

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 601 136**

51 Int. Cl.:

G05D 1/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.07.2014** **E 14382252 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.09.2016** **EP 2963519**

54 Título: **Infraestructura y sistema de gestión móvil para vehículos aéreos no tripulados y métodos relacionados**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
14.02.2017

73 Titular/es:

**THE BOEING COMPANY (100.0%)
100 North Riverside Plaza
Chicago, IL 60606-1596, US**

72 Inventor/es:

**ESTEBAN CAMPILLO, DAVID;
CASADO MAGAÑA, ENRIQUE JUAN;
SCARLATTI, DAVID;
MAZA ALCAÑIZ, IVÁN;
CABALLERO BENITEZ, FERNANDO y
RAGEL DE LA TORRE, RICARDO**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 601 136 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

Infraestructura y sistema de gestión móvil para vehículos aéreos no tripulados y métodos relacionados

5 Campo de la divulgación

La presente invención se refiere en general a una infraestructura para el despliegue y operación de un vehículo aéreo no tripulado (UAV) y, más específicamente, a métodos para el despliegue de una infraestructura y sistema de gestión móvil para UAV en una o más áreas para facilitar la gestión de uno o más vehículos aéreos no tripulados (UAVs).

Antecedentes

Las operaciones continuas en el tiempo con UAVs autónomos es un problema actual que todavía debe ser resuelto. Actualmente, las misiones son manejadas con caros UAVs independientes desplegados en áreas grandes que son lanzados desde una estación de mando y control "permanente" dedicada a ello, teniendo los UAVs que volar de vuelta al lugar de lanzamiento para las operaciones de repostaje, recarga o reparación antes de continuar con la misión que llevaban a cabo. La inmovilidad de la infraestructura de soporte de los UAV, es decir el lugar de lanzamiento, reduce drásticamente la eficiencia de operación de los UAV y por lo tanto de las misiones llevadas a cabo ya que los UAV son incapaces de proporcionar una información detallada, próxima y continua desde un área particular.

Por lo tanto, las operaciones de los UAV actuales se basan en el uso de plataformas de despliegue y aterrizaje fijas que no proporcionan un soporte a largo plazo ni alargan la vida operativa a las misiones de los UAV, dado que dichos UAV se ven limitados por la necesidad de retornar al lugar de lanzamiento para las operaciones de repostado, recarga o de reparación del equipamiento.

La infraestructura móvil para vehículos aéreos no tripulados (UAV) y su sistema de gestión, ambos descritos en el presente documento, proporcionan una solución para la gestión y operación de uno o más, es decir de "múltiples", UAV durante periodos de operación más extendidos en el tiempo proporcionando una infraestructura y sistema de gestión que dan soporte a la recogida y recarga de los UAV. Un método para desplegar señales de tierra para vehículos robóticos se divulga en el documento EP 2 336 801 A2.

La infraestructura y sistema de gestión móvil para UAV aquí descrito resuelve las limitaciones en las misiones de UAV actuales en términos de la carga útil y tiempo de operación disponible de los UAV que operan en áreas remotas u hostiles cuando no existe una infraestructura similar a un aeropuerto. La infraestructura y sistema de gestión móvil para UAV descrita en el presente documento promueve la agrupación de UAV, el uso de múltiples UAV, y facilita la gestión de una flota mezclada de UAV en una forma eficiente mediante la asignación de una plataforma de aterrizaje móvil o desplazable y elementos de comunicación y localización asociados para la gestión de la llegada y salida de uno o más UAV, todo ello en base al tráfico actual y a la disponibilidad de plataformas de lanzamiento/recuperación.

Sumario

El objeto de la presente invención, descrito en este documento, proporciona una solución única y flexible al despliegue de una infraestructura y sistema de gestión móvil o portátil para dar soporte a operaciones de vehículos no tripulados en múltiples áreas que pueden considerarse remotas u hostiles.

En una realización se describe un método para el despliegue de una infraestructura y sistema de gestión móvil para vehículos aéreo no tripulado (UAV) para el control y gestión de uno o más vehículos aéreos no tripulados (UAV), caracterizado por que el método comprende definir un primer área para el despliegue de la infraestructura y sistema de gestión móvil para UAV; desplegar en el primer área definida, por medio de vehículos terrestres no tripulados, la infraestructura y sistema de gestión móvil para UAV que incluye: una plataforma de aterrizaje para facilitar el despliegue operativo de los UAV; una pluralidad de radiobalizas para la localización de los vehículos aéreos no tripulados con la infraestructura y sistema de gestión móvil para UAV; y una estación de mando y control para la comunicación entre la infraestructura y sistema de gestión móvil para UAV y el vehículo aéreo no tripulado; y, si es necesario, definir un segundo área para el despliegue de la infraestructura y sistema de gestión móvil para UAV; y desplegar en el segundo área, por medio de vehículos terrestres no tripulados, la infraestructura y sistema de gestión móvil para UAV.

En otra realización se describe una infraestructura y sistema de gestión móvil para vehículos aéreos no tripulados (UAV) para mando y control de uno o más vehículos aéreos no tripulados (UAV), caracterizado por que el sistema comprende una plataforma de aterrizaje para facilitar el despliegue operativo del vehículo aéreo no tripulado; una pluralidad de radiobalizas para la localización del vehículo aéreo no tripulado con la infraestructura y sistema de gestión móvil para UAV; una estación de mando y control para la comunicación entre la infraestructura y sistema de gestión móvil para UAV y el vehículo no tripulado; y un vehículo terrestre no tripulado para el despliegue de la infraestructura y sistema de gestión móvil para UAV en un primer área y, si es necesario, para el despliegue de la

infraestructura y sistema de gestión móvil para UAV en un segundo área.

Estas y otras realizaciones se harán fácilmente evidentes para los expertos en la técnica a partir de la descripción detallada incluida a continuación sobre las realizaciones descritas que hacen referencia a las figuras adjuntas, no quedando limitada la materia objeto a ninguna realización o realizaciones particulares descritas.

Breve descripción de las figuras

Figura 1.- Muestra una vista esquemática de un despliegue de una infraestructura y sistema de gestión móvil para UAV llevado a cabo por múltiples Vehículos Terrestres no Tripulados (UGV).

Figura 2.- Muestra una vista esquemática de uno o más UAV volviendo al área de la infraestructura y sistema de gestión móvil para UAV mediante el uso de un GPS de a bordo.

Figura 3.- Muestra una vista esquemática de un modo de localización del UAV cambiando desde un sistema de localización global GPS a un sistema de posicionamiento local de radiobalizas pertenecientes a la infraestructura y sistema de gestión móvil para UAV.

