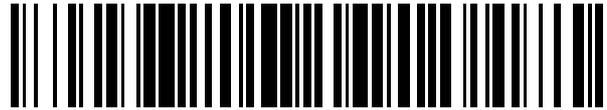


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 577 311**

51 Int. Cl.:

**G01S 7/38** (2006.01)

**F41H 13/00** (2006.01)

**G01S 13/86** (2006.01)

**G01S 7/495** (2006.01)

**F41H 11/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.01.2014 E 14153053 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.04.2016 EP 2811315**

54 Título: **Sistema, dispositivo y método para proteger aeronaves contra amenazas en aproximación**

30 Prioridad:

**06.06.2013 IL 22681713**

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

**14.07.2016**

73 Titular/es:

**BIRD AEROSYSTEMS LTD. (100.0%)  
10 Hasadnaot Street P.O. Box 4038  
4672837 Herzelia, IL**

72 Inventor/es:

**FACTOR, RONEN;  
DRAGUCKI, DAVID;  
CAPLAN, ARIYE YEHUDA;  
BEN ARI, ZAHÍ;  
ZELIKMAN, SEMION y  
LI-RAN, ROYEE**

74 Agente/Representante:

**MORGADES MANONELLES, Juan Antonio**

**ES 2 577 311 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, dispositivo y método para proteger aeronaves contra amenazas en aproximación.

## 5    Ámbito

La presente invención se refiere a la protección de aeronaves contra amenazas en aproximación.

## Antecedentes

10

Las aeronaves militares y civiles, incluidas aeronaves de ala fija y aeronaves de ala giratoria, pueden estar expuestas a amenazas procedentes de fuerzas hostiles, por ejemplo, terroristas o fuerzas militares. En las últimas tres décadas, numerosas aeronaves han sido atacadas o golpeadas por misiles guiados por infrarrojos (IR), por ejemplo, misiles portátiles guiados por IR lanzados desde el hombro u otros sistemas de defensa aérea portátiles (MANPAD).

15

Algunas aeronaves pueden estar equipadas con un sistema de protección de plataforma integrado en el fuselaje (WIPPS), por ejemplo, un paquete de contramedidas infrarrojas (IRCM) WIPPS. Tales sistemas incluyen, por ejemplo, Sensores de Alerta de Misiles (MSW) electro-ópticos por luz ultravioleta (UV) o infrarrojos (IR) y un MSW con radar Doppler pulsado, para detectar (es decir, detectar y seguir) amenazas en aproximación.

20

Desafortunadamente, la utilización de dos subsistemas de multisensores diferentes hace que los sistemas sean pesados y prohibitivamente caros, especialmente en el caso de aeronaves más pequeñas

25

La solicitud de patente estadounidense con número de publicación US 2012/0298748 A1 se dirige hacia un sistema para proteger una aeronave contra una o más amenazas en aproximación. El sistema incluye uno o más sensores electro-ópticos que escanean un área alrededor de la aeronave para detectar una o más amenazas en aproximación, y generan una señal indicativa cuando se detecta una amenaza en aproximación; una unidad integrada que combina un sensor de confirmación de aproximación de misiles (MACS) con contramedidas infrarrojas dirigidas (DIRCM), para verificar la amenaza externa y activar una contramedida contra la amenaza en aproximación verificada; y un procesador que recibe los datos de dicho uno o más sensores electro-ópticos y la unidad MACS-DIRCM integrada, para seleccionar una técnica de contramedida para su despliegue contra la amenaza en aproximación.

30

35

La solicitud de patente estadounidense con número de publicación 2011/0127328 A1 se dirige hacia un sistema de alerta de amenazas de doble banda y describe un sistema y método para la detección de doble banda de amenazas en aproximación utilizando un sistema de detección pasivo inicial y un sistema de detección activo de activación selectiva. El sistema proporciona una precisión de detección de amenazas mejorada, reducción de falsas alarmas y menor emisión de radiaciones del sistema activo, haciendo que el sistema activo sea más difícil de detectar y reduciendo los niveles de irradiación de los usuarios y personas próximas. Variaciones incluyen sistemas que emplean detectores ópticos o electro-ópticos pasivos, sistemas que emplean detectores RADAR o LADAR activos y sistemas conectados a sistemas de mitigación de amenazas/señales de alarma. El sistema puede configurarse para su utilización en vehículos de tierra o pequeñas embarcaciones. Las variaciones del sistema pueden configurarse para detectar lanzamiento de municiones en aproximación.

40

45

La solicitud de patente estadounidense con número de publicación US 2008/0111728 A1 se dirige hacia un sistema aerotransportado de alerta de misiles con radar Doppler pulsado de distribución aérea. Un sistema de alerta de misiles digital incluye un radar Doppler de pulsos distribuidos con una pluralidad de antenas, cada una de ellas acoplada a un módulo transmisor/receptor situado junto a la antena, y canales paralelos de procesamiento de la señal que incluyen un convertidor A/D, procesador FFT y un procesador de archivos de seguimiento de alcance/velocidad en cada canal para cada antena. El sistema proporciona un alcance de detección mejorado, un índice de falsas alarmas (FAR) reducido, un tiempo de respuesta más rápido, tamaño, peso y requisitos de instalación reducidos, mayor fiabilidad y menos gastos de adquisición y de ciclo de vida. Un sistema óptico de alerta de misiles opcional puede proporcionar datos de azimut y elevación proporcionados por el sistema óptico y datos de alcance, velocidad y aceleración proporcionados por el radar Doppler pulsado. La combinación del MWS con radar Doppler pulsado y el MWS óptico produce un índice de falsa alarma (FAR) próximo a cero. Además, se proporcionan medios para calcular la velocidad de balanceo y la velocidad de giro del *seeker* (cabeza buscadora) así como el ángulo de fase de un misil IR detectado.

50

55

60

La patente estadounidense número US 6.674.520 B2 se dirige a un sistema de contramedidas infrarrojas de circuito cerrado que utiliza un receptor de infrarrojos de alta velocidad con secuencia de anulación. Un sistema de seguimiento y desvío de misiles para proteger una plataforma incluye un sistema de alerta de misiles para detectar la presencia de un misil y generar una señal de alarma. Un procesador de contramedidas recibe la señal de alerta y analiza las características del misil para priorizar una señal de trayectoria. Un procesador de seguimiento recibe la señal de trayectoria y genera una señal indicadora. El sistema también incluye un receptor posicionado por un

65

5 indicador que recibe la señal indicadora, para recibir firmas pasivas o activas del misil y confirmar su presencia. A continuación, el procesador de contramedidas dirige un haz láser al misil para determinar sus parámetros operativos y recibe una firma activa del misil. El receptor transmite las firmas pasivas o activas al procesador de contramedidas y al procesador de seguimiento. El procesador de seguimiento actualiza la señal indicadora y el procesador de contramedidas genera un código de perturbación proporcionado por el haz láser para desviar la trayectoria del misil lejos de la plataforma. Puede utilizarse una señal de anulación o eliminación durante la generación del haz láser para mejorar la recepción de la firma activa.

10 La solicitud de patente francesa número FR 2932896 A1 se dirige hacia un dispositivo aerotransportado de detección de radar para proteger aeroplanos, con antenas con módulos de recepción conectados a canales de recepción, y haz de antena formado a través de la formación de haces digitales a partir de las señales recibidas de los módulos. El dispositivo cuenta con una unidad de transmisión formada por amplificadores de alta potencia para transmitir señales microondas, y un grupo de canales de recepción para recibir señales reflejadas por un objetivo. Se coloca un conjunto de antenas formadas por un disco alrededor de una aeronave y se acopla a los amplificadores y canales. Las antenas incluyen módulos de transmisión que tienen un alcance angular y que están alimentados por los amplificadores; y módulos de recepción conectados a los canales. El haz de antena lo forma una unidad de cálculo a través de la formación de haz digital a partir de las señales recibidas a través de los módulos de recepción. Las funciones de transmisión y recepción de microondas están ubicadas en una unidad de transmisión y recepción cerca de los módulos de transmisión y recepción de la antena, para reducir pérdidas inherentes entre la antena y la función microondas en el equilibrio total de energía del dispositivo.

#### Resumen

25 La presente invención puede incluir, por ejemplo, sistemas, dispositivos y métodos para proteger aeronaves de amenazas en aproximación.

30 La presente invención puede utilizar seguimiento por radiofrecuencia (RF) de doble, por ejemplo, utilizando un sensor de confirmación de aproximación de misil con unidad DIRCM (MACS-D) que funciona en dos bandas de RF diferentes (por ejemplo, una banda baja y una banda alta), con contramedidas infrarrojas dirigidas (DIRCM) integrales. El sistema puede implantarse con un sistema de alerta de misiles (MWS) activa en banda baja que proporciona una alarma o prealarma a un ordenador central. En consecuencia, el sistema puede comprender unidad(es) MACS-D, y unidad(es) MWS de banda baja integrales; y en la presente memoria se hará referencia al sistema como "MACS-D-LB".

35 El sistema MACS-D-LB puede desempeñar las siguientes operaciones: verificar que existe una amenaza (por ej., verificar que la amenaza sospechada no es una falsa alarma); medir o calcular las características de la amenaza (por ej., distancia entre la amenaza y la aeronave, velocidad de la amenaza en aproximación, entre otros); seguir la amenaza (por ejemplo, en dos etapas, en primer lugar seguimiento por RF de banda baja y luego seguimiento por RF de banda Ka); apuntar una contramedida IR integral (por ej., láser) con precisión en la amenaza o hacia la amenaza; contrarrestar la amenaza en aproximación mediante la contramedida IR (por ej., perturbación por interferencias (*jamming*)).

45 La presente invención puede permitir integración con un sistema de alerta de misiles (MWS) de banda baja, que es normalmente un sistema activo (por ej., un sistema MWS que emite señales de RF en la banda baja), y que pueden generar alertas sobre posibles amenazas pero que normalmente tienen una precisión direccional muy baja (por ej., en el intervalo de decenas de grados)

50 De acuerdo con la presente invención, al utilizar un diseño de antena específico en el sistema MACS-D-LB, así como procesamiento de señal RF exclusivo, el sistema MACS-D-LB puede realizar lo siguiente: un MWS de banda baja activo realiza la detección (utilizando señales de banda baja); el MWS con Doppler pulsado activo declara la amenaza, o da una prealarma de la amenaza; el MWS con Doppler pulsado activo proporciona datos asociados con la amenaza (por ej., antena, sector de antena, parámetros del radar en tiempo real) al ordenador central a través de una interfaz; el sistema MACS-D-LB recibe, mediante recepción pasiva de la transmisión en la banda baja del MWS con Doppler pulsado, los datos de la amenaza y rota hacia el centro del sector; significativamente, el MACS-D-LB recibe en la banda baja el retorno de la señal del MWS; el sistema MACS-D-LB efectúa confirmación y seguimiento de la amenaza en la banda baja, hasta una precisión de aproximadamente un grado; el sistema MACS-D-LB gira hacia la amenaza en aproximación; el sistema MACS-D-LB efectúa confirmación y seguimiento de la amenaza en la banda Ka, con una precisión inferior a 1 grado; y el sistema MACS-D-LB (o un MACS con sistema DIRCM) dirige un *jamming* (perturbaciones) con láser a la amenaza en aproximación.

60 La presente invención puede proporcionar un sistema de doble frecuencia, que primero analiza los datos de entrada del sistema MWS, y a continuación realiza algoritmo(s) de seguimiento para compensar la baja precisión de seguimiento de dichos sistemas MWS con Doppler pulsado activo y a continuación comienza a transmitir y realizar las operaciones del MACS-D-LB.

65

Así, la presente invención puede proporcionar una contramedida infrarroja direccional (DIRCM) que puede integrarse en sistemas MWS con Doppler pulsado que poseen una baja precisión de seguimiento, y que también reduce las falsas alarmas y proporciona información de la amenaza adicional y/o más precisa.

- 5 Algunas realizaciones de la presente invención pueden utilizar sistemas de radar de seguimiento monopulso de doble frecuencia; antenas planares de doble frecuencia; y/o materiales compuestos transparentes multiespectrales.

10 En algunas realizaciones demostrativas de la presente invención, un sistema para proteger una aeronave contra amenazas en aproximación comprende: (a) un módulo de seguimiento y confirmación de radiofrecuencia (RF) de doble banda; un receptor de RF de doble banda para recibir señales de RF de banda alta y señales de RF de banda baja; un módulo de confirmación de amenazas para confirmar una posible amenaza en aproximación según el procesamiento de señales de RF recibidas en el receptor de RF de doble banda; una calculadora de parámetros de amenaza para calcular una posición angular fina y una posición angular precisa de una amenaza en aproximación confirmada, en base al procesamiento de señales de RF recibidas en RF de banda baja en el caso del posicionamiento angular fino y en la RF de banda alta para un posicionamiento angular preciso; (b) un módulo láser dirigido de contramedida para activar una contramedida dirigida por láser hacia dicha posición angular precisa o dicha amenaza en aproximación confirmada.

20 En algunas realizaciones demostrativas de la presente invención, el receptor de RF de doble banda comprende: una subunidad de receptor de banda baja pasiva para recibir señales de RF de banda baja entrantes sin transmitir ninguna forma de onda RF desde dicho módulo de seguimiento y confirmación de RF de doble banda.

25 En algunas realizaciones demostrativas de la presente invención, el sistema comprende: un sistema de alerta de misiles (MWS) con radar Doppler pulsado que comprende un transmisor de forma de ondas; en donde el módulo de seguimiento y confirmación de RF de doble banda es un módulo receptor pasivo que evita transmitir formas de onda, y que recibe un retorno de la forma de onda transmitida por dicho transmisor de forma de onda de dicho MWS con radar Doppler pulsado.

