

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 812 855**

51 Int. Cl.:

B64C 37/02 (2006.01)

G05D 1/10 (2006.01)

G08G 5/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.06.2016 PCT/US2016/037074**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.12.2016 WO16201362**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.06.2016 E 16731476 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.05.2020 EP 3307620**

54 Título: **Métodos y aparatos para sistema de transporte aéreo distribuido**

30 Prioridad:

12.06.2015 US 201514737814

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

18.03.2021

73 Titular/es:

**SUNLIGHT AEROSPACE INC. (100.0%)
2045 Lincoln Highway Suite One West
Edison, NJ 08817, US**

72 Inventor/es:

**FROLOV, SERGEY V.;
MOUSSOURIS, JOHN P. y
CYRUS, MICHAEL**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 812 855 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

Métodos y aparatos para sistema de transporte aéreo distribuido

Campo

5 Las realizaciones de la presente invención se refieren en general a sistemas, métodos y aparatos para el transporte aéreo y, en particular, a aquellos que permiten el transporte modular escalable en masa de pasajeros y carga basado en una flota autoorganizada de vehículos de transporte aéreo.

Antecedentes

10 El transporte aéreo moderno se basa principalmente en aeronaves de ala fija de tamaño relativamente grande que pueden transportar un número relativamente grande de pasajeros y una cantidad de carga entre un número limitado de aeropuertos, que son áreas especialmente creadas para el despegue y aterrizaje de aeronaves regulares. Como resultado, dicho sistema de transporte tiene una capacidad limitada para seguir siendo económico y proporcionar servicios adecuados bajo la creciente demanda de una actuación más rápida, mejor y más fiable. Los aeropuertos representan uno de los cuellos de botella más evidentes de este sistema. Son caros de operar para los propietarios e incómodos de usar para los clientes. Los aeropuertos existentes se están utilizando casi al máximo de su capacidad y los
15 adicionales no se construyen lo bastante rápidamente.

Los sistemas de transporte aéreo existentes son en muchos aspectos similares a los sistemas centralizados terrestres para el transporte público y masivo, ejemplos bien conocidos de los cuales son unos basados en el transporte por ferrocarril y autobús por carretera. Tales sistemas carecen de la flexibilidad y conveniencia de un sistema de transporte distribuido.

20 Por lo tanto, los inventores han proporcionado un sistema de transporte aéreo mejorado, que proporciona uno o más beneficios del transporte distribuido.

25 El documento WO 2005/118391 A1 describe que el transporte de una carga desde una aeronave de transporte a una estación asignada al destino respectivo de la carga no se realiza mediante el aterrizaje de la aeronave de transporte, sino con la ayuda de alimentadores transportables por aire, que respectivamente salen de una de las estaciones y transfieren la carga a las estaciones asignadas al destino de la carga. Después de que los alimentadores individuales han partido individualmente desde un aeropuerto, se pueden ensamblar en el aire para formar una aeronave de transporte casi arbitrariamente grande, por ejemplo, al estar conectados lógicamente entre sí. El transporte de carga puede implicar el transporte de objetos y/o de personas

Compendio

30 Las realizaciones de la presente invención proporcionan un sistema de transporte aéreo distribuido alternativo. En algunas realizaciones, un método para el transporte aéreo distribuido incluye: la provisión de un vehículo de transporte aéreo con un ala y una envergadura, que tenga capacidad para transportar uno o más pasajeros o carga; el aterrizaje del vehículo de transporte aéreo cerca de uno o más pasajeros o carga y la carga de al menos uno de pasajeros o carga; el despegue y determinación de una dirección de vuelo para el vehículo de transporte aéreo; la localización de al menos
35 otro vehículo de transporte aéreo, que tiene sustancialmente la misma dirección de vuelo; y la unión al menos a otro vehículo de transporte aéreo en formación de vuelo y la formación de una flota, en que los vehículos de transporte aéreo vuelan con la misma velocidad y dirección y en que los vehículos de transporte aéreo adyacentes están separados por una distancia de menos de 100 envergaduras.

40 En algunas realizaciones, un método para el transporte aéreo distribuido dentro de un área en el suelo incluye: la provisión de un vehículo de transporte aéreo con un ala y una envergadura, que tenga capacidad para transportar al menos uno de pasajeros o carga; la determinación y definición de posibles rutas de vuelo que no se crucen en el área; el aterrizaje del vehículo de transporte aéreo y la carga de al menos uno de pasajeros o carga; el despegue y selección de una ruta de vuelo adecuada para el vehículo aéreo; y la mezcla en la ruta de vuelo.

45 En algunas realizaciones, un sistema de transporte aéreo distribuido incluye: una pluralidad de vehículos de transporte aéreo, cada uno de los cuales tiene un ala y capacidades de despegue y aterrizaje vertical; una flota de transporte aéreo que comprende al menos dos de la pluralidad de vehículos de transporte aéreo que vuelan en formación de vuelo, donde la separación entre los vehículos de transporte aéreo dentro de la flota es menor que la envergadura promedio de la pluralidad de vehículos de transporte aéreo en la flota de transporte aéreo; y un centro de control de vuelo con enlaces de comunicación inalámbrica establecidos entre el centro de control de vuelo y la pluralidad de vehículos de transporte
50 aéreo.

Otras realizaciones adicionales de la presente invención se describen a continuación.

Breve descripción de los dibujos

Las realizaciones de la presente invención, resumidas de manera breve anteriormente y tratadas con mayor detalle a continuación, pueden entenderse por referencia a las realizaciones ilustrativas de la invención representadas en los

dibujos adjuntos. Sin embargo, debe observarse que los dibujos adjuntos ilustran solo realizaciones típicas de esta invención y, por lo tanto, no deben considerarse limitantes de su alcance, ya que la invención puede admitir otras realizaciones igualmente eficaces.

5 La figura 1 muestra un sistema aéreo para el transporte distribuido de pasajeros y carga según al menos algunas realizaciones de la presente invención.

La Figura 2 muestra una aeronave de ala fija ejemplar con capacidades de despegue y aterrizaje vertical (VTOL) según al menos algunas realizaciones de la presente invención.

10 La Figura 3 muestra una aeronave de ala fija ejemplar con capacidades de despegue y aterrizaje vertical (VTOL) que tiene aberturas de ventilador obturadas en una configuración de vehículo VTOL según al menos algunas realizaciones de la presente invención.

La figura 4 muestra un diseño de VTOL en el que la propulsión es proporcionada por dos ventiladores canalizados según al menos algunas realizaciones de la presente invención.

La figura 5 muestra un método ejemplar para proporcionar servicios de transporte aéreo distribuidos según al menos algunas realizaciones de la presente invención.

