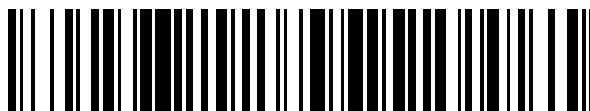


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 440 840**

51 Int. Cl.:

**G01S 13/78** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.06.2010 E 10727244 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.12.2013 EP 2438463**

54 Título: **Sistema de identificación amigo o enemigo (IFF)**

30 Prioridad:

**03.06.2009 US 183797 P**

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

**30.01.2014**

73 Titular/es:

**RAYTHEON COMPANY (100.0%)  
870 Winter Street  
Waltham, MA 02451-1449, US**

72 Inventor/es:

**RIVERS, CORNELIA F. y  
POWELL, THOMAS H.**

74 Agente/Representante:

**ZUAZO ARALUZE, Alexander**

**ES 2 440 840 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

Sistema de identificación amigo o enemigo (iff)

5 **Campo de la invención**

El sistema y las técnicas descritos en el presente documento se refieren en general a sistemas de control del tráfico aéreo y más particularmente a un método y a un aparato para reducir respuestas de transpondedor de aeronaves a señales de interrogación reflejadas.

10

**Antecedentes de la invención**

Tal como se conoce en la técnica, el control del tráfico aéreo es un servicio para fomentar el flujo seguro, ordenado y rápido del tráfico aéreo. La seguridad es principalmente un asunto de impedir colisiones con otras aeronaves, obstáculos y tierra; ayudar a una aeronave a evitar condiciones meteorológicas peligrosas; garantizar que la aeronave no opera en el espacio aéreo en el que se prohíben las operaciones; y ayudar a una aeronave en peligro. Un flujo ordenado y rápido garantiza la eficacia de las operaciones de aeronaves a lo largo de rutas seleccionadas por el operador. Esto se proporciona a través de una asignación equitativa de recursos a vuelos individuales, generalmente de manera que se da servicio al primero en llegar.

20

Tal como se conoce también, la necesidad de identificar de manera fácil y fiable una aeronave condujo al desarrollo del denominado sistema de "identificación amigo o enemigo" (IFF, *identification friend or foe*) que se conoce en uso no militar como radar secundario de vigilancia (SSR, *secondary surveillance radar*) o (en los Estados Unidos) como sistema de baliza de radar de control del tráfico aéreo (ATCRBS, *air traffic control radar beacon system*). Tanto los sistemas SSR civiles como IFF militares son compatibles de manera que una aeronave militar puede operar de manera segura en espacio aéreo civil. Los sistemas IFF y SSR contienen generalmente un componente de radar de tierra denominado a menudo interrogador que incluye una antena 25 que se explora normalmente de manera mecánica (por ejemplo, haciendo girar la antena), pero que también puede explorarse electrónicamente. El interrogador a menudo se ubica conjuntamente con un radar primario. Los sistemas IFF / SSR también incluyen una pieza de equipo a bordo de la aeronave conocida como transpondedor. El transpondedor es un receptor y transmisor de radio que recibe en una frecuencia (es decir, la frecuencia de interrogador) y transmite en otra. Un transpondedor de aeronave objetivo responde a señales procedentes del interrogador transmitiendo una señal de respuesta codificada que contiene la información solicitada.

25

30

35

Los sistemas IFF/SSR transmiten de manera continua pulsos de interrogación (de manera selectiva en lugar de, de manera continua, en el modo 4, modo 5 y modo S) cuando su antena gira, o se explora electrónicamente en el espacio. Un transpondedor en una aeronave que está dentro del alcance de la línea de visión "escucha" la señal de interrogación IFF/SSR y envía de vuelta una respuesta que proporciona información sobre la aeronave. Los sistemas IFF/SSR pueden transmitir uno de una pluralidad de diferentes modos y la respuesta enviada por el transpondedor depende del modo que se interrogó. Basándose en la respuesta de transpondedor, la aeronave se presenta visualmente como icono con etiqueta en una pantalla de visualización de un controlador de tráfico aéreo, por ejemplo, en el rumbo y el alcance calculados. Una aeronave sin un transpondedor operativo todavía puede observarse por un radar primario, pero se presentaría visualmente al controlador de tráfico aéreo sin el beneficio de los datos derivados de IFF/SSR.

40

45

Tal como se mencionó anteriormente, existe una pluralidad de diferentes modos de transpondedor. Un modo particular se denomina modo 5 (M5). El modo 5 proporciona una capacidad criptosegura similar al modo S que incluye la transmisión de difusión-vigilancia automática y dependiente (ADS-B, *automatic dependent surveillance-broadcast*) y una posición de sistema de posicionamiento global (GPS) (sólo para uso militar).

50

En zonas de altas condiciones de trayectos múltiples, los transpondedores IFF/SSR responden a veces a reflexiones de interrogaciones M5 (denominadas a veces simplemente "respuestas M5"). Esto puede producirse incluso cuando una forma de onda primaria (es decir, la primera forma de onda que va a recibirse por un transpondedor) contiene un pulso de supresión de lóbulo lateral de amplitud apropiada para iniciar la supresión, si la interrogación reflejada (es decir, la segunda recibida por el transpondedor) no contiene un pulso de lóbulo lateral de amplitud apropiada. Esto se debe a que se produce protección de repetición de interrogación después del descifrado y nunca se descifra una señal de interrogación que está en supresión de lóbulo lateral. Este fenómeno conduce a muchas más respuestas M5 de las que se desean, lo que conduce a su vez a más carga de descifrado en el interrogador y una fiabilidad reducida de las ID de objetivos en escenarios que implican múltiples aeronaves.

55

60

Una técnica para resolver el problema de transpondedores que responden a señales de trayectos múltiples es ampliar (es decir, aumentar) la posición aceptable de un pulso de lóbulo lateral para iniciar la supresión en dos microsegundos. Este enfoque resuelve problemas de trayectos múltiples cercanos, pero tiene muchos puntos débiles. Por ejemplo, este enfoque enmascara buenos objetivos que se producen dentro de la ventana ampliada de un pulso de lóbulo lateral del interrogador independiente.

65

La patente estadounidense 4.656.477 da a conocer un sistema SSR para eliminar o reducir respuestas o reflexiones no deseadas procedentes de obstáculos fijos o procedentes de peculiaridades estructurales en el sistema de radar principal (es decir, radomo) y otros efectos similares. La supresión de respuestas no deseadas se consigue variando de manera azimutal la emisión de potencia de los impulsos de radiofrecuencia según una ley memorizada.