30 En algunas realizaciones demostrativas de la presente invención, el receptor de RF de doble banda comprende: una subunidad de receptor de RF de banda alta para recibir señales de RF de banda alta; una subunidad de receptor de RF de banda baja para recibir señales de RF de banda baja; y una antena receptora de doble banda conectada a la subunidad de receptor de RF de banda alta y a la subunidad de receptor de RF de banda baja

35 En algunas realizaciones demostrativas de la presente invención el receptor de RF de doble banda comprende: una unidad receptora de RF de banda alta para recibir señales de RF de banda alta; una subunidad de receptor de RF de banda baja para recibir señales de RF de banda baja; en donde tanto la subunidad de receptor de RF de banda alta como la subunidad de receptor de RF de banda baja se encuentran en el mismo módulo RF.

40 En algunas realizaciones demostrativas de la presente invención, el módulo de seguimiento y confirmación de RF de doble banda comprende: un selector de intervalo de espectro para seleccionar un intervalo de espectro en el que va a funcionar el módulo de seguimiento y confirmación de RF de doble banda, según (a) uno o más parámetros de amenaza generados por la calculadora de parámetros de amenaza y (b) uno o más parámetros de amenaza generados por el MWS con Doppler pulsado activo.

45 En algunas realizaciones demostrativas de la presente invención, la calculadora de parámetros de amenaza comprende: una calculadora de posición angular fina para calcular una posición angular fina con un error de hasta 1 grado, de dicha amenaza en aproximación confirmada, en base exclusivamente a (a) procesamiento de señales de RF de banda baja recibidas en RF de banda baja, y (b) datos de navegación en tiempo real de la aeronave; en donde la calculadora de posición angular fina funciona sin tener en cuenta señales de RF recibidas en la RF de banda alta.

50 En algunas realizaciones demostrativas de la presente invención, se cuenta con una calculadora de posición angular precisa para calcular la posición angular precisa de dicha amenaza en aproximación confirmada, en base a (a) procesamiento de señales de RF de banda alta recibidas en RF de banda alta, y (b) datos de navegación en tiempo real de la aeronave, y (c) la posición angular fina de dicha amenaza en aproximación confirmada calculada a partir de señales de RF de banda baja pasivas recibidas.

55 En algunas realizaciones demostrativas de la presente invención, el módulo de seguimiento y confirmación de RF de doble banda comprende: una subunidad de receptor de RF de banda baja pasiva para recibir señales de RF de banda baja sin transmitir señales de RF de banda baja; un transmisor de RF de banda alta para transmitir señales de RF de banda alta; una subunidad de receptor de RF de banda alta para recibir señales de RF de banda alta.

60 En algunas realizaciones demostrativas de la presente invención, el módulo de seguimiento y confirmación de RF de doble banda comprende: un selector transmisor/receptor (a) para activar y desactivar selectivamente la subunidad

de receptor de RF de banda baja pasiva, and (b) para activar y desactivar selectivamente la subunidad de receptor de RF de banda alta, and (c) para activar y desactivar selectivamente la subunidad transmisora de RF de banda alta.

5 En algunas realizaciones demostrativas de la presente invención, el selector transmisor/receptor activa de forma selectiva el transmisor de RF de banda alta y el receptor de RF de banda alta, según el procesamiento de las señales de RF de banda baja recibidas en la mencionada subunidad de receptor de RF de banda baja pasiva activada previamente.

10 En algunas realizaciones demostrativas de la presente invención, el sistema comprende, además: un selector de contramedida para seleccionar una contramedida para su activación contra la amenaza en aproximación confirmada, de entre una pluralidad de contramedidas disponibles en dicha aeronave, en función de las señales de RF recibidas en la RF de banda alta.

15 En algunas realizaciones demostrativas de la presente invención, el sistema comprende, además: un mecanismo de suspensión cardan que comprende una suspensión cardan de dirección de doble eje, para rotar hacia la amenaza en aproximación confirmada (a) el módulo de seguimiento y confirmación de RF de doble banda, (b) la contramedida de módulo láser dirigido, y (c) una antena de doble banda asociada al módulo de seguimiento y confirmación de RF de doble banda.

20 En algunas realizaciones demostrativas de la presente invención, la contramedida de módulo láser dirigido comprende un transmisor láser multiespectral para emitir transmisiones de láser multiespectral hacia la amenaza en aproximación confirmada.

25 En algunas realizaciones demostrativas de la presente invención tanto la contramedida de módulo de láser dirigido como el módulo de seguimiento y confirmación de RF de doble banda están montados sobre, y giran, un mismo mecanismo de suspensión cardan.

30 En algunas realizaciones demostrativas de la presente invención, la calculadora de parámetros de amenaza del módulo de seguimiento y confirmación de RF de doble banda tiene en cuenta y optimiza el procesamiento de la señal utilizando información de radar en tiempo real obtenida del MWS con radar Doppler pulsado.

35 En algunas realizaciones demostrativas de la presente invención, el módulo de seguimiento y confirmación de RF de doble banda realiza un seguimiento de la amenaza y confirmación de la amenaza tanto en RF de banda baja como en RF de banda alta utilizando una técnica de radar Doppler pulsado.

40 En algunas realizaciones demostrativas de la presente invención, el sistema comprende, además: una contramedida constructora de formas de onda para construir la forma de onda de una contramedida en base a los parámetros de amenaza calculados al tener en cuenta las señales de RF de banda baja entrantes y las señales de RF de banda alta entrantes.

45 En algunas realizaciones demostrativas de la presente invención, el sistema comprende, además: un radomo para encapsular el módulo de seguimiento y confirmación de RF de doble banda y la contramedida de módulo láser dirigido; en donde el radomo permite la transmisión a través de él de (a) señales electromagnéticas en RF de banda baja, y (b) señales electromagnéticas en RF de banda alta, y (c) señales ópticas.

50 En algunas realizaciones demostrativas de la presente invención, el sistema comprende, además: un radomo para encapsular el módulo de seguimiento y confirmación de RF de doble banda y la contramedida de módulo láser dirigido; en donde el radomo permite la transmisión a través de él de (a) señales electromagnéticas en RF de banda baja, y (b) señales electromagnéticas en RF de banda alta, y (c) señales láser.

55 En algunas realizaciones demostrativas de la presente invención, el receptor de RF de doble banda comprende una pluralidad de elementos de antena para recibir señales de RF de banda baja y señales de RF de banda alta; en donde, al menos algunos de la pluralidad de elementos de antena forman un círculo alrededor de dicha contramedida de módulo láser dirigido.

En algunas realizaciones demostrativas de la presente invención, el receptor de RF de doble banda comprende una pluralidad de elementos radiantes para recibir señales de RF de banda baja y señales de RF de banda alta; en donde la totalidad de la pluralidad de elementos de antena rodea dicha contramedida de módulo láser dirigido.

60 De acuerdo con algunas realizaciones demostrativas de la presente invención, el receptor de RF de doble banda comprende una pluralidad de elementos de antena para recibir señales de RF de banda baja and señales de RF de banda alta; en donde la pluralidad de elementos de antena está dividida en cuatro regiones.

65 En algunas realizaciones demostrativas de la presente invención, el receptor de RF de doble banda comprende una pluralidad de elementos de antena para recibir señales de RF de banda baja y señales de RF de banda alta; en

donde la pluralidad de elementos de antena está dividida en cuatro regiones; en donde las señales de RF recibidas por la pluralidad de elementos de antena se procesan mediante seguimiento monopolso Sigma/Delta.

5 De acuerdo con algunas realizaciones demostrativas de la presente invención, el receptor de RF de doble banda comprende una pluralidad de elementos de antena para recibir señales de RF de banda baja y señales de RF de banda alta; la pluralidad de elementos de antena está dividida en cuatro regiones; las señales de RF recibidas por la pluralidad de elementos de antena se procesan mediante seguimiento de fase.

10 En algunas realizaciones demostrativas de la presente invención, el receptor de RF de doble banda comprende una pluralidad de elementos de antena para recibir señales de RF de banda baja y señales de RF de banda alta; la pluralidad de elementos de antena está dividida en cuatro regiones; cada una de dichas cuatro regiones comprende un solo elemento radiante de baja frecuencia interconectado con una pluralidad de elementos radiantes de alta frecuencia.

15 En algunas realizaciones demostrativas de la presente invención, el sistema comprende además: un procesador central para seleccionar una técnica de contramedida, de entre una pluralidad de técnicas de contramedida disponibles en dicha aeronave, en base a un algoritmo de fusión de datos que funde los datos del módulo de seguimiento y confirmación de RF de doble banda y uno o más de los siguientes elementos: altitud de la aeronave, actitud de la aeronave, la altura de la aeronave, número de amenazas en aproximación concurrentes, direcciones de las amenazas en aproximación concurrentes, número de sistemas de protección instalados en la aeronave, cobertura angular de los sistemas de protección instalados en la aeronave, parámetros de amenaza calculados.

Algunas realizaciones de la presente invención pueden proporcionar otras ventajas o beneficios adicionales.

25 Breve descripción de los dibujos

Para una mayor simplicidad y claridad de la ilustración, los elementos mostrados en las figuras no han sido dibujados necesariamente a escala. Por ejemplo, las dimensiones de algunos de los elementos pueden exagerarse en relación con otros elementos para dar mayor claridad a la presentación. Además, los números de referencia pueden repetirse en las figuras para indicar elementos correspondientes o análogos. Las figuras se enumeran a continuación.

30 La Fig. 1 es la ilustración de un diagrama de bloque esquemático del sistema de protección de una aeronave, en el que se muestra un sensor de verificación de radar (RVS) unificado de doble banda de frecuencia RF con contramedidas infrarrojas dirigidas (DIRCM), de acuerdo con algunas realizaciones demostrativas de la presente invención;

40 La Fig. 2 es la ilustración de un diagrama de bloque esquemático de una antena, en el que se muestra la arquitectura de antena del RVS unificado de doble banda de frecuencia RF con DIRCM, de acuerdo con algunas realizaciones demostrativas de la presente invención;

La Fig. 3 es la ilustración de un diagrama de bloque esquemático de un módulo de RF, de acuerdo con algunas realizaciones demostrativas de la presente invención;

45 Las Figs. 4A-4B son diagramas de flujo de un método de seguimiento y confirmación de doble frecuencia, así como activación de la contramedida, de acuerdo con algunas realizaciones demostrativas de la presente invención;

50 La Fig. 5 es la ilustración de un diagrama de bloque esquemático de un sistema de protección de aeronave, de acuerdo con algunas realizaciones demostrativas de la presente invención; and

Fig. 6 es la ilustración de un diagrama de bloque esquemático de la demostración de la aplicación de un sistema de protección de aeronaves y algunos de sus componentes y módulos, de acuerdo con una aplicación demostrativa de la presente invención.

55 Descripción detallada de la presente invención

En la siguiente descripción detalla, se establecen numerosos detalles específicos para proporcionar una comprensión completa de algunas realizaciones. Sin embargo, las personas con cierta experiencia en la técnica entenderán que algunas realizaciones pueden ponerse en práctica sin dichos detalles específicos. En otros casos, no se han descrito en detalle métodos, procedimientos, componentes, unidades y/o circuitos bien conocidos para no empañar lo que se discute en esta memoria.

60 Los términos "pluralidad" o "una pluralidad de" o "multiplicidad" según se utilizan en esta memoria, incluyen, por ejemplo, "múltiples" o "dos o más". Por ejemplo, "una pluralidad de elementos" incluye dos o más elementos