15 La figura 6 muestra esquemáticamente un ejemplo de un método de carga según al menos algunas realizaciones de la presente invención.

La figura 7 muestra esquemáticamente un ejemplo de un método de desplazamiento según al menos algunas realizaciones de la presente invención.

20 La figura 8 muestra esquemáticamente un ejemplo de un método de carga según al menos algunas realizaciones de la presente invención.

La figura 9 muestra ejemplos de varias configuraciones de flota según al menos algunas realizaciones de la presente invención.

La figura 10 muestra esquemáticamente un ejemplo de una parte de un método de desplazamiento según al menos algunas realizaciones de la presente invención.

25 La figura 11 muestra un sistema de transporte distribuido según al menos algunas realizaciones de la presente invención.

La figura 12 muestra un sistema de transporte distribuido según al menos algunas realizaciones de la presente invención.

La figura 13 muestra una vista superior de un sistema de transporte distribuido según al menos algunas realizaciones de la presente invención.

30 Para facilitar la comprensión, se han utilizado números de referencia idénticos, cuando es posible, para designar elementos idénticos que son comunes a las figuras. Las figuras no están dibujadas a escala y pueden simplificarse para mayor claridad. Se contempla que los elementos y características de una realización pueden incorporarse de manera beneficiosa en otras realizaciones sin más mención.

Descripción detallada

35 En la siguiente descripción detallada, se establecen numerosos detalles específicos con el fin de proporcionar una comprensión completa de las realizaciones ejemplares u otros ejemplos descritos en la presente memoria. Sin embargo, se entenderá que estas realizaciones y ejemplos pueden implementarse sin los detalles específicos. En otros casos, no se han descrito en detalle métodos, procedimientos, componentes y/o circuitos bien conocidos, para no oscurecer la siguiente descripción. Además, las realizaciones descritas son sólo con propósitos ejemplares y se pueden emplear otras realizaciones en lugar de, o en combinación con, las realizaciones descritas.

40 Las realizaciones de la presente invención proporcionan un sistema de transporte aéreo distribuido alternativo, que puede funcionar sin aeropuertos. Este sistema de transporte aéreo distribuido se basa en un enfoque de transporte distribuido modular, que utiliza vehículos de transporte aéreo de escala relativamente pequeña capaces de cargar y descargar pasajeros y carga en el punto de una solicitud de servicio (servicio a la manera de un taxi) y de viajes de largo alcance utilizando formación de vuelo y otros métodos. Tal sistema de transporte aéreo distribuido puede ofrecer
45 ventajas tales como conveniencia para los clientes y escalabilidad (es decir, la capacidad de crecer en tamaño y capacidad). Al mismo tiempo, puede ser más ventajoso que los sistemas distribuidos en tierra, ya que no requiere la creación y mantenimiento de carreteras en tierra. Ejemplos no limitativos incluyen proporcionar sistemas y métodos de transporte basados en vehículos de transporte aéreo no tripulados de ala fija con capacidad de despegue y aterrizaje vertical.

50 Según las realizaciones de la presente invención, se proporciona un sistema aéreo para el transporte distribuido de pasajeros y carga como se muestra en la figura 1. En un sistema 100, se puede proporcionar un vehículo de transporte

aéreo (vehículo 110) para un cliente 120 en una ubicación arbitraria 125. El vehículo 110 tiene una gama de capacidades que incluyen, entre otras: 111 - aterrizar en un sitio cerca de la ubicación del cliente, 112 – subir a bordo a un cliente y despegar, y 113 - ascender y alcanzar la velocidad y altitud de crucero. A una altitud de crucero, el vehículo 110 puede unirse a una flota 130 compuesta de vehículos de transporte aéreo similares para producir una formación de vuelo. La flota 130 puede incluir vehículos que viajan a diferentes destinos, pero a lo largo de la misma ruta en la misma dirección general.

La formación de vuelo, como se usa en la presente memoria, significa una disposición de vehículos de transporte aéreo que vuelan en una proximidad suficientemente cercana entre sí para impactar las características de vuelo de la flota como un todo. Las flotas en formación de vuelo pueden incluir dos o más vehículos de transporte aéreo. La formación de vuelo permite un vuelo con mayor eficiencia energética, al tiempo que brinda la flexibilidad de entrar o salir de la flota en cualquier momento. Por ejemplo, el vuelo en formación de V puede mejorar en gran medida la eficiencia aerodinámica general de la flota al reducir la resistencia y, por lo tanto, aumentar el alcance de vuelo.

Los vehículos de transporte aéreo que pueden usarse en el sistema 100 incluyen helicópteros, aviones de ala fija, aeronaves VTOL (despegue y aterrizaje vertical), aeronaves de rotor, dirigibles más ligeros que el aire, aeronaves híbridas y otros. Algunos de los métodos descritos en esta invención también pueden ser aplicables a una variedad más amplia de opciones de aeronaves, incluidos los aviones regulares de ala fija. En el último caso, sin embargo, la carga y descarga de carga y pasajeros puede estar restringida a lugares especiales y tener lugar en pequeños aeropuertos y aeródromos.

Las aeronaves de pequeña escala adecuadas para estos métodos pueden utilizar diferentes opciones de control de vuelo, tales como pilotaje manual, pilotaje remoto y pilotaje automático. En el caso del pilotaje manual, un piloto a bordo tiene el control total de una aeronave y sus maniobras. En el pilotaje remoto, una aeronave es pilotada por una persona que no está a bordo de una aeronave a través de un enlace de comunicación por radio. En el pilotaje automático, un sistema informático a bordo proporciona capacidades completas de control de vuelo, incluida la planificación del vuelo, la monitorización de la trayectoria, las maniobras, la transición entre diferentes configuraciones de aeronaves, etc. Finalmente, en una opción de control de vuelo híbrido, puede haber disponibles dos o más de estas opciones, por ejemplo, de modo que la misma aeronave pueda ser pilotada de forma manual, remota o automática en diferentes momentos. La opción de pilotaje automático es particularmente atractiva para formaciones de vuelo, donde las maniobras precisas y rápidas son esenciales.

Las secciones de carga en estas aeronaves pueden tomar diferentes formas dependiendo de si está implicado el transporte de pasajeros. Los pasajeros también pueden etiquetarse como "Carga Humana" (HC) con fines de generalización. El transporte de HC puede ocurrir a través de contenedores especializados o cápsulas de HC. Dichas cápsulas pueden cargarse y descargarse en vehículos de transporte aéreo de manera similar a los contenedores de carga regulares.