5

### Sumario de la invención

Según los conceptos, las técnicas y los sistemas descritos en el presente documento, se proporciona un transpondedor tal como se expone en la reivindicación 1. Un transpondedor incluye un receptor lineal configurado para recibir una o más señales de interrogador, un convertidor analógico a digital (ADC) configurado para recibir una señal analógica desde el receptor lineal en una entrada del mismo y para proporcionar una señal digital en una salida del mismo y un procesador digital configurado para recibir señales digitales proporcionadas al mismo desde el ADC y para utilizar los datos contenidos en una señal de interrogador para confirmar que si se reciben dos señales de interrogador en el plazo de un periodo de tiempo predeterminado y si la primera señal de interrogador corresponde a una señal de interrogador de lóbulo lateral y la segunda señal de interrogador corresponde a una señal de haz principal reflejada (es decir, una versión reflejada de la primera señal de interrogador recibida), el transpondedor no proporciona una señal de respuesta.

Con esta disposición particular, se proporciona un transpondedor que proporciona un número reducido de respuestas a reflexiones de señales de interrogación M5. En una realización, si se detecta un preámbulo de interrogador que tiene un pulso de lóbulo lateral por encima de un umbral predeterminado por un transpondedor, se inicia un temporizador y se almacenan los símbolos de interrogación proporcionados como parte de la señal de interrogador. Si se recibe cualquier otra señal de interrogación que no está en supresión de lóbulo lateral antes de la expiración del temporizador, sus símbolos de interrogación se comparan con los símbolos de interrogación de la primera señal de interrogación recibida. Si los símbolos de interrogación de las dos formas de onda coinciden (es decir, si las dos señales de interrogación coinciden), se termina el proceso de respuesta de transpondedor. Si los símbolos de interrogación de las dos señales de interrogación no coinciden, se continúa con el procesamiento de respuesta en el transpondedor.

Con esta técnica, se proporciona un transpondedor que puede reconocer y no responder a señales de interrogación reflejadas. Esta técnica utiliza algunos o todos los datos disponibles de la forma de onda para verificar que la segunda forma de onda recibida es una reflexión de la primera forma de onda. Esta técnica también es flexible y puede adaptarse para el funcionamiento con señales reflejadas que tienen diferentes cantidades de retardos.

Según conceptos adicionales descritos en el presente documento, se proporciona un método para determinar si un transpondedor debe responder a una señal de interrogador tal como se expone en la reivindicación 5.

Con esta disposición particular, se proporciona una técnica que proporciona un número reducido de respuestas de transpondedor a reflexiones de señales de interrogación (incluyendo señales de interrogación de modo 5). En una realización, se realiza una determinación en cuanto a si una señal de interrogador es una señal de interrogador de lóbulo lateral detectando un pulso de lóbulo lateral por encima de un umbral predeterminado. En una realización, el periodo de tiempo predeterminado se selecciona según las necesidades de una aplicación particular. En general, el periodo de tiempo predeterminado se selecciona para albergar el tiempo necesario para recibir una señal reflejada. En algunos casos, el retardo entre la primera señal recibida y la señal reflejada será relativamente corto (por ejemplo, en el intervalo de aproximadamente 1-3 microsegundos) mientras que en otros casos, el retardo será relativamente largo (por ejemplo, en el intervalo de aproximadamente 8-12 microsegundos). Por ejemplo, en algunas aplicaciones, factores geográficos (por ejemplo, la existencia de montañas, llanuras u otras estructuras) o factores meteorológicos (incluyendo pero sin limitarse a la existencia de hielo, nieve, lluvia, etc...) afectan al retardo y por tanto se tienen en cuenta preferiblemente al seleccionar un periodo de tiempo predeterminado. En algunos casos, se selecciona un periodo de tiempo predeterminado usando técnicas empíricas.

En una realización, tras la recepción de una primera señal de interrogador, se inicia un temporizador (para contar el periodo de tiempo predeterminado) y se almacenan símbolos de interrogación proporcionados como parte de la primera señal de interrogador. Si se recibe cualquier otra señal de interrogación antes de la expiración del temporizador y tales señales no están en supresión de lóbulo lateral, (es decir, el receptor de la señal de interrogador está en el lóbulo lateral del generador de la señal de transpondedor) los símbolos de interrogación de tales segundas señales de interrogación recibidas se comparan con los símbolos de interrogación de la primera señal de interrogador recibida. Si los símbolos de interrogación de las dos (o más) señales de interrogación coinciden, se termina el proceso de respuesta de transpondedor (es decir, el transpondedor no enviará una respuesta). Por otro lado, si símbolos de interrogación desde las dos señales no coinciden, se continúa con el procesamiento de respuesta (es decir, el transpondedor enviará una respuesta).

En una realización, se obtiene un método de determinación de si una segunda señal de interrogador recibida corresponde a una versión reflejada de la primera señal recibida determinando si las señales de interrogador primera y segunda tienen los mismos códigos de forma de onda.

65

**Breve descripción de los dibujos**

La figura 1 es un diagrama de un sistema de identificación amigo o enemigo (IFF);

5 la figura 2 es un diagrama de una pantalla de visualización de control del tráfico aéreo (ATC) que tiene dos aeronaves presentadas visualmente en la misma;

la figura 3 es un par de representaciones gráficas de tiempo frente a amplitud de una forma de onda de modo 5;

10 la figura 4 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento para detectar la presencia de trayectos múltiples de lóbulo principal;

la figura 5 es un diagrama de bloques de un transpondedor que opera según las técnicas descritas junto con las figuras 4 y 6; y

15 la figura 6 es otro diagrama de flujo que ilustra un procedimiento para detectar la presencia de trayectos múltiples de lóbulo principal;

la figura 7 es un diagrama de bloques de un sistema de identificación amigo o enemigo (IFF);

20 la figura 7A es una representación gráfica de una forma de onda resultante de una señal de interrogador (por ejemplo, transmitida a través de un haz principal) e incluye pulsos de preámbulo unidos a un pulso de lóbulo lateral y un pulso de datos; y

25 la figura 7B es una representación gráfica de un primer patrón de bits generado a través de una señal de transpondedor de haz principal y un segundo patrón de bits generado a través de un lóbulo lateral.

