

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 780 369**

51 Int. Cl.:

H04B 7/185 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.08.2016 PCT/GB2016/052484**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.02.2017 WO17025745**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.08.2016 E 16750255 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.01.2020 EP 3335377**

54 Título: **Aparato y método de gestión de comunicaciones**

30 Prioridad:

13.08.2015 GB 201514465
07.09.2015 EP 15184074

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
25.08.2020

73 Titular/es:

BAE SYSTEMS PLC (100.0%)
6 Carlton Gardens
London SW1Y 5AD, GB

72 Inventor/es:

HUDSON, PETER NOBLE;
EISSA, RANIA HAMDY
AL-AMERI, MONADL ABD AL-ABBAS MANSOUR

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 780 369 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

Aparato y método de gestión de comunicaciones

5 Esta invención se refiere generalmente a un aparato y método para la gestión de comunicaciones e información y, más particularmente pero no necesariamente de forma exclusiva, a un aparato y método para la gestión de recursos de comunicaciones inalámbricas entre una plataforma móvil y al menos un receptor remoto.

10 Hay muchas aplicaciones en las que se requiere aplicar un nivel de gestión con respecto a los recursos de comunicaciones inalámbricas y la gestión de la información, particularmente entre una plataforma móvil y una o más plataforma(s) remota(s) y mantener unas comunicaciones inalámbricas adecuadas entre los mismos para un funcionamiento seguro de la plataforma móvil y el éxito de la misión.

15 Por ejemplo, en el caso de los vehículos aéreos y, más particularmente, de los vehículos aéreos no tripulados (UAV), existe un requisito estricto y en desarrollo para mantener un enlace de comunicaciones adecuado entre el vehículo aéreo y una estación en tierra, por ejemplo, y puede ser catastrófica una pérdida o degradación inesperada de un enlace de comunicaciones de este tipo.

20 Un UAS se compone de tres partes principales, el vehículo aéreo no tripulado (UAV), la estación de control no tripulada (UCS) y los sistemas de soporte del UAS (para la planificación previa a la misión). El sistema de misión de UAS puede estar compuesto por los siguientes componentes/subsistemas funcionales: Gestión de Misión, Comunicaciones, Salud del Vehículo, Sistema de Navegación, Integración Aeroespacial y Gestión de Energía y Carga Útil. Múltiples planificadores dinámicos dentro de la misión diferentes pueden residir en uno o más de los componentes/subsistemas funcionales anteriormente mencionados. En un UAV habitual, un planificador de rutas dinámico genera una nueva ruta, en tiempo real, cuando hay un cambio en el entorno operativo, por ejemplo, meteorología severa, una amenaza o cambio de circunstancias, por ejemplo, una emergencia, o se genera un plan de maniobra dinámico para evitar un obstáculo aéreo. La intención es, por lo tanto, mantener la seguridad y la capacidad de supervivencia de la aeronave al determinar una ruta y/o maniobra factible en tiempo real, mientras se evita el surgimiento de obstáculos estáticos y dinámicos, por ejemplo.

30 El documento US2012/268319 A1 divulga la gestión de recursos de comunicaciones de una plataforma móvil que comprende un sistema de comunicaciones de a bordo.

35 Sin embargo, el entorno operativo de plataformas móviles, al menos en algunas aplicaciones, puede ser particularmente exigente desde la perspectiva de las comunicaciones. Las antenas se montan normalmente de forma segura en una aeronave y no son móviles en relación con la aeronave. Una antena en la aeronave usada para transmitir mensajes no siempre estará óptimamente orientada con respecto al receptor a medida que maniobra la aeronave. La señal se pierde o se ve afectada de forma adversa por la orientación de aeronave, lo que da lugar a que la antena en la aeronave se apunte en una dirección desfavorable o a que la trayectoria entre la antena de transmisión en la aeronave y el receptor sea bloqueada por la estructura de aeronave (por ejemplo, el ala). Por lo tanto, una antena de a bordo particular puede no siempre estar óptimamente orientada para establecer o mantener unas comunicaciones adecuadas con una antena en otro nodo, a medida que maniobra la aeronave.