Figura 4.- Muestra una vista esquemática de la estación de mando y control que asigna una plataforma de aterrizaje a uno o más UAV en base al tráfico actual de UAVs y a la disponibilidad de plataformas en el momento.

Figura 5.- Muestra una vista esquemática de un modo de localización del UAV cambiando desde un sistema de posicionamiento local de radiobalizas a un sistema de localización relativo basado en marcadores visuales y dispositivos ultrasónicos, una vez ha llegado a la infraestructura y sistema de gestión móvil para UAV.

Descripción detallada

Se describirán ahora ejemplos de realización de la invención con referencia a las figuras adjuntas, en los que números de referencia iguales se refieren a los mismos elementos a lo largo de las mismas. La terminología usada en la descripción no debe ser interpretada en modo alguno como limitativa o restrictiva, ya que se está empleando de forma conjunta con una descripción detallada de ciertas realizaciones particulares de la invención. Adicionalmente, varias realizaciones (tanto si están específicamente descritas en el presente documento, como si no) pueden incluir características novedosas, de forma que ninguna de ellas por separado es únicamente responsable de sus atributos deseables o porque sea esencial para la puesta en práctica de la materia objeto descrita en el presente documento.

Como se muestra en la Figura 1, en una realización particular, el transporte y despliegue de una infraestructura y sistema de gestión móvil para UAV tal como se describe en el presente documento, incluye plataformas de lanzamiento (2) y elementos de comunicación y localización asociados tales como radiobalizas (3), estaciones de mando y control (C2) (4), antenas (5, 6), y uno o más vehículos aéreos no tripulados (UAV) (7) en una o más áreas. Dicho transporte y despliegue se lleva a cabo mediante vehículos terrestres no tripulados (UGV) (1). En este sentido, los UAV se pueden desplegar junto con otros elementos de la infraestructura y sistema de gestión móvil para UAV mediante los UGV, o también se pueden desplegar, independientemente y sin necesidad de los UGV, de forma remota y/o autónoma en una o más áreas donde los UAV lleven a cabo sus misiones objetivo.

Debido a la movilidad de los UGV, el transporte y despliegue de la infraestructura y sistema de gestión móvil para UAV, incluyendo las plataformas de lanzamiento, en una o más áreas puede acometerse en una forma relativamente rápida y eficiente. Aunque los métodos descritos en el presente documento se han descrito proporcionando operaciones móviles para vehículos aéreos no tripulados, el despliegue de artículos o aparatos similares tales como vehículos terrestres está dentro del alcance de la descripción.

Los UGVs pueden estar provistos con medios para la carga y descarga de los diferentes elementos que forman la infraestructura y sistema de gestión móvil para UAV, tales como, la plataforma de aterrizaje, las radiobalizas, la estación de mando y control (C2), las antenas y opcionalmente los UAV. En este sentido, los medios para carga y descarga de los elementos podrían incluir grúas, imanes, etc. Los UGV podrían incluir adicionalmente una rampa para facilitar la operación de carga y descarga.

Los UGV podrían incluir también sensores de proximidad, sistemas de medición de posicionamiento, cámaras, etc., para ayuda en la operación de carga y descarga de los diferentes elementos de la infraestructura y sistema de gestión móvil para UAV. Los sensores de proximidad, cámaras y sistemas de medición del posicionamiento proporcionan una imagen visual para un conocimiento posicional incrementado durante la fijación o descarga de la plataforma de aterrizaje en una localización, y durante el posicionamiento sobre el remolque o cuerpo de los UGV. La infraestructura y sistema de gestión móvil para UAV se despliega entonces a una localización diferente, donde durante la operación de descarga de los diversos elementos, los sensores de proximidad, cámaras y sistemas de medición del posicionamiento facilitan el posicionamiento de la plataforma sobre el terreno asegurando el despliegue seguro y eficiente de la plataforma y otros elementos de la infraestructura y sistema de gestión móvil para UAV.

Los UGV pueden comprender adicionalmente medios para asegurar automáticamente la infraestructura y sistema de gestión móvil para UAV y elementos asociados durante la operación de transporte, tal como por ejemplo imanes sobre la base de un remolque de los UGV. Todas las operaciones de los UGV pueden programarse previamente en

los UGV para una operación completamente autónoma o puede ser controlada a distancia por un usuario desde una estación de control remota.

5 La posición y el número de los diferentes elementos (plataformas de aterrizaje, radiobalizas y estaciones de mando y control) desplegados se selecciona para conseguir la localización óptima y una comunicación óptima entre los UAV y la infraestructura y sistema de gestión móvil para UAV. Dicha eficiencia en la localización y comunicación de la infraestructura y sistema de gestión móvil estará determinada por al menos el terreno encontrado en el área de despliegue.

10 En una realización, se desplegarán en el área un mínimo de cuatro radiobalizas, dado que cuatro es aceptado generalmente como el número mínimo de señales requeridas para una estimación precisa de la posición de los vehículos aéreos no tripulados. Los expertos en la técnica comprenderán que se pueden utilizar menos o más radiobalizas o se puede emplear una tecnología similar dependiendo de varios factores incluyendo entre otras cosas, parámetros operativos, terreno, etc.

15 Las estaciones de mando y control (CCSs) o estaciones de tierra de mando y control (CCGS) o (C2) proporcionan comunicaciones de mando y control entre los UAV y las estaciones de tierra a través de transmisiones de datos para una gestión y control operativo de los UAV. Las estaciones de mando y control facilitan el mando, control y gestión de los uno o más UAV desplegados por los UGV de la infraestructura y sistema de gestión móvil para UAV de manera que se asegura la disposición operativa y el éxito en la misión de los UAV. Los CCSs se pueden colocar sobre el terreno en el área seleccionada, adjuntos a las plataformas de aterrizaje, sobre los propios UGV, etc.

20 En una realización, la infraestructura y sistema de gestión para UAV incluye el despliegue de sistemas de comunicación remotos, tales como sistemas de comunicación por satélite, con un centro de control remoto desde el que se proporcionan datos relativos al despliegue y operación de la infraestructura y sistema de gestión móvil para UAV para facilitar el control y supervisión operativa de la operación de despliegue. Los medios de comunicación remotos se pueden colocar sobre el terreno o sobre los UGV (por ejemplo, una antena parabólica fijada al techo del UGV).

30 Las plataformas de aterrizaje se pueden desplegar para facilitar la disposición operativa de los uno o más UAV. Las plataformas de aterrizaje se pueden desplegar para mantener una distancia relativa entre sí que proporcione un radio de seguridad durante las operaciones de los UAV. El radio de seguridad se puede determinar mediante una distancia necesaria para que el vehículo aéreo no tripulado despegue y aterrice.