65

- 5 Algunas partes de los aspectos aquí descritos se refieren, con propósito demostrativo, a enlaces cableados y/o comunicaciones cableadas, algunas realizaciones no se limitan a este respecto, y pueden incluir uno o más enlaces cableados o inalámbricos, pueden utilizar uno o más componentes de comunicaciones inalámbricas, pueden utilizar uno o más métodos o protocolos de comunicaciones inalámbricas, u otros similares. Algunas realizaciones pueden utilizar comunicaciones por cable y/o comunicaciones inalámbricas.
- 10 El término "aeronave" tal y como se utiliza en esta memoria incluye, por ejemplo, una plataforma u objeto o vehículo aéreos; un vehículo u objeto que puede volar por el aire a través de la atmósfera de un planeta; un vehículo u objeto que puede sostenerse por sí mismo sobre el suelo; un aeroplano; un helicóptero; una aeronave tripulada; una aeronave no tripulada; un vehículo pilotado remotamente (RPV); un vehículo aéreo no tripulado (UAV); una aeronave de ala fija; una aeronave con rotor o con ala giratoria; un autogiro o giroplano; una aeronave a motor; una aeronave sin motor (por ej., un planeador, un parapente, un globo, una cometa); una aeronave con uno o más propulsores; una aeronave a reacción; una aeronave militar (por ej., un caza, un bombardero, un cazabombardero, una aeronave de ataque a tierra, un helicóptero de ataque); aeronaves civiles (por ej., comerciales, ejecutivos, carga); un cohete; un misil; un avión cohete; una nave espacial; un transbordador espacial; una aeronave, nave o vehículo espacial tripulado o no tripulado; u otros similares.
- 20 Los términos "aeronave" o "aeronave protegida" según se utilizan en esta memoria pueden referirse a una aeronave que está siendo protegida o que se pretende que esté protegida contra amenazas en aproximación; o bien una aeronave en la que se instala o monta un sistema de autoprotección, de acuerdo con algunas realizaciones.
- 25 Los términos "amenaza en aproximación", "amenaza aérea", o "amenaza", según se utilizan en esta memoria, incluyen, por ejemplo, un misil, un cohete, una bomba, un proyectil autopropulsado, un misil aéreo, un objeto aéreo dirigido hacia una aeronave protegida, un misil con motor y/o cabeza de guerra, un misil de crucero, un misil guiado, u otros similares. Opcionalmente, en algunas realizaciones, el término "amenaza" puede referirse a una amenaza verificada, una amenaza no verificada, una amenaza confirmada, una amenaza no confirmada, una posible amenaza, una amenaza estimada u otros tipos de amenaza.
- 30 Los solicitantes se han dado cuenta de que los sistemas de alerta de misiles con radar Doppler pulsado instalados en aeronaves, pueden proporcionar solo un sector angular aproximado de la posición angular de la amenaza (en el intervalo de decenas de grados), pero no proporciona información precisa sobre la posición angular de la amenaza (por debajo de 1 grado), tal y como es necesario para la utilización de la DIRCM para contrarrestar la amenaza en aproximación.
- 35 Los solicitantes se han dado cuenta de que la falta de información precisa de la amenaza por parte de los sistemas de alerta de misiles con radar Doppler pulsado solo permiten la utilización de sistemas de lanzamiento de bengalas (o señuelos), y solo permite la instalación y utilización de sistemas de contramedidas infrarrojas omnidireccionales (IRCM), que no requieren información angular precisa de la amenaza en aproximación, pero son menos efectivos contra dichas amenazas en aproximación
- 40 Los solicitantes se han dado cuenta de que la utilización de sistemas de contramedidas infrarrojas direccionales (DIRCM) puede requerir la provisión de información angular precisa de las amenazas en aproximación, con una precisión inferior a 1 grado.
- 45 Los solicitantes se han dado cuenta de que una solución parcial a la precisión angular necesaria para la utilización de un sistema DIRCM, en base a un MWS con Doppler pulsado activo de baja precisión angular, puede estar añadir sensores MWS adicionales basados en la tecnología de detección electro-óptica pasiva, que tienen la capacidad de proporcionar la precisión requerida para apuntar un sistema DIRCM a la amenaza en aproximación y mediante contramedidas infrarrojas direccionales (por ej., basadas en láser). Sin embargo, los solicitantes se han dado cuenta de que el uso de sensores independientes adicionales para proporcionar la información angular precisa de la amenaza al DIRCM aumenta significativamente el volumen, peso y/o coste del sistema y complica significativamente la instalación del sistema a bordo de la aeronave. De hecho, este tipo de solución hace uso de los dos sistemas MWS independientes.
- 50 Los solicitantes se han dado cuenta además de que el uso de sensores electro-ópticos adicionales para proporcionar información angular precisa de la amenaza al DIRCM, puede no proporcionar suficientes parámetros para la clasificación de la amenaza, y así reducir la efectividad de la contramedida DIRCM.
- 55 Los solicitantes también han observado que los sistemas de alerta de misil de radar Doppler pulsado, que utilizan una sola banda de frecuencia para su funcionamiento, presentan un índice de falsa alarma que degrada la fiabilidad del sistema y aumenta la carga de trabajo de la tripulación u operadores de la aeronave.
- 60 En algunas realizaciones de la presente invención, por ejemplo, un sistema para proteger una aeronave contra amenazas en aproximación puede comprender: un sistema de alerta de misiles (MWS) con radar Doppler pulsado activo para buscar sustancialmente de forma continuada la amenaza en aproximación, para generar una señal que
- 65

- indica que se ha detectado una posible amenaza en aproximación, y para proporcionar una posición angular (por ej., sector) aproximada de la amenaza en aproximación. El sistema puede comprender además uno o más sensores de verificación de radar (RVS) unificados de banda RF doble con contramedida infrarroja dirigida (DIRCM) – es decir, MACS-D-LB, para ser activada en respuesta a la indicación de amenaza, para confirmar la existencia de la amenaza
- 5 utilizando las dos bandas de frecuencia de radar, para proporcionar una posición angular fina de la amenaza usando la banda de baja frecuencia del radar, para proporcionar una posición angular precisa de la amenaza usando la banda de alta frecuencia del radar, para suministrar datos adicionales de elevada precisión, (por ej., datos de amenaza de precisión elevada), y para activar la funcionalidad DIRCM para frustrar la amenaza en aproximación.
- 10 En algunas realizaciones, la unidad MWS con radar Doppler pulsado puede operar en las regiones de frecuencia de la banda baja tales como, por ejemplo, Banda L, Banda S y/o Banda C. En algunas realizaciones, la Banda L puede incluir el intervalo de 1 a 2 GHz; mientras que la Banda S puede incluir el intervalo de 2 a 4 GHz; y la Banda C puede incluir el intervalo de 4 a 8 GHz.
- 15 En algunas realizaciones, puede aplicarse uno o más RVS unificados con doble banda de frecuencia RF con DIRCM como unidad reemplazable en línea (LRU) única que se encarga de realizar el seguimiento y la confirmación, utilizando ambas bandas de frecuencia del radar, haciendo el seguimiento en ambas bandas de frecuencia y funciones de contramedidas basadas en la contramedida infrarroja basada en láser integral.
- 20 En algunas realizaciones, uno o más RVS unificados con doble banda de frecuencia RF con DIRCM puede ser un sensor cardán con balancines.
- En algunas realizaciones, el RVS unificado con doble banda de frecuencia RF con DIRCM puede estar girado hacia la posición angular aproximada de la amenaza en aproximación tal y como proporciona la unidad MWS con radar Doppler pulsado.
- 25 En algunas realizaciones la banda de baja frecuencia del radar del RVS unificado con doble banda de frecuencia RF con DIRCM puede funcionar solo como receptor de las señales que transmite el MWS con radar Doppler pulsado, en funcionamiento paralelo al MWS con radar Doppler.
- 30 En algunas realizaciones, la banda de baja frecuencia del RVS unificado con doble banda de frecuencia RF con DIRCM puede ser la Banda L, la Banda S y/o la Banda C, y puede ser similar a la banda de frecuencia usada por el MWS con radar Doppler pulsado.
- 35 En algunas realizaciones, la baja frecuencia de radar del RVS unificado con doble banda de frecuencia RF con DIRCM puede realizar seguimiento y confirmación de la presencia de la amenaza y/o puede realizar seguimiento de la amenaza, en paralelo a la detección de amenaza del MWS con radar Doppler pulsado.
- 40 En algunas realizaciones, el RVS unificado con doble banda de frecuencia RF con DIRCM puede recibir constantemente y/o analizar constantemente los parámetros de datos de señal de radar del MWS con radar Doppler pulsado para optimizar el rendimiento de la banda de baja frecuencia.
- En algunas realizaciones, la banda baja de frecuencia de radar del RVS unificado con doble banda de frecuencia RF con DIRCM puede realizar un cálculo de la posición angular fina de la amenaza que puede ser suficientemente precisa para la activación de la banda de alta frecuencia del radar, aunque puede no ser lo suficientemente precisa para la activación de la funcionalidad DIRCM.
- 45 En algunas realizaciones, la banda de alta frecuencia del RVS unificado con doble banda de frecuencia RF con DIRCM puede formar parte de una región de frecuencia de Banda Ka (por ej., de 26,5 a 40 GHz).
- 50 En algunas realizaciones, la banda de alta frecuencia de radar del RVS unificado con doble banda de frecuencia RF con DIRCM puede realizar un seguimiento y confirmación adicional de la amenaza, y un cálculo de la posición angular precisa de la amenaza que puede ser suficientemente precisa para la activación de la funcionalidad DIRCM.
- 55 En algunas realizaciones, la banda de alta frecuencia del RVS unificado con doble banda de frecuencia RF con DIRCM puede funcionar como un sistema de radar completo con funcionalidad de transmisor y funcionalidad de receptor.
- 60 En algunas realizaciones, la activación de la funcionalidad DIRCM puede realizarse solo tras un seguimiento y confirmación de la amenaza por las funciones de la banda de baja y alta frecuencia del RVS unificado con doble banda de frecuencia RF con DIRCM.
- En algunas realizaciones, la funcionalidad de seguimiento y confirmación de las dos bandas de frecuencia del RVS unificado con doble banda de frecuencia RF con DIRCM puede activarse solo tras recibir la señal de amenaza del ordenador central; y puede no estar activado antes de recibir dicha señal de amenaza desde el ordenador central.
- 65

- 5 En algunas realizaciones, la funcionalidad de seguimiento y confirmación de banda de baja y alta frecuencia del RVS unificado con doble banda de frecuencia RF con DIRCM puede proporcionar datos sobre el tipo de amenaza o clasificación de familias, tales como alcance de la amenaza, velocidad de la amenaza, sección transversal del radar de la amenaza, rotación de la amenaza y/o trayectoria de la amenaza, y dichos parámetros pueden usarse para una funcionalidad de contramedida direccional más efectiva y/o más precisa.
- 10 En algunas realizaciones, el cálculo de la posición angular fina y precisa de la amenaza en aproximación usando la funcionalidad de seguimiento y confirmación y las dos bandas de frecuencia del RVS unificado con doble banda de frecuencia RF con DIRCM puede realizarse mediante métodos tales como, por ejemplo, cálculo de sigma/delta de doble eje o seguimiento monopulso, comparación de amplitud, comparación de fase y/o otros métodos adecuados.
- 15 En algunas realizaciones, el cálculo de la posición angular fina y precisa de la amenaza usando la funcionalidad de seguimiento y confirmación y las dos bandas de frecuencia del RVS unificado con doble banda de frecuencia RF con DIRCM puede realizarse usando los mismos componentes de hardware (por ej., mismo módulo RF, conectado a la misma antena receptora o el mismo conjunto de antenas receptoras) para permitir ahorrar espacio y peso.
- 20 En algunas realizaciones, la funcionalidad de las dos bandas de frecuencia del RVS unificado con doble banda de frecuencia RF con DIRCM puede ejecutarse mediante una sola antena multicapa u otro tipo adecuado de antena de banda de doble frecuencia.
- 25 **[0077]** En algunas realizaciones, la funcionalidad DIRCM del RVS unificado con doble banda de frecuencia RF con DIRCM puede basarse en un láser multiespectral que puede basarse, aunque no limitarse, a longitudes de onda de casi infrarrojo e infrarrojo de onda media.
- 30 En algunas realizaciones, la forma de onda de la contramedida infrarroja directa puede basarse en los resultados de seguimiento y confirmación de la banda de baja y alta frecuencia del RVS unificado con doble banda de frecuencia RF con DIRCM.
- 35 En algunas realizaciones, la forma de onda DIRCM podrá actualizarse durante el proceso de contramedida, por ejemplo, en base a los resultados de seguimiento y confirmación actualizados de las bandas de baja y alta frecuencia del RVS unificado con doble banda de frecuencia RF con DIRCM.
- 40 En algunas realizaciones, un radomo puede cubrir el RVS unificado con doble banda de frecuencia RF con DIRCM; el radomo puede construirse a partir de materiales que permiten la transmisión de las bandas de frecuencia de radar alta y baja y también la transmisión de señales DIRCM de láser de espectro múltiple.
- 45 A simple vista, algunas realizaciones pueden incluir dispositivos, sistemas y métodos para proteger aeronaves contra amenazas en aproximación. En particular, algunas realizaciones pueden comprender uno o más sensores de confirmación de aproximación de misiles (MACS) con contramedida infrarroja dirigida integral (DIRCM) y soporte de receptor de frecuencia de banda baja (LB), que puede usarse como sistema de autoprotección aérea (por ej., para aeronaves) con o sin uno o más dispositivos de contramedida aérea adicionales (por ej., lanzamiento de bengalas).
- 50 En algunas realizaciones, un sistema de protección contra misiles de una aeronave puede comprender un sistema de alerta de misiles (MWS) con radar Doppler pulsado, que supervisa continuamente o casi continuamente el espacio aéreo alrededor de una aeronave para detectar amenazas en aproximación (por ej., misiles aéreos) o señales que indiquen una posible amenaza en aproximación; un Sensor de Verificación de Radar (RVS) unificado con doble banda de frecuencia RF con DIRCM. La banda de baja frecuencia del RVS unificado con doble banda de frecuencia RF con DIRCM puede utilizarse para un primer seguimiento pasivo para extraer la posición angular fina (en el intervalo de 1 grado) y confirmación de la amenaza.
- 55 Si la banda de baja frecuencia confirma la amenaza en aproximación, y se extrae la posición angular fina de la amenaza en aproximación, la banda de alta frecuencia del RVS unificado con doble banda de frecuencia RF con DIRCM podrá activarse para objetos adicionales, en particular, para activar el seguimiento y confirmación y cálculo de la información angular precisa (con un error inferior a 1 grado) de la amenaza en aproximación.
- 60 Si las bandas de frecuencia alta y baja confirman la amenaza en aproximación, la funcionalidad DIRCM del RVS unificado con doble banda de frecuencia RF con DIRCM podrá activarse para lanzar o desplegar una contramedida adecuada contra la amenaza en aproximación confirmada. Se podrá proporcionar información del MWS con radar Doppler pulsado, así como de una unidad de medición de inercia (IMU), al RVS unificado con doble banda de frecuencia RF con DIRCM, directa y/o indirectamente (por ej., a través de un ordenador central o procesador o controlador).
- La forma de onda de la contramedida DIRCM puede construirse y/o modificarse en tiempo real, por ejemplo, según la información proporcionada por las bandas de frecuencia alta y baja del RVS unificado con doble banda de

frecuencia RF con DIRCM; y puede basarse en, por ejemplo, rango de amenaza, velocidad, relación señal – ruido (SNR), velocidad de balance, u otros parámetros adecuados relacionados con la amenaza.