45 Una antena de a bordo para transmitir mensajes se puede orientar en una dirección desfavorable en relación con una región de control de emisiones (EMCON) impuesto o con respecto a un adversario. Asimismo, la energía radiada en esa dirección puede superar un umbral aceptable para el control de emisiones, aumentando la vulnerabilidad del nodo y, posiblemente, delatando su existencia. Tradicionalmente se requiere que una plataforma opere en silencio, con el fin de evitar ser escuchado casualmente. Si el sistema de comunicaciones fuera capaz de adaptarse y de responder en consecuencia, por ejemplo, al usar una antena alternativa, aún puede ser posible mantener las comunicaciones al tiempo que se realiza la observancia del EMCON. Por lo tanto, sería deseable proporcionar un sistema de gestión de comunicaciones inteligente para una plataforma móvil que es capaz de adaptarse y responder de forma dinámica a un entorno de campo de batalla dinámico incierto, tal como amenazas, al gestionar sus recursos de comunicaciones en consecuencia.

55 De acuerdo con un aspecto de la presente invención, se proporciona un aparato para la gestión de recursos de comunicaciones de una plataforma móvil que comprende un sistema de comunicaciones de a bordo configurado para efectuar una comunicación de datos inalámbrica entre dicha plataforma móvil y otro nodo, comprendiendo dichos recursos de comunicaciones una pluralidad de enlaces de comunicaciones inalámbricas y una pluralidad de antenas asociadas con los mismos, comprendiendo el aparato un módulo de análisis y selección de antenas que reside con dicho sistema de comunicaciones y configurado para:

- recibir, durante una misión a partir de uno o más sistemas/subsistemas y/o funciones de dicha plataforma móvil, datos de atributo representativos de dichos criterios de control de emisiones, comprendiendo dichos datos de atributo (i) datos de ubicación representativos de una región de control de emisiones especificada, y (ii) datos de posición y/o de actitud y/o de velocidad representativos de un nodo de adversario que definen una región de control de emisiones;