**Descripción detallada de las realizaciones preferidas**

30 Haciendo referencia ahora a la figura 1, un sistema 10 de identificación amigo o enemigo (IFF), a veces también denominado en el presente documento estación 10 de tierra y también conocido en aplicaciones no militares como radar secundario de vigilancia o SSR incluye un sistema de transmisión a través del que se generan formas de onda de interrogador y a través del que se emiten señales de interrogador a través de una antena que forma un patrón de radiación que tiene un haz 12 principal y lóbulos laterales (no mostrados en la figura 1). En el funcionamiento deseado, el haz 12 principal transmite una interrogación de señal de radiofrecuencia (RF) en una aeronave que tiene un transpondedor dispuesto en la misma. El transpondedor recibe la interrogación, la procesa y determina si está en el haz principal o lóbulo secundario, el transpondedor determina si está en el haz principal, el transpondedor transmite una señal de respuesta al sistema 10 IFF/SRR tal como se conoce generalmente.

40 Sin embargo, en el escenario ilustrado en la figura 1, el haz 12 principal cuando apunta en un ángulo T2 dirige una señal de RF (incluyendo formas de onda de señal de interrogador) a un objeto 14. Las señales de interrogador de RF chocan con y se reflejan posteriormente desde el objeto 14 a lo largo de una dirección 16 de manera que la señal 16 de RF reflejada se intercepta por una aeronave 18 y, en particular, por un transpondedor 19 dispuesto en la aeronave 18. Habiéndose recibido una señal 16 de interrogador reflejada, el transpondedor 19 puede proporcionar una señal de respuesta al sistema 10 IFF. Puesto que el haz 12 principal estaba apuntando en la dirección del objeto 14 cuando se envió la señal de respuesta de transpondedor, el resultado es declarar un objetivo en un ángulo T1. Cuando el haz 12 principal gira hasta el ángulo T1 dirige una interrogación nueva directamente a la aeronave 18 y tras recibir una respuesta desde el transpondedor 19, el sistema 10 IFF declara un objetivo a un ángulo T2. Por tanto, la respuesta procedente del transpondedor 19 provocada por señal 16 de reflexión desde el objeto 14 da como resultado que el sistema 10 IFF concluya que existe una aeronave a un ángulo T2.

Haciendo referencia brevemente a la figura 2, según el escenario descrito anteriormente junto con la figura 1, si el transpondedor 19 (figura 1) proporciona una señal de respuesta a la estación 10 de tierra IFF (figura 1), entonces a ambos ángulos T1 y T2 un sistema de control del tráfico aéreo puede concluir de manera errónea que existen dos aeronaves. En este caso, una pantalla 24 de visualización ATC mostraría dos iconos 26, 28 de aeronave en los que el icono 26 corresponde a la aeronave 18 (figura 1) y el icono 28 de aeronave corresponde al reflector 14 (figura 1). Sin embargo, si el transpondedor 19 no responde a la señal 16 de RF de interrogador reflejada, entonces la pantalla 24 de visualización ATC mostraría sólo la existencia de la aeronave 18, es decir, a través de un icono 26 de pantalla de visualización.

60 Haciendo referencia de nuevo a la figura 1, según los conceptos y las técnicas descritos en el presente documento, el transpondedor 19 puede estar configurado de manera que pueda distinguir entre señales de interrogador reflejadas, tales como la señal 16 de interrogador reflejada y señales de interrogador transmitidas directamente al mismo a través de un haz principal (por ejemplo, a través del haz 12 principal de estación 10 de tierra IFF/SSR) o a través de un lóbulo lateral. Brevemente, cuando el transpondedor 19 recibe una señal de interrogador (por ejemplo, una señal de interrogación de modo 5), el transpondedor 19 determina si la señal de interrogador se proporcionó al

mismo a través de un haz principal (por ejemplo, el haz 12 principal) o a través de un lóbulo lateral. En una técnica, esta determinación se realiza detectando la presencia o ausencia de un pulso de lóbulo lateral (por ejemplo, pulso 36a en la figura 3).

5 En el caso en el que se proporciona una señal de interrogador al transpondedor a través de un lóbulo lateral, el transpondedor 19 decide si la señal de interrogador está en el haz principal o lóbulo lateral. En una realización, esto se obtiene por medio de una decisión de amplitud.

10 En una realización particular, el pulso de lóbulo lateral se transmite a través de una antena 12a auxiliar (figura 1) que tiene un patrón de antena sustancialmente omnidireccional. La razón de amplitud de los primeros pulsos (34a en la figura 3) y el pulso de lóbulo lateral (36a en la figura 3) transmitidos a través de un haz principal difiere de la razón de amplitud de los pulsos primeros y de lóbulo lateral transmitidos a través de un lóbulo lateral. En el haz principal, las amplitudes de los pulsos de lóbulo lateral serán pequeñas en comparación con las amplitudes de los pulsos de preámbulo mientras que en el lóbulo lateral las amplitudes serán aproximadamente iguales (debe apreciarse que los pulsos 34a se transmiten a través del haz principal, mientras que los pulsos 36a se transmite a través de la antena auxiliar).

20 Esto proporciona el mecanismo para distinguir señales de interrogación de lóbulo principal de las de lóbulo lateral. Sin embargo, si se proporciona una señal de interrogador al transpondedor a través de una señal de RF de lóbulo principal reflejada, una señal de interrogador reflejada de este tipo no incluirá el pulso de lóbulo lateral. Por tanto, en este caso, un transpondedor convencional responderá a la señal de interrogador reflejada mientras que el transpondedor 19 no responderá debido al procesamiento adicional de señales realizado por el transpondedor 19.

25 Brevemente, tal como se conoce, en el modo 5 los datos digitales cambian cada interrogación (es decir, cada interrogación contiene una parte de número aleatorio generada por una unidad criptográfica). Reconociendo que una señal de haz principal de RF reflejada (por ejemplo, la señal 16 de RF reflejada en la figura 1) tiene los mismos datos que la señal de lóbulo lateral no reflejada (excepto que los pulsos de supresión estén por debajo de un umbral de lóbulo lateral) el sistema puede determinar que la segunda señal de llegada es una versión reflejada de la primera (interrogación de lóbulo lateral) y es posible que el transpondedor 19 determine si debe responder a una señal de interrogador recibida.

30 Expresado de manera sencilla, si un transpondedor determina que ha recibido una señal de interrogador de haz principal después de recibir una señal de lóbulo lateral para la misma señal de interrogador (por ejemplo, dos señales de interrogador que tienen el mismo código), entonces el transpondedor puede concluir que la señal de interrogador de haz principal se recibió debido a una reflexión. En este caso, el transpondedor no debe responder a la señal de interrogador.