Según las realizaciones de la presente invención, uno de los vehículos preferidos para este sistema es una aeronave de ala fija con capacidades de despegue y aterrizaje vertical (VTOL). Combina las ventajas de poder despegar y aterrizar fuera de los aeropuertos y volar a velocidades de crucero relativamente altas. La figura 2 muestra, como ejemplo de tal aeronave, un avión VTOL 200. Este avión tiene un diseño sin cola que utiliza un fuselaje con espacio suficiente para acomodar a uno o más pasajeros. El ala tiene ventiladores incorporados para proporcionar una fuerza de elevación vertical para el despegue y el aterrizaje. El ala también puede tener dobladas sus puntas para minimizar el tamaño del lugar de aterrizaje. Después de un despegue, otro motor con hélice puede proporcionar propulsión para lograr la velocidad suficiente, a la que el ala tiene suficiente sustentación y los ventiladores pueden apagarse. En este punto, las aberturas del ventilador pueden obturarse como se muestra en la figura 3 en una configuración 300 de vehículo VTOL.

Por supuesto, pueden ser posibles muchos otros diseños de vehículos VTOL dentro del alcance de esta invención. Por ejemplo, la figura 4 muestra un diseño 400 de VTOL en el que la propulsión es proporcionada por dos ventiladores canalizados. En lugar de ventiladores, se pueden utilizar motores con cardán con hélices tanto para la propulsión vertical como lateral. Un mecanismo de propulsión preferido puede incluir un motor eléctrico con una hélice. Sin embargo, se puede utilizar un motor de chorro de plasma de propulsión eléctrica como alternativa. Como resultado, las velocidades de crucero, que pueden alcanzarse, bien mediante vehículos individuales, o bien dentro de una flota, pueden alcanzar velocidades supersónicas.

También, la forma del ala puede adoptar diferentes formas. Además, se puede utilizar un diseño VTOL con cola como alternativa. Los diseños de ala plegable y/o cola plegable son particularmente atractivos, ya que permiten que los vehículos VTOL aterricen en áreas más estrechas del terreno. Un ala plegable se muestra como ejemplo en la figura 2. Alas o algunas de sus partes pueden ser giradas para habilitar las capacidades de VTOL, en las que, por ejemplo, un motor conectado al ala puede ser girado al menos 90 grados. Alternativamente, otras secciones de la estructura del avión pueden ser giradas, por ejemplo, el fuselaje o algunas de sus secciones.

Se pueden usar varios sistemas de energía y sus combinaciones para impulsar dichos vehículos, incluidos combustibles fósiles, baterías eléctricas, celdas de combustible, energía solar y otras fuentes de energía renovable. Una solución

particularmente atractiva para esta aplicación comprende un avión VTOL alimentado eléctricamente con un sistema de energía solar fotovoltaica (PV) adicional, debido a su eficiencia y bajo nivel de ruido. Además, los sistemas de conversión de energía cinética también se pueden usar como fuentes de energía alternativas, particularmente en situaciones de emergencia. Un sistema de energía preferido puede tener varias fuentes de energía redundantes, tales como baterías eléctricas, celdas de combustible y celdas solares.

Según otra realización de la presente invención, la figura 5 muestra un método ejemplar 500 para proporcionar servicios distribuidos de transporte aéreo. El método 500 incluye lo siguiente: (1) realizar un aterrizaje vertical, (2) recoger pasajeros y/o carga, (3) realizar un despegue vertical, (4) transformar a una posición de ala fija, (5) aumentar la altitud y trazar el rumbo, (6) localizar la flota adecuada, (7) unirse a una flota en formación de vuelo, (8) viajar al destino, (9) abandonar la flota, (10) descender al lugar de aterrizaje, (11) realizar un aterrizaje vertical y (12) descargar pasajeros o carga. Algunos de estos, tales como (5) aumentar la altitud y trazar el rumbo del vehículo de transporte aéreo, pueden ser opcionales en varias realizaciones. Alternativamente, se pueden añadir acciones adicionales, tales como la carga y descarga de pasajeros y/o carga adicionales.

El método anterior y las realizaciones similares a este método, en general, se pueden subdividir en tres categorías de métodos: (1) métodos de carga, (2) métodos de desplazamiento y (3) métodos de descarga. Los métodos de carga y descarga pueden diferir dependiendo de si el servicio está destinado a pasajeros, carga o combinaciones de ambos. Por ejemplo, se pueden implementar equipo adicional y procedimientos de carga automatizados para cargar y descargar carga. Además, la carga puede cargarse y descargarse incluso sin que el vehículo de transporte VTOL toque realmente el suelo, por ejemplo, mediante la transferencia de aire a aire entre vehículos de transporte aéreo o mediante el uso de cables y paracaídas.

Según algunos aspectos de la presente invención, la figura 6 muestra esquemáticamente un ejemplo de un método de carga 600, que puede usarse, por ejemplo, en combinación con el método 500 descrito anteriormente. En algunas realizaciones, el método 600 incluye: realizar un aterrizaje vertical de un vehículo 615 (mostrado por 610), cargar un pasajero 616 (mostrado por 620) y realizar un despegue vertical por el vehículo 615 con el pasajero 616 a bordo (mostrado por 630). Además, el método 600 puede incluir además un ascenso vertical, en el que la velocidad del vehículo es sustancialmente vertical y la componente de velocidad lateral es menor que la componente de velocidad vertical. Por supuesto, el mismo método puede aplicarse a la carga de múltiples pasajeros en el mismo lugar y/o a la carga de carga. Alternativamente, el proceso descrito por el método 600 puede repetirse en diferentes sitios y ubicaciones, de modo que diferentes pasajeros y carga o tipos de carga puedan cargarse en el mismo vehículo 615 (con o sin descarga total o parcial de cualquier pasajero o carga existente).

Según otro aspecto de la presente invención, la figura 7 muestra esquemáticamente un ejemplo de un método de desplazamiento 700, que puede usarse, por ejemplo, en combinación con el método 500 descrito anteriormente. En algunas realizaciones, el método 700 incluye: aumentar la altitud del vehículo 715 usando sus capacidades VTOL (mostrado por 710), transformar el vehículo 715 a una posición de ala fija y aumentar su velocidad lateral (mostrado por 720), localizar una flota adecuada de vehículos de transporte aéreo (flota 735) y unirse a la flota 735 en formación de vuelo (mostrado por 730), viajar hacia un destino con la flota 735 (mostrado por 740), separarse de la flota 735 (mostrado por 750), descender hacia un lugar de aterrizaje y haciendo la transición a una posición de aterrizaje vertical (mostrada por 760) y reducir la altitud del vehículo 715 usando sus capacidades VTOL (mostrada por 770). En lugar de unirse a una flota existente, el vehículo 715 también puede unirse a otro vehículo de transporte aéreo (similar o diferente) y formar así una flota de dos vehículos.