5 Opcionalmente, el RVS unificado con doble banda de frecuencia RF con DIRCM puede comprender más de un transmisor láser de contramedida, que puede instalarse, por ejemplo, en una parte móvil de un mecanismo de suspensión cardan.

10 En algunas realizaciones la instalación a bordo de la aeronave de un RVS unificado con banda de frecuencia FR doble con contramedida infrarroja dirigida puede incluir más de un sensor, permitiendo así una mejor cobertura de la protección y evitando obstrucciones del campo de visión de los sensores debido a aspectos de la instalación y de la estructura de la aeronave.

15 La utilización de un RVS unificado con doble banda de frecuencia RF con DIRCM puede reducir la incidencia de falsas alarmas del MWS con radar Doppler pulsado, mejorando así la fiabilidad operativa general del sistema, así como su precisión y/o efectividad.

20 La utilización de las bandas de frecuencia RF alta y baja puede proporcionar la precisión angular precisa de la amenaza, que puede ser necesaria para la activación de la funcionalidad DIRCM del RVS unificado con doble banda de frecuencia RF con DIRCM, mientras que el MWS con radar Doppler pulsado está instalado a bordo de la aeronave.

25 En algunas realizaciones, una estructura de radomo puede proteger el RVS unificado con DIRCM, y puede estar construido de uno o más materiales para permitir la transparencia multispectral, que puede ser necesaria para la transmisión de las dos bandas de frecuencia RF en las bandas L y Ka y del láser de alta potencia en los intervalos de las longitudes de onda infrarroja de banda media (MIR) y la longitud de onda infrarroja corta (SWIR).

30 Se hace referencia a la Fig. 1, que es una ilustración de un diagrama de bloque esquemático de un sistema de protección de una aeronave 100, en el que se muestra un RVS unificado con doble banda de frecuencia RF con DIRCM, de acuerdo con algunas realizaciones demostrativas de la presente invención. El sistema 100 puede estar montado en una aeronave, o puede sujetarse o conectarse a una aeronave, o puede estar construido como parte integrada o integral de una aeronave.

35 El módulo RF 101 puede conectarse a una antena 102 con doble banda de frecuencia, transmisor láser de alta potencia 103 y motor de elevación 104. El módulo RF puede ser utilizado por varios elementos del RVS unificado con doble banda de frecuencia RF con DIRCM, por ejemplo, para alternar entre las formas de onda de alta y baja frecuencia que vayan a recibirse y analizarse; recibir la forma de onda de baja frecuencia transmitida por el MWS con radar Doppler pulsado; generar una forma onda de alta frecuencia transmitida (Tx) y su amplificación para su transmisión a la antena 102 de doble banda de frecuencia; recibir la forma onda de alta frecuencia transmitida; hacer una conversión descendente aplicable para la banda de alta frecuencia y para la banda de baja frecuencia; 40 amplificación de la señal recibida en las dos bandas de frecuencia; muestreo y/o otras operaciones de procesamiento de la señal.

45 La antena de doble banda de frecuencia 102 puede usarse para la recepción de la señal electromagnética de baja frecuencia, así como para la transmisión y recepción de la señal electromagnética de alta frecuencia, que puede usarse para la verificación de la amenaza y/o cálculo de la posición angular precisa de la amenaza. La antena de doble banda de frecuencia 102 puede comprender submódulos que permiten los algoritmos recoger la dirección de la amenaza con el nivel de precisión adecuado. La antena de doble banda de frecuencia 102 puede comprender múltiples capas para permitir el funcionamiento multibanda. La antena de doble banda de frecuencia 102 puede comprender, o puede estar asociada a múltiples o diferentes interfaces para el funcionamiento de las bandas de frecuencia alta y baja. La arquitectura multicapa de la antena de doble banda de frecuencia 102 puede utilizar una técnica del parche de doble capa, u otra técnica. La antena de doble banda de frecuencia 102 puede contar con una 50 apertura o cavidad o ventana incorporada precisa para la salida de la señal del módulo láser 103 a través del centro de la antena 102; o puede, de otro modo, tener una estructura en la que los elementos de la antena rodean o circundan (parcial o totalmente) el transmisor láser de alta potencia 103.

55 El transmisor, o transmisores, de alta potencia 103 pueden utilizarse para la transmisión de una forma de onda láser de alta potencia, por ejemplo, hacia una amenaza en aproximación (por ej., hacia una amenaza en aproximación confirmada). La forma de onda láser transmitida puede estar formada por diversos tipos de señales, por ejemplo, onda pulsada, señal lineal modulada en frecuencia y/o onda constante en diversas longitudes de onda del espectro IR. Las formas de onda transmitidas pueden estar en dos o más longitudes de onda del espectro IR simultáneamente. 60

Puede usarse el motor de elevación 104 para mover el módulo RF 101, la antena de frecuencia doble 102 y/o transmisor láser de alta potencia 103 a lo largo del eje de elevación. La definición del eje de elevación puede realizarse en función, por ejemplo, del eje de elevación de la aeronave. El motor de elevación 104 puede estar 65 conectado a un motor azimutal 105.

El motor azimutal 105 puede usarse para mover el módulo RF 101, la antena de doble frecuencia 102, el transmisor láser de alta potencia 103 y/o el motor de elevación 104 a lo largo del eje azimutal. La definición del eje azimutal puede realizarse en función, por ejemplo, del eje azimutal de la aeronave. El motor azimutal 105 puede estar conectado a un chasis metálico 108.

El chasis mecánico 108 puede usarse para la instalación interna de la fuente de alimentación 106 y del módulo DSP 107. Por ejemplo, la fuente de alimentación 106 y el módulo DSP 107 pueden tener una configuración de una sola placa electrónica con múltiples placas electrónicas que pueden estar conectadas entre sí u otra configuración adecuada. El chasis mecánico 108 puede comprender uno o más conectores eléctricos externos que pueden usarse como conexión a la interfaz 110 con el A/C, el MWS con radar Doppler pulsado y el ordenador central.

El módulo DSP 107 puede comprender un procesador de señal digital u otro procesador o controlador adecuado que pueden realizar, por ejemplo, procesamiento de los datos generados por las bandas de frecuencia alta y baja del RVS unificado con doble banda de frecuencia RF con DIRCM, anticipar la función de contramedida del RVS unificado, calcular la posición angular fina de la amenaza a partir de los datos de la banda de baja frecuencia para activar la función de la banda de alta frecuencia, y/o calcular la posición angular precisa de la amenaza para activar la función DIRCM y controlar el motor de elevación 104 y el motor azimutal 105.

El radomo 109 puede ser una carcasa o caja para contener y/o encapsular y/o proteger uno o más componentes del sistema, por ejemplo, módulo de RF 101, cualquier suspensión cardan o elementos de la suspensión cardan, así como el motor de elevación 104 y el motor azimutal 105, la antena de doble banda de frecuencia 102, y láser de alta potencia 103. El radomo 109 puede permitir la transmisión transparente de las bandas de radiofrecuencia baja y alta, la energía del láser y la recepción de la energía RF de las bandas de radiofrecuencia alta y baja. El radomo 109 puede tener forma aerodinámica para reducir los efectos aerodinámicos de la instalación del sistema en la aeronave.

La Fig. 2 ilustra un diagrama de bloque esquemático que demuestra la arquitectura y componentes de una antena de doble banda de frecuencia 201 que puede formar parte del RVS unificado con doble banda de frecuencia RF con DIRCM, de acuerdo con algunas realizaciones demostrativas de la presente invención.

La antena de doble banda de frecuencia 201 puede estar estructurada y/o puede funcionar como, por ejemplo, una antena de parche multicapa con dipolos apilados, u otro tipo adecuado de antena.

La antena de doble banda de frecuencia 201 puede estar dividida en múltiples regiones, por ejemplos, cuatro cuartos 211-214. La división de la antena 201 puede permitir la aplicación de técnicas para un cálculo de la posición angular precisa y fina de la amenaza utilizando las dos bandas de frecuencia alta y baja de radio del RVS unificado con doble banda de frecuencia RF con DIRCM. Dichas técnicas pueden incluir, por ejemplo, sigma/delta (seguimiento monopolso), comparación de fase, u otras técnicas adecuadas.

Cada uno de los cuartos 211-214 de la antena 201 pueden construirse a partir de uno o más elementos radiantes de baja frecuencia 202 y uno o más elementos radiantes de alta frecuencia 203. Los elementos radiantes 202 pueden usarse para recibir la señal electromagnética de baja frecuencia transmitida por el MWS con radar Doppler pulsado. El número de elementos radiantes de baja frecuencia 202 puede variar, y no se limita a uno por cuarto. Los elementos radiantes 203 pueden usarse para transmitir y recibir las señales electromagnéticas de alta frecuencia. El número de elementos radiantes de alta frecuencia 203 puede variar y no se limita a 14 por cuarto. Los elementos radiantes 202 o 203 pueden construirse usando diversas o diferentes técnicas, por ejemplo, parches, ranuras, dipolos apilados, u otras técnicas adecuadas.

Los elementos radiantes de baja frecuencia 202 y los elementos radiantes de alta frecuencia 203 pueden estar conectados o interconectados entre sí, utilizando diversas técnicas, por ejemplo, red divisora de potencia, interconexiones basadas en la guía de ondas u otras técnicas adecuadas.

Se hace referencia a la Fig. 3, que es una ilustración de un diagrama de bloque esquemático de un módulo RF 300 que puede formar parte de un RVS unificado con doble banda de frecuencia de RF con DIRCM, de acuerdo con algunas realizaciones demostrativas de la presente invención. La Fig. 3 muestra la arquitectura del RVS unificado con doble banda de frecuencia RF con DIRCM que comprende la aplicación de un transmisor y receptor de alta y baja frecuencia con conformación de haz, receptor de alta frecuencia y receptor de baja frecuencia que pueden utilizar una arquitectura sigma/delta de doble eje; pueden usarse otras arquitecturas o componentes adecuados.

La forma de onda transmitida en alta frecuencia (Tx) puede generarse y convertirse ascendentemente en una Primera Frecuencia Intermedia (IF1) usando una disposición de puertas programables en campo (FPGA) 301 u otro transmisor o componente adecuado para la generación de formas de onda de transmisión por radar.

Una segunda frecuencia intermedia (IF2) puede generarse mediante una fuente IF2 302, que puede generar la portadora IF2; y esta portadora puede multiplicarse usando un mezclador 303 con la forma de onda de alta frecuencia creada por la FPGA 301.

La forma de onda Tx IF2 que es la salida del mezclador 303 puede filtrarse usando un filtro paso-banda (BPF) 304, puede amplificarse usando un amplificador 305, y puede convertirse ascendentemente en la frecuencia de RF usando un mezclador 307 y la señal de portadora de RF creada usando una fuente de RF 306.

5 La forma de onda Tx RF que es la salida del mezclador 307 puede filtrarse usando un BPF 308 y puede dividirse en múltiples señales Tx (por ej. cuatro); cada una de las cuales puede amplificarse independientemente usando amplificadores de potencia 309. El número de amplificadores de potencia 309 se indica solo a efectos demostrativos, y no se limita a cuatro; puede usarse otro número adecuado de amplificadores.

10 Tras ser amplificada mediante amplificadores de potencia 309, la forma de onda Tx RF puede alimentarse a través de circuladores o conmutadores 310 a interfaces de antena de alta frecuencia 311. Los circuladores o conmutadores 310 pueden proporcionar o pueden mejorar el aislamiento entre las señales de alta frecuencia Tx y Rx usando la misma interfaz de antena. Los circuladores o conmutadores 310 se ilustran solo a efectos demostrativos, y pueden usarse otros métodos o componentes de aislamiento para proporcionar o mejorar el aislamiento entre las señales de  
15 alta frecuencia Tx y Rx utilizando el mismo interfaz de antena.

Los interfaces de antena de alta frecuencia 311 pueden usarse además para recibir las señales Rx RF de alta frecuencia (por ej. desde antenas de alta y baja frecuencia 325) que entonces pueden pasar a través de circuladores o conmutadores 310, pueden amplificarse usando amplificadores de bajo ruido (LNA) 313, pueden filtrarse usando  
20 BPF 314, y pueden convertirse descendentemente a la frecuencia IF2 usando mezcladores 315 y fuente RF 306.

Pueden usarse conmutadores 316 para realizar selecciones entre (a) las señales Rx RF de baja frecuencia que se reciben (por ej., de la antena de alta y baja frecuencia 325) utilizando interfaces de antena de baja frecuencia 312, y (b) utilizando las señales Rx IF2 de alta frecuencia que se crean o generan usando mezcladores 315. Los  
25 conmutadores 316 pueden controlarse utilizando FPGA 301, o utilizando otro controlador, circuito integrado (IC) o componente adecuado.

Las señales de alta o baja frecuencia seleccionadas mediante conmutadores 316, pueden filtrarse utilizando BPF  
30 317, pueden amplificarse utilizando LNA 318, y pueden convertirse descendentemente en la frecuencia IF1 utilizando mezcladores 319 y fuente IF2 302.

Las señales de alta o baja frecuencia, que se encuentran en la frecuencia IF1, pueden muestrearse utilizando convertidores de digital a analógico (DAC) 320, la salida de los cuales se transmite a la FPGA 301 para su ulterior  
35 procesamiento y digitalización.

