

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 724 571**

51 Int. Cl.:

G01S 7/02 (2006.01)
G01S 7/38 (2006.01)
G01S 3/782 (2006.01)
G01S 7/41 (2006.01)
G01S 13/42 (2006.01)
G01S 13/86 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.11.2015** **PCT/US2015/059698**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.08.2016** **WO16122739**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.11.2015** **E 15864305 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.02.2019** **EP 3234633**

54 Título: **Sistema de disuasión para sistemas aéreos no tripulados**

30 Prioridad:

19.12.2014 US 201462094154 P
10.08.2015 US 201514821907

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
12.09.2019

73 Titular/es:

XIDRONE SYSTEMS, INC. (100.0%)
272 Burnt Pine Dr.
Naples, Florida 34119, US

72 Inventor/es:

PARKER, DWAIN E. A.;
STERN, DAMON E. y
PIERCE, LAWRENCE S.

74 Agente/Representante:

LOZANO GANDIA, José

ES 2 724 571 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 disuasión para sistemas aéreos no tripulados

Campo de la invención

- 5 La presente invención se refiere a una solución integrada de detección y contramedidas contra sistemas aéreos no tripulados, que comúnmente se denominan drones.

Antecedentes de la invención

- 10 Los sistemas aéreos no tripulados, que comúnmente se denominan drones, se han vuelto disponibles comercialmente para el público en general. Si bien puede haber muchos usos comerciales y recreativos seguros para los sistemas aéreos no tripulados, estos dispositivos pueden representar un peligro para la aviación comercial y general, la propiedad pública, privada y gubernamental si se operan incorrectamente. Además, los sistemas aéreos no tripulados se pueden usar para violar la privacidad de las actividades personales, comerciales, educativas, deportivas, de entretenimiento y gubernamentales. Desafortunadamente, la mayoría de los sistemas aéreos no tripulados se pueden
- 15 usar para promover la invasión de la privacidad o para llevar a cabo actividades terroristas y/o criminales. Existe la necesidad de un dispositivo y un procedimiento para detectar el acercamiento de un sistema aéreo no tripulado hacia un lugar donde se realicen actividades personales, públicas, comerciales, educativas, deportivas, de entretenimiento y gubernamentales, y donde un sistema aéreo no tripulado pueda ser utilizado para invadir la privacidad, o realizar
- 20 actividades terroristas y delictivas. La presente invención proporciona una solución integrada de detección y contramedidas contra sistemas aéreos no tripulados y ofrece mayor seguridad, privacidad y protección contra las amenazas de violencia que involucran pequeños vehículos/sistemas aéreos no tripulados (sUAS) y es aplicable a servicios gubernamentales, comerciales, privados y públicos.
- 25 El US 2014/0266851 A1 divulga un sistema de interferencia en el campo de batalla que usa un radar de defensa aérea del campo de batalla (18 - 40 GHz) para localizar un objetivo y falsificar o bloquear las señales de navegación por satélite del GPS (como el GPS) que son utilizadas exclusivamente por el objetivo para comando y control.

Sumario de la invención

- 30 Se proporciona en las reivindicaciones de acuerdo con la presente invención, un sistema que detecta, identifica, rastrea, disuade y/o inhabilita pequeños vehículos/sistemas aéreos no tripulados (sUAS) desde el nivel del suelo hasta varios miles de pies por encima del nivel del suelo. El sistema divulgado en el presente documento es una solución integrada que comprende componentes que utilizan: tecnología existente para un nuevo uso; componentes de
- 35 hardware de multiplexación diseñados para esta aplicación; y desarrollo del software de integración que calcula las coordenadas exactas x, y, z del sUAS del asunto; análisis de la señal de RF del sUAS del asunto para determinar las características de señal de RF más apropiadas para afectar al sUAS del asunto; alineación de precisión de sensores electro-ópticos (EO) de alta definición y sensores infrarrojos (IR) y algoritmos de reconocimiento de imagen que proporcionan confirmación de que el sUAS del asunto está violando la autorización del espacio aéreo. La integración
- 40 de estos componentes a través de la combinación de software y hardware divulgada en el presente documento es nueva, no está relacionada con la técnica existente, no es obvia y proporciona una solución útil para operaciones de sUAS no invitadas, invasivas y potencialmente peligrosas.

- 45 El sistema de la presente invención proporciona una solución integrada y diversificada que puede implementarse como una "colocación permanente" o un sistema móvil en una plataforma terrestre, marítima o aérea.

- El sistema de la invención puede implementarse estratégicamente para supervisar el espacio aéreo alrededor de un interés protegido, como una propiedad, lugar, evento o persona muy importante (VIP) que ofrece una cobertura de
- 50 azimut de 360 grados que se extiende desde las antenas receptoras del sistema hasta una distancia lateral máximo de aproximadamente 2 kilómetros (6560 pies) y dentro de los límites laterales hasta una altitud máxima de aproximadamente 1,5 kilómetros (4920 pies) sobre el nivel del suelo (AGL).

Breve descripción de los dibujos

- 55 La FIGURA 1 es una representación esquemática de los componentes y la función de un sistema integrado de detección y contramedidas para su uso contra sistemas aéreos no tripulados.

- La FIGURA 2 es una representación esquemática de una contramedida e inhabilitación al sistema UAS del sistema integrado de detección y contramedida para uso contra sistemas aéreos no tripulados, 44 de la FIGURA 1.

- 60 La FIGURA 3 es una representación esquemática del sistema de detección de radiofrecuencia (RF) del sistema integrado de detección y contramedidas para su uso contra sistemas aéreos no tripulados, 44 de la FIGURA 1.

- La FIGURA 4 es una representación esquemática del sistema de detección de Radar y el sistema de detección Electroóptico y de Infrarrojos (EO/IR) del sistema integrado de detección y contramedidas para uso contra sistemas
- 65 aéreos no tripulados, 44 de la FIGURA 1.

Descripción detallada de la invención

Números de pieza

- 5 10 Transmisión de una matriz de antenas direccionales de ganancia alta multibanda con polaridad vertical
- 12 Matriz de antenas direccionales de recepción
- 10 14 Matriz de antenas omnidireccionales de recepción
- 16 Sensor EO/IR (electroópticos/infrarrojos)
- 18 Conjunto de alineación automática de antena
- 15 20 Conjunto de LNA multibanda
- 22 Conjunto de alineación automática de antena
- 20 24 Receptores RF de alta fidelidad/ CPU de estación de trabajo principal
- 26 Procesador de datos de coordenadas de vectores de azimut y elevación
- 28 Conjunto de HPA de banda ancha de 1189-BBM3 de alimentación
- 25 30 Unidad de eliminación de recepción
- 32 Estimación de rango y detección de dirección
- 30 34 Generador de señal de RF N9310A key sight con múltiples fuentes de modulación
- 36 Identificación de tipo y detección de señales espectrales
- 38 Selección de tipo de modulación ECM
- 35 40 Parámetros de frecuencia y forma de onda
- 42 Base de datos de modulación
- 40 43 Radar comercial de banda 4k X
- 44 UAS del asunto (Sistema Aéreo No Tripulado)
- 45 45 Procesador de filtro objetivo y reverberación de radar
- 46 Procesador de datos de coordenadas de vectores de azimut y elevación
- 99 Supervisión de estado y alimentación del sistema
- 50 100 Sistema entero
- 102 Sección de contramedidas y disuasión de todo el sistema
- 103 Sección de detección de radiofrecuencia (RF) de todo el sistema
- 55 104 Detección de radar de todo el sistema
- 105 Sección de detección Electroóptica y de Infrarrojos (EO/IR) de todo el sistema
- 60 Glosario
- Como se usa en el presente documento y en las reivindicaciones, se entiende que cada uno de los términos definidos en este glosario tiene el significado establecido en este glosario.
- 65 Algoritmo - un proceso o conjunto de reglas que deben seguirse en los cálculos u otras operaciones de resolución de problemas mediante un ordenador