- determinar, usando dichos datos de atributo y basándose en dichos criterios de control de emisiones, la idoneidad de una o más antenas de a bordo y/o porciones de antena de apertura para soportar dicho requisito de comunicaciones;
 - para cada una de una pluralidad de antenas/porciones de antena de apertura que se determinan como adecuadas para soportar dicho requisito de comunicaciones basándose en dichos criterios de control de emisiones, determinar una métrica de calidad, siendo indicativa dicha métrica de calidad de un criterio de rendimiento respectivo; y
 - seleccionar una o más de dichas antenas/porciones de antena de apertura adecuadas que tienen un criterio de rendimiento lo más alto, para facilitar dicho requisito de comunicaciones.
- 10 Los datos de atributo anteriormente mencionados también pueden incluir, de forma opcional, datos de movimiento de plataforma. En este caso, los datos de movimiento de plataforma pueden comprender (i) un conocimiento instantáneo de un movimiento de dicha plataforma móvil, y/o (ii) movimiento conocido futuro de dicha plataforma móvil y/o (iii) movimiento predicho futuro de dicha plataforma móvil y/u otras plataformas en el entorno operativo.
- 15 En una realización ilustrativa, el aparato se puede configurar para obtener (i) datos representativos de una ubicación de otro nodo fijo con respecto a dicha plataforma móvil, o (ii) datos representativos de la posición y/o actitud y/o velocidad de otro nodo móvil con respecto a dicha plataforma móvil; y para:
- determinar una dirección de dicha plataforma móvil en relación con dicho nodo fijo/móvil;
 - determinar datos de apuntamiento de antena modificados con respecto a cada una de dichas antenas/porciones de antena de apertura en dicho otro nodo y/o dicha plataforma móvil; y
 - calcular una métrica de calidad para cada una de dichas antenas/porciones de antena de apertura.
- 25 De forma opcional, el aparato se puede configurar para determinar una métrica de apuntamiento de antena para cada una de dichas antenas/porciones de antena de apertura, calcular un valor de potencia de señal para cada una de dichas antenas/porciones de antena de apertura, y determinar una métrica de potencia de señal basándose en dicho valor de potencia de señal y un umbral de potencia de señal para cada una de dichas antenas/porciones de antena de apertura, en donde dicha métrica de calidad se basa en dicha métrica de potencia de señal.
- 30 Los datos de apuntamiento de antena modificados anteriormente mencionados se pueden determinar basándose en datos representativos de la ubicación de antena, apuntamiento de antena y actitud y/o posición de plataforma para dicha plataforma móvil.
- 35 La métrica de apuntamiento puede ser indicativa de si dicha antena/porción de antena de apertura está apuntando en la dirección de una región de control de emisiones, basándose en dichos datos de apuntamiento de antena modificados, dirección/orientación de dicha plataforma móvil en relación con dicho otro nodo, un patrón de ganancia de antena de transmisión con respecto a dicha plataforma móvil y un patrón de ganancia de antena de receptor con respecto a dicho otro nodo.
- 40 En una realización ilustrativa, el aparato se puede configurar para calcular dicha métrica de calidad basándose en cálculos de orientación entre dicha plataforma móvil y dicho otro nodo.
- La métrica de calidad puede incluir disponibilidad y/o preferencia y/o compatibilidad de antena.
- 45 En una realización ilustrativa, un valor de potencia de señal con respecto a un enlace de comunicaciones para una antena/porción de antena de apertura se puede basar en una distancia relativa entre dicha plataforma móvil y dicha región de control de emisiones, factores de pérdida, ganancia de antena de transmisión y/o ganancia de antena de recepción. En el caso, la distancia relativa puede ser una función del tiempo y la velocidad de dicha plataforma móvil y/o nodo de adversario.
- 50 De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona un sistema de gestión para una plataforma móvil que comprende una pluralidad de sistemas/subsistemas y/o funciones, una pluralidad de recursos de comunicaciones que comprenden una pluralidad de enlaces de comunicaciones inalámbricas y una pluralidad de antenas asociadas con los mismos, y un sistema de comunicaciones configurado para efectuar una comunicación de
- 55 datos inalámbrica entre dicha plataforma móvil y otro nodo a través de dichos recursos de comunicaciones, en donde dicho sistema de comunicaciones incluye un aparato sustancialmente como se ha descrito anteriormente.
- 60 De acuerdo con aún otro aspecto de la presente invención, se proporciona un método de gestión de recursos de comunicaciones de una plataforma móvil que comprende un sistema de comunicaciones de a bordo configurado para efectuar una comunicación de datos inalámbrica entre dicha plataforma móvil y otro nodo, comprendiendo dichos recursos de comunicaciones una pluralidad de enlaces de comunicaciones inalámbricas y una pluralidad de antenas asociadas con los mismos, comprendiendo el método usar un módulo de análisis y selección de antenas que reside con dicho sistema de comunicaciones para:
- 65 - recibir, durante una misión a partir de uno o más sistemas/subsistemas y/o funciones de dicha plataforma móvil, datos de atributo representativos de dichos criterios de control de emisiones, comprendiendo dichos datos de

atributo (i) datos de ubicación representativos de una región de control de emisiones especificada, y (ii) datos de posición y/o de actitud y/o de velocidad representativos de un nodo de adversario que definen una región de control de emisiones;

- 5 - determinar, usando dichos datos de atributo y basándose en dichos criterios de control de emisiones, la idoneidad de una o más antenas de a bordo y/o porciones de antena de apertura para soportar dicho requisito de comunicaciones;
- para cada una de una pluralidad de antenas/porciones de antena de apertura que se determinan como adecuadas para soportar dicho requisito de comunicaciones basándose en dichos criterios de control de emisiones, determinar una métrica de calidad, siendo indicativa dicha métrica de calidad de un criterio de rendimiento respectivo; y
- 10 - seleccionar una o más de dichas antenas/porciones de antena de apertura adecuadas que tienen un criterio de rendimiento lo más alto, para facilitar dicho requisito de comunicaciones.