35 El despliegue de las radiobalizas se puede configurar para autorizar o permitir una triangulación de los vehículos aéreos no tripulados en un área de control de la infraestructura y sistema de gestión móvil para UAV, siendo definida el área de control por un radio de alcance de las radiobalizas. Más específicamente, se consigue una triangulación adecuada cuando el centroide de las posiciones de las plataformas de aterrizaje tiene un valor de dilución de la precisión horizontal (HDOP) de aproximadamente 1.

40 El despliegue de las radiobalizas puede comprender el cálculo de un centroide de las posiciones de las plataformas de aterrizaje desplegadas, teniendo el centroide un valor de dilución de la precisión horizontal (HDOP) de aproximadamente 1; el cálculo de un radio de un círculo centrado en el centroide de acuerdo con el alcance de radio de las radiobalizas, una precisión de localización requerida en la proximidad de las plataformas de aterrizaje, un tamaño de un área de control alrededor de la infraestructura y sistema de gestión móvil para UAV en la que se proporciona el servicio localización de los UAV, siendo definida el área de control por el alcance de radio de las radiobalizas; y la colocación de las radiobalizas equidistantemente separadas en el círculo calculado.

45 Se describe también un método para la gestión de la infraestructura y sistema de gestión móvil para vehículos aéreos no tripulados (UAV) previamente descrito. El método comprende el despliegue de al menos un vehículo aéreo no tripulado, determinando la posición del vehículo aéreo no tripulado dependiendo de la distancia del vehículo aéreo no tripulado a las plataformas de aterrizaje, asignando una plataforma de aterrizaje para el vehículo aéreo no tripulado por medio de la estación de mando y control, y aterrizando el vehículo aéreo no tripulado en la plataforma de aterrizaje asignada.

50 El método puede calcular la posición del vehículo aéreo no tripulado por medio de un sistema de posicionamiento global (GPS) colocado a bordo del vehículo aéreo no tripulado cuando el vehículo aéreo no tripulado está fuera del área de control. Como se ha indicado anteriormente, el área de control se determina por el radio de alcance de las radiobalizas de la infraestructura. Por otro lado, la posición del vehículo aéreo no tripulado se puede determinar por medio de un sistema de posicionamiento local que comprende las radiobalizas cuando el vehículo aéreo no tripulado está en el interior del área de control.

55 En un método de la infraestructura y sistema de gestión móvil para UAV puede conmutar desde el sistema de posicionamiento global al sistema de posicionamiento local basado en las radiobalizas para el cálculo de la posición del vehículo aéreo no tripulado cuando el vehículo aéreo no tripulado está en el interior del área de control de la infraestructura y la diferencia entre la posición estimada del UAV calculada por el sistema de posicionamiento global

y la posición estimada del UAV calculada por las radiobalizas es menor que un valor predeterminado durante más de un período de tiempo predeterminado. Más específicamente, la conmutación se lleva a cabo cuando la distancia euclídea de las estimaciones mencionadas es menor que un valor predeterminado durante un periodo de tiempo predeterminado. El cálculo de la posición estimada del UAV calculada por las radiobalizas puede transcurrir en paralelo con el uso del GPS por parte de los UAVs.

El método puede conmutar adicionalmente desde el sistema de posicionamiento local a unos sistemas de localización relativa basados en marcadores visuales y dispositivos ultrasónicos para el cálculo de la posición del vehículo aéreo no tripulado cuando el vehículo aéreo no tripulado está en la proximidad a las plataformas de aterrizaje y la diferencia entre una posición estimada del UAV calculada por el sistema de posicionamiento local y una posición estimada del UAV calculada por los sistemas de localización relativa es menor de un valor predeterminado durante más de un período de tiempo predeterminado. Más específicamente, la conmutación se lleva a cabo cuando la distancia euclídea de las estimaciones mencionadas es menor que un valor predeterminado durante un período de tiempo predeterminado. El cálculo de la posición estimada del UAV calculada por el sistema de localización relativa puede transcurrir en paralelo al uso del GPS por los UAVs.

Para asignar una plataforma de aterrizaje a un vehículo aéreo no tripulado, la estación de mando y control considera la posición de cada vehículo aéreo no tripulado, el tráfico actual de vehículos aéreos no tripulados y la disponibilidad de cada una de las plataformas de aterrizaje.

Los procedimientos automatizados de gestión del tráfico aéreo se pueden simplificar debido a las capacidades VTOL (despegue y aterrizaje verticales) de los vehículos. La asignación de vehículos aéreos a las plataformas puede realizarse en una primera etapa en base a mediciones simples tales como la distancia entre vehículos (el vehículo va a la plataforma más próxima). Por otro lado, los conflictos de trayectoria se pueden resolver cambiando altitudes de los vehículos implicados en la colisión potencial. Adicionalmente, en algunas circunstancias, ambas asignaciones/conflictos se pueden resolver simultáneamente con algoritmos que pueden calcular soluciones óptimas durante la operación del sistema.

Como se ha indicado anteriormente, el despliegue de las plataformas de aterrizaje, radiobalizas, estaciones de mando y control, antenas y los vehículos aéreos no tripulados puede llevarse a cabo automáticamente por medio de vehículos terrestres no tripulados. Un importante aspecto de la infraestructura y sistema de gestión móvil para UAV es que se tiene capacidad de cambiar las posiciones de las plataformas durante la ejecución de cualquier misión. En este sentido, la totalidad de la infraestructura y sistema de gestión móvil para UAV puede moverse durante la misión y los vehículos aéreos no tripulados pueden adaptarse al cambio a través de la recepción de una comunicación que informa de la localización del nuevo centroide de las plataformas de aterrizaje. Estos cambios en la localización de la totalidad de la infraestructura de aeropuerto portátil para enfrentarse nuevos riesgos o parámetros de la misión que se detectan próximos a la localización inicial. La información relativa a los cambios en la localización del aeropuerto se intercambia entre los UAV y las estaciones de mando y control por medio de enlaces de datos convencionales. Estos enlaces de datos pueden establecerse mediante comunicación directa o mediante comunicación por satélite entre ambas partes.

En un método relativo a la infraestructura y sistema de gestión móvil para UAV se define una primera área en la que la infraestructura y sistema de gestión móvil para UAV va a ser desplegada. En este sentido, el despliegue de la infraestructura y sistema de gestión móvil para UAV puede ser en un área relativamente remota. Dichas áreas remotas son generalmente lugares en donde debido a razones geográficas, económicas o políticas el acceso al área es difícil y la construcción de una infraestructura de aeropuerto permanente es incluso más difícil.