Por supuesto, algo de lo anterior puede ser opcional y omitirse, o alternativamente pueden introducirse acciones adicionales. Por ejemplo, el vehículo 715 puede comunicarse con la flota 735 antes y/o después de unirse a la flota. También, el vehículo 715 puede desplazarse distancias sustanciales sin una flota acompañante. Además, algunas acciones pueden repetirse. Por ejemplo, el vehículo 1010 puede cambiar entre diferentes flotas 1020 y 1030, como se muestra por 1000 en la figura 10, en que una parte de su recorrido puede desplazarse con una flota adecuada (por ejemplo, 1020) y otra parte del recorrido puede desplazarse con una flota diferente, preferiblemente más adecuada (por ejemplo, 1030). La flota diferente puede ser más adecuada proporcionando una o más de una trayectoria de vuelo diferente, un destino diferente, una formación de vuelo más eficiente, o similares. Alternativamente o en combinación, el método 700 puede incluir cambiar la posición del vehículo 715 dentro de la flota 735. En algunas realizaciones, el método 700 puede incluir repostar y recargar un vehículo de transporte aéreo por otro vehículo de transporte aéreo (opcionalmente dentro de la misma flota), en que se intercambia combustible y/o energía eléctrica respectivamente entre los dos vehículos con la asistencia de una tubería de transferencia o un cable. Cualquier método de desplazamiento también puede incluir acciones opcionales relacionadas con situaciones de emergencia, en las que un vehículo realiza una o más acciones necesarias para comunicarse con una flota y/o autoridades de control de vuelo, abandono rápido de una flota, descenso rápido o similares.

Según aún otro aspecto de la presente invención, la figura 8 muestra esquemáticamente un ejemplo de un método de descarga 800, que puede usarse, por ejemplo, en combinación con el método 500 descrito anteriormente. En algunas realizaciones, el método 800 incluye: realizar un aterrizaje vertical de un vehículo 815 (como se muestra en 810), descargar un pasajero 816 (como se muestra en 820) y realizar un despegue vertical en el vehículo 815 (como se muestra en 830). Además, el método 800 puede incluir un descenso vertical antes del aterrizaje, en el que la velocidad del vehículo es sustancialmente vertical. Por supuesto, el mismo método puede aplicarse a la descarga de varios

pasajeros en el mismo lugar y/o descarga de carga. Alternativamente, el proceso descrito por el método 800 puede repetirse en diferentes sitios y ubicaciones, de modo que diferentes pasajeros y carga o tipos de carga pueden descargarse en el mismo vehículo 815. Además, ambos métodos de carga y descarga incluyen el aterrizaje en superficies adecuadas tales como superficies de terreno, superficies de techos (especialmente techos planos), cubiertas de vuelo de grandes edificios y vehículos, plataformas flotantes en superficies de agua, superficies de agua (con el tren de aterrizaje apropiado), superficies de carreteras, superficies de cualquier terreno, etc.

Según realizaciones de esta invención, los métodos de carga, descarga y desplazamiento descritos anteriormente pueden modificarse, acortarse, expandirse y combinarse entre sí para producir diferentes secuencias de procedimientos para los servicios de transporte aéreo. Por ejemplo, los métodos de carga pueden combinarse con los métodos de descarga, de modo que el mismo vehículo de transporte aéreo pueda usarse para cargar y descargar pasajeros/carga en el mismo lugar al mismo tiempo. En otro ejemplo, el mismo vehículo de transporte aéreo puede usarse para cargar y/o descargar pasajeros/carga en el mismo lugar al mismo tiempo mientras uno o más pasajeros y/o carga permanecen en el avión para continuar hacia un destino posterior.

Según otra realización de esta invención, se pueden usar diferentes configuraciones de flota en los métodos de desplazamiento descritos anteriormente. La figura 9 muestra ejemplos de varias configuraciones de flota 910 - 950, que se diferencian entre sí en tamaño, forma y número de miembros. Al menos uno de los factores impulsores para la formación de una flota es la optimización del consumo de energía de cada vehículo dentro de la flota. Al volar un junto al otro, los vehículos de una flota en su conjunto reducen la energía necesaria para su propulsión y vuelo de nivel. Generalmente, la reducción de energía es mayor en una flota más grande. Así, la flota puede realizar un vuelo de nivel con una energía de propulsión neta que es menor que la suma de las energías de propulsión de todos sus vehículos de transporte aéreo que vuelan por separado. La separación entre vehículos dentro de la flota debe ser inferior a 100 envergaduras de un vehículo miembro típico y, en general, pueden variar desde decenas a una fracción de la envergadura característica de sus miembros. Para minimizar el tamaño de la flota y maximizar su eficiencia, puede ser preferible que la separación entre los vehículos aéreos contiguos sea inferior a 10 envergaduras. También es preferible que la separación lateral (a lo largo de la envergadura del ala) entre los vehículos de transporte aéreo sea sustancialmente menor que la separación longitudinal (a lo largo de la trayectoria de vuelo). La altitud de los vehículos de transporte aéreo en formación de vuelo puede ser sustancialmente la misma. La diferencia de altitud puede regirse por el requisito de mantener la reducción de la resistencia aerodinámica en la formación de vuelo y, típicamente, es una fracción de la envergadura del vehículo de transporte aéreo.

Como resultado, las flotas pueden formar patrones complejos bidimensionales y tridimensionales. Las aeronaves dentro de una sola flota pueden cambiar sus posiciones entre sí, con el fin de optimizar su consumo de energía, cambiar la configuración de la flota y responder a los cambios ambientales. Debido a esta complejidad, los vehículos pilotados de forma autónoma (APV) pueden ser mejores en vuelo en formación en comparación con las aeronaves pilotadas manualmente. El software de pilotaje automático a bordo de APV puede estar más especializado para el vuelo en formación. Las capacidades de APV adicionales que simplifican el vuelo en formación pueden incluir canales de comunicación directa entre diferentes APV dentro de una flota, capacidades de redes de área local para el intercambio de datos dentro de una flota (por ejemplo, redes ad hoc), sensores y balizas para evitar colisiones automáticamente, etc.

Las flotas descritas anteriormente pueden tener al menos dos formas de organizarse por sí mismas en una formación estable. Una forma es a través de un control centralizado desde una única fuente de mando siguiendo los procedimientos y patrones formulados de antemano. La otra forma es mediante un mecanismo de control distribuido (ad hoc), en el que cada vehículo aéreo determina su posición dentro de su flota de forma autónoma, y con la ayuda de otros vehículos de la misma flota solo si es necesario. El último enfoque de una flota de transporte aéreo autoorganizada es particularmente atractivo y debería ser una forma preferida, ya que es más rápido, más seguro, más económico, receptivo, adaptable y escalable.