- Conjunto de alineación automática de antena - designado como 18 en las FIGURAS 1, 2 y 3, y como 22 en las FIGURAS 1 y 4, es un equipo electrónico especializado diseñado específicamente para apuntar automáticamente las antenas direccionales y/o los sistemas de cámara, láser a la ubicación deseada, a saber, vehículos/sistemas aéreos no tripulados pequeños (sUAS) designados como un objetivo 44 en la FIGURA 1, basándose en la información de longitud y latitud obtenida o recibida por las antenas receptoras, designadas como 12 y 14 en las FIGURAS 1 y 3, y/o antenas de radar designadas como 43 en las FIGURAS 1 y 4; este equipo especializado se puede comprar y es propiedad de EnrGies Engineering ubicado en Huntsville, Alabama
- Los datos de coordenadas de vectores de azimut y elevación designados como 26 en las FIGURAS 1 y 4, son un software de algoritmo especializado que se ha desarrollado para ser utilizado con un sistema de coordenadas esféricas para el espacio tridimensional donde tres números especifican la posición de un punto medido en latitud, longitud y la elevación obtenida de un sensor de EO/IR designado como 16 en las FIGURAS 1 y 4 que incluye un Buscador de rangos láser, y/o un radar designado como 43 en las FIGURAS 1 y 4
- Eliminación - designado como 30 en las FIGURAS 1, 2 y 3 es el tiempo entre la última señal de transmisión de radio y el comienzo de la siguiente señal de transmisión de radio
- Comunicaciones C2 - Enlaces de comunicaciones de mando y control
- Comercial - relacionado o dedicado al comercio (es decir, NO militar)
- Contrarrestar - ofrecer en respuesta o actuar en oposición
- CUASs2 - Sistemas contra sistemas aéreos no tripulados, el sistema de la presente invención utilizado para detectar, identificar y disuadir o inhabilitar vehículos o sistemas aéreos no tripulados
- Antena direccional: designada como 10 en las FIGURAS 1 y 2, y 12 en las FIGURAS 1 y 3, una clase de antena direccional o de haz que irradia mayor potencia en una o más direcciones, lo cual permite un mayor rendimiento en transmisiones y recibe y reduce la interferencia de fuentes no deseadas
- Detección de dirección y la Estimación de rango: designada como 32 en las FIGURAS 1 a 4, es un software de algoritmo especializado que se ha desarrollado para detectar una señal de interés o un objetivo sospechado y se ha calculado para obtener el azimut y la distancia a ese objetivo o señal de interés basándose en los datos obtenidos por la sección de detección de radiofrecuencia (RF) 103 en la FIGURA 3, la sección de detección de Radar 104 en la FIGURA 4 y la sección de detección Electroóptica y de Infrarrojos (EO/IR) 105 en la FIGURA 4
- DF: designado como 12 en las FIGURAS 1 y 3, detección de dirección se refiere a la medición de la dirección desde la cual se transmitió una señal recibida; esto puede referirse a la radio u otras formas de comunicación inalámbrica
- Dron: designado como 44 en la FIGURA 1, se refiere a un avión no tripulado operado por control remoto, permite la corrección humana (es decir, semiautónoma) o autónoma, vea también UAV, UAS, sUAS, RPA
- EAR: las normativas de administración de exportaciones son normativas que son administradas por el Departamento de Comercio de los Estados Unidos y regulan la exportación de artículos de "doble uso"; tecnología diseñada para fines comerciales y con posibles aplicaciones militares, como ordenadores, software, aviones y patógenos, así como la reexportación de artículos
- Sensores electro-ópticos y de infrarrojos - designados como 16 en las FIGURAS 1 y 4, son una combinación de una cámara de vídeo de alta definición estándar capaz de ver en condiciones de luz diurna y una cámara de vídeo por infrarrojos capaz de ver en la perspectiva de luz infrarroja; ambos sistemas de cámaras se pueden comprar "estándar" como tecnología común; un fabricante común de este tipo de sistemas de cámaras es FLIR Systems
- Selección de tipo de modulación de contramedidas electrónicas (ECM): designado como 38 en las FIGURAS 1 a 3 es un software de algoritmo especializado que se ha desarrollado para ayudar a reducir la radiofrecuencia identificada por una tabla de búsqueda de modulación (definida en este glosario) del vehículo/sistema aéreo no tripulado de interés, designado como objetivo 44 en la FIGURA 1, que utiliza una biblioteca de base de datos que fue creada y clasificada con las frecuencias de radio específicas comunes a todos los vehículos/sistemas aéreos no tripulados
- Emisor - para enviar o entregar una cantidad de energía
- EO - Electro-óptica es una rama de la ingeniería eléctrica y la ciencia de los materiales que involucra componentes, dispositivos y sistemas que funcionan mediante la modificación de las propiedades ópticas de un material mediante un campo eléctrico, por lo que se refiere a la interacción entre los estados electromagnético (óptico) y eléctrico (electrónico) de los materiales

Frecuencia - la frecuencia a la que se produce una vibración que constituye una onda, ya sea en un material (como en las ondas de sonido) o en un campo electromagnético (como en las ondas de radio y luz), habitualmente medida por segundo