En una realización, los vehículos aéreos no tripulados son vehículos aéreos no tripulados de despegue y aterrizaje vertical.

En otra realización, el despliegue de la infraestructura móvil para UAV se selecciona entre un despliegue operado a distancia desde una estación de control remota, un despliegue autónomo y cualquier combinación de los mismos.

Una vez se ha definido el área remota, se lleva a cabo el despliegue autónomo de los componentes que forman la infraestructura y sistema de gestión móvil para UAV. La Figura 1 muestra una vista esquemática de una etapa de despliegue llevada a cabo mediante múltiples vehículos terrestres no tripulados (UGV) (1) (un camión o medio de transporte similar). Los UGV tienen capacidad para el transporte y despliegue de plataformas de aterrizaje (2), radiobalizas (3), estaciones de mando y control (4), antenas (5), (6), y uno o más UAV (7) alrededor de una primera área designada.

Cada plataforma de aterrizaje (2) para facilitar el despliegue operativo de uno o más UAV se transporta en el cuerpo del UGV (1), y está equipada con una o más radiobalizas (3) para comunicar su localización relativa a uno o más UAV (7). Se despliegan estratégicamente otras radiobalizas (3) que son independientes de las plataformas de aterrizaje (2) y que son capaces de comunicarse de una forma similar con los UAV (7), creando un área de confinamiento o control de modo que los UAV (7) se puedan posicionar usando la pluralidad de radiobalizas (3). En una realización, los UGV (1) se envían y controlan remotamente desde una infraestructura de control permanente o

móvil. La gestión de los UGV se lleva a cabo mediante medios de control remoto como, por ejemplo, con la ayuda de antenas (5) de comunicaciones por satélite colocadas sobre el terreno y/o antenas parabólicas (6) colocadas sobre el techo de los UGV (1). Alternativamente, los UGV (1) se pueden programar para desplegar la infraestructura y sistema de gestión móvil para UAV en el área designada de forma autónoma.

5 Tras el despliegue de las radiobalizas (3), de las plataformas de aterrizaje (2), así como de las estaciones de mando y control (4) en la primera área designada, los UGV (1) pueden desplegar uno o más (pluralidad) de UAV (7). Los UAV (7) pueden despegar directamente desde los UGV (1) bajo control remoto para comenzar una misión desde la infraestructura y sistema de gestión móvil para UAV. Cada UAV (7) establece un enlace de datos con las estaciones
10 de mando y control (4) para intercambiar información, por ejemplo, información relativa a la localización de la infraestructura y sistema de gestión móvil para UAV y al estado del UAV (7).

15 Cuando un UAV (7) que realiza una misión detecta que se necesita alguna clase de ajuste, como, por ejemplo, cuando detecta un bajo nivel de batería o cuando necesita sustituir o reparar una carga de pago, el UAV (7) retorna a la plataforma (2) posicionada dentro del área de control (8) de la infraestructura y sistema de gestión móvil para UAV usando el GPS de a bordo. De esta forma, la infraestructura y sistema de gestión móvil para UAV y, más específicamente, la plataforma asegura o facilita la disposición operativa de uno o más UAV.

20 Como se muestra en la Figura 2, cuando los UAV (7) están más allá del alcance de comunicación de un área de control (8), determinada por el alcance de radio de las balizas de radio (3), los UAV se guían por el GPS. La localización GPS de la infraestructura y sistema de gestión móvil para UAV es notificada a los UAV a través del enlace de datos durante la misión. En consecuencia, la infraestructura y sistema de gestión móvil para UAV puede ser movida por los UGV (1) desde una localización o primera área a otra localización o segunda área sin interrupción de la comunicación de los UAV y los C2 para facilitar una misión ininterrumpida continua.

25 La Figura 3 ilustra la llegada de un UAV (7) a la infraestructura y sistema de gestión móvil para UAV, es decir, una vez que el UAV (7) entra en el área de confinamiento o control (8) creada por las radiobalizas (3) según se determina por el alcance de las propias radiobalizas (3). En este sentido, el sistema de localización del UAV cambia desde la localización global GPS a un posicionamiento local mediante radiobalizas. La conmutación entre el sistema
30 de posicionamiento global y el sistema de localización por radiobalizas se lleva a cabo cuando la distancia euclídea entre la posición estimada del UAV calculada por el GPS de a bordo del UAV y la posición estimada del UAV calculada por las balizas de radio es menor de un valor predeterminado durante más de un período de tiempo dado. Los beneficios de usar un sistema de posicionamiento local en base a las radiobalizas son que la localización
35 relativa de los UAV (7) en el área de control (8) de la infraestructura y sistema de gestión móvil para UAV es mucho más precisa con lo que se consigue reducir colisiones, y como la posición de las plataformas (2) es dinámica y puede cambiar con el tiempo, el UAV (7) recibe la posición actual de las plataformas de aterrizaje (2) con relación al propio UAV.

40 Como se muestra en la Figura 4, el UAV (7) se comunica con la estación de mando y control (4) por medio del enlace de datos para facilitar el aterrizaje, en una plataforma de aterrizaje (2), en base al tráfico aéreo actual y la disponibilidad de plataformas (2). El UAV (7) procede entonces hacia la plataforma designada (2).

45 Dado que las plataformas (2) pueden dimensionarse relativamente pequeñas para permitir un fácil transporte y despliegue, la maniobra de aterrizaje de los UAV típicamente requiere una precisión de localización relativa incrementada en comparación con la proporcionada por las radiobalizas (3). De ese modo, una vez que el UAV (7) está en la proximidad de la plataforma de aterrizaje (2) la localización puede cambiar desde el sistema de localización por radiobalizas a un sistema de localización en base a marcadores visuales y dispositivos ultrasónicos, véase la Figura 5. Por ejemplo, el UAV (7) puede estar provisto con cámaras visuales (9) para la detección de
50 marcadores visuales y sensores ultrasónicos (10) para la recepción de señales ultrasónicas, mientras que la plataforma (2) está provista con marcadores fiduciales o visuales (11) y transmisores ultrasónicos (12).