Estos y otros aspectos de la presente invención serán evidentes a partir de la siguiente descripción específica, en la que se describen realizaciones de la presente invención, solo a modo de ejemplo, y con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

la figura 1 es un diagrama de bloques esquemático que ilustra un sistema de gestión de plataforma móvil de acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención;

20 la figura 2 es un diagrama de bloques esquemático que ilustra algunas características principales del sistema de gestión de plataforma móvil de la figura 1 con más detalle;

la figura 3 es un diagrama de bloques esquemático que ilustra una implementación ilustrativa de un aparato que incorpora una selección de antenas de acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención;

25 la figura 4 es un diagrama de bloques esquemático que ilustra una implementación ilustrativa de un aparato que incorpora una selección de antenas de acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención;

30 la figura 5 es un diagrama de bloques esquemático que ilustra una implementación ilustrativa de un aparato que incorpora una selección de antenas de acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención;

la figura 6 es un diagrama de bloques esquemático de un módulo de análisis y selección de antenas de acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención;

35 la figura 7 es un diagrama de flujo que ilustra las etapas principales en un método de selección de antenas de acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención;

40 la figura 8 es un diagrama de flujo que ilustra las etapas principales de una implementación ilustrativa de una función de "bondad" de antena para su uso en un método de acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención;

la figura 9 es un diagrama de flujo que ilustra las etapas principales en un método para determinar una métrica de antena de acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención; y

45 las figuras 10, 11 y 12 ilustran esquemáticamente algunas circunstancias específicas en las que se pueden emplear realizaciones ilustrativas de la presente invención.

Una selección de antenas, de acuerdo con realizaciones ilustrativas de la presente invención, considera el movimiento de nodo para determinar la mejor antena para unas comunicaciones óptimas, las restricciones situacionales y/o ambientales predominantes y sin vulnerar los criterios de control de emisiones predominantes. Será evidente a un experto en la materia que las antenas se montan normalmente de forma segura en una aeronave, u otra plataforma móvil, y no son móviles en relación con la misma. Una antena en una plataforma usada para transmitir mensajes no siempre estará óptimamente orientada con respecto al receptor a medida que maniobra la plataforma. La señal se puede perder o verse afectada de forma adversa por la orientación de plataforma durante, por ejemplo, en el caso de una aeronave, maniobras de inclinación lateral o un cambio en el rumbo, lo que da lugar a que la antena de aeronave se apunte en una dirección desfavorable o a que la trayectoria entre la antena y el receptor sea bloqueada por la estructura de aeronave (por ejemplo, el ala). Usando una selección de antenas, de acuerdo con realizaciones ilustrativas de la presente invención, podría seleccionarse una antena alternativa que podría dar como resultado, otro modo, una pérdida de las comunicaciones. Además, una selección de antenas de acuerdo con realizaciones ilustrativas de la presente invención también considera criterios de control de emisiones (EMCON) para determinar la mejor antena para unas comunicaciones óptimas sin vulnerar el EMCON. Durante un control de emisiones restringido, puede ser deseable mantener el contacto con un nodo fijo o móvil mientras se opera, sin delatar su existencia. Una antena en la plataforma usada para transmitir mensajes se puede apuntar en una dirección desfavorable con respecto a una región de EMCON impuesto o con respecto a un adversario. Además, la energía radiada en esa dirección puede superar un umbral aceptable para el control de emisiones, aumentando de este modo la vulnerabilidad del nodo y exponiendo su existencia. Con una selección de antenas de acuerdo con realizaciones ilustrativas de la presente

invención, se selecciona una antena alternativa para mantener las comunicaciones, al tiempo que se realiza la observancia del control de emisiones.