35 En una realización particular, el transpondedor utiliza los datos en la señal de interrogador (también a veces denominados mensaje de interrogador) para confirmar que cuando se reciben dos señales de interrogación (por ejemplo, una señal procedente de un lóbulo lateral seguida por una señal procedente de un haz principal) en el plazo de un periodo de tiempo predeterminado (por ejemplo, 2 us), comparando los campos de datos, puede identificarse correctamente la presencia de reflexión de trayectos múltiples y puede suprimirse la respuesta a la señal de interrogador de haz principal.

40 Las figuras 4 y 6 son diagramas de flujo que muestran el procesamiento realizado por un transpondedor para reducir el número de respuestas de transpondedor proporcionadas en respuesta a formas de onda de modo 5 reflejadas.

45 Los elementos rectangulares (tipificados por el elemento 44 en la figura 4), se indican en el presente documento como "bloques de procesamiento" y representan instrucciones o grupos de instrucciones de software informático. Los elementos en forma de rombo (tipificados por el elemento 42 en la figura 4) se indican en el presente documento como "bloques de decisión" y representan instrucciones, o grupos de instrucciones, de software informático que afectan a la ejecución de las instrucciones de software informático representadas por los bloques de procesamiento. Debe indicarse que se considera que los diagramas de flujo de las figuras 4 y 6 representan una realización del diseño y variaciones en un diagrama de este tipo, que siguen generalmente el procedimiento explicado están dentro del alcance de los conceptos descritos y reivindicados en el presente documento.

50 Alternativamente, los bloques de procesamiento y de decisión representan operaciones realizadas por circuitos funcionalmente equivalentes tales como un circuito de procesador de señales digitales o un circuito integrado de aplicación específica (ASIC, *application specific integrated circuit*) de una disposición de puertas programables en campo (FPGA, *field programmable gate array*). Los diagramas de flujo no representan la sintaxis de ningún lenguaje de programación particular. En cambio, los diagramas de flujo ilustran la información funcional que requiere un experto habitual en la técnica para fabricar circuitos o para generar un software informático para realizar el procesamiento requerido del aparato particular. Debe observarse que no se muestran muchos elementos de programa de rutina, tales como la inicialización de bucles y variables y el uso de variables temporales. Los expertos habituales en la técnica apreciarán que a menos que se indique de otro modo en el presente documento, la secuencia particular descrita es únicamente ilustrativa y puede variarse sin apartarse de los conceptos descritos y/o

reivindicados en el presente documento. Por tanto, a menos que se establezca de otro modo, los procedimientos descritos a continuación no están ordenados lo que significa que, cuando sea posible, las secuencias mostradas en las figuras 4 y 6 pueden realizarse en cualquier orden conveniente o deseable.

5 Volviendo ahora a la figura 4, un procedimiento para determinar si un transpondedor debe responder a una forma de onda de modo 5 transmitida por un sistema de interrogador (por ejemplo, un sistema IFF) comienza en el bloque 40 de procesamiento decodificando un preámbulo de una forma de onda recibida.

10 Una vez que se decodifica el preámbulo, el procesamiento avanza al bloque 42 de decisión en el que se toma una decisión en cuanto a si la forma de onda recibida procedía de un lóbulo lateral. En una realización, esto se obtiene, por ejemplo, determinando si la forma de onda recibida incluye un pulso de supresión de lóbulo lateral. Si en el bloque 42 de decisión, se toma una decisión de que la forma de onda procedía de un lóbulo lateral, entonces el procesamiento avanza al bloque 44 de procesamiento en el que los datos se almacenan en un almacenamiento (por ejemplo, una memoria de acceso aleatorio u otro tipo de memoria volátil o no volátil). El procesamiento avanza  
15 entonces al bloque 48 de procesamiento en el que se realiza una comparación de los datos en la forma de onda recibida con datos de una señal reflejada que ya se ha recibido y almacenado.

20 El procesamiento avanza al bloque 49 de decisión en el que se realiza una determinación en cuanto a si las formas de onda de las dos señales recibidas son idénticas. Si las formas de onda de las dos señales recibidas son idénticas, entonces se rechazan los datos desde la señal reflejada tal como se muestra en el bloque 50 de procesamiento. Por otro lado, si las formas de onda de las dos señales recibidas no son idénticas, entonces tal como se muestra en el bloque 52 de procesamiento, continúa el procesamiento de la forma de onda. Tal procesamiento adicional puede incluir, por ejemplo, el descifrado de la interrogación, la determinación de una respuesta apropiada y la generación de una señal de respuesta apropiada.

25 Haciendo referencia ahora a la figura 5, un transpondedor 60 en el que puede realizarse un procedimiento que es igual que o similar al descrito anteriormente junto con la figura 4 y a continuación junto con la figura 6, incluye un receptor 62 lineal que recibe una señal de entrada de interrogador a través de una antena (no mostrada) y proporciona la señal recibida a un convertidor analógico a digital (ADC), 64. El ADC 64 recibe la señal analógica proporcionada al mismo y proporciona una señal digital correspondiente a un circuito 66 de procesamiento digital. El circuito 66 de procesamiento digital puede proporcionarse, por ejemplo, como disposición de puertas programables en campo (FPGA), un circuito integrado de aplicación específica (ASIC) o cualquier otro tipo de circuito de procesamiento que pueda procesar señales digitales proporcionadas al mismo.

30 Si el transpondedor 60 determina que ha recibido una señal de interrogador de haz principal en el plazo de un periodo de tiempo predeterminado después de recibir una señal de lóbulo lateral para el mismo interrogador, entonces el transpondedor 60 concluye que se recibió la señal de interrogador de haz principal debido a una reflexión. El transpondedor 60 puede concluir que dos formas de onda de interrogador recibidas son iguales si están codificadas con el mismo código de forma de onda.

35 Haciendo referencia ahora a la figura 6, un procedimiento para determinar si un transpondedor debe responder a una forma de onda de modo 5 proporcionada por un sistema IFF (por ejemplo, el sistema 10 IFF descrito anteriormente junto con la figura 1) comienza en el bloque 70 de procesamiento decodificando un preámbulo de una forma de onda recibida. En una realización a modo de ejemplo, la técnica de decodificación extrae información de un módulo de detección de preámbulo en el que se cumplen tres (3) de cuatro (4) criterios de detección de preámbulo (criterios de detección tal como se exponen, por ejemplo, en la norma AIMS 03-1000) y se calcula una amplitud promedio de los pulsos recibidos para tomar una decisión de supresión de lóbulo lateral de interrogador (ISLS, *interrogator side lobe suppression*).