Las cámaras visuales (9) proporcionan un conocimiento de la situación para el operador remoto del UAV o para los componentes del sistema del UAV para ayudar al aterrizaje de dicho UAV en la plataforma (2). Los marcadores de referencia (11) y los transmisores ultrasónicos (12) en la plataforma de aterrizaje (2) se pueden colocar en las
55 esquinas de un área de aterrizaje (13) de la plataforma de aterrizaje (12) para delimitar las dimensiones de la misma y su posición con respecto del UAV (7). La conmutación del modo de localización entre radiobalizas (3) y el sistema de localización relativo basado en marcadores visuales (11), cámaras (9) y dispositivos ultrasónicos (10), (12) se lleva a cabo cuando la distancia euclídea entre la posición estimada del UAV (7) calculada por las radiobalizas (3) y la posición estimada del UAV (7) calculada por el sistema de localización relativa es menor de un valor predeterminado durante más de un período de tiempo dado. Los beneficios de usar un sistema de localización
60 relativa en base a marcadores visuales (11) y dispositivos ultrasónicos (10), (12) es que el posicionamiento de los UAV (7) tiene una precisión incrementada y esto es crucial para evitar daños en el UAV (7) cuando aterriza en el área de aterrizaje (13) de la plataforma de aterrizaje (12).

65 Cuando el UAV (7) aterriza, la batería de a bordo usada para la alimentación de y las comunicaciones puede cambiarse automáticamente o se puede sustituir automáticamente, e igual modo, cualquier carga de pago. Esta

operación no se muestra en las figuras pero en una realización particular, cuando el UAV (7) necesita cambiar automáticamente su batería, una barra dispuesta sobre la plataforma (12) moverá al UAV (7) hacia una cinta transportadora dispuesta sobre la plataforma (12) que a su vez moverá al UAV (7) hacia un dispositivo para realizar el cambio de batería. A continuación, la batería del UAV sería sustituida automáticamente. Entonces el UAV (7) estaría listo para despegar de nuevo y continuar realizando su misión cooperativa.

La descripción de las diferentes realizaciones e implementaciones se ha presentado con finalidades de ilustración y descripción, y no se pretende que sea exhaustiva o limitada a las implementaciones en la forma descrita. Serán evidentes para los expertos en la técnica muchas modificaciones y variaciones. Adicionalmente, diferentes realizaciones e implementaciones pueden proporcionar diferentes atributos en comparación con otras realizaciones e implementaciones. Las realizaciones o implementaciones seleccionadas se eligen y describen para explicar mejor los principios de las implementaciones, la aplicación práctica y para permitir a otros expertos en la materia comprender la descripción para diversas implementaciones con varias modificaciones según sean adecuadas al uso particular contemplado. Esta descripción escrita usa ejemplos para describir varias implementaciones, que incluyen el mejor modo para permitir que cualquier experto en la técnica ponga en práctica esas implementaciones, incluyendo la realización y uso de cualquier dispositivo o sistema y la realización de cualquier método incorporado. El alcance patentable se define por las reivindicaciones y puede incluir otros ejemplos que se les ocurran a los expertos en la técnica. Dichos otros ejemplos se pretende que estén dentro del alcance de las reivindicaciones si tienen escenarios que no difieren del lenguaje literal de las reivindicaciones, o si incluyen escenarios equivalentes con diferencias no sustanciales respecto al lenguaje literal de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Una infraestructura y sistema de gestión móvil para vehículo aéreo no tripulado (UAV) para control y gestión de uno o más vehículos aéreos no tripulados (UAV), **caracterizado por que** el sistema comprende:
- 5 al menos una plataforma de aterrizaje para facilitar la disposición operativa del vehículo aéreo no tripulado; una pluralidad de radiobalizas para la localización del vehículo aéreo no tripulado con la infraestructura y sistema de gestión móvil para UAV;
- 10 al menos una estación de mando y control para la comunicación entre la infraestructura y sistema de gestión móvil para UAV y el vehículo aéreo no tripulado; y al menos un vehículo terrestre no tripulado para el despliegue de la infraestructura y sistema de gestión móvil para UAV en una primera área y, si es necesario, para el despliegue de la infraestructura y sistema de gestión móvil para UAV en una segunda área.
- 15 2. Una infraestructura y sistema de gestión móvil para vehículo aéreo no tripulado, según la reivindicación 1, **caracterizada por que** la distancia entre las plataformas de aterrizaje, cuando están desplegadas, es mayor que un radio de seguridad determinado por una distancia mínima necesaria para que el vehículo aéreo no tripulado despegue y aterrice.
- 20 3. Una infraestructura y sistema de gestión móvil para vehículo aéreo no tripulado, según la reivindicación 2, **caracterizada por que** las radiobalizas están equidistantemente separadas en un área determinada por un círculo centrado en un centroide de las posiciones de las plataformas de aterrizaje desplegadas que tiene una dilución de la precisión horizontal menor de 1, con un radio determinado por el alcance de radio de las radiobalizas.
- 25 4. Una infraestructura y sistema de gestión móvil para vehículo aéreo no tripulado, según la reivindicación 3, **caracterizada por que** la infraestructura y sistema de gestión móvil para UAV comprende adicionalmente sistemas de comunicación remota para la comunicación con un centro de control remoto que controle y supervise el despliegue de la infraestructura y sistema de gestión móvil para UAV.
- 30 5. Una infraestructura y sistema de gestión móvil para vehículo aéreo no tripulado, según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada por que** los vehículos aéreos no tripulados son vehículos aéreos no tripulados de despegue y aterrizaje vertical.
- 35 6. Método para el despliegue de la infraestructura y sistema de gestión móvil para UAV descrita en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado por que** el método comprende:
- 40 definir una primera área para el despliegue de la infraestructura y sistema de gestión móvil para UAV; desplegar en la primera área, por medio de vehículos terrestres no tripulados, la infraestructura y sistema de gestión móvil para UAV, incluyendo: una plataforma de aterrizaje para facilitar la disposición operativa de los vehículos aéreos no tripulados; una pluralidad de radiobalizas para la localización del vehículo aéreo no tripulado con la infraestructura y sistema de gestión móvil para UAV; y una estación de mando y control para la comunicación entre la infraestructura y sistema de gestión móvil para UAV y el vehículo aéreo no tripulado; y, si es necesario,
- 45 definir una segunda área para el despliegue de la infraestructura y sistema de gestión móvil para UAV; y desplegar en la segunda área, por medio de vehículos terrestres no tripulados, la infraestructura y sistema de gestión móvil para UAV.
- 50 7. Método para el despliegue de una infraestructura y sistema de gestión móvil para vehículos aéreos no tripulados, según la reivindicación 6, **caracterizado por que**, cuando se despliega más de una plataforma de aterrizaje, las plataformas de aterrizaje se despliegan manteniendo una distancia entre sí mayor que un radio de seguridad, siendo determinado el radio de seguridad por una distancia necesaria para que el vehículo aéreo no tripulado despegue y aterrice.
- 55 8. Método para el despliegue de una infraestructura y sistema de gestión móvil para vehículos aéreos no tripulados, según la reivindicación 6, **caracterizado por que** el despliegue de la pluralidad de radiobalizas comprende:
- calcular un centroide de las posiciones de las plataformas de aterrizaje desplegadas que tenga una dilución de la precisión horizontal menor de 1;
 - calcular un radio de un círculo centrado en el centroide de acuerdo con un alcance de radio de las radiobalizas, una precisión de localización requerida en la proximidad de las plataformas de aterrizaje, un tamaño de un área de control alrededor de la infraestructura y sistema de gestión móvil para UAV en donde se proporciona el servicio de localización, siendo definida dicha área de control por el alcance de radio de las radiobalizas; y
 - colocar las radiobalizas equidistantemente separadas en el círculo calculado.
- 60
- 65 9. Método para el despliegue de una infraestructura y sistema de gestión móvil para vehículos aéreos no tripulados, según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** el método comprende