5 Algunas realizaciones ilustrativas de la presente invención proporcionan un sistema de gestión de comunicaciones inteligente configurado para mantener una conectividad adecuada de principio a fin de una misión, respondiendo de forma dinámica a sucesos no planificados, por ejemplo, cualquier degradación o pérdida inesperada de un enlace de datos inalámbrico en tiempo real (o casi real), así como estrategias y directivas de control de emisiones.

10 Habitualmente, todos los aspectos de las comunicaciones, tales como múltiples enlaces de comunicaciones/radios diferentes, residen dentro del sistema de comunicaciones (de una aeronave, por ejemplo). Cada uno de los enlaces de comunicaciones/radios es un sistema independiente y normalmente dedicado a transmitir mensajes específicos. Si, por ejemplo, tiene lugar un suceso inesperado, tal como un fallo o degradación de enlace, un cambio en las prioridades de misión y restricciones operativas nuevas, el sistema es incapaz de adaptarse a, y de responder en consecuencia para mantener, unas comunicaciones adecuadas. El sistema de comunicaciones es normalmente un sistema dedicado sin mucha interacción, si es que tiene alguna, con otros sistemas de plataforma y aplicaciones de aviónica en la plataforma. Además, en algunos casos, se requiere un planificador de nivel más alto, que resida fuera del sistema de comunicaciones, para cumplir con las demandas cambiantes de la plataforma y con restricciones operativas nuevas.

20 En contraposición, en algunos aspectos de la presente invención, se reconoce que todas las funciones/sistemas en una plataforma (por ejemplo gestión de misión, gestión de salud de comunicaciones) funcionan en concierto para conseguir objetivos y mantener la integridad de la plataforma. Por ejemplo, puede usarse una supervisión de salud para asegurar que el fallo de comunicaciones no conduzca a una catástrofe. Por lo tanto, y como se describe con más detalle posteriormente, el sistema de comunicaciones está afectado por una toma de decisiones de bajo nivel, es decir
25 la ejecución y decisiones del día a día. En una realización ilustrativa, el sistema de gestión de comunicaciones gestiona una pluralidad de recursos de comunicaciones, en concreto, sus antenas de a bordo en algunos aspectos de la presente invención, para un vehículo aéreo. Basándose en una lista o tabla de consulta de las antenas disponibles y/o preferidas, determina la mejor antena que usar de entre una pluralidad de antenas con el fin de mantener la conectividad. Sin embargo, en algunos aspectos de la presente invención, si es incapaz de resolver un problema de
30 comunicaciones, por ejemplo, todos los enlaces que tiene disponibles han fallado, o enlaces gravemente degradados, entonces se invoca una planificación de nivel superior por medio de un aparato de acuerdo con realizaciones ilustrativas de la presente invención. En este caso, la interfaz de comunicaciones se puede configurar para solicitar que el sistema de planificación y gestión dinámica genere un plan modificado para mantener unas comunicaciones adecuadas. Por ejemplo, en algunos aspectos de la presente invención, el planificador de nivel superior selecciona
35 usar la antena de un sistema de sensores (por ejemplo, RADAR). En otro ejemplo, el planificador de nivel superior selecciona usar una antena y maniobrar la plataforma para optimizar las comunicaciones. En otras realizaciones ilustrativas, se invoca una planificación de nivel superior en respuesta a recibir información de otras partes de la plataforma, si se detecta un adversario, por ejemplo, con el fin de generar un plan de comunicaciones en consecuencia.