La FPGA 301 puede realizar parte de los algoritmos de procesamiento de la señal para la confirmación, así como el seguimiento fino y preciso de la amenaza; y puede proporcionar salidas digitales (por ejemplo, al módulo DSP 107 de la Fig. 1). El procesamiento adicional de la señal y algoritmos de confirmación y seguimiento fino y preciso,  
40 pueden realizarse en, o mediante, unidades adicionales, FPGA, procesadores u otros dispositivos lógicos en el módulo DSP 107 de la Fig. 1.

Se hace referencia a las Fig. 4A-4B, que son un diagrama de flujo esquemático de un método de doble seguimiento y confirmación de frecuencia, así como activación de contramedida, de acuerdo con algunas realizaciones  
45 demostrativas de la presente invención.

La detección inicial de la amenaza (bloque 401) puede realizarse mediante un MWS con radar Doppler pulsado que puede instalarse a bordo de la aeronave o montado (o conectado) a la aeronave de otro modo.

Una vez realizada la detección inicial de amenaza (bloque 401), puede realizarse un proceso de extracción de los  
50 parámetros de la amenaza. Dichos parámetros pueden comprender, por ejemplo, velocidad de la amenaza, rango de amenaza y posición angular de la amenaza (sector) aproximada en ángulos de azimut y de elevación. La extracción de los parámetros también puede basarse en los datos de navegación de la plataforma de la aeronave proporcionados por el sistema de navegación de la misma (bloque 404).

Tras extraer los parámetros de amenaza (bloque 402), se proporcionan los datos de amenaza y de navegación (bloque 403) al RVS unificado con doble banda de frecuencia RF con DIRCM. Los datos de la amenaza pueden  
55 incluir los datos priorizados por el ordenador central opcional (bloque 405).

El seguimiento y confirmación de la amenaza y el cálculo de los datos angulares finos puede realizarse (bloque 406),  
60 por ejemplo, utilizando la parte de baja frecuencia pasiva del radar de doble banda de frecuencia y del sensor de contramedida láser.

Durante el seguimiento y la confirmación de la amenaza utilizando la parte de baja frecuencia del radar de doble  
65 banda de frecuencia y contramedida láser (bloque 406), el MWS con radar Doppler pulsado puede proporcionar parámetros de radar en tiempo real (bloque 407).

- 5 El método puede continuar según los resultados de seguimiento y confirmación de la amenaza utilizando la parte de baja frecuencia pasiva del radar de doble banda de frecuencia y sensor de contramedida láser (bloque 408). Si el resultado es positivo, puede procederse a la activación de la parte de alta frecuencia del radar de doble banda de frecuencia y contramedida láser. (bloque 409).
- 10 Si el resultado del seguimiento de la amenaza y confirmación utilizando la parte de baja frecuencia pasiva del radar de doble banda de frecuencia y sensor de contramedida láser es negativo, podrán realizarse el seguimiento y la confirmación (por ej., repetidamente, continuamente, con muchas repeticiones, entre otros) hasta alcanzar una duración máxima de la amenaza (bloque 411). La duración máxima de la amenaza podrá ser un valor representado por un parámetro, que puede ser una codificación fija o preselección, o puede ser modificable.
- 15 Si el blanco (por ej., la amenaza en aproximación) ha sido confirmada por la parte de alta frecuencia del radar de doble banda de frecuencia y contramedida láser y se han calculado sus datos angulares precisos (bloque 410), pueden extraerse los parámetros de la amenaza para la contramedida infrarroja dirigida por láser (bloque 414). Dichos parámetros pueden comprender, por ejemplo, rango de amenaza, velocidad de la amenaza, velocidad de balanceo de la amenaza y otros parámetros o características asociados a la amenaza que pueden utilizarse para optimizar las técnicas de contramedida o para optimizar la efectividad de la contramedida.
- 20 Si se ha alcanzado la duración máxima de la amenaza (bloque 411), entonces el radar de doble banda de frecuencia y contramedida láser puede ponerse en modo de espera (bloque 413) u otro modo de funcionamiento parcial o modo de espera adecuado.
- 25 Si no se alcanza la duración máxima de la amenaza, entonces el sistema puede comprobar qué parte de frecuencia del radar de doble banda de frecuencia y la contramedida láser está en funcionamiento (bloque 412).
- Según el resultado de esta comprobación (bloque 412), y en caso que no se alcance la duración máxima de la amenaza (bloque 411), la parte de baja o alta frecuencia del radar de doble banda de frecuencia y contramedida láser puede continuar funcionando.
- 30 Tras extraer los parámetros de la amenaza para la contramedida infrarroja dirigida por láser (bloque 414), puede construirse la forma de onda de la contramedida según dichos parámetros (bloque 415). A continuación, el transmisor láser puede activarse (bloque 416).
- 35 Si se actualizan los parámetros de amenaza durante la activación del transmisor láser (bloque 417), entonces puede construirse (bloque 415) y usarse una forma de onda de contramedida actualizada.
- Pueden utilizarse otras operaciones adecuadas, u otro orden de operaciones adecuado, según la presente invención.
- 40 Se hace referencia a la Fig. 5, que es una ilustración de un diagrama de bloque esquemático de un sistema de protección antimisiles aerotransportado 500, de acuerdo con algunas realizaciones demostrativas de la presente invención. El sistema 500 puede comprender un MWS con radar Doppler pulsado, un ordenador central, una unidad de medición inercial opcional, y uno o más RVS unificados con doble banda de frecuencia RF con DIRCM.
- 45 El MWS con radar Doppler pulsado puede comprender un procesador de MWS con radar Doppler pulsado 501 y una o más antenas Tx/Rx (por ej., cuatro antenas, u otro número de antenas adecuado).
- 50 El MWS con radar Doppler pulsado puede estar conectado a un ordenador central opcional 503, que puede estar conectado a un sistema de navegación 504 de la aeronave, para recibir datos de navegación de la aeronave para calcular los parámetros de amenaza.
- 55 El MWS con radar Doppler pulsado puede funcionar en la banda de frecuencia L u otras bandas de frecuencia que puedan usarse en este tipo de radares.
- 60 Puede conectarse un radar de doble banda de frecuencia y contramedida láser 505 al ordenador central opcional 503, para recibir parámetros de seguimiento y confirmación de la amenaza y contramedida opcional, y además puede estar conectado al procesador del MWS con radar Doppler pulsado 501. El número de sensores (por ej., dos sensores) del radar de doble banda de frecuencia y contramedida láser 505 puede variar, y no se limita a dos sensores, puede usarse otro número adecuado de sensores.
- 65 Los datos de seguimiento y confirmación de amenaza y del cálculo de la posición angular de la amenaza pueden basarse en detección de radar pasiva utilizando las bandas de baja frecuencia, por ejemplo, banda baja; y pueden basarse en detección de radar activa utilizando las bandas de alta frecuencia, por ejemplo, banda Ka. Pueden usarse otras bandas de frecuencia adecuadas.

La funcionalidad de contramedida del radar de doble banda de frecuencia y contramedida láser 505 puede basarse en la transmisión de la energía a varias regiones de longitud de onda electro-óptica, por ejemplo, IR y/o SWIR. Pueden usarse otras regiones de longitud de onda adecuadas.

5 Se hace referencia a la Fig. 6, que es una ilustración de un diagrama de bloque esquemático de una aplicación demostrativa de un sistema de protección contra misiles 600, de acuerdo con algunas realizaciones demostrativas de la presente invención. El sistema 600 puede ser una aplicación demostrativa de la presente invención, y pueden utilizarse otras aplicaciones adecuadas.

10 El sistema 600 puede comprender un módulo de seguimiento y confirmación de radiofrecuencia (RF) de doble banda 610, que puede comprender: un receptor de RF de doble banda 620, un módulo de confirmación de amenaza 630, y un subsistema de contramedida 650.

15 El receptor de RF de doble banda 620 puede comprender, por ejemplo, un selector de transmisor/receptor 621; una subunidad de receptor de RF de banda alta 622; una subunidad de receptor de RF de banda baja 623; una subunidad de transmisor de RF de banda alta 624; uno o más elementos de antena de alta frecuencia (radiantes y no radiantes) 625; y uno o más elementos de antena de baja frecuencia (radiantes y no radiantes) 626.

20 El módulo de confirmación de amenaza 630 puede comprender, por ejemplo, una calculadora de parámetros de amenaza 631; que puede incluir, por ejemplo, una calculadora de posición angular fina 632 y una calculadora de posición angular precisa 633.

25 El subsistema de contramedida 650 puede comprender una pluralidad de contramedidas 651, así como un selector de contramedida 652. Las contramedidas 651 pueden comprender, por ejemplo, un módulo de contramedida dirigida por láser 653, que puede comprender un transmisor láser multiespectral 654, y un selector del intervalo de espectro 655. Opcionalmente, el subsistema de contramedida 650 puede comprender un constructor de forma de onda de contramedida 656.

30 En algunas aplicaciones, el sistema 600 puede comprender sistema de alerta de misiles (MWS) con radar Doppler pulsado 670, que puede comprender un transmisor de forma de onda 671. Opcionalmente, un procesador 681 y/o ordenador central 682 pueden encargarse del procesamiento de la señal, selección de la unidad, activación selectiva de la unidad, desactivación selectiva de la unidad, fusión de datos, procesamiento de señales RF, u otras operaciones adecuadas.

35 Opcionalmente, algunos o todos los componentes del sistema 600 pueden estar alojados, o encapsulados, en un radomo 690 (que se ilustra como unidad independiente para mantener la claridad del dibujo, a pesar de que el radomo 690 puede encapsular otros componentes). Adicional o alternativamente, algunos o todos los componentes del sistema 600 pueden estar montados sobre, o girados por, uno o más mecanismos de suspensión cardan 691, Pueden usarse otros componentes o módulos adecuados.

40 En algunas realizaciones demostrativas de la presente invención, el término "frecuencia de banda baja" o "banda baja" puede comprender, por ejemplo, un intervalo de frecuencia de espectro desde la banda A (por ej., desde 50 MHz) a la banda Ku (por ej., hasta 18 GHz); o puede comprender banda L, banda S, banda C, banda X, y banda Ku; o puede comprender un intervalo de 50 MHz a 18 GHz; o un intervalo de 1 GHz a 18 GHz; u otras combinaciones de bandas de frecuencia adecuadas más pequeñas que la banda Ka.

45 En algunas realizaciones demostrativas de la presente invención, el término "frecuencia de banda alta" o "banda alta" puede comprender, por ejemplo, un intervalo de frecuencia de espectro correspondiente a la banda Ka, o a un intervalo de frecuencia de 33 a 38 GHz, o un intervalo de frecuencia de 26,5 a 40 GHz.

50 En algunas aplicaciones, uno o más componentes del sistema (por ej., el módulo RF y partes de la antena) pueden utilizar banda baja, o pueden utilizar banda alta, o pueden utilizar la banda baja y la banda alta.

55 Algunas aplicaciones de la presente invención pueden usarse en conjunción con un MWS con radar Doppler pulsado, y puede añadirse una unidad DIRCM combinada o integrada en dicho MWS con radar Doppler pulsado, y/o aplicarse en una unidad de reemplazo de línea (LRU). Por ejemplo, el MWS con radar Doppler pulsado puede comprender una LRU central y múltiples antenas. La LRU puede crear la señal Tx, que se amplifica y transmite a una de las antenas en una secuencia circular u otra secuencia o estructura adecuada. Cada antena cubre un sector de aproximadamente 60 a 90 grados, en los planos de azimut y elevación. Por ejemplo, pueden usarse 4 a 6  
60 antenas en el MWS con radar Doppler pulsado, y cada una de las antenas puede estar instalada en (o montada sobre) una zona o sección diferente de la aeronave. Puede producirse un pequeño solapamiento entre la cobertura de las antenas múltiples, por ejemplo, en el plano azimutal. Las antenas pueden instalarse sobre el plano azimutal de la aeronave, y es posible extraer una mejor localización angular de azimut o dirección de la amenaza (por ej., en lugar de una localización angular de la elevación o dirección de la amenaza). La señal puede emitirla el MWS con  
65 radar Doppler pulsado, resuena en la amenaza, es recibida por la misma antena y se retransmite de vuelta a la

LRU para procesar la señal. Si se detecta una amenaza, puede generarse una señal de detección de amenaza, y puede activarse o desplegarse un lanzador de chaff, de bengalas u otro sistema de lanzamiento de contramedidas en dirección de la amenaza detectada.

5 En algunas realizaciones, el transmisor de forma de onda del MWS con radar Doppler pulsado puede formar parte de la LRU central; y puede generar y transmitir una forma de onda en el intervalo de frecuencia de la banda L, en el intervalo de frecuencia de la banda S, y/o en el intervalo de frecuencia de la banda C.

10 En algunas realizaciones, el receptor de RF de doble banda puede aplicarse como receptor único, combinado o unificado; o como dos receptores independientes (por ej., receptor de banda baja y receptor de banda alta). En algunas realizaciones, la aplicación unificada o combinada puede ser más beneficiosa en términos de rendimiento paralelo y/o mayor precisión. En algunas realizaciones, la aplicación independiente puede ser más compacta en términos de tamaño físico y/o peso y puede consumir menos energía.

