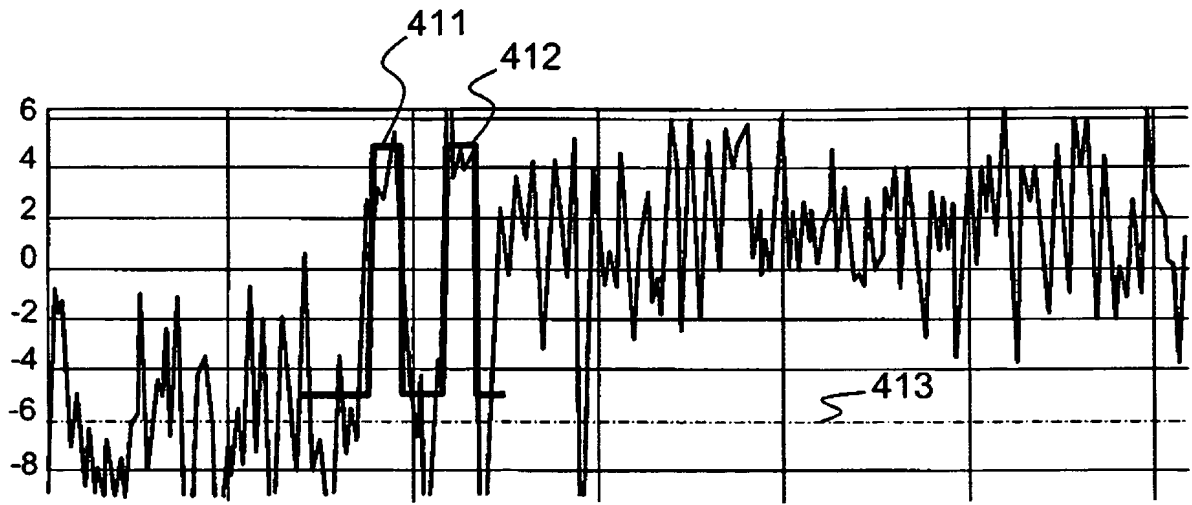


FIG.4

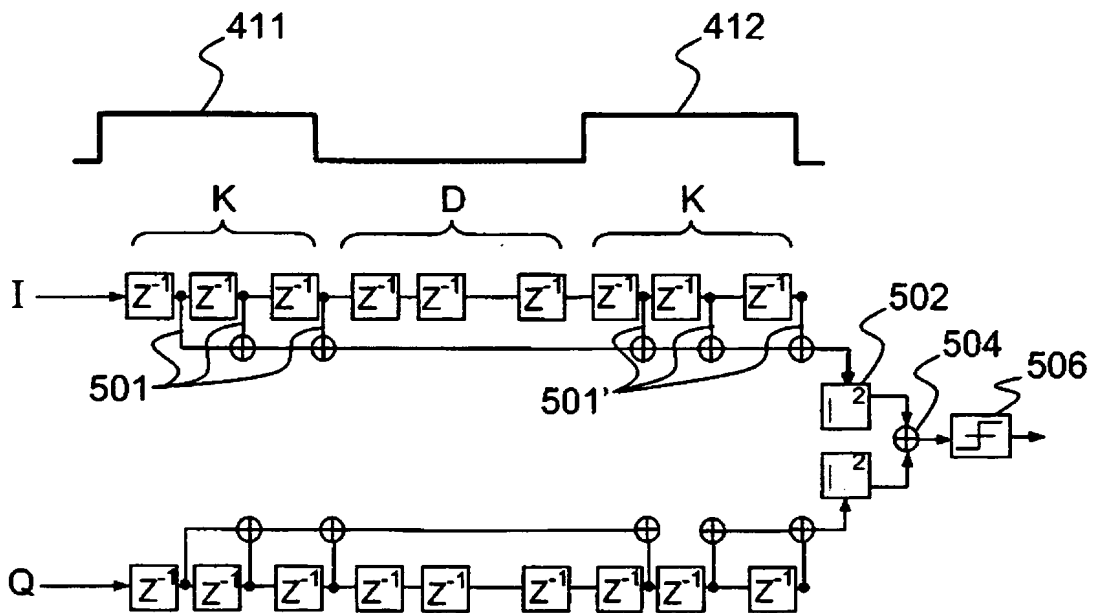


FIG.5