Según otra realización de esta invención, la figura 11 muestra un sistema 1100 de transporte distribuido, que incluye un centro de control 1110, vehículos de transporte aéreo individuales 1120 y una flota de vehículos de transporte aéreo 1130. El centro de control y cada vehículo están equipados con medios para comunicaciones inalámbricas (por ejemplo, 1111 en la figura 11), tales como antenas de RF, transmisores y receptores. Alternativamente, estos medios pueden incluir equipos de comunicaciones ópticas de espacio libre. Como resultado, el sistema 1100 está configurado para tener enlaces inalámbricos bidireccionales entre sus componentes (es decir, estaciones terrestres y activos de transporte aéreo) para el intercambio de señales de control de vuelo, datos de telemetría, señalización de navegación, etc. Por ejemplo, la figura 11 muestra enlaces inalámbricos 1125 entre el centro de control 1110 y los vehículos de transporte aéreo individuales 1120 y enlaces inalámbricos 1135 entre el centro de control 1110 y la flota de vehículos de transporte aéreo 1130, así como enlaces inalámbricos directos 1126 entre vehículos de transporte aéreo individuales 1120. Además, el sistema 1100 está provisto de enlaces de comunicación con los clientes y/o sus instalaciones 1140, incluidos los enlaces inalámbricos 1145 y los enlaces cableados 1146, con el propósito de recibir pedidos de clientes, rastrear su ubicación, actualizar su estado, intercambiar información relevante, etc. Además, se puede establecer un enlace 1155 de comunicación directa entre un vehículo de transporte aéreo 1120 y los clientes/instalaciones para una mayor rapidez y precisión de intercambio de información. Así, como se muestra en la figura 11, se pueden establecer uno o más enlaces de comunicación con un vehículo de transporte aéreo para proporcionar una o más informaciones del cliente, datos de navegación o datos de vuelo de otros vehículos de transporte aéreo al vehículo de transporte aéreo.

Además, el sistema 1100 se puede ampliar para incluir otros elementos. Por ejemplo, puede comprender varias flotas de distintos tamaños que pueden variar dinámicamente de tamaño y complejidad. Puede incluir instalaciones terrestres adicionales, tales como centros de control adicionales, centros de mantenimiento, helipuertos, torres de comunicación, etc. Puede incluir áreas de estacionamiento para vehículos en espera, que esperan pasajeros. También puede incluir instalaciones con base en el mar, tales como portaaviones, centros de control basados en el mar (por ejemplo, ubicados en barcos y embarcaciones marítimas) y aeronaves adecuadas para aterrizar en el agua. Además, puede incluir instalaciones espaciales, tales como satélites para establecer enlaces de comunicación adicionales entre centros de control, vehículos de transporte aéreo y clientes.

Según otra realización de esta invención, la figura 12 muestra un sistema 1200 de transporte distribuido, en el que la formación de vuelo se usa para organizar el transporte aéreo en el área urbana. En este caso, un área en el terreno puede estar densamente poblada con personas y edificios 1210. Un área así puede estar muy transitada tanto por tierra como por aire. El vuelo en formación puede ser una herramienta útil en tales condiciones para organizar patrones de vuelo y garantizar la seguridad de múltiples aeronaves de pequeña escala del tipo descrito anteriormente, incluso para desplazamientos de corto alcance dentro de la misma área metropolitana. En este caso, minimizar el consumo de energía de la flota no es importante o es menos importante, por lo que son posibles diferentes formaciones de vuelo. Por ejemplo, la figura 12 muestra dos flotas 1220 y 1230, cada una compuesta por múltiples vehículos de transporte aéreo 1225 y 1235 en línea recta. Estas flotas pueden volar en formación en diferentes direcciones sin colisión e interferencia entre sí.

De manera similar, la figura 13 muestra una vista superior de un sistema 1300 de transporte distribuido en un área urbana poblada con edificios 1310. El sistema 1300 incluye dos flotas 1320 y 1330, cada una compuesta por múltiples aeronaves 1325 y 1335 en formación de vuelo. Las aeronaves en la misma formación mantienen la misma velocidad, rumbo, altitud y separación entre aeronaves contiguas. Rutas de vuelo para dichas flotas pueden ser predefinidas de antemano y programadas con marcadores GPS (Sistema de Posicionamiento Global) en el software de control de vuelo. Por lo tanto, las dos flotas a diferentes altitudes pueden cruzarse entre sí, sin interferencia, como se ilustra en la figura 13. La separación típica entre diferentes aeronaves en formación de vuelo urbano puede variar de 1 a 10 envergaduras de un solo vehículo de transporte aéreo, pero en casos generales puede exceder este intervalo. Las áreas urbanas también brindan opciones adicionales para el despegue y el aterrizaje, tales como los techos de los edificios. Los vehículos VTOL pueden utilizar techos planos como alternativa conveniente y más segura para la carga y descarga de pasajeros y carga.

Aunque anteriormente se han descrito varios métodos y aparatos en realizaciones ejemplares particulares, se contemplan variaciones y combinaciones de los métodos y aparatos. Por ejemplo, los métodos descritos se pueden realizar en conexión con cualquiera de los sistemas y vehículos de transporte aéreo descritos, así como con otros sistemas y vehículos alternativos. Además, se pueden realizar varias modificaciones de los métodos, tales como omitir procesos opcionales o añadir procesos adicionales.

Por ejemplo, en algunas realizaciones, un método para el transporte aéreo distribuido puede incluir proporcionar un vehículo aéreo con un ala y una envergadura, que tenga capacidad para transportar uno o más pasajeros o carga (por ejemplo, cualquiera de los vehículos de transporte aéreo descritos anteriormente). El vehículo de transporte aéreo puede aterrizar cerca de uno o más pasajeros o carga y el al menos uno de pasajeros o carga ser cargado en el vehículo de transporte aéreo. A continuación, el vehículo de transporte aéreo despegue y se determina una dirección de vuelo para el vehículo de transporte aéreo. Se localiza al menos otro vehículo de transporte aéreo que tiene sustancialmente la misma dirección de vuelo. El vehículo de transporte aéreo luego se une al menos a otro vehículo de transporte aéreo en formación de vuelo para formar una flota, en la que los vehículos de transporte aéreo vuelan con la misma velocidad y dirección y en la que los vehículos de transporte aéreo adyacentes están separados por una distancia de menos de 100 envergaduras.

En otro ejemplo, se puede proporcionar un método para el transporte aéreo distribuido dentro de un área sobre el terreno proporcionando un vehículo de transporte aéreo con un ala y una envergadura, que tenga capacidad para transportar al menos uno de pasajeros o carga (por ejemplo, cualquiera de los vehículos de transporte aéreo descritos anteriormente). Se determinan y definen las rutas de vuelo que no se cruzan en el área. El vehículo de transporte aéreo se aterriza y al menos uno de los pasajeros o carga es cargado en el vehículo de transporte aéreo. El vehículo de transporte aéreo luego despegue y se seleccione una ruta de vuelo apropiada para el vehículo de transporte aéreo. El vehículo de transporte aéreo luego se mezcla con la ruta de vuelo.