15 En algunas aplicaciones de la presente invención, la suspensión cardan (o torreta) que cuenta con receptores de banda de frecuencia RF y el láser, pueden empezar a moverse o a girar en la dirección de la amenaza tras producirse o durante intentos de confirmación de banda baja, así como durante intentos de confirmación de banda alta; y durante el intento de confirmación de banda alta puede ejecutarse el "bloqueo" angular final (o preciso) de la amenaza en aproximación. En algunas realizaciones, el transmisor láser puede estar en movimiento continuamente desde la detección inicial de la posible amenaza; pero comenzará a transmitir el haz (o haces) láser solo cuando se haya extraído la posición angular precisa de la amenaza en aproximación, según indique la función de confirmación de la banda alta. En algunas realizaciones, la diferencia temporal entre la confirmación de la banda baja (y determinación sin procesar de la dirección de la amenaza) y la confirmación de la amenaza en la banda alta (y determinación de la dirección precisa de la amenaza), puede ser de un espacio de tiempo breve inferior a un segundo, o inferior a medio segundo, o que puede ser de entre 1 a 50 milisegundos. La presente invención puede así alcanzar un rápido tiempo de respuesta y/o despliegue más rápido de la contramedida contra la amenaza en aproximación.

30 En algunas aplicaciones de la presente invención, el receptor de doble banda puede estar operativo y activado de continuamente. En otras aplicaciones, el receptor de doble banda puede estar continuamente no operativo o bien en modo en espera, y puede estar completamente activado solo tras recibir una señal de detección del MWS con radar Doppler pulsado. En otras aplicaciones de la presente invención, el receptor de banda alta del módulo RF de doble banda puede estar continuamente operativo mientras el receptor de banda baja del módulo RF de doble banda está operativo; o alternativamente, el receptor de banda alta del módulo RF de doble banda puede desplegarse o activarse totalmente solo tras recibir la confirmación de amenaza del receptor de banda baja del módulo RF de doble banda.

35 En algunas realizaciones de la presente invención, el sistema puede utilizar elementos de antena pasiva (por ej., no radiantes) para señales de banda baja, y elementos de antena activa (por ej., radiantes) para señales de banda alta; opcionalmente aplicados como estructura de antena de doble capa o conjunto de antenas, y opcionalmente aplicarse usando los mismos componentes físicos, o compartiendo al menos uno o algunos elementos físicos para las señales de banda baja y de banda alta.

45 En algunas realizaciones, los elementos de antena pueden estar estructurados como un aro o marco o cuadrado, u otro conjunto de elementos de antena, que pueden rodear o circundar el transmisor láser; en lugar de, por ejemplo, colocar los elementos de antena en una hilera o en dos hileras. La estructura sugerida puede permitir un tamaño más compacto o *footprint*; y, además, como el transmisor láser puede sujetarse a la estructura del módulo RF y antena, y su salida puede situarse en el centro del conjunto de antenas o estructura de antenas, entonces el error de alineamiento (por ej., probablemente causado o inducido por el radomo) entre las partes RF y láser del sistema puede ser mínimo o próximo a cero, obviándose así la necesidad de calibración entre las señales de RF y la señal láser, y reduciendo así la complejidad y coste del sistema y aumentando la precisión y eficiencia del mismo.

50 En algunas realizaciones, si el sistema puede clasificar el tipo de amenaza en cierto grado (por ejemplo, determinando o midiendo los parámetros de amenaza utilizando la función de confirmación del sistema combinado), entonces puede seleccionarse y usarse la banda láser adecuada (por ej., mediante un módulo selector del intervalo de espectro) para radiar perturbaciones por láser a la amenaza en aproximación.

55 En algunas aplicaciones, la selección del intervalo del espectro de la contramedida puede basarse, por ejemplo, en la frecuencia de la función del receptor de banda baja, y/o puede tener en cuenta datos del MWS usado. Puede seleccionarse el intervalo de baja frecuencia del espectro según la banda de frecuencia operativa del MWS con Doppler pulsado. El MWS puede soportar diferentes bandas de frecuencia, y la selección de la frecuencia de funcionamiento de banda baja puede configurarse o modificarse. La banda de alta frecuencia puede ser constante o fija, y tal vez no modificable.

60

5 En algunas realizaciones de la presente invención, el transmisor de RF de banda alta puede transmitir una señal de banda alta que puede alcanzar, por ejemplo, 2, 5 o 7 quilómetros; en la dirección indicada por el ordenador central (por ej., en base al análisis de la señal de banda baja). El giro hacia esa dirección puede realizarse a través de la suspensión cardan del sistema, y el transmisor de RF de banda alta puede formar parte de la suspensión cardan o puede estar conectado a él, tal y como se ha descrito.

10 En algunas realizaciones, el MWS con radar Doppler pulsado puede proporcionar parámetros asociados a la forma de onda del transmisor, tales como frecuencia Tx, forma de la onda pulsada (PW), índice de repetición del pulso (PRR), frecuencia de repetición del pulso (PRF), intervalo de repetición (PRI) o periodo entre pulsos (IPP), modulación de lo anterior, número de pulsos por ciclo de integración, parámetros de integración coherentes y no coherentes, niveles umbral, y/o otros parámetros que puedan utilizarse para ejecutar la función de confirmación de banda baja, dentro o junto al sensor MWS.

15 Algunas aplicaciones de la presente invención pueden funcionar en conjunción con, o pueden utilizar, uno o más dispositivos o métodos descritos en la solicitud de patente estadounidense con número de publicación 2012/0298748, titulada "System, Device, and Method of Protecting Aircrafts Against Incoming Missiles and Threats".

20 Algunas realizaciones de la presente invención pueden funcionar en conjunción con, o pueden utilizar uno o más dispositivos o métodos descritos en la patente estadounidense número 8.258.998, titulada "Device, System, and Method of Protecting Aircrafts Against Incoming Threats".

25 Algunas realizaciones de la presente invención pueden aplicarse utilizando una combinación adecuada de componentes de hardware y/o módulos de software; así como otras unidades o subunidades adecuadas, procesadores, controladores, DSP, CPU, circuitos integrados, unidades de salida, unidades de memoria, unidades de almacenamiento a corto o largo plazo, búferes, fuentes de alimentación, enlaces de comunicaciones cableadas, enlaces de comunicaciones inalámbricas, transceptores cableados o inalámbricos, sistemas operativos, drivers, aplicaciones de software, componentes de interfaz del usuario u otros similares.

30 Las funciones, operaciones, componentes y/características descritas en la presente memoria en relación con una o más realizaciones de la presente invención, pueden combinarse con, o pueden utilizarse en combinación con, una o más funciones, operaciones, componentes y/o características descritas en la presente memoria en relación con una o más realizaciones de la presente invención.

35 Mientras que ciertas características de la presente invención se han ilustrado y descrito en la presente memoria, a los expertos en la técnica se les ocurrirá muchas modificaciones, sustituciones, cambios y equivalentes. En consecuencia, las reivindicaciones pretenden cubrir todas esas modificaciones, sustituciones, cambios y equivalentes.

**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema (600) para proteger una aeronave contra amenazas en aproximación, comprendiendo el sistema (600):
- 5 (a) un módulo de seguimiento y confirmación (610) de radiofrecuencia (RF) de dos bandas, que comprende:
- un receptor de RF de doble banda (620) para recibir señales de RF de banda alta y las señales de RF de banda baja;
- 10 un módulo de confirmación de amenaza (630) para confirmar una posible amenaza en aproximación en función del procesamiento de señales de RF recibidas por el receptor de RF de doble banda (620);
- 15 una calculadora de parámetros de amenaza (631) para calcular una posición angular fina y una posición angular precisa de una amenaza en aproximación confirmada, en función del tratamiento de las señales de RF recibidas en la banda de RF baja para la posición angular fina y en la banda de RF alta para una posición angular precisa;
- (b) un módulo dirigido por láser de contramedida (653) para activar una contramedida dirigida por láser hacia la posición angular precisa de dicha amenaza en aproximación confirmada;
- 20 (c) un sistema de alerta de misiles (MWS) con radar Doppler pulsado (670) que comprende un transmisor de forma de onda (671);
- en donde el módulo de seguimiento y confirmación de RF de doble banda (610) comprende un selector de intervalo de espectro (655) para seleccionar un intervalo de espectro en el que va a operar el módulo de seguimiento y confirmación de RF de doble banda (610), en función de (a) uno o más parámetros de amenaza generados por la calculadora de parámetros de amenaza (631), y (b) uno o más parámetros de amenaza generados por el MWS con radar Doppler pulsado (670).
- 25 2. El sistema (600) según la reivindicación 1, en donde el receptor de RF de doble banda (620) comprende:
- una subunidad (623) de receptor de banda baja pasiva capaz de recibir señales de RF de banda baja entrantes sin que dicho módulo de seguimiento y confirmación de RF de doble banda (610) emita formas de onda RF;
- 35 en donde el módulo de seguimiento y confirmación de RF de doble banda (610) es un módulo de recepción pasivo que evita la emisión de formas de onda, y que recibe un retorno de la forma de onda emitida por dicho transmisor de forma de onda (671) de dicho MWS con radar Doppler pulsado (670);
- en donde la calculadora de parámetros de amenaza (631) del módulo de seguimiento y confirmación de RF de doble banda (610) tiene en cuenta y optimiza el procesamiento de la señal, utilizando información del radar en tiempo real obtenida del MWS con radar Doppler pulsado (670).
- 40 3. El sistema (600) según las reivindicaciones 1-2, en donde el receptor de RF de doble banda (620) comprende:
- una subunidad de receptor de RF de banda alta (622) para recibir señales de RF de banda alta;
- 45 una subunidad de receptor de RF de banda baja (623) para recibir señales de RF de banda baja; y
- una antena receptora de doble banda conectada a dicha subunidad de receptor de RF de banda alta y a dicha subunidad de receptor de RF de banda baja.
- 50 4. El sistema (600) según las reivindicaciones 1-2, en donde el receptor de RF de doble banda comprende:
- una subunidad de receptor de RF de banda alta (622) para recibir señales de RF de banda alta;
- 55 una subunidad de receptor de RF de banda baja (623) para recibir señales de RF de banda baja;
- en donde tanto la subunidad de receptor de RF de banda alta (622) como subunidad de receptor de RF de banda baja (623) están implantados en el mismo módulo RF.
- 60 5. El sistema (600) según las reivindicaciones 1-4, en donde la calculadora de parámetros de amenaza (631) comprende:
- (A) una calculadora de posición angular fina (632) para calcular la posición angular fina con un error de hasta 1 grado, de dicha amenaza en aproximación confirmada, exclusivamente en función e (a) procesamiento de señales de RF de banda baja recibidas en la RF de banda baja, y (b) datos de navegación en tiempo real de la aeronave; en
- 65

donde la calculadora de posición angular fina (632) funciona sin tener en cuenta las señales de RF recibidas en la RF de banda alta;

5 (B) una calculadora de posición angular precisa (633) para calcular la posición angular precisa de dicha amenaza en aproximación confirmada, en función de (a) tratamiento de señales de RF de banda alta recibidas en RF de banda alta, y (b) datos de navegación en tiempo real de la aeronave, y (c) la posición angular fina de dicha amenaza en aproximación confirmada, calculada a partir de las señales de RF de banda baja recibidas pasivamente.

10 6. El sistema (600) según las reivindicaciones 1 y 5, en donde el módulo de seguimiento y confirmación de RF de doble banda (610) comprende:

una subunidad de receptor de RF de banda baja pasivo (623) para recibir señales de RF de banda baja sin emitir señales de RF de banda baja;

15 un transmisor de RF de banda alta (624) para emitir señales de RF de banda alta;

una subunidad de receptor de RF de banda alta (622) para recibir señales de RF de banda alta;

20 un selector de transmisor/receptor (621) (a) para activar y desactivar selectivamente la subunidad de receptor de RF de banda baja pasivo (623), y (b) para activar y desactivar selectivamente la subunidad de receptor de RF de banda alta (622), y (c) para activar y desactivar selectivamente la subunidad transmisora de RF de banda alta (624);

25 en donde el selector transmisor/receptor (621) sirve para activar selectivamente el transmisor de RF de banda alta (624) y la subunidad de receptor de RF de banda alta (622), en función del tratamiento de señales de RF de banda baja recibidas en dicha subunidad de receptor de RF de banda baja pasiva (623) activada previamente.

7. El sistema (600) según las reivindicaciones 1-6, que comprende, además:

30 un mecanismo de suspensión cardan (691) que comprende una suspensión cardan de dos ejes, para hacer girar hacia la amenaza en aproximación confirmada (a) el módulo de seguimiento y confirmación de RF de doble banda (610), (b) el módulo láser dirigido de contramedida (653), y (c) una antena de doble banda asociada al módulo de seguimiento y confirmación de RF de doble banda (610).

35 8. El sistema (600) según las reivindicaciones 1-7, en donde tanto el módulo de láser dirigido de contramedida (653) como el módulo de seguimiento y confirmación de RF de doble banda (610) están montados sobre, y son girados por, un mismo mecanismo de suspensión cardan (691);

40 en donde el módulo láser dirigido de contramedida (653) comprende un transmisor láser multiespectral (654) para emitir una transmisión láser multiespectral hacia la amenaza en aproximación confirmada.

9. El sistema (600) según las reivindicaciones 1-8, en donde el módulo de seguimiento y confirmación de RF de doble banda (610) realiza el seguimiento de la amenaza y la confirmación de la amenaza tanto en RF de banda baja como en RF de banda alta utilizando una técnica de radar Doppler pulsado.

45 10. El sistema (600) según las reivindicaciones 1-9, que comprende, además:

un constructor de forma de onda de contramedida (656) para construir una forma de onda de una contramedida en función de los parámetros de amenaza calculados teniendo en cuenta tanto las señales de RF de banda baja entrantes como las señales de RF de banda alta entrantes.