40 En una realización ilustrativa, un aparato de acuerdo con la invención puede operar en el sistema de gestión de comunicaciones, para realizar una selección de antenas y transmitir datos representativos de la antena o antenas seleccionadas directamente a un controlador de antenas, por ejemplo, para establecer comunicaciones. En otras realizaciones ilustrativas, sin embargo, un aparato de acuerdo con la invención puede operar fuera del sistema de comunicaciones dentro de un sistema de planificación y gestión dinámica, para realizar una selección de antenas y
45 transmitir datos representativos de la antena o antenas seleccionadas directamente al sistema de comunicaciones/radio para establecer comunicaciones. En aún otras realizaciones ilustrativas, ambas de las implementaciones anteriormente mencionadas pueden coexistir dentro de una única plataforma.

50 Por lo tanto, en una realización, se prevé que el trayecto y/o ruta y/o maniobra de vuelo futura de la aeronave se proporcione al sistema de planificación y gestión dinámica para evaluar el impacto del plan de trayecto y/o de ruta y/o de maniobra sobre el plan de comunicaciones y seleccionar antenas para su uso en el mismo, para mantener unas comunicaciones adecuadas. En otra realización, se prevé que el sistema de comunicaciones, acoplado con un aparato de acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención, use un conocimiento instantáneo con respecto a la maniobra (por ejemplo, rumbo o inclinación lateral) actual de la aeronave o, de hecho, un conocimiento actual de
55 cualquier otra condición situacional y/o ambiental que afecte a un enlace de comunicaciones actual, para seleccionar una o más antenas apropiadas con el fin de mantener unas comunicaciones adecuadas.

60 En otra realización ilustrativa, un módulo de selección de antenas puede residir dentro de una planificación superior, por ejemplo: para planificar el uso de la antena de un sistema de sensores para las comunicaciones, lo que solo se puede hacer a un nivel superior; para generar un plan de comunicaciones basándose en la maniobra de plataforma futura recibida; y para generar un plan de comunicaciones como parte de la protección de plataforma cuando se opera bajo EMCON.

65 Sin embargo, se apreciará que en modo alguno se tiene por objeto que la presente invención está limitada en lo que respecta a la ubicación dentro del sistema de plataforma global del módulo de selección de antenas proporcionado por realizaciones ilustrativas de la presente invención. Por ejemplo, un módulo de selección de antenas se podría

proporcionar como parte de un elemento de planificación de nivel superior y/o dentro de una función de encaminamiento de mensajes.

5 Un experto en la materia apreciará que el análisis de antenas y/o la selección de antenas propuestos se pueden emplear de forma igualmente eficaz:

- durante una fase de planificación inicial, es decir, una planificación previa a la misión, en donde la función de análisis de antenas se puede usar durante la fase de planificación de ruta y/o de comunicaciones;

10 - durante la ejecución de la misión, cuando se realiza una planificación de comunicaciones dinámica (una planificación de nivel superior), en relación con un movimiento de plataforma y/o EMCON impuesto, con lo que el movimiento de plataforma se puede basar en: (i) maniobra y/o ruta y/o trayecto de plataforma futuros conocidos *a priori* basándose en datos representativos de los mismos (por ejemplo, actitud) recibidos del planificador dinámico o el planificador humano, y (ii) maniobra y/o trayecto y/o ruta de plataforma futuro predicho; o

15 - durante la ejecución de la misión, cuando se requiere que el sistema de gestión de comunicaciones (una planificación de nivel inferior) se realice en tiempo real (o casi real), sin advertencia, como resultado de un movimiento de plataforma, basándose en datos representativos de un movimiento de plataforma, por ejemplo, datos de maniobra instantáneos (por ejemplo, actitud actual), recibidos a partir de uno o más sistemas de
20 plataforma.

25 El entorno operativo puede comprender una pluralidad de nodos, en el aire y en tierra (por ejemplo, una plataforma aerotransportada, una estación de control móvil y/o fija). Estos nodos interactúan entre sí a través de una línea de visión (LOS) o a través de retransmisores, funcionando cooperativamente entre sí compartiendo información, responsabilidades y tareas, e intercambiando datos de mando y de control. En general, un nodo tiene múltiples enlaces de datos/radios para habilitar que interactúe con otros nodos a través de diferentes redes, según se requiera.