40 Una vez que se decodifica el preámbulo, el procesamiento avanza al bloque 72 de decisión en el que se realiza una determinación en cuanto a si se ha producido una detección de lóbulo lateral válida. Habitualmente, cuando se detecta un lóbulo lateral, se descartan los datos de mensaje. Sin embargo, según los conceptos descritos en el presente documento, los datos de lóbulo lateral tal como se muestran se encaminan al bloque 86 de procesamiento en el que se inicia un temporizador. En una realización a modo de ejemplo, se inicia un temporizador de dos  
45 microsegundos. Debe apreciarse que también pueden usarse duraciones de temporizador más largas o más cortas que dos microsegundos. Por tanto, el temporizador o la "ventana" a los que se hace referencia en el presente documento pueden ajustarse para aplicaciones particulares basándose en resultados empíricos.

50 En algunas aplicaciones, por ejemplo, la ventana de temporización puede ampliarse hasta mayor que 2 us para continuar el rechazo de reflexiones posteriores. En cualquier aplicación particular, el temporizador se selecciona para albergar el tiempo necesario para recibir una señal reflejada. Por ejemplo, puede descubrirse que en una aplicación particular, factores geográficos (por ejemplo, la existencia de montañas, llanuras u otras estructuras) o factores meteorológicos (incluyendo pero sin limitarse a la existencia de hielo, nieve, lluvia, etc., ... ) u otros factores pueden fomentar la selección de un temporizador que sea mayor o menor que 2 us.

60 El procesamiento avanza entonces al bloque 88 de procesamiento en el que se desensanchan los símbolos de

interrogación. En una realización a modo de ejemplo, se desensanchan once (11) símbolos de interrogación y se decodifican datos de Walsh para obtener treinta y seis (36) bits de un mensaje de datos. El procesamiento avanza entonces al bloque 90 de procesamiento en el que se almacenan datos.

5 Si la siguiente detección de preámbulo válida es una señal de lóbulo principal, entonces la información se encamina al bloque 74 de procesamiento y se desensanchan los símbolos de interrogación y se decodifican los datos de Walsh. En la realización a modo de ejemplo descrita anteriormente, se desensanchan once (11) símbolos de interrogación y se decodifican los datos de Walsh para obtener treinta y seis (36) bits de datos. Estos datos se almacenan tal como se muestra en el reloj 76 de procesamiento.

10 El procesamiento también avanza desde el bloque 74 de procesamiento al bloque 78 de decisión en el que se toma una decisión en cuanto a si la detección de lóbulo principal se produjo en el plazo de una cantidad de tiempo predeterminada desde la detección de lóbulo lateral.

15 Si, en el bloque 78 de decisión, se toma una decisión de que la detección de lóbulo principal no se produjo en el plazo de un tiempo predeterminado del procesamiento de detección de lóbulo lateral, entonces el procesamiento avanza al bloque 80 de procesamiento en el que continúa el procesamiento de interrogación en el transpondedor.

20 Por otro lado, si una decisión en el bloque 78 de decisión de que la detección de lóbulo principal se produjo en el plazo del tiempo predeterminado del procesamiento de detección de lóbulo lateral, entonces el procesamiento avanza al bloque 82 de decisión en el que se realiza una comparación entre los datos en cada forma de onda. Por ejemplo, en la realización a modo de ejemplo en la que se usan treinta y seis (36) bits de datos en cada forma de onda, se realiza una comparación entre los dos conjuntos de treinta y seis (36) bits. En una realización, esto se produce sólo si las dos señales se detectan en el plazo de 2 us entre sí (por ejemplo, dentro de una ventana de 2 us). Debe observarse que en una realización después de un periodo de tiempo predeterminado correspondiente a la duración del temporizador (por ejemplo, 2 us), se descartan los datos almacenados.

25 Si, en el bloque 82 de decisión, se toma una decisión de que los dos conjuntos de datos coinciden (por ejemplo, los dos conjuntos de treinta y seis (36) bits son idénticos), puede concluirse que la segunda señal recibida se debe claramente a los trayectos múltiples. En este caso, el procesamiento avanza al bloque 84 de procesamiento y se suprime la señal de respuesta de transpondedor.

30 Por otro lado, si en el bloque 82 de decisión se toma una decisión de que los dos conjuntos de treinta y seis (36) bits no son idénticos, entonces el procesamiento avanza al bloque 80 de procesamiento en el que continúa el procesamiento de interrogación en el transpondedor.

35 Haciendo referencia ahora a las figuras 7-7B, un sistema 90 IFF tiene una primera antena, que tiene un haz 92 direccional principal y una segunda antena que tiene un haz 94 omnidireccional. El haz 92 direccional detecta un objeto 96 que tiene un transpondedor 98. El objeto 96 (o transpondedor 98) incluye una antena de RF que tiene un patrón 100 de antena sustancialmente omnidireccional alrededor del objeto 96.

40 Haciendo referencia ahora a la figura 7A, una forma 120 de onda resultante de una señal de interrogador (por ejemplo, transmitida a través del haz 92 principal en la figura 7) incluye pulsos de preámbulo unidos a un pulso 124 de lóbulo lateral y un pulso 126 de datos. Los datos de forma de onda sin procesar se procesan (por ejemplo, a través de una operación de correlación) para generar un patrón 130 de bits correspondiente.