50 11. El sistema (600) según las reivindicaciones 1-10, que comprende, además:

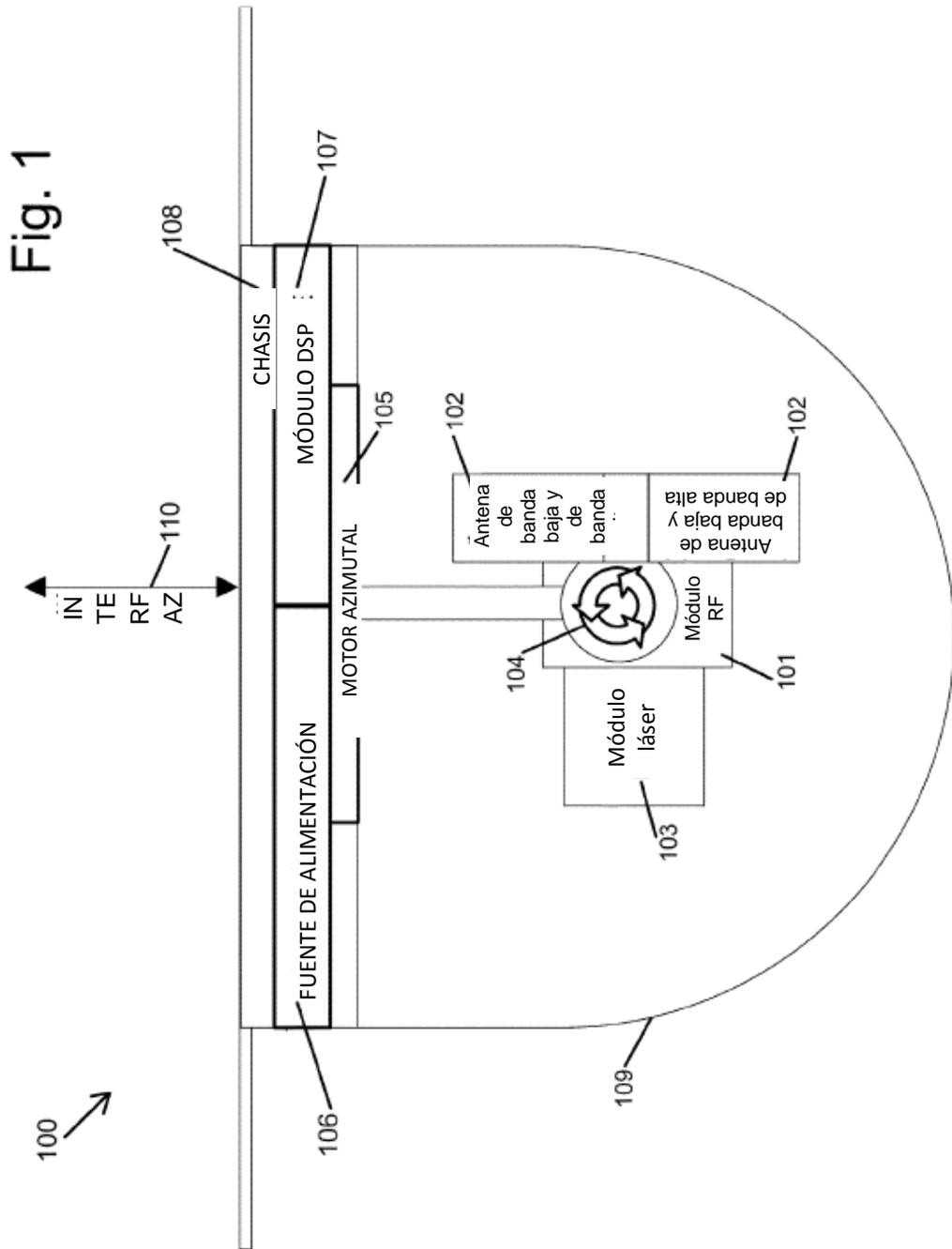
un radomo (690) para encapsular el módulo de seguimiento y confirmación de RF de doble banda (610) y el módulo láser dirigido de contramedida (653);

55 en donde el radomo (690) permite la emisión a través del radomo (690) de (a) señales electromagnéticas en RF de banda baja, y (b) señales electromagnéticas en RF de banda alta, y (c) señales ópticas, y (d) señales láser.

60 12. El sistema (600) según las reivindicaciones 1-11, en donde el receptor de RF de doble banda (620) comprende una pluralidad de elementos de antena (625, 626) para recibir señales de RF de banda baja y señales de RF de banda alta;

en donde al menos parte de la pluralidad de elementos de antena (625, 626) forman un círculo alrededor de dicho módulo láser dirigido de contramedida (653);

13. El sistema (600) según las reivindicaciones 1-11, en donde el receptor de RF de doble banda (620) comprende una pluralidad de elementos de antena (625, 626) para recibir señales de RF de banda baja and señales de RF de banda alta;
- 5 en donde la pluralidad de elementos de antena (625, 626) está dividida en cuatro regiones (211,212,213,214);
- en donde cada una de dichas cuatro regiones (211, 212, 213, 214) comprende un solo elemento radiante de baja frecuencia (202) interconectado con una pluralidad de elementos radiantes de alta frecuencia (203);
- 10 en donde las señales de RF recibidas por la pluralidad de elementos de antena (625, 626) se procesan utilizando (i) seguimiento monopulsado sigma/delta, y/o (ii) seguimiento de fase.
14. El sistema (600) según las reivindicaciones 1-13, que comprende, además:
- 15 un selector de contramedida (652) para seleccionar una contramedida para activarla contra la amenaza en aproximación confirmada, de entre una pluralidad de contramedidas (651) disponibles en dicha aeronave, en función de señales de RF recibidas en la RF de banda alta, y además en función de un algoritmo de fusión de datos, que fundo los datos del módulo de seguimiento y confirmación de RF de doble banda (610) y uno o más entre: altitud de la aeronave, actitud de la aeronave, altura de la aeronave, número de amenazas en aproximación concurrentes, direcciones de las amenazas en aproximación concurrentes, número de sistemas de protección instalados en la aeronave, cobertura angular de los sistemas de protección instalados en la aeronave y parámetros de amenaza calculados.
- 20



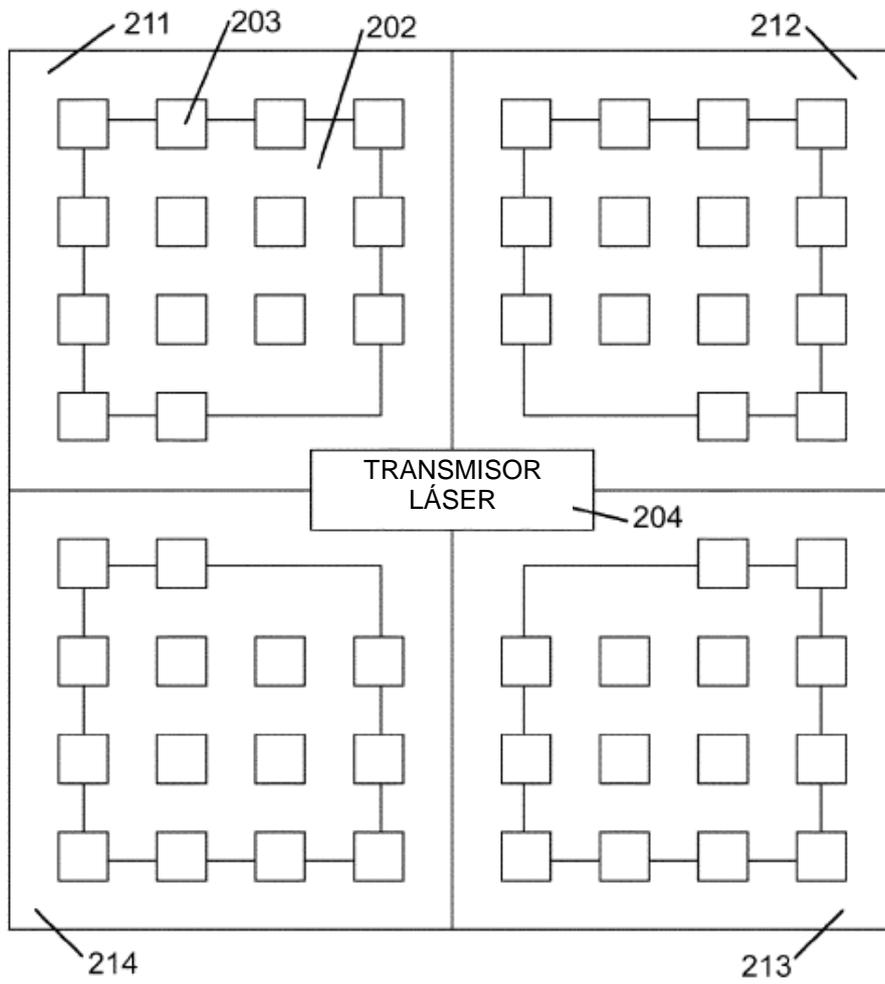


FIG. 2



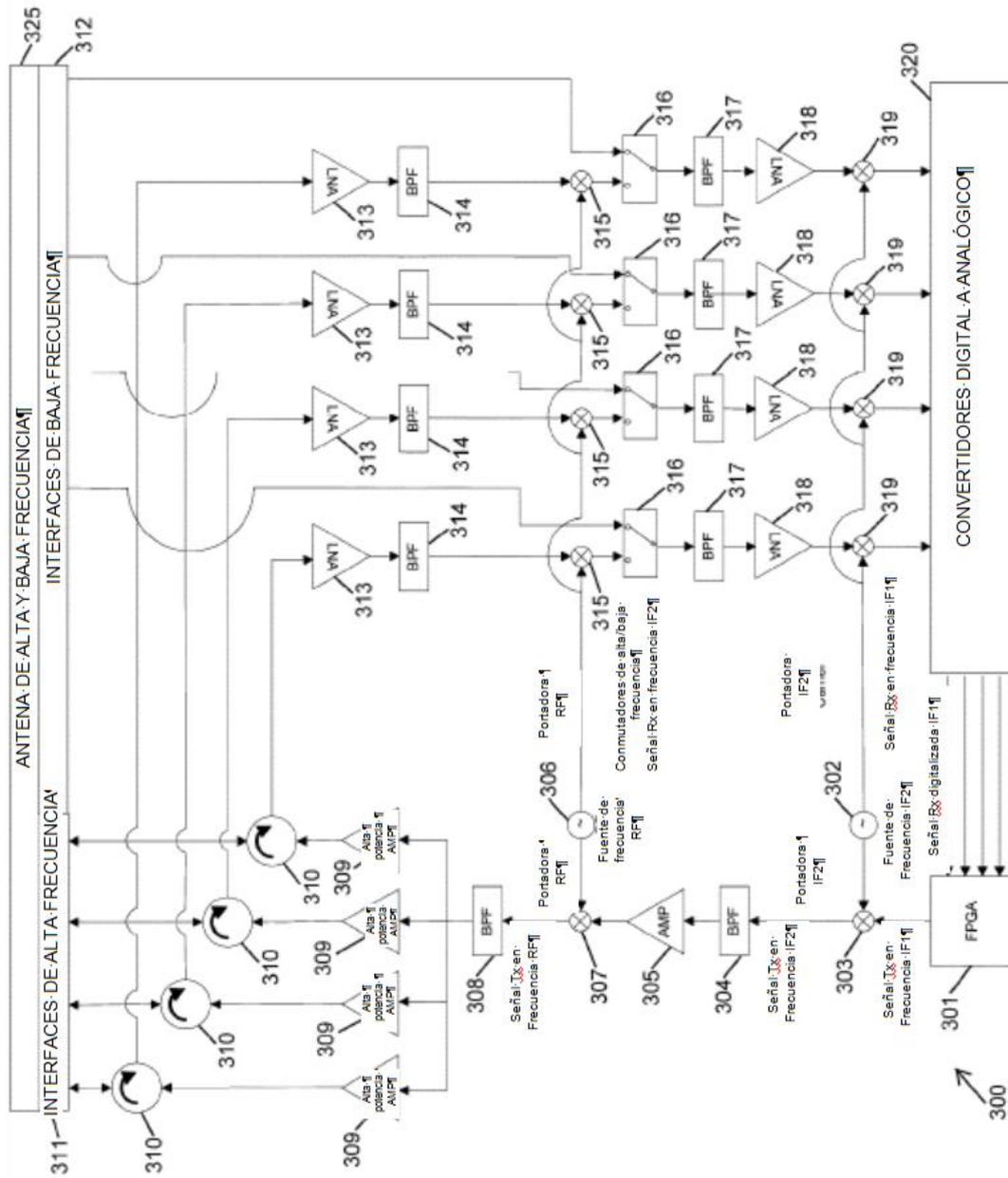
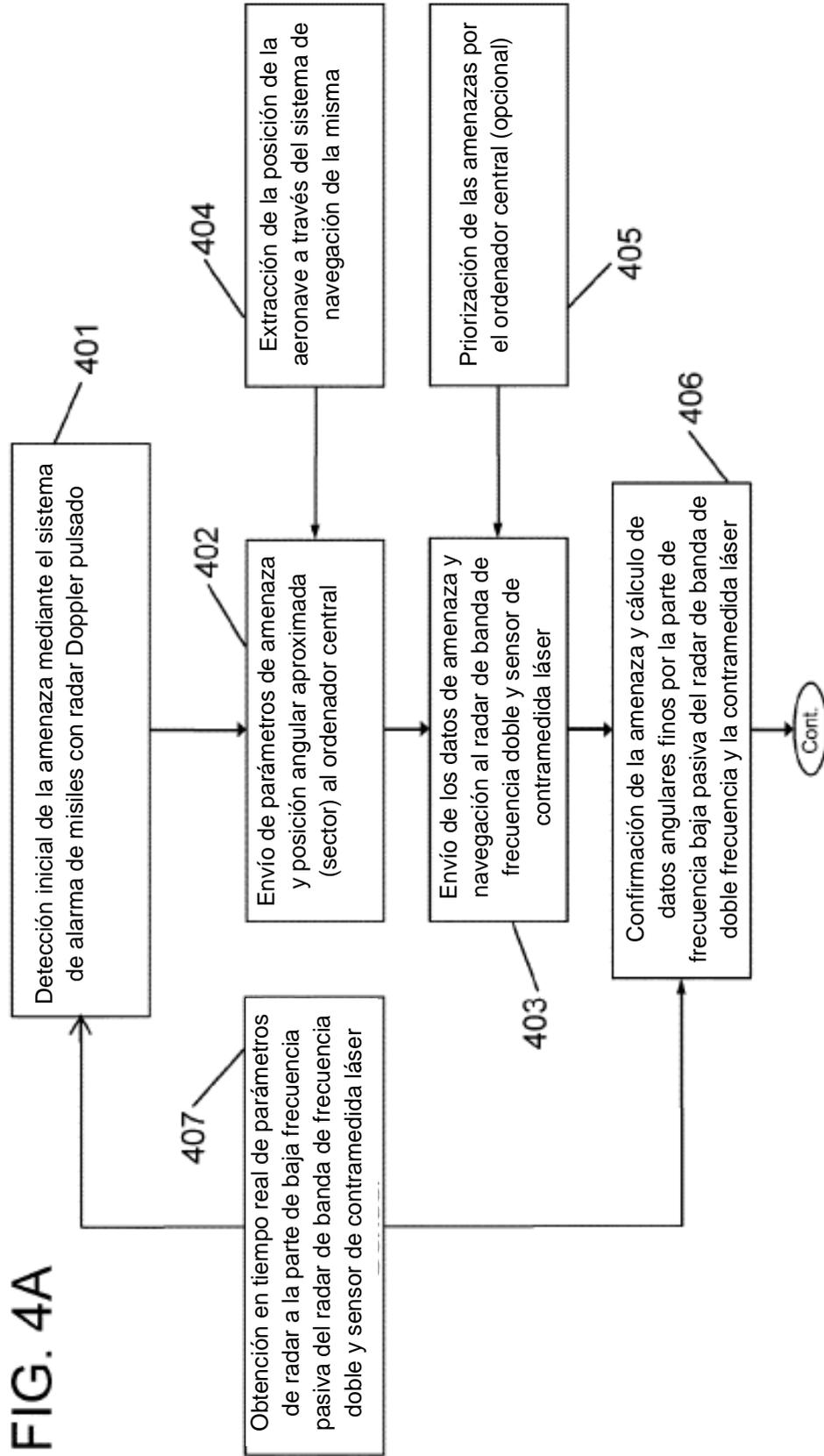