En otro ejemplo, un sistema de transporte aéreo distribuido incluye una pluralidad de vehículos de transporte aéreo, cada uno de los cuales tiene un ala y capacidades de despegue y aterrizaje verticales (por ejemplo, cualquiera de los vehículos de transporte aéreo descritos anteriormente). Una flota de transporte aéreo se define como que comprende al menos dos de la pluralidad de vehículos de transporte aéreo que vuelan en formación de vuelo (por ejemplo, como se describe en cualquiera de las realizaciones descritas en la presente memoria). La separación entre los vehículos de transporte aéreo dentro de la flota es menor que la envergadura promedio de la pluralidad de vehículos de transporte aéreo en la flota de transporte aéreo. Un centro de control de vuelo (por ejemplo, 1110) está provisto de enlaces de comunicación inalámbrica establecidos entre el centro de control de vuelo y la pluralidad de vehículos de transporte aéreo.

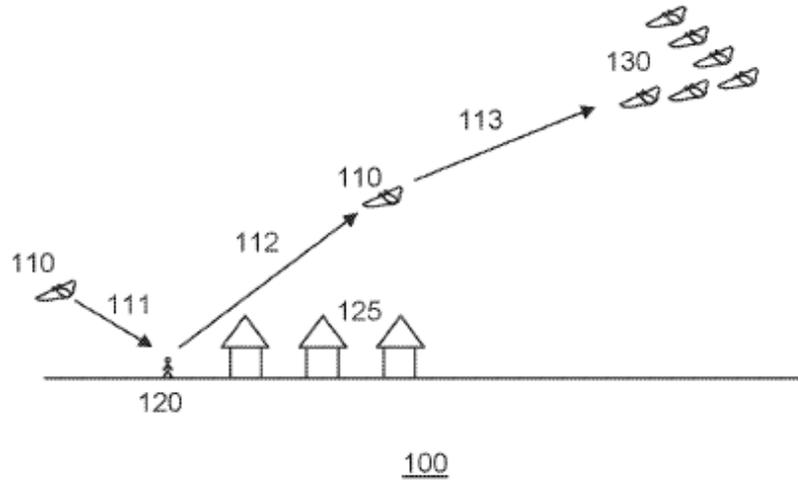
Aunque lo anterior está dirigido a realizaciones de la presente invención, se pueden considerar otras y más realizaciones de la invención, estando solo definido el verdadero alcance de la invención por la redacción de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

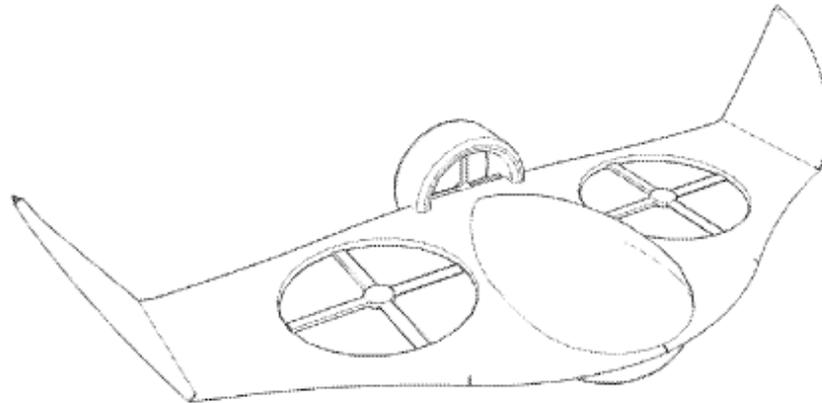
1. Un método para el transporte aéreo distribuido, que comprende:
- la provisión de un vehículo de transporte aéreo con un ala y una envergadura, con capacidad para transportar uno o más de pasajeros o carga;
- 5 el aterrizaje del vehículo de transporte aéreo cerca de uno o más pasajeros o carga y la carga de al menos uno de pasajeros o carga;
- el despegue y determinación de una dirección de vuelo del vehículo de transporte aéreo;
 - la localización, una vez que se ha determinado la dirección de vuelo del vehículo de transporte aéreo, de al menos otro vehículo de transporte aéreo, que tiene sustancialmente la misma dirección de vuelo que la dirección de vuelo determinada; y
- 10 la unión al menos a otro vehículo de transporte aéreo en formación de vuelo y la formación de una flota, en la que los vehículos de transporte aéreo vuelan con la misma velocidad y dirección y en la que los vehículos de transporte aéreo adyacentes están separados por una distancia de menos de 100 envergaduras.
2. El método de la reivindicación 1, que comprende, además:
- el desplazamiento con la flota y el mantenimiento de la posición del vehículo de transporte aéreo dentro de la flota; o
 - el abandono de la flota cambiando uno o más de entre la velocidad de vuelo, la dirección o la altitud del vehículo de transporte aéreo.
- 15
3. El método de la reivindicación 1, que comprende además el abandono de la flota cambiando una o más de la velocidad, dirección o altitud de vuelo del vehículo de transporte aéreo y uno de entre:
- el aterrizaje del vehículo de transporte aéreo y la descarga de uno o más de pasajeros o carga; o
 - la unión a otra flota de vehículos de transporte aéreo y la constitución de otra formación de vuelo.
- 20
4. El método de la reivindicación 1, en donde el vehículo de transporte aéreo tiene capacidades de despegue y aterrizaje vertical, y comprende además al menos uno de:
- un despegue vertical y ascenso vertical, en el que la dirección de vuelo es sustancialmente vertical; o
 - la transición desde vuelo vertical a vuelo horizontal, en el que la dirección de vuelo es sustancialmente horizontal.
- 25
5. El método de la reivindicación 1, en el que el vehículo de transporte aéreo tiene un ala plegable y comprende, además:
- el aterrizaje del vehículo de transporte aéreo en el suelo, un techo, un edificio o un vehículo.
- 30
6. El método de la reivindicación 1, que comprende además establecer un enlace de comunicación para comunicarse con un cliente.
7. El método de la reivindicación 6, en el que el aterrizaje se produce cerca de una ubicación proporcionada por el cliente a través del enlace de comunicación con el cliente.
- 35
8. El método de la reivindicación 1, en el que la flota es capaz de realizar un vuelo de nivel con una energía de propulsión neta que es menor que la suma de las energías de propulsión de todos sus vehículos de transporte aéreo que vuelan por separado.
9. El método de la reivindicación 1, que además comprende al menos uno de:
- el establecimiento de un enlace de comunicación con el vehículo de transporte aéreo y la provisión de una o más de entre informaciones del cliente, datos de navegación o datos de vuelo de otros vehículos de transporte aéreo; o
 - el establecimiento de un enlace de comunicación entre el vehículo de transporte aéreo y al menos otro vehículo de transporte aéreo.
- 40
10. El método de la reivindicación 1, que además comprende al menos uno de entre:
- el pilotaje automático del vehículo de transporte aéreo utilizando un piloto automático a bordo; o
 - la detección y posicionamiento automático del vehículo de transporte aéreo dentro de la flota.
- 45

11. El método de la reivindicación 1, que comprende además la definición de una ruta de vuelo para la flota, opcionalmente, encontrando una ruta de vuelo definida en las proximidades del vehículo de transporte aéreo.