- 5 Parámetros de frecuencia y forma de onda - designados como 40 en las FIGURAS 1 a 3, es un software de algoritmo especializado que se ha desarrollado para identificar vehículos/sistemas aéreos no tripulados que utilizan una biblioteca de base de datos creada y clasificada con la forma de onda de radiofrecuencia específica común a todos los vehículos/sistemas aéreos no tripulados
- 10 IR - los infrarrojos son una energía radiante invisible (para el ojo humano), radiación electromagnética con longitudes de onda más largas que las de la luz visible, que se extiende desde el borde rojo nominal del espectro visible a 700 nanómetros (frecuencia 430 THz) hasta 1 mm (300 GHz)
- 15 ISR - Inteligencia, Vigilancia, Reconocimiento es una actividad que sincroniza e integra la planificación y el funcionamiento de sensores, activos y sistemas de procesamiento, explotación y difusión en soporte directo de las operaciones actuales y futuras
- 20 ITAR - Las normativas de tráfico internacional de armas es un conjunto de regulaciones del gobierno de los Estados Unidos que controlan la exportación e importación de artículos y servicios relacionados con la defensa en la Lista de Municiones de los Estados Unidos (USML)
- 25 Interferir o interferidos o dispositivos de emisión de interferencias o emisión de interferencias - para interferir o impedir la recepción clara de las señales emitidas por medios electrónicos para que no puedan funcionar o para que sean ininteligibles enviando señales interferentes por cualquier medio
- 30 Láser - un dispositivo que emite luz a través de un proceso de amplificación óptica basado en la emisión estimulada de radiación electromagnética
- 30 Buscador de rangos láser - designado como 16 en las FIGURAS 1 y 4, es un telémetro que usa un rayo láser, en general de pulsos, para determinar la distancia a un objeto
- 35 LED - el diodo emisor de luz es un dispositivo semiconductor que emite luz visible cuando una corriente eléctrica pasa a través de él
- 35 Matriz - un entorno en el que algo se desarrolla
- 40 Matriz de antenas de transmisión direccional de matrices - designada como 10 en las FIGURAS 1 y 2, es una técnica de procesamiento de señales utilizada en matrices de sensores (antenas) para la transmisión de señales direccionales; esto se logra mediante la combinación de elementos en una matriz en fase de tal manera que las señales en ángulos particulares experimentan interferencias constructivas mientras que otras experimentan interferencias destructivas; su equipo se puede comprar "estándar" y un fabricante común de este tipo de equipo es Motorola
- 45 Plataforma móvil (MP) - el equipo de sistemas contra Sistemas Aéreos No Tripulado móvil instalado en cualquier vehículo con la intención de moverse de un lugar a otro según sea necesario para satisfacer una necesidad a corto plazo en la detección, identificación y disuasión o inhabilitación de un vehículo aéreo no tripulado
- 50 Modulación - el proceso de variar una o más propiedades de una forma de onda periódica, llamada señal portadora, con una señal de modulación que típicamente contiene información para ser transmitida
- 50 La generación de funciones de modulación - designada como 34 en las FIGURAS 1 a 3, es un software de algoritmo especializado que se ha desarrollado para transmitir (interferir) una radiofrecuencia específica, designada como 38 en la FIGURA 1 - 3 y 42 en las FIGURAS 1 y 3, que es única para vehículos/sistemas aéreos no tripulados específicos que utilizan una biblioteca de base de datos creada y clasificada con las frecuencias de radio específicas utilizadas en todos los vehículos/sistemas aéreos no tripulados comunes
- 55 Tabla de búsqueda de modulación - designada como 42 en las FIGURAS 1 y 3, es un software de algoritmo especializado que se ha desarrollado para identificar el amplio rango de radiofrecuencias que utiliza un vehículo/sistema aéreo de interés no tripulado específico, designado como objetivo 44 en la FIGURA 1, utilizando una biblioteca de base de datos que fue creada y clasificada con las frecuencias de radio específicas comunes a todos los vehículos/sistemas aéreos no tripulados
- 60 Multibanda: un dispositivo de comunicación que soporta múltiples bandas de radiofrecuencia
- 65 Conjunto de amplificador multibanda de bajo ruido (LNA) - designado como 20 en las FIGURAS 1 y 3, es un amplificador electrónico de múltiples radiofrecuencias utilizado para amplificar señales posiblemente muy débiles, por ejemplo, capturadas por una antena

- Antena omnidireccional - designada como 14 en las FIGURAS 1 y 3, una clase de antena que recibe o transmite potencia de onda de radio de manera uniforme en todas las direcciones en un plano, con la potencia radiada disminuyendo con el ángulo de elevación por encima o por debajo del plano, bajando hasta cero en el eje de la antena
- 5 OTS - Estándar, se refiere a los materiales o equipos que existen actualmente y están disponibles para comprar o usar
- 10 Plataforma permanente (PP) - la instalación del equipo de sistemas contra sistemas aéreos no tripulados en una ubicación específica para satisfacer una necesidad a largo plazo en la detección, identificación y disuasión de un vehículo aéreo no tripulado
- Pulso - una sola vibración o breve ráfaga de sonido, corriente eléctrica, luz u otra onda
- 15 RPA - Avión pilotado a distancia, también conocido como UAV, UAS
- RF - Radio Frecuencia es una frecuencia de oscilación en el rango de alrededor de 3 kHz a 300 GHz, que corresponde a la frecuencia de las ondas de radio y las corrientes alternas que transportan señales de radio
- 20 Eliminación de recepción - designado como 30 en la FIGURA 1 - 3, es un software de algoritmo especializado que se ha desarrollado para detener las antenas receptoras, designadas como 12 y 14 en las FIGURAS 1 y 3, para que no reciban señales de radiofrecuencia durante el tiempo que la frecuencia de transmisión de contramedidas, designada como 34 en las FIGURAS 1 a 3, está siendo transmitida por una antena de transmisión direccional, designada como 10 en las FIGURAS 1 y 2, con el propósito de disuadir o interceptar el vehículo/sistema aéreo no tripulado sospechoso,
- 25 designado como un objetivo 44 en FIGURA 1, identificada como una amenaza conocida
- La matriz de antenas direccionales de recepción, designada como 12 en las FIGURAS 1 y 3, se refiere a múltiples antenas receptoras dispuestas de tal manera que la superposición de las ondas electromagnéticas es un campo electromagnético predecible y que las corrientes que las atraviesan son de diferentes amplitudes y fases; este equipo se puede comprar "Estándar" y un fabricante común de este tipo de equipo es Motorola
- 30 Matriz de antenas omnidireccionales - designada como 14 en las FIGURAS 1 y 3, es una clase de antena que recibe energía de onda de radio de manera uniforme en todas las direcciones en un plano; este equipo se puede comprar "estándar" y un fabricante común de este tipo de equipo es Motorola
- 35 STC - Giro para indicar, las acciones autónomas de los sensores electrónicos, de radio u ópticos para girar utilizando un conjunto de alineación de antena automático designado como 18 en las FIGURAS 1 a 3, y 22 en las FIGURAS 1 y 4 para mover y apuntar las cámaras 16 en las FIGURAS 1 y 4 y contramedidas 10 en las FIGURAS 1 y 2 en la dirección de un objetivo sospechoso 44 en la FIGURA 1, basándose en la información de los datos procesados por los componentes 26 en las FIGURAS 1 y 4, y 46 en las FIGURAS 1, 3 y 4, manteniendo así los objetivos "indicados" a la vista en todo momento con o sin intervención humana
- 40 Señal espectral - designada como 36 en las FIGURAS 1 y 3, el espectro de frecuencia de una señal de dominio de tiempo es una representación de esa señal en el dominio de frecuencia
- 45 Detección de señal espectral e identificación de tipo - designada como 36 en las FIGURAS 1 y 3, es un software de algoritmo especializado que se ha desarrollado para detectar e identificar vehículos/sistemas aéreos no tripulados utilizando una biblioteca de base de datos creada y clasificada con las firmas espectrales comunes a todos los vehículos/sistemas aéreos no tripulados
- 50 sUAS - designado como 44 en la FIGURA 1, pequeño sistema aéreo no tripulado, que en general pesa menos de 20 kg o 55 lb.
- Objetivo - designado como 44 en la FIGURA 1, algo o alguien de interés que se verá afectado por una acción o desarrollo
- 55 Registro de seguimiento de objetivo - un gráfico o tabla de coordenadas que documenta la ruta de objetivo en el espacio durante el área de preocupación
- 60 Tecnología - la aplicación de la ciencia, especialmente a objetivos industriales o comerciales
- Amenaza - una declaración o un acto de una intención o determinación de infligir la destrucción de bienes o daños, castigos, lesiones o la muerte de personas
- 65 UAS - designado como 44 en la FIGURA 1, Sistema aéreo no tripulado, Sistema de aviones no tripulados (también conocido como UAV, RPA)