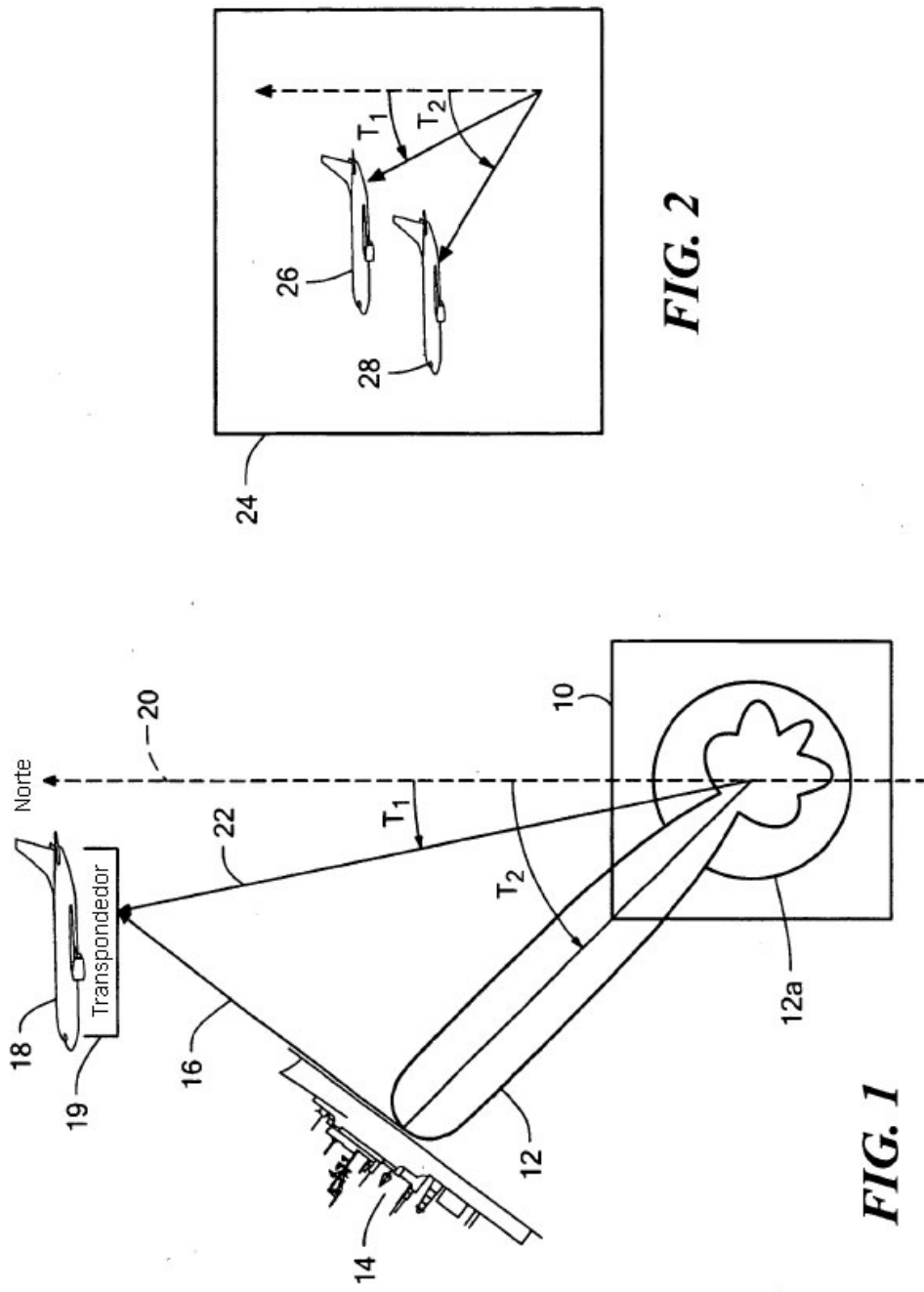
45 Haciendo referencia ahora a la figura 7B, se muestran un primer patrón 140 de bits generado a través de una señal de transpondedor de haz principal y un segundo patrón 150 de bits generado a través de un lóbulo lateral. Los dos patrones 140, 150 se comparan y si los patrones coinciden, el transpondedor determina que no es necesario responder a ambas señales de interrogación.

50 Habiéndose descrito realizaciones preferidas que sirven para ilustrar diversos conceptos, estructuras y técnicas que son el objeto de esta patente, ahora resultará evidente para los expertos habituales en la técnica que pueden usarse otras realizaciones que incorporan estos conceptos, estructuras y técnicas. Por consiguiente, se sostiene que el alcance de la patente no debe limitarse a las realizaciones descritas sino que debe estar limitado más bien sólo por las siguientes reivindicaciones.

**REIVINDICACIONES**

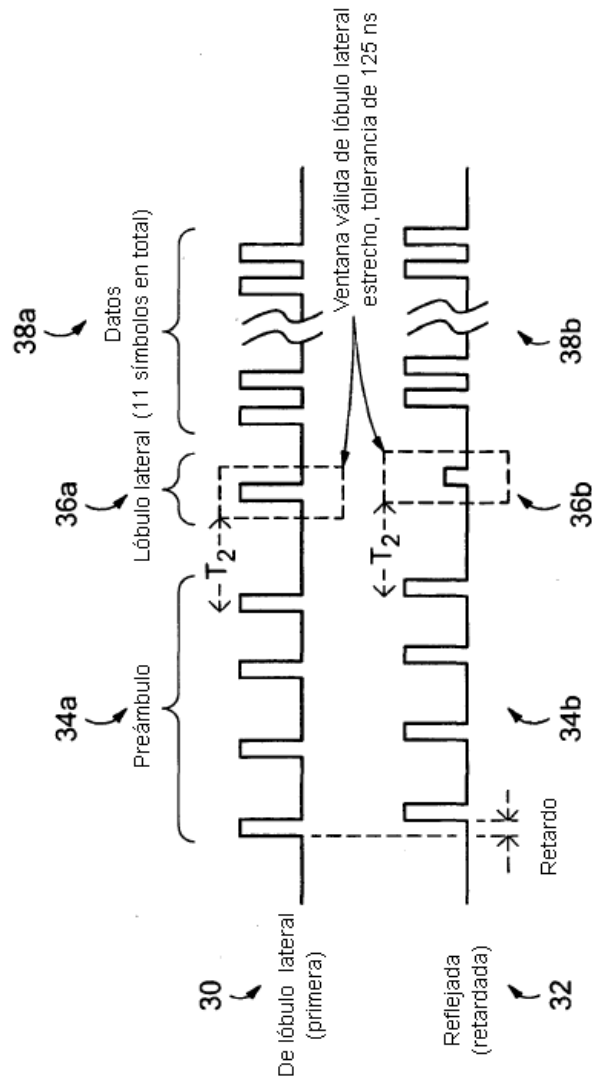
1. Transpondedor (60), que comprende:
- 5 (a) un receptor (62) para recibir una o más señales de interrogador; y
- (b) un procesador (66) de señales para suprimir la transmisión de una señal de respuesta de transpondedor caracterizado porque dicho procesador (66) de señales está configurado para ejecutar las etapas del método según las reivindicaciones 5 a 7.
- 10 2. Transpondedor según la reivindicación 1, en el que dicho procesador de señales para suprimir la transmisión de una señal de respuesta comprende:
- 15 un detector para determinar si dos señales de interrogador se reciben en un periodo de tiempo predeterminado;
- un detector para determinar si una primera señal de interrogador recibida corresponde a una señal de interrogador de lóbulo lateral y una segunda señal de interrogador recibida corresponde a una señal de interrogador de haz principal reflejada correspondiente a la primera señal de interrogador.
- 20 3. Transpondedor según la reivindicación 1 ó 2 cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el receptor (62) es un receptor lineal y, comprendiendo además el transpondedor un convertidor analógico a digital (ADC), (64), que tiene una entrada configurada para recibir una señal analógica desde dicho receptor lineal y que tiene una salida en la que se proporciona una señal digital; y en el que el procesador (66) de señales está configurado para recibir señales digitales proporcionadas al mismo desde dicho ADC (64).
- 25 4. Transpondedor según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el periodo de tiempo predeterminado está en el intervalo de aproximadamente 1 microsegundo a aproximadamente 14 microsegundos y cualquier incremento de dos microsegundos entre los mismos.
- 30 5. Método para determinar si un transpondedor debe suprimir una respuesta a una señal de interrogador, comprendiendo el método:
- 35 (a) determinar si se reciben dos señales de interrogador en el transpondedor en un periodo de tiempo predeterminado;
- (b) determinar si una primera señal de interrogador recibida corresponde a una señal de interrogador de lóbulo lateral y una segunda señal de interrogador recibida corresponde a una versión reflejada de la primera señal de interrogador recibida, caracterizado por
- 40 (c) determinar si las señales de interrogador recibidas primera y segunda tienen los mismos códigos de forma de onda (82), y
- (d) suprimir una respuesta del transpondedor a la segunda señal de interrogador recibida, si se determina que los códigos de forma de onda de las señales de interrogador recibidas primera y segunda son iguales (84).
- 45 6. Método según la reivindicación 5, en el que la segunda señal de interrogador recibida corresponde a una señal de interrogador de haz principal reflejada.
- 50 7. Método según la reivindicación 5 ó 6, en el que el periodo de tiempo predeterminado está en el intervalo de aproximadamente 1 microsegundo a aproximadamente 14 microsegundos y cualquier incremento de dos microsegundos entre los mismos.