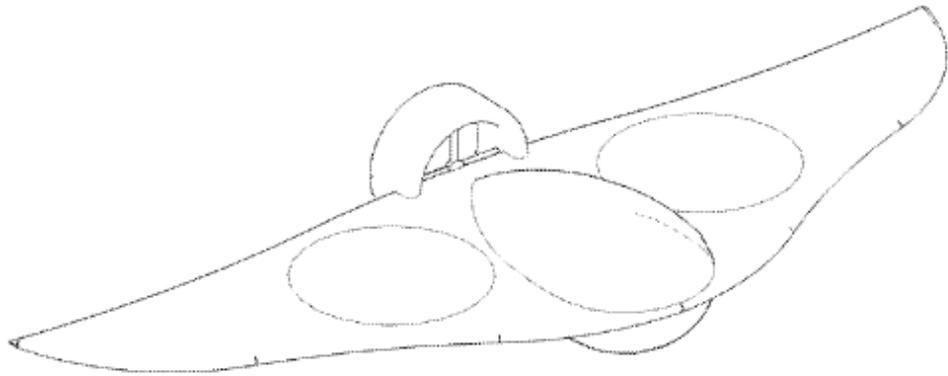
12. El método de la reivindicación 1, que comprende además la provisión de un centro de control y el establecimiento de un enlace de comunicación entre el vehículo de transporte aéreo y el centro de control.