UAV - designado como 44 en la FIGURA 1, Vehículo aéreo no tripulado, Avión no tripulado (también conocido como UAS, RPA)

5 Enlace ascendente - la parte de una conexión de red utilizada para enviar o cargar datos desde un dispositivo a un dispositivo remoto

10 Conjunto de transmisor de vídeo/radio de enlace ascendente - designado como 28 en las FIGURAS 1 y 2, es un dispositivo que tomará la información de frecuencia de radio o vídeo recibida de las bibliotecas de bases de datos designadas como 36 en las FIGURAS 1 y 3, 40 en las FIGURAS 1 - 3 y 42 en las FIGURAS 1 y 3 y las enviará a través de un amplificador de radio designado como 34 en las FIGURAS 1 a 3 a una antena de transmisión direccional o una matriz de antena de transmisión direccional de matriz designada como 10 en las FIGURAS 1 y 2; este equipo se puede comprar "estándar" y un fabricante común de este tipo de equipo es Motorola

15 Estación de trabajo principal y receptor de definición estándar (SD) de vídeo / enlace ascendente - designados como 24 en las FIGURAS 1 y 3, es una conexión desde las antenas al codificador de vídeo donde la información es procesada por la red de ordenadores principal; el equipo de enlace ascendente se puede comprar "estándar" y un fabricante común de este tipo de equipo es Cisco Systems; el receptor de vídeo y el ordenador principal también son tecnología "estándar" y están disponibles de muchos fabricantes

20 Vector - una cantidad con dirección y magnitud, especialmente al determinar la posición de un punto en el espacio con respecto a otro

25 Vatio - la unidad de alimentación del sistema, equivalente a un julio por segundo, correspondiente a la potencia de un circuito eléctrico en el que la diferencia de potencial es de un voltio y la corriente de un amperio

Forma de onda - una representación gráfica de la forma de una onda que indica sus características como frecuencia y amplitud

30 Con referencia a las FIGURAS 1 a 4, se muestran representaciones esquemáticas de los componentes y la función de un sistema integrado de detección y contramedidas 100 para uso contra sistemas aéreos no tripulados 44. Una primera función del sistema es localizar e identificar un objetivo de UAS. La presente invención proporciona secciones de detección integradas 103 - 105 y sección de disuasión/contramedida 102 contra pequeños vehículos/sistemas aéreos no tripulados (sUAS), a los que se hace referencia comúnmente como drones, cerca de acercándose a una propiedad, lugar, evento o persona muy importante (VIP). Todos los sUAS tienen un conjunto distinto de firmas espectrales (sonido, calor, sección transversal del radar, patrón de onda de radiofrecuencia) detectadas por un procesador de identificador de señal espectral 36. Este hecho es la base para las secciones de detección 103 - 105 del sistema 100 de la presente invención y las secciones 103 - 105 es la primera función del sistema. Uso de un receptor de RF de alta fidelidad de detección de dirección (DF) de última tecnología probado 24 acoplado con antenas omnidireccionales y direccionales 12, 14 y un software único creado por el sistema cuando se detecta la firma de RF de los sUAS que vuelan dentro de los límites de detección del sistema, por ejemplo dentro de la distancia lateral máxima de aproximadamente 2 kilómetros (6560 pies) y dentro de los límites de la antena hasta una altitud máxima de aproximadamente 1,5 kilómetros (4920 pies) sobre el nivel del suelo (AGL). Este elemento del sistema puede aumentarse y se muestra con elementos de detección de firma adicionales que consisten en sensores acústicos y/o de radar 43 y sensores electroópticos 16. Estos elementos operan con un software único que traduce firmas discernibles en datos coherentes que ayudan en el proceso de detección y ubicación. A continuación todos los datos de la firma se procesan para generar un azimut de referencia y una elevación 26, 46 desde el sensor al sUAS del asunto 44. A continuación, la información generada por la sección de detección de sistemas se envía electrónicamente al procesador de estimación de rango y dirección 32 para obtener la ubicación de un objetivo. El sistema 100 de la presente invención utiliza el hardware y el software de la sección de detección de radiofrecuencia (RF) 103 para identificar el tipo de sUAS y las firmas de radiofrecuencias conocidas y observadas asociadas requeridas para el intercambio de datos de vídeo y las comunicaciones de sUAS.

55 Una segunda función del sistema es proporcionar contramedidas contra sUAS que se consideran una amenaza en o acercándose a una propiedad, lugar, evento o VIP. Los datos azimutales para un sUAS son determinados por la sección de detección 103 - 105 del sistema. El software/hardware de control del sistema proporciona esta información al sensor integrado electro-óptico (EO) y de infrarrojos (IR) 16, que centra de manera autónoma el campo de consideración del sensor EO/IR a la ubicación conocida del sUAS del asunto 44. Cuando se confirma que la identificación visual es un sUAS; ya sea mediante análisis de vídeo o verificación humana, el sistema de software/hardware de la invención determinará las coordenadas precisas de x, y, z (x = longitud, y = latitud, z = altitud) de los sUAS. Esta información precisa de ubicación y rango se proporciona a la sección de contramedidas y disuasión 102 del sistema 100. Usando estos datos, la sección de contramedidas y disuasión 102 calcula las características espectrales de RF que anularán las señales que el sUAS espera recibir. Un generador de señales 34 produce una señal adaptada y un amplificador de intensidad variable 28 genera la potencia de salida requerida; provocando el efecto deseado en el rango deseado en el sUAS del asunto 44. La sección de contramedida y disuasión 102 transmite la forma de onda de RF generada única usando antenas altamente direccionales y enfocadas 10. El sistema usa

Blanking 30 en el momento entre la última señal de transmisión de radio y el comienzo de la siguiente señal de transmisión de radio de la señal transmitida de acuerdo con los parámetros de frecuencia y forma de onda 40 para evitar efectos internos negativos en el sistema 103. A continuación, el sistema desactiva los sensores de sUAS, o hace que el sistema de navegación de sUAS no funcione correctamente debido a la interferencia de la comunicación, lo cual hace que la mayoría de los sUAS entren en un "Modo a prueba de fallos" (atterricen inmediatamente o regresen al punto de lanzamiento). Esta acción es específica de sUAS y se basa en el diseño del fabricante y las capacidades operativas de sUAS.