FIG. 3

FIG. 4A



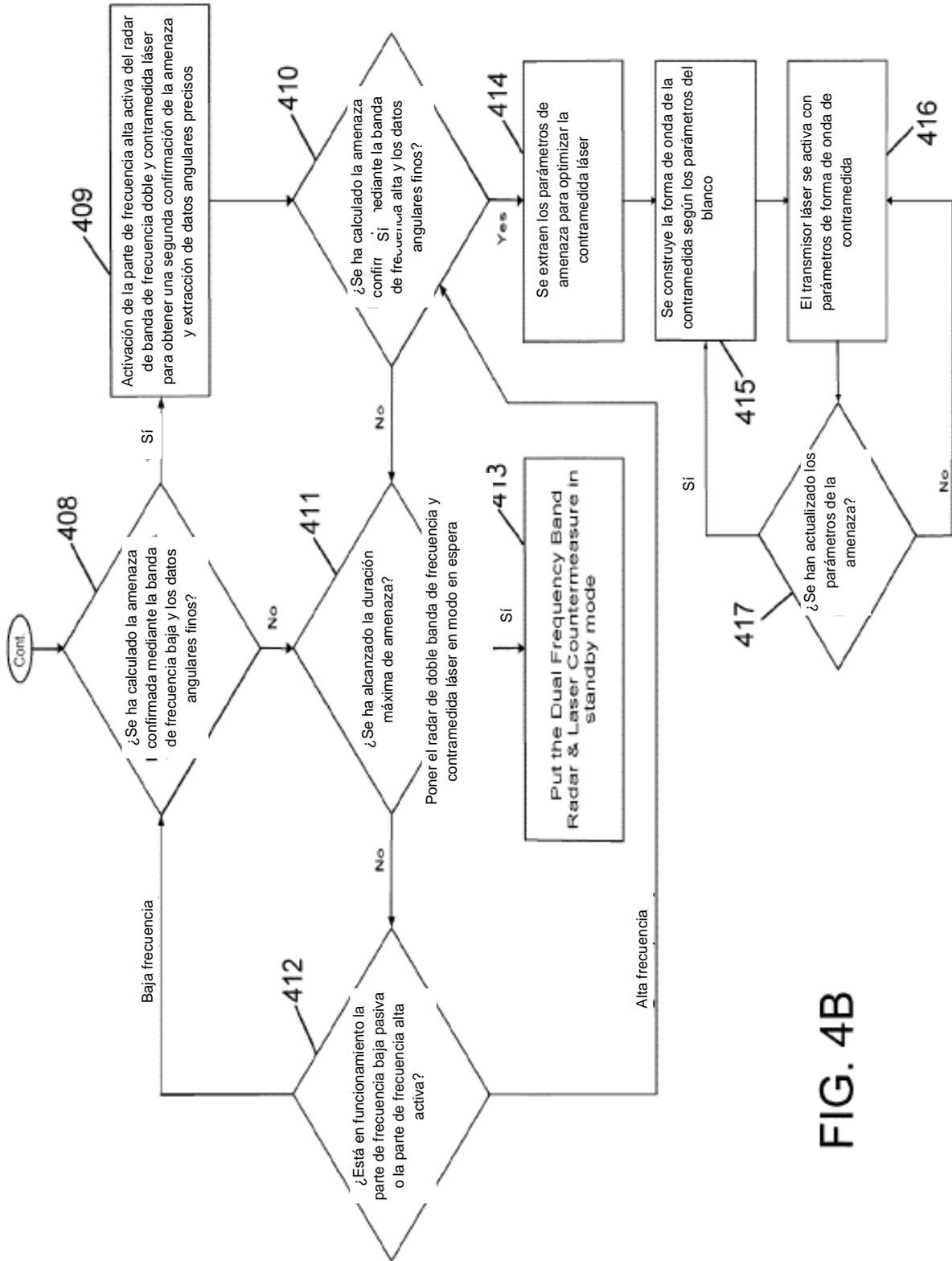


FIG. 4B

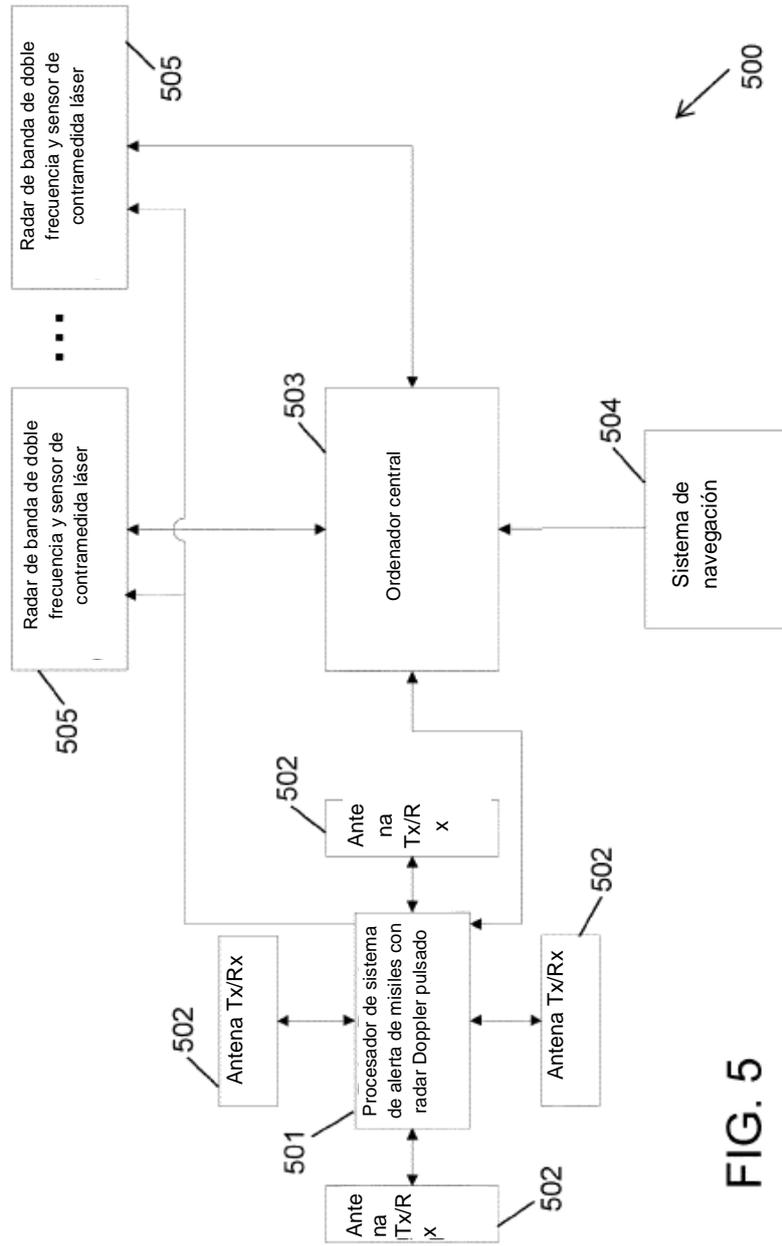


FIG. 5

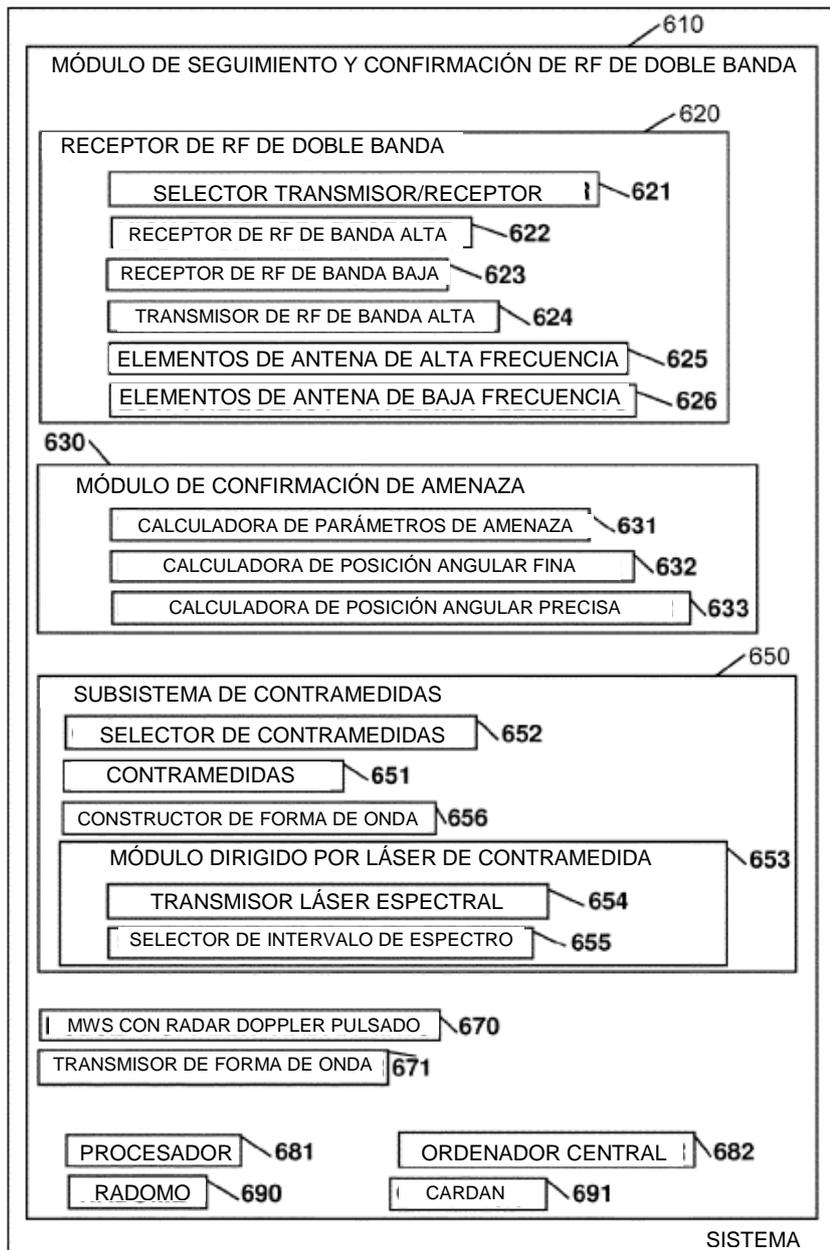


FIG. 6