100
Figura 1

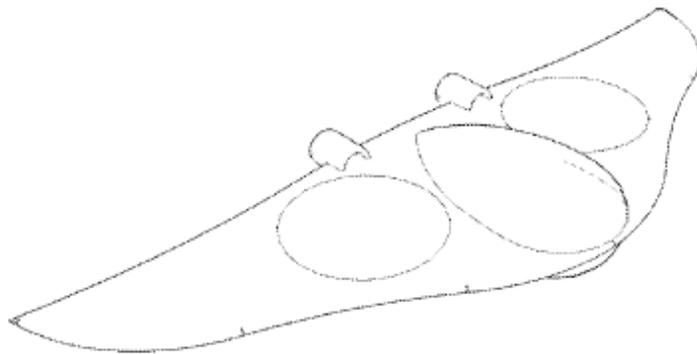


200
Figura 2



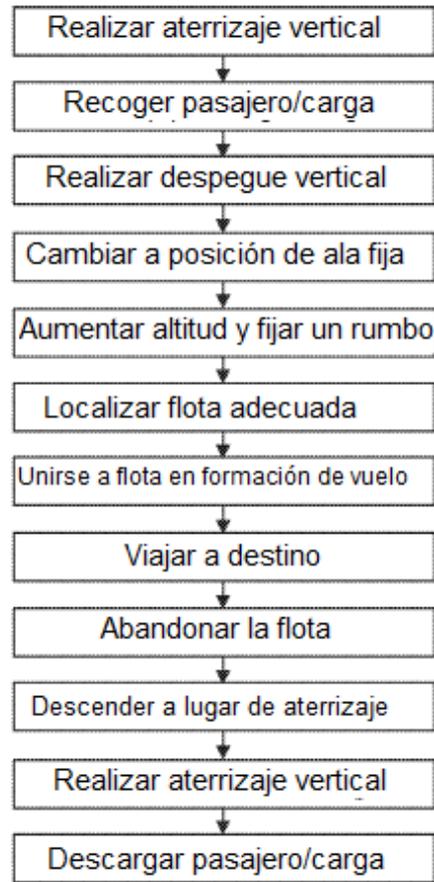
300

Figura 3



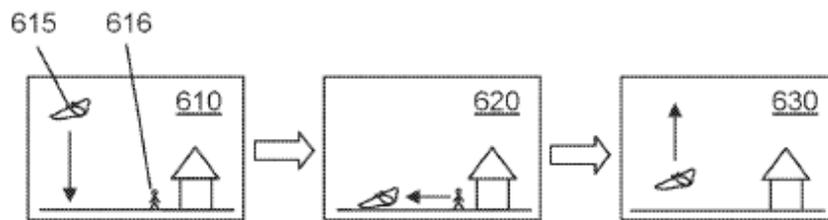
400

Figura 4



500

Figura 5



600

Figura 6

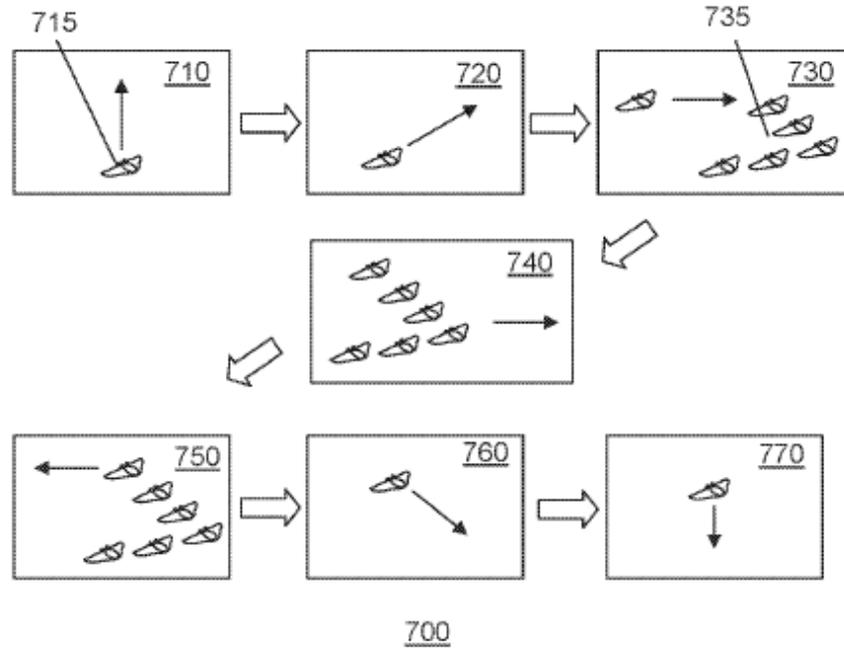


Figura 7

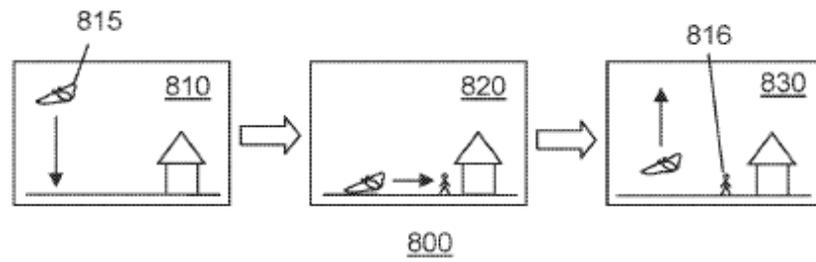


Figura 8

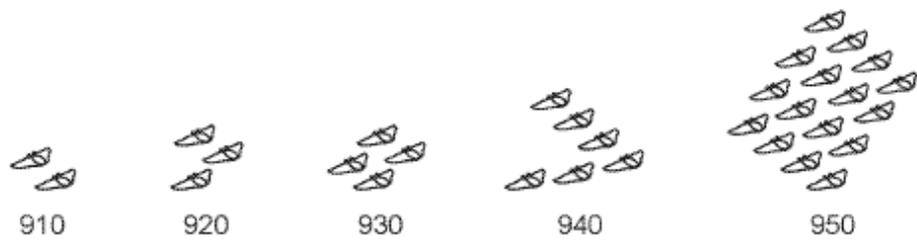
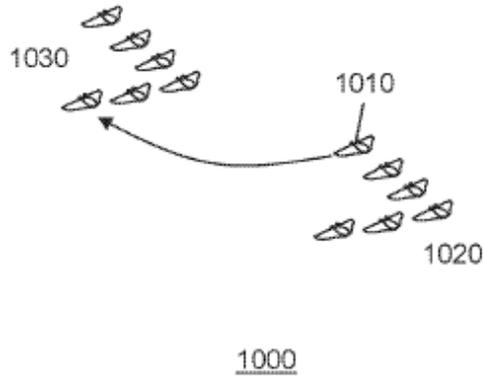
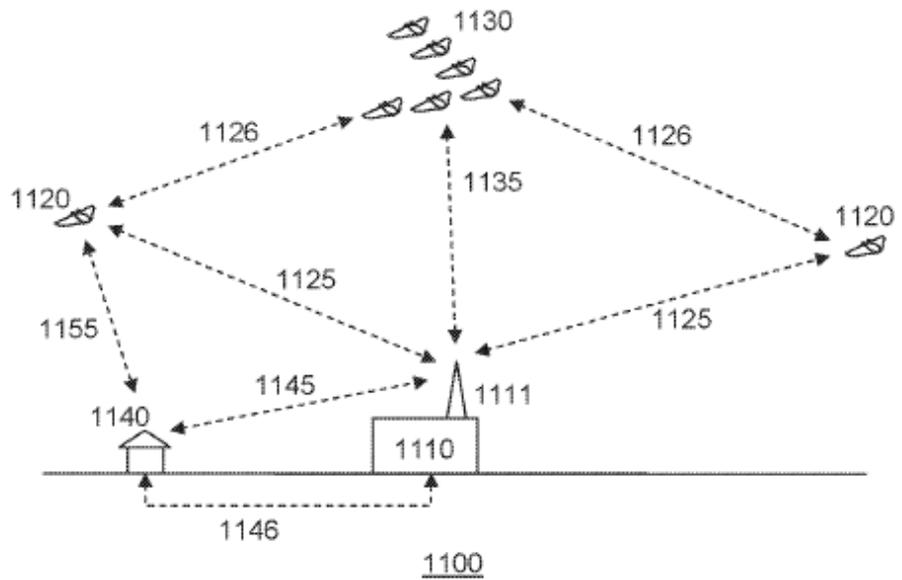


Figura 9



1000
Figura 10



1100
Figura 11

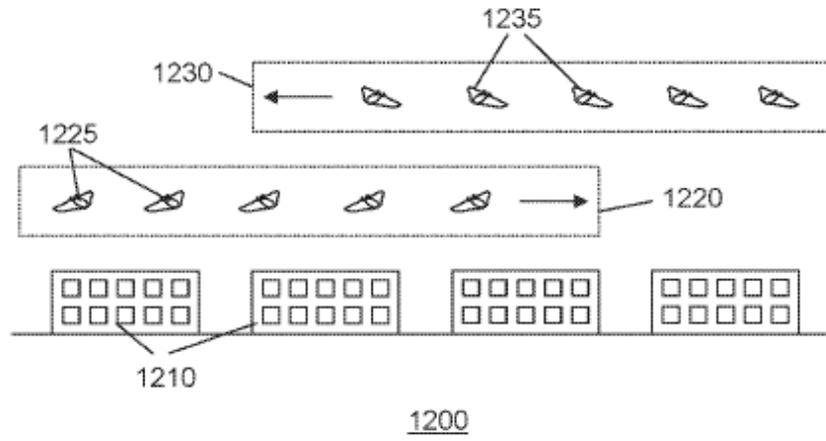


Figura 12

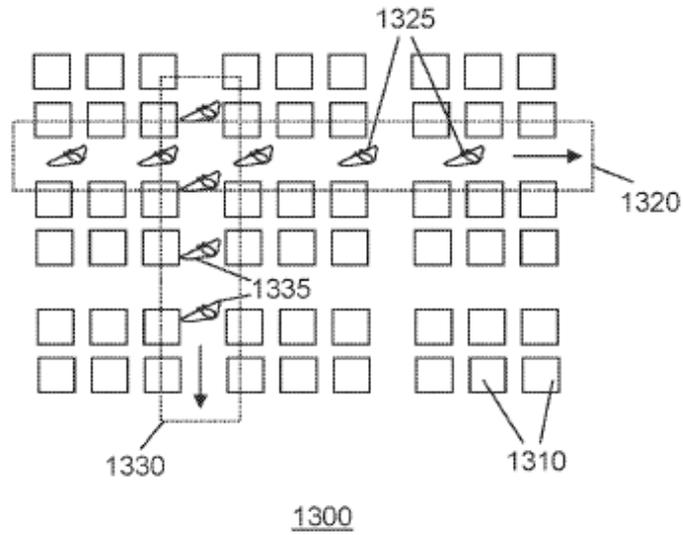


Figura 13