El elemento de inhabilitación de un sistema de la presente invención inhabilita la operación de un sUAS inicialmente de manera no destructiva, aumentando de forma destructiva basándose en la respuesta del sUAS objetivo. Un sistema de la presente invención puede interrumpir el funcionamiento de un sUAS de una manera no destructiva transmitiendo una emisión concentrada de radiofrecuencia (RF) sintonizada a las características específicas de sUAS identificadas mediante el análisis espectral durante el proceso de detección. A continuación, estas formas de onda de RF se utilizan para interrumpir las entradas esperadas al controlador integrado de los sUAS identificados. La señal de enlace descendente de vídeo es el objetivo inicial del proceso de inhabilitación. Si esta interrupción no es suficiente para disuadir a los sUAS, el transmisor de RF se sintonizará a la frecuencia de control apropiada para interrumpir la electrónica de a bordo de los sUAS. Estas acciones harán que la mayoría de los sUAS entren en el Modo a prueba de fallos (ya sea aterrizando inmediatamente o regresando al punto de lanzamiento). La presente invención considera las diferencias basadas en el diseño del fabricante y las capacidades operativas de los sUAS caso por caso y adapta la respuesta de contramedida/disuasión de las invenciones en consecuencia.

La sección de contramedida y disuasión 102 del sistema 100 inhabilita el funcionamiento de un sUAS de una manera no destructiva utilizando la tecnología no destructiva descrita para generar una señal de transmisión de inhabilitación que es significativamente más fuerte que las señales de control de un operador del sUAS. Esta transmisión de inhabilitación tendrá una ganancia significativamente mayor (señal más fuerte) y se dirigirá tanto al sensor como a la electrónica de control del sUAS. El proceso de inhabilitación puede aumentarse con tecnología de pulsos electromagnéticos, láser de pulsos y está diseñada específicamente para aceptar otras contramedidas actuales o futuras utilizadas para vencer la electrónica, los motores y/o los sistemas de navegación de sUAS. Los efectos de la transmisión de radio de mayor ganancia causarán entre otros efectos, la servo-vibración, lo cual dará como resultado la pérdida del control del sUAS y la interrupción de la mayoría de los procesos electrónicos a bordo, lo cual aumentará la probabilidad de un aterrizaje forzoso. Además, se puede enviar un contra sUAS con los datos de navegación autónomos suministrados por el sistema de la presente invención para ubicar e inhabilitar intencionalmente a los sUAS opuestos volando hacia ellos, dejando caer una red sobre la amenaza, cubriéndola con espuma en aerosol o líquido o capturando los sUAS oponentes.

El sistema de la presente invención utilizará el equipo de detección de dirección (FD) 12, 16 para buscar el enlace de comunicaciones de radio de un sUAS 44 aerotransportado, comúnmente denominado dron. La integración de múltiples equipos de Detección de Dirección (DF) 26, 46 en el sistema de la presente invención aumentará la precisión para obtener el azimut al que el sUAS está volando. La integración del equipo de radar 43 provisto de una reverberación de radar y un procesador de filtro objetivo 45, con el equipo de detección de dirección (DF) proporcionará a la presente invención la capacidad de determinar con mayor precisión la altitud y el azimut de la sUAS 44 en el momento del descubrimiento y durante el tiempo que permanece dentro de los límites de detección de sistemas.

Cuando el equipo de DF 26, 46 ha detectado un enlace de comunicación de un sUAS dentro de los límites del sistema, la estación de trabajo principal de recepción 24 analizará la firma de la onda de radiofrecuencia y confirmará que la RF detectada proviene de un sUAS. Este proceso también se aplica cuando una unidad de radar 43 está integrada con el equipo de DF.

A continuación, la información obtenida del DF 26, 46 y/o la unidad de radar 43 se envía a la unidad de estimación de rango y detección de dirección 32, donde se utilizarán algoritmos para enviar coordenadas de ubicación sUAS al Conjunto de Alineación Automática de Antena (A4) 22, 18. Dicho de otra manera, usando Giro para indicar, las acciones autónomas de los sensores electrónicos, de radio u ópticos para girar utilizando un conjunto de alineación automática de antena 18, 22 para mover y apuntar cámaras 16 y contramedidas en la dirección de un objetivo sospechoso 44 basado en la entrada de datos procesados por el azimut y la unidad de elevación 26 46, por lo tanto, manteniendo los objetivos "indicados" a la vista en todo momento con o sin intervención humana. A continuación, esta información dirigirá el Conjunto de Alineación Automática de Antena (A4) 22 para que apunte la unidad Electro-óptica y Localizador de Rango Láser 16 a la sUAS para permitir que se conozca la confirmación visual, la distancia y la elevación de la sUAS.

La información obtenida por el equipo de Detección de rango de láser se enviará a la unidad de Datos de Coordenadas de Vector de Elevación y Azimut 26, que enviará información exacta de azimut y elevación al sistema A4 18 que controla la Matriz de Antena de Transmisión Direccional 10 a través de la unidad de Detección de Dirección y Estimación de Rango 32.

Cuando el enlace de comunicaciones entre el sUAS del asunto y su operador es detectado por la sección de detección de radiofrecuencia (RF) 103 del sistema, la información se transmite a través del Conjunto LNA multibanda 20 y a

través de la Estación de trabajo principal de enlace ascendente 24. A continuación, la información se envía a la unidad de Detección de Señal Espectral e Identificación de Tipo 36, donde el tipo de sUAS se determina basándose en una base de datos conocida que contiene información de Onda de Señal Espectral 36. Cuando se conoce la información de la onda de señal espectral, la información se envía a la unidad de parámetros de frecuencia y forma de onda 40, donde los datos de RF analizados se envían a la tabla de consulta de modulación 42. Cuando se conoce la información de modulación, la información se envía a la unidad de selección de tipo de modulación ECM 38.