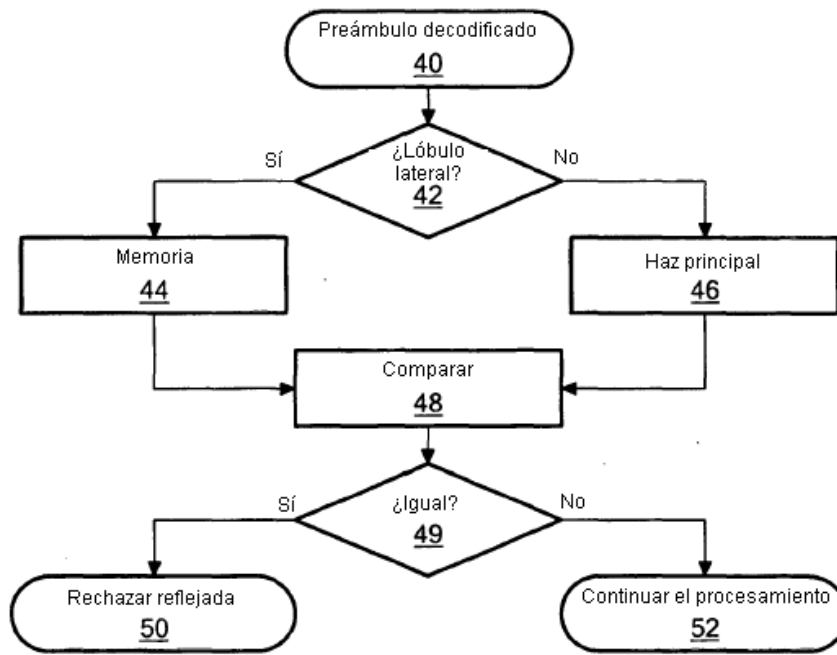


**FIG. 2**

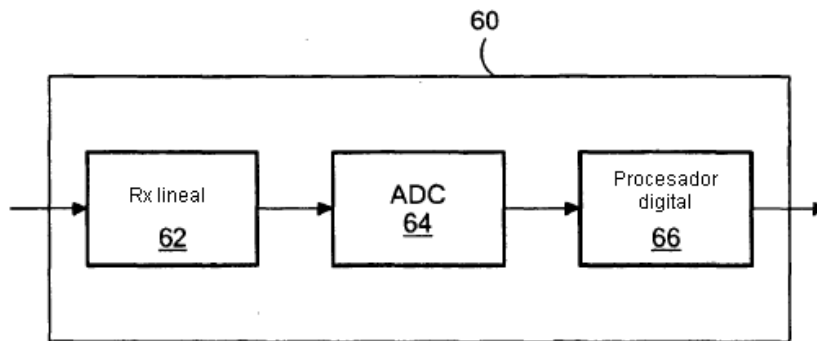
**FIG. 1**



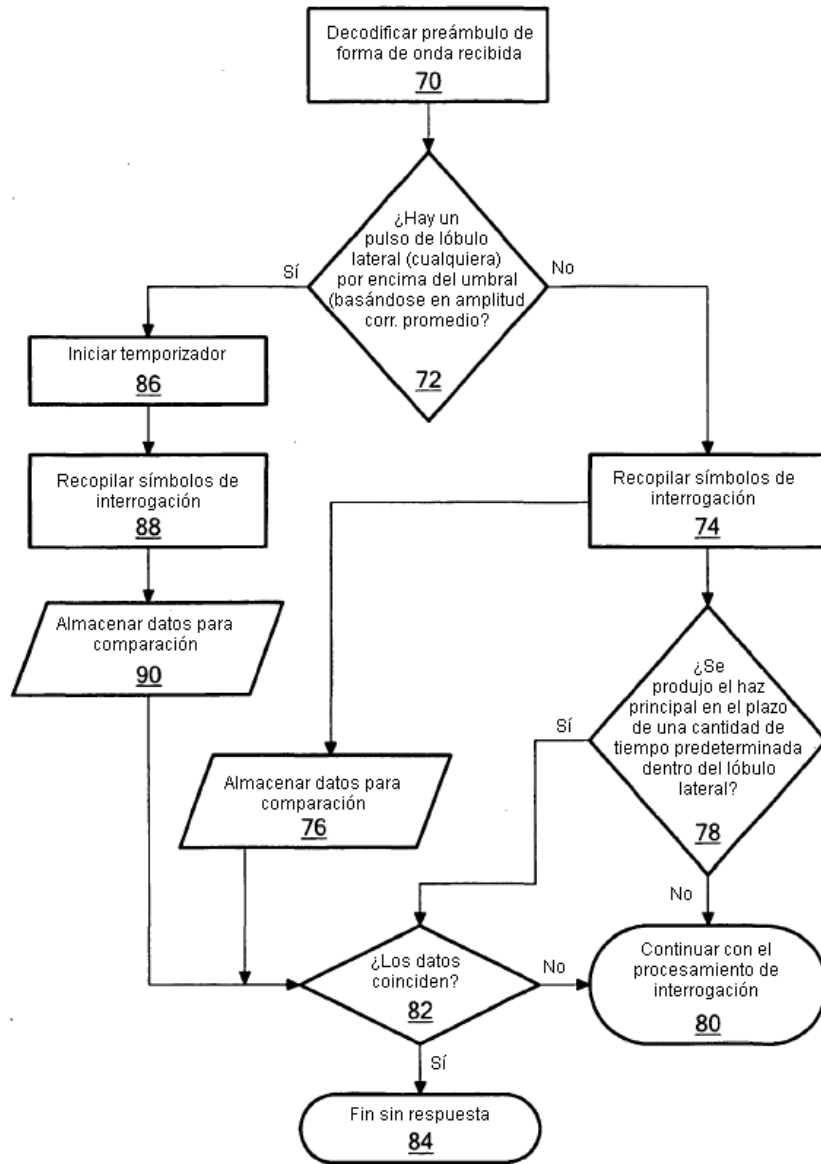
**FIG. 3**



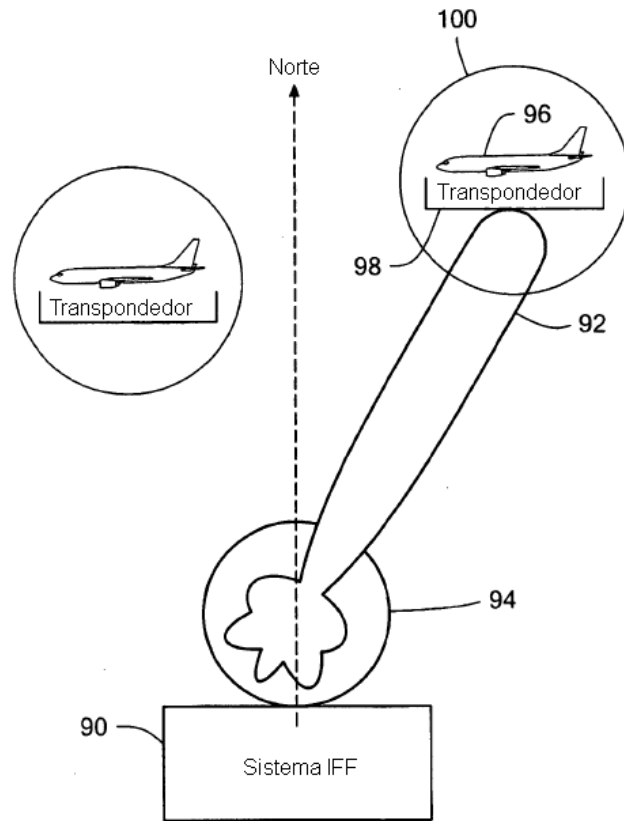