adicionalmente el despliegue de sistemas de comunicación remotos para la comunicación con un centro de control remoto que controle y supervise el despliegue de la infraestructura y sistema de gestión móvil para UAV.

- 5 10. Método para el despliegue de una infraestructura y sistema de gestión móvil para vehículos aéreos no tripulados, según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el despliegue de la infraestructura móvil para UAV se selecciona entre un despliegue operado a distancia desde una estación de control remota, un despliegue autónomo y cualquier combinación de los mismos.

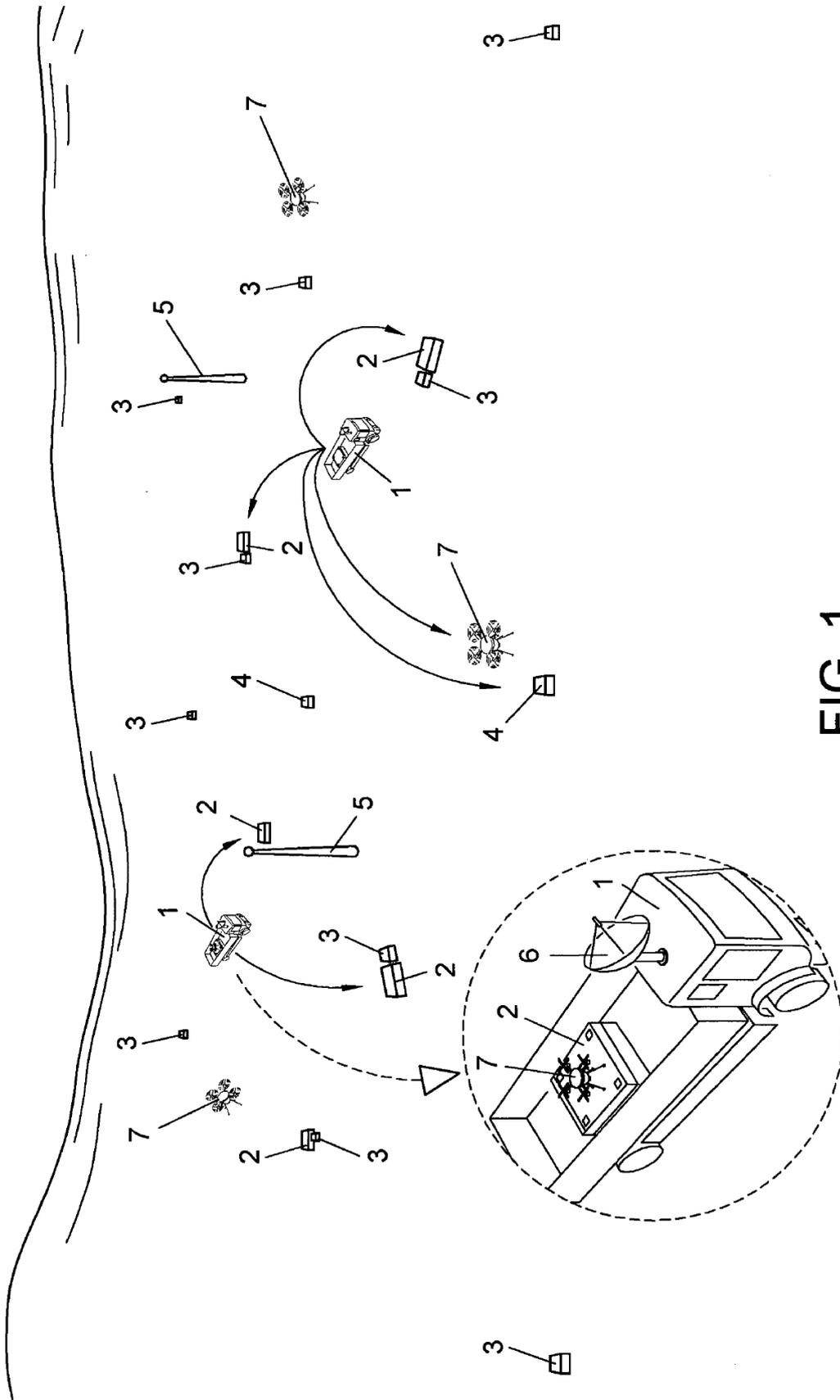


FIG. 1

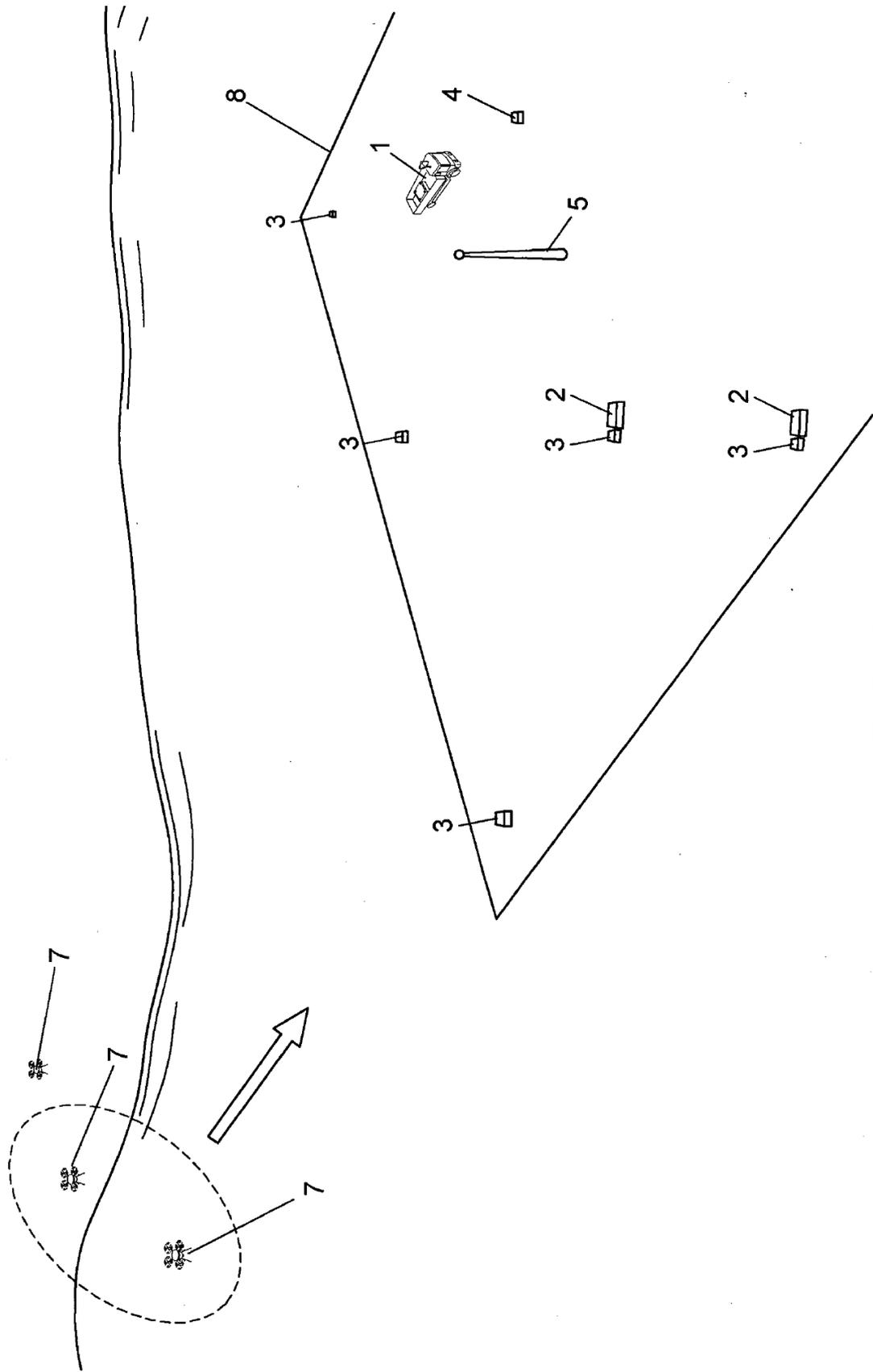


FIG. 2

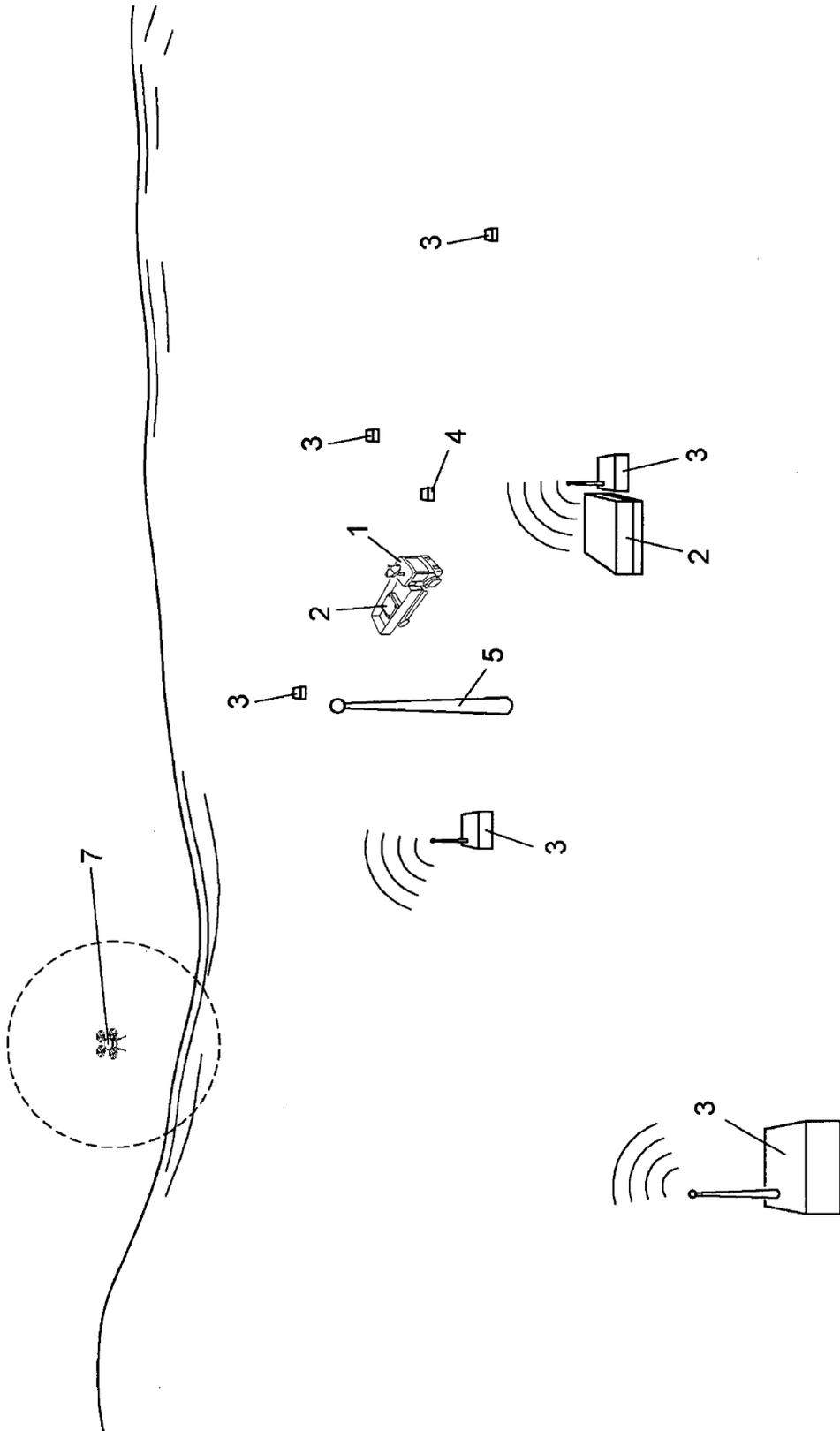


FIG. 3

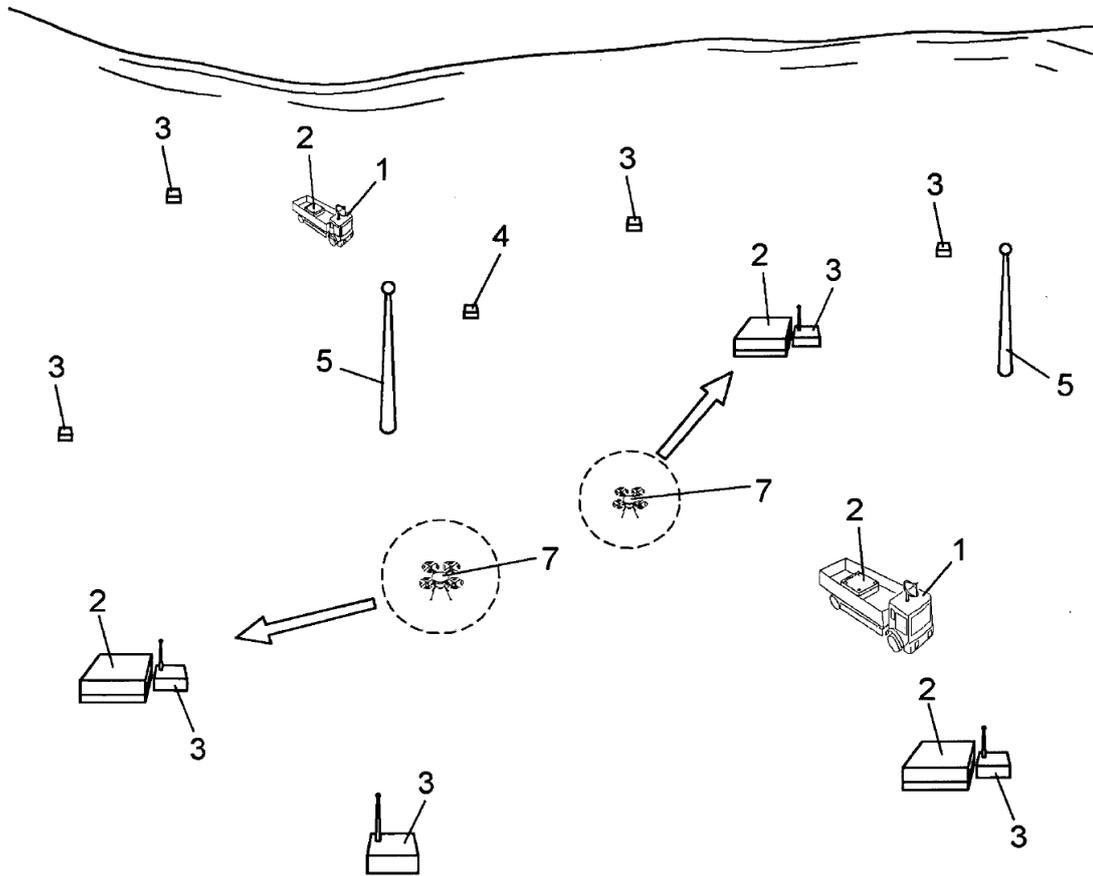


FIG. 4

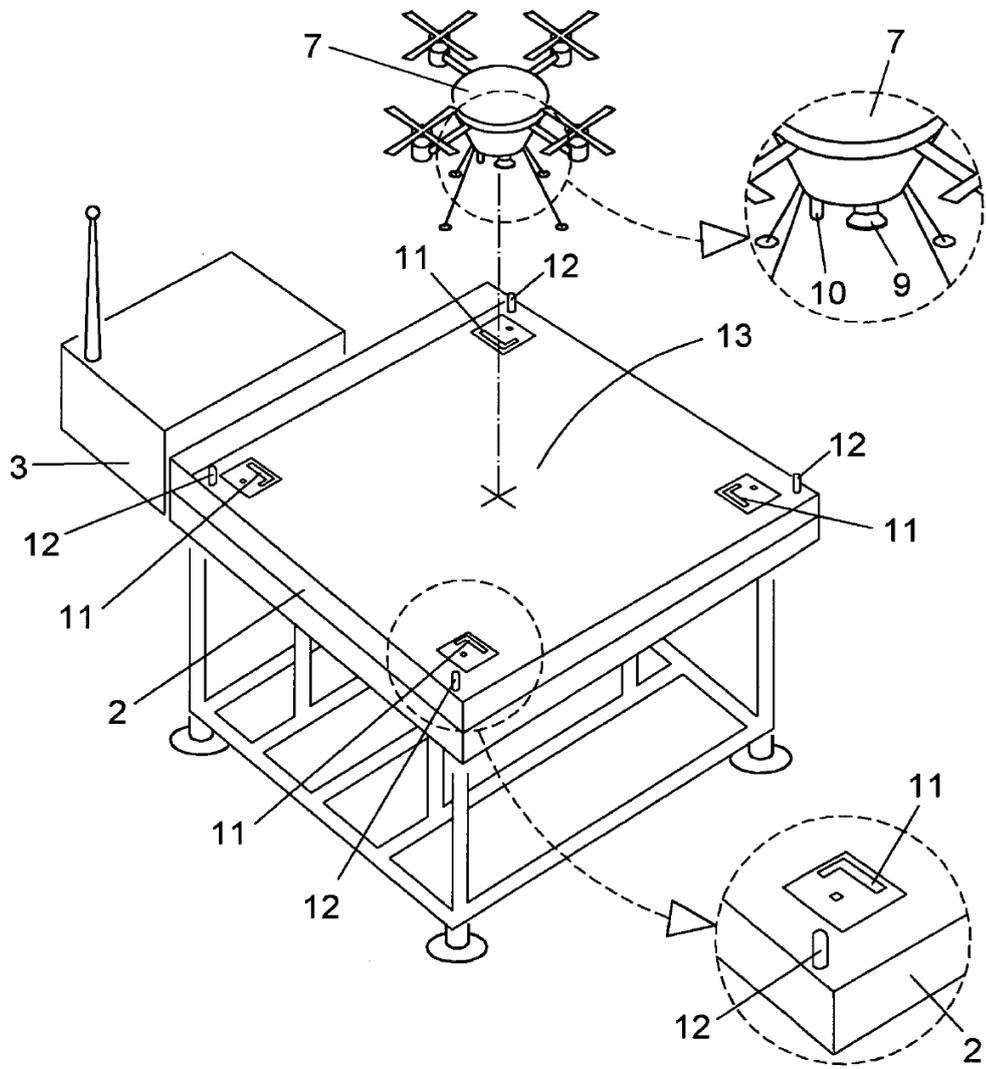


FIG. 5