A continuación, la forma de onda de modulación seleccionada se envía al conjunto del transmisor de vídeo de enlace ascendente 28, y esa unidad funciona junto con la unidad de eliminación de recepción 30. Cuando el transmisor de vídeo de enlace ascendente 28 está transmitiendo una señal de radio, la unidad de eliminación de recepción 30 forzará a las antenas 12, 14 del DF a dejar de recibir la radiofrecuencia transmitida por la matriz de antena de transmisión direccional de matriz 10. A continuación, la radiofrecuencia seleccionada para interrumpir el enlace de comunicación de la sUAS con su operador es transmitida por el Conjunto del transmisor 28 utilizando la Matriz de Antena de Transmisión Direccional de Matriz 10 dirigida a la sUAS 44 a través del Conjunto de Alineación de Antena Automática 18.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema para proporcionar detección integrada y contramedidas contra vehículos aéreos no tripulados que comprende:

(a) un receptor de RF (24) de detección de dirección acoplado con una antena omnidireccional receptora (14) y una antena direccional receptora (12) para detectar una firma de RF de un vehículo aéreo no tripulado, un procesador de identificador de señal espectral (36) para analizar la firma de RF para identificar un conjunto de firmas espectrales del vehículo aéreo no tripulado (44) y un procesador de estimación de rango y dirección (32) para determinar la ubicación del vehículo aéreo no tripulado (44) a partir de los datos obtenidos por el receptor de RF de detección de dirección (24);

(b) un sistema de radar provisto de una reverberación de radar y un procesador de filtro objetivo (45) para proporcionar información a un procesador de datos de coordenadas de vector de elevación y azimuth (26) para determinar la ubicación del vehículo aéreo no tripulado (44); y

(c) un generador de señal (34) que produce al menos una señal adaptada basada en las firmas espectrales del vehículo aéreo no tripulado y un amplificador de intensidad variable (28) que genera una potencia de salida, un conjunto de alineación de antena para ajustar la alineación de una antena direccional y enfocada transmisora (10) basándose en la ubicación del vehículo aéreo no tripulado según lo determinado, el generador de señal (34) y el amplificador (28) junto con la antena transmisora (10) para enviar al menos una señal al vehículo aéreo no tripulado (44), en el que la al menos una señal:

i. inhabilita los sensores del vehículo aéreo no tripulado (44); o

ii. hace que el sistema de navegación del vehículo aéreo no tripulado (44) funcione mal debido a la interferencia de la comunicación.

2. El sistema para proporcionar detección integrada y contramedidas contra vehículos aéreos no tripulados de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además: un conjunto multibanda LNA (20) para recibir señales de la antena omnidireccional (14) receptora y la antena direccional receptora (12) y transmitir señales a una estación de trabajo principal de recepción de enlace ascendente (24) que envía información al procesador de identificador de señal espectral (36) donde el tipo de vehículo aéreo no tripulado se identifica utilizando una base de datos de información de onda de señal espectral conocida para vehículos aéreos no tripulados conocidos, y una unidad de Parámetros de Frecuencia y Forma de Onda (40) acoplada a una tabla de consulta de modulación (42) acoplada a una unidad de selección de tipo de modulación de ECM (38) que está acoplada al generador de señal (34) que produce al menos una señal adaptada.

3. El sistema para proporcionar detección integrada y contramedidas contra vehículos aéreos no tripulados de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 o 2, que comprende además una unidad de eliminación de recepción (30) que fuerza la recepción omnidireccional (14) y una antena direccional receptora para dejar de recibir una radiofrecuencia transmitida por las antenas direccionales y enfocadas transmisoras (10).

4. El sistema para proporcionar detección integrada y contramedidas contra vehículos aéreos no tripulados de acuerdo con la reivindicación 3, que comprende además una unidad de eliminación de recepción (30) que obliga a la antena omnidireccional de recepción y una antena direccional de recepción (12, 14) a dejar de recibir durante el tiempo en que una frecuencia de contramedidas se transmite mediante las antenas direccionales y enfocadas transmisoras (10).

5. El sistema para proporcionar detección integrada y contramedidas contra vehículos aéreos no tripulados de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el procesador de datos de coordenadas de vector de elevación y azimuth (26) usa un sistema de coordenadas esféricas para espacio tridimensional en el que tres números especifican la posición de un punto medido en latitud, longitud y elevación obtenido del radar.

6. El sistema para proporcionar detección integrada y contramedidas contra vehículos aéreos no tripulados de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, que comprende además un buscador de alcance láser (16) y en el que el procesador de datos de coordenadas del vector de elevación y azimuth (26) utiliza un sistema de coordenadas esféricas para espacio tridimensional en el que tres números especifican la posición de un punto medido en latitud, longitud y elevación obtenida del buscador de rango láser (16).

7. El sistema para proporcionar detección integrada y contramedidas contra vehículos aéreos no tripulados de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, que comprende además sensores electroópticos y de infrarrojos (16).

8. El sistema para proporcionar detección integrada y contramedidas contra vehículos aéreos no tripulados de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que al menos una señal adaptada producida por el generador de señales (34) es una contramedida electrónica seleccionada utilizando la tabla de consulta de modulación (42) para determinar un amplio rango de frecuencias de radio utilizadas por el vehículo aéreo no tripulado (44) que utiliza una

biblioteca de base de datos con las frecuencias de radio específicas comunes a los vehículos aéreos no tripulados.

5 9. El sistema para proporcionar detección integrada y contramedidas contra vehículos aéreos no tripulados de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que la antena direccional y enfocada de transmisión (10) es un componente de una matriz de antenas de transmisión direccional.

10 10. El sistema para proporcionar detección integrada y contramedidas contra vehículos aéreos no tripulados de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, que comprende además una unidad de eliminación de recepción (30) que fuerza a la antena omnidireccional receptora (14) y la antena direccional receptora (12) a dejar de recibir la señal transmitida por la antena direccional y enfocada transmisora (10).