**FIG. 4**



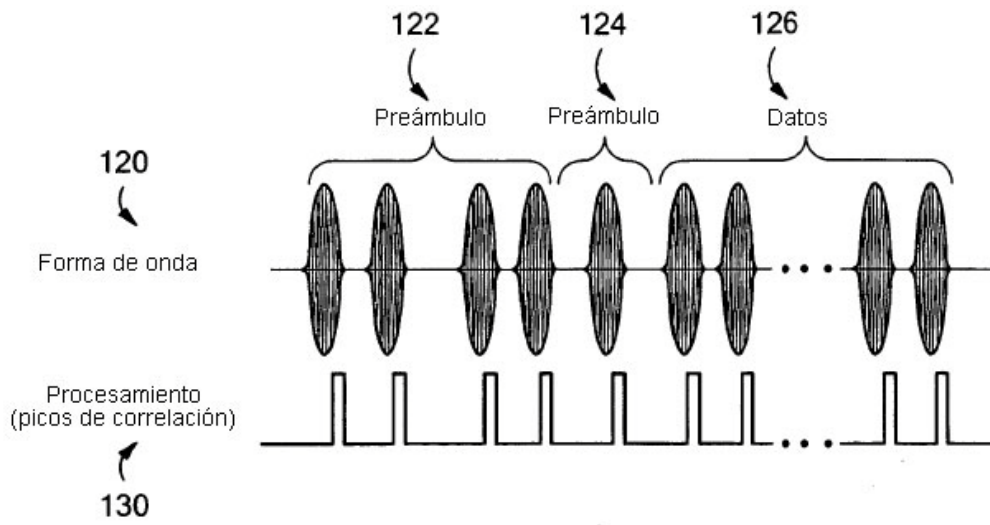
**FIG. 5**



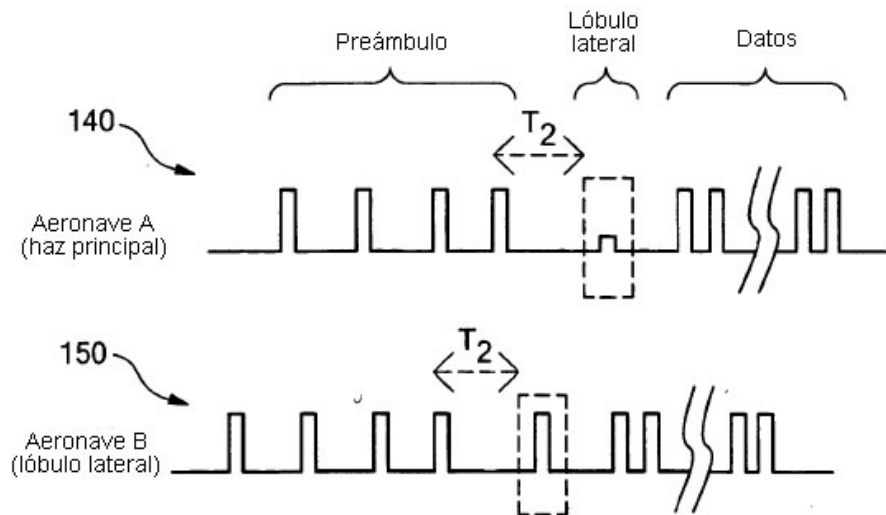
**FIG. 6**



**FIG. 7**



**FIG. 7A**



**FIG. 7B**