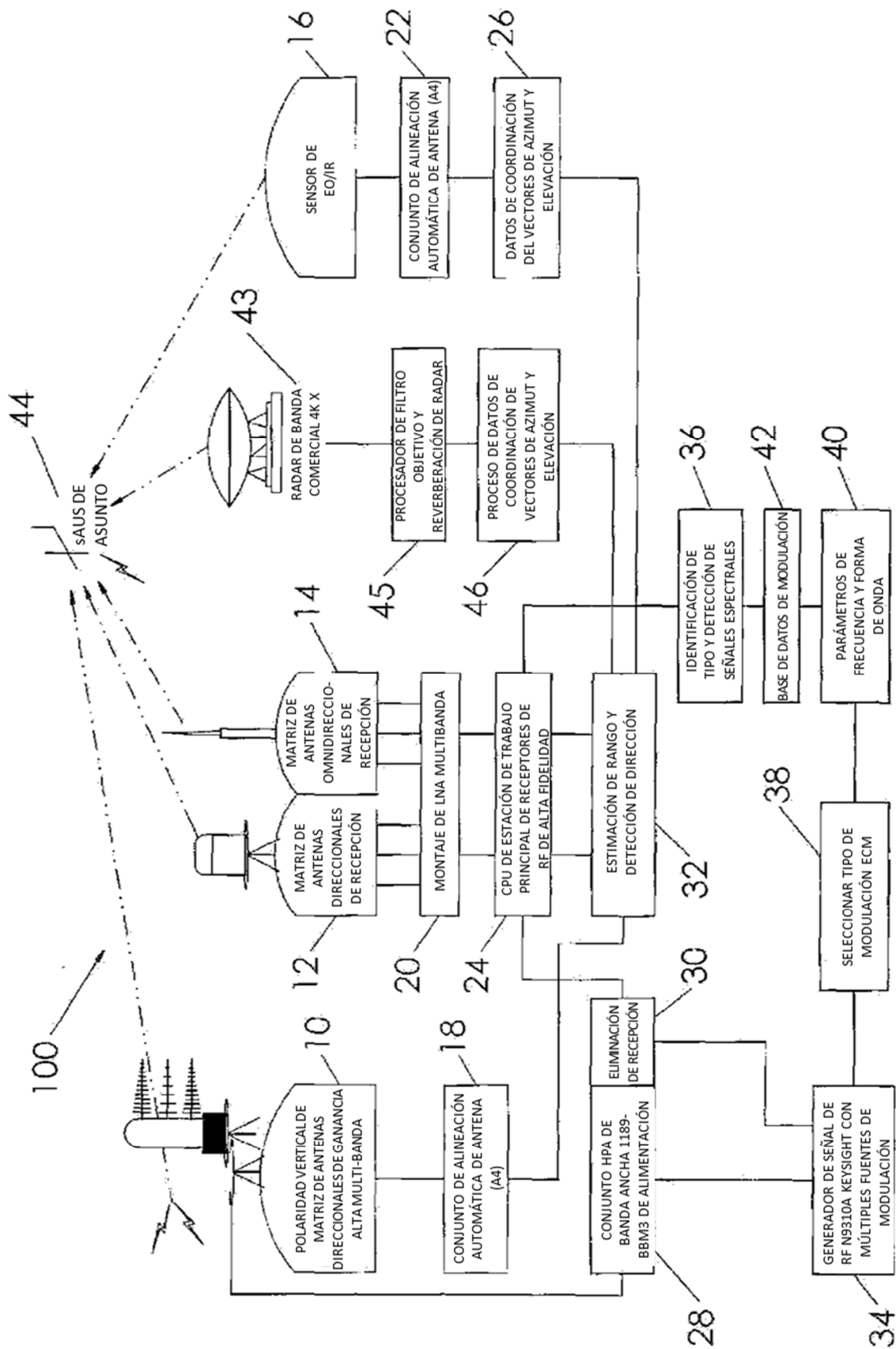


FIGURA 1

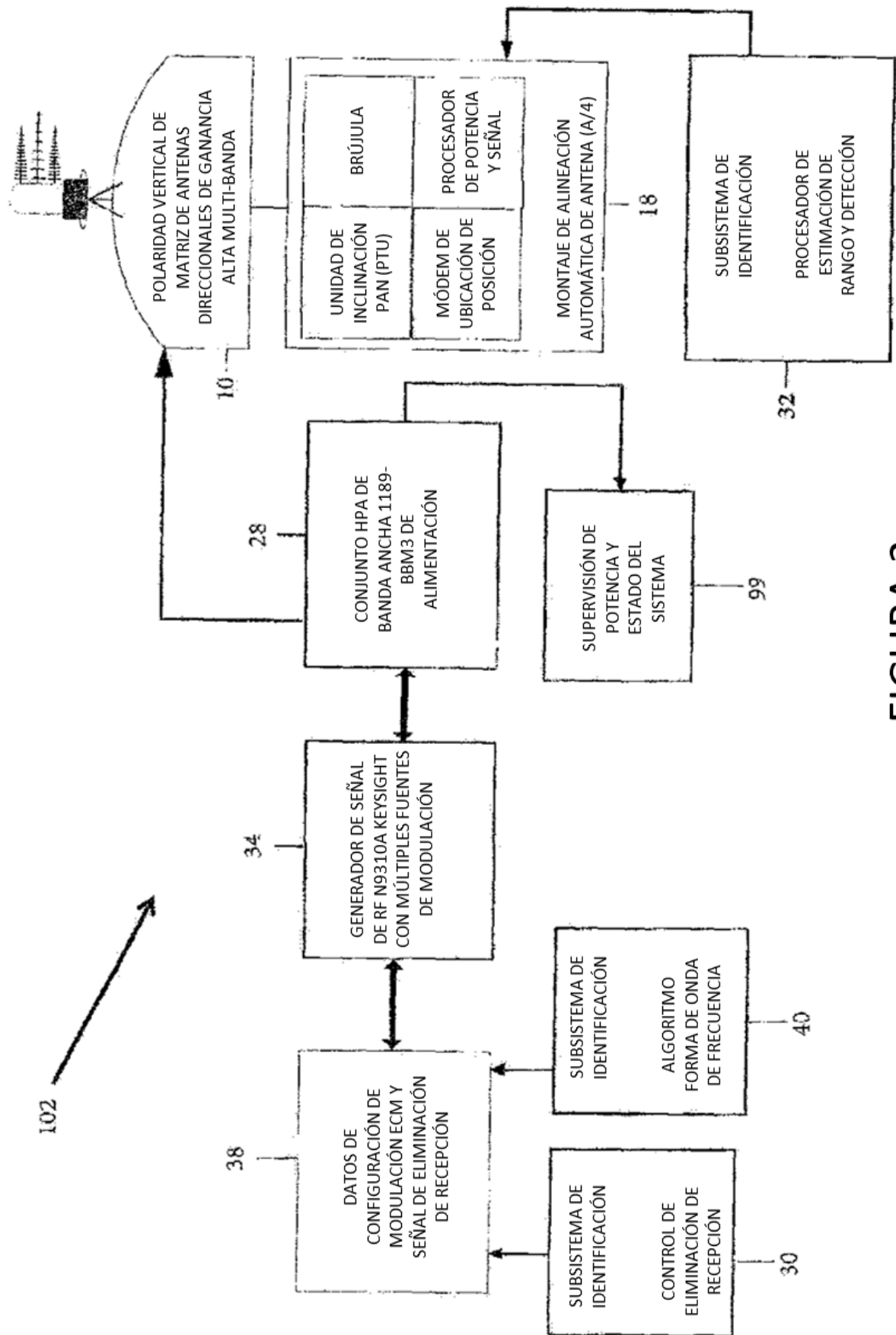


FIGURA 2

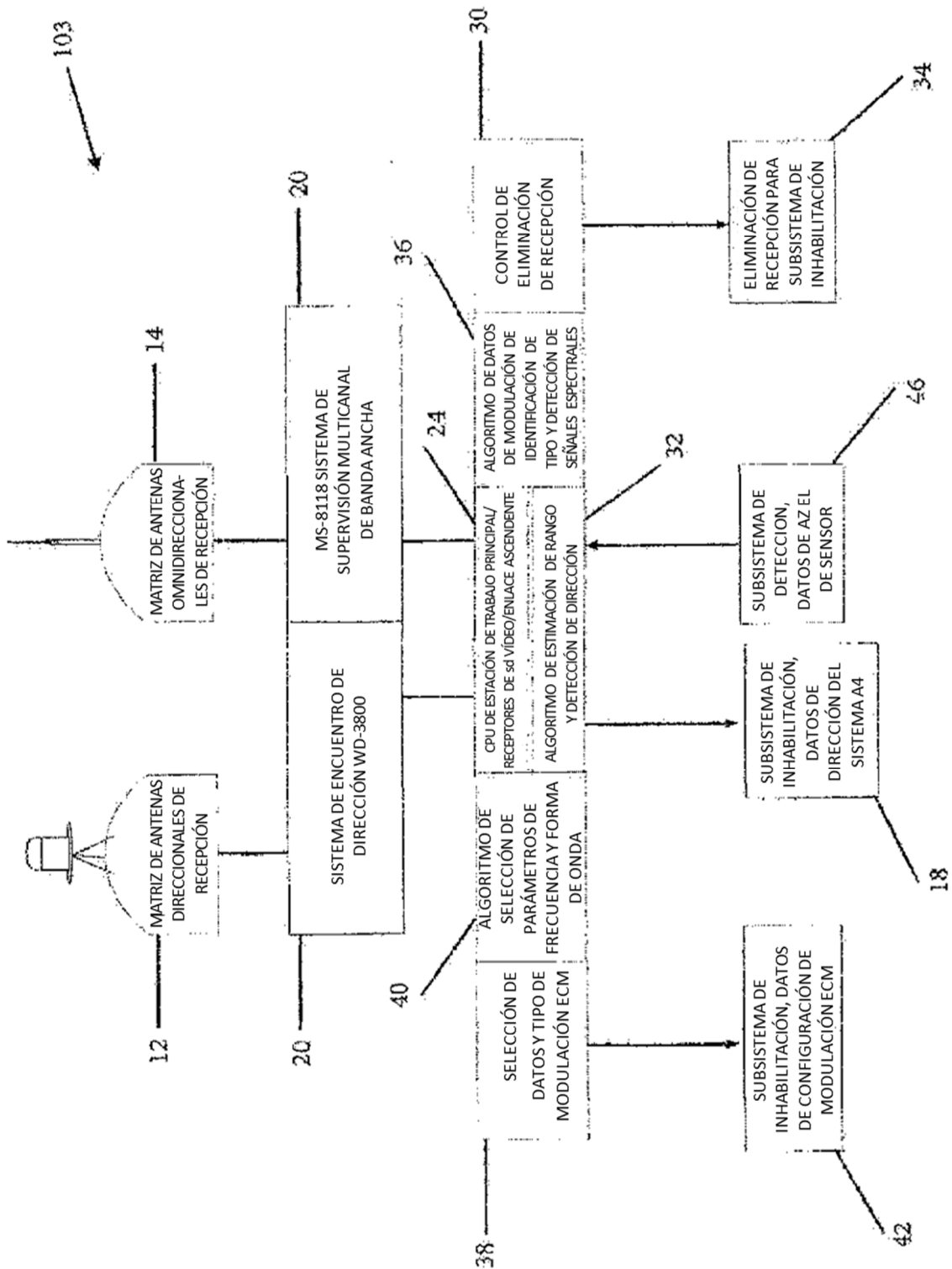


FIGURA 3

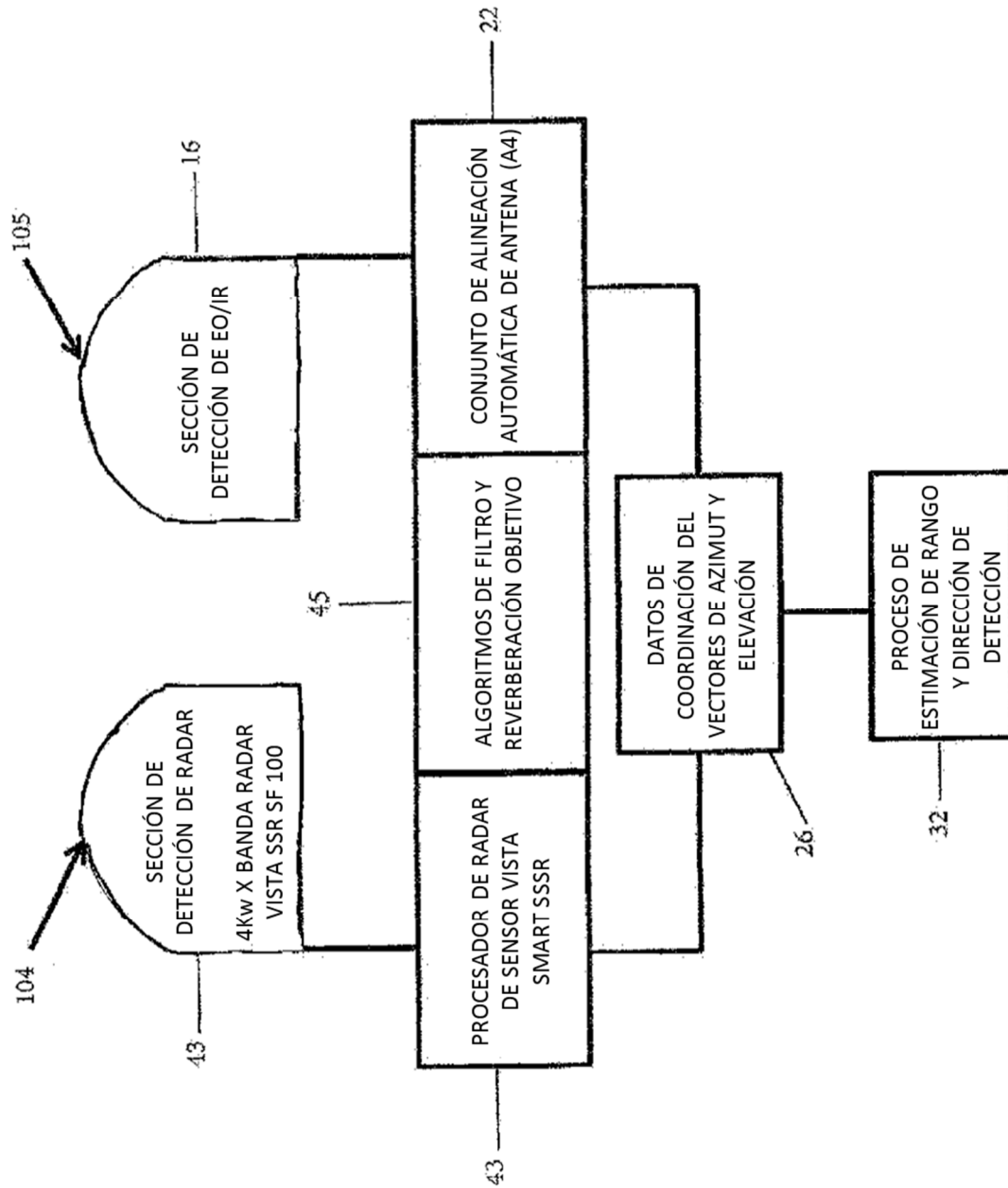


FIGURA 4