30 En la siguiente descripción de los dibujos, se describirá un aparato de gestión de comunicaciones de acuerdo con una realización ilustrativa de la invención en relación con un UAV. Sin embargo, se ha de entender que no necesariamente se tiene por objeto que la presente invención esté limitada a este respecto y, de hecho, halla aplicación en muchos otros tipos de sistemas de gestión de plataforma móvil en los que se requiere gestionar las comunicaciones de una forma inteligente y, para evitar dudas, esto incluiría vehículos de carretera y marítimos, así como vehículos aéreos tripulados.

35 Haciendo referencia a la figura 1 de los dibujos, se ilustra de forma esquemática un módulo de gestión inteligente 10, que incluye una interfaz de gestión de comunicaciones inteligente de acuerdo con una realización ilustrativa de un aspecto de la presente invención, en el centro de un sistema de UAV habitual. El UAV comprende varios componentes/subsistemas funcionales, incluyendo comunicaciones, sistema de navegación, pronóstico y salud, etc. Por lo tanto, en el diagrama esquemático de la figura 1, el módulo de gestión de comunicaciones inteligente 10 se
40 representa como acoplado de forma comunicable a otras partes 12 del vehículo. Puede verse, a partir del diagrama, que se proporciona una comunicación de datos bidireccional entre las otras partes 12 del vehículo y el módulo de gestión inteligente 10. Las otras partes 12 del vehículo pueden comprender una pluralidad de componentes funcionales, posiblemente incluyendo, pero sin limitarse necesariamente a, un componente funcional de pronóstico y salud, un sistema de navegación, una autoridad de control, por ejemplo piloto o una autoridad a bordo con funcionalidad de decisión ejecutiva, un componente funcional de gestión de servicios auxiliares, un componente funcional de ayudas defensivas, un componente funcional de transferencia y registro de datos y un componente funcional de HMI (Interfaz hombre - máquina). Todos y cada uno de estos componentes funcionales se configuran para proporcionar datos, tales como datos de navegación y amenazas detectadas, al módulo de gestión de
45 comunicaciones inteligente 10 para su uso en su toma de decisiones.

50 El módulo de gestión inteligente 10 se configura también para recibir datos de una pluralidad de aplicaciones de aviónica. Tales aplicaciones de aviónica pueden, por ejemplo, comprender aplicaciones civiles y/o militares, tales como aplicaciones de enlaces de datos tácticos 14, aplicaciones de sensores 16 (por ejemplo, vídeo, imágenes, etc.), aplicaciones de gestión de misión 18 (por ejemplo, datos de mando y de control) y aplicaciones de gestión de
55 plataforma 20 (por ejemplo, salud de un nodo). Se apreciará que esta no es una lista exhaustiva de aplicaciones habituales o posibles a partir de las cuales pueda recibir datos el sistema de gestión de comunicaciones inteligente, y otras serán evidentes para un experto en la materia, dependiendo de la aplicación específica dentro de la que se vaya a emplear la presente invención.

60 El módulo de gestión inteligente 10 se configura para gestionar múltiples enlaces de comunicaciones (representados en general, en la figura 1, como la 'red' 21), que pueden incluir (pero sin limitarse a) enlaces de datos tácticos, enlaces de satélite, enlaces ópticos en espacio libre y otros enlaces de datos, como será evidente para un experto en la materia y pueden tener diferentes tipos de antena (representadas en general en 22) para la gestión incluyendo, pero sin limitarse a, antenas omnidireccionales y direccionales, antenas de apertura compartidas, antenas fijas o de haz orientable. Las antenas pueden compartirse entre enlaces de comunicaciones/radios, o con sistemas de sensores. En
65 el ejemplo ilustrado en la figura 1, las comunicaciones desde las antenas de plataforma 22 se dirigen a un usuario final

23, por ejemplo, el piloto remoto de un UAV situado en una estación terrestre. Sin embargo, se ha de entender que no se tiene por objeto que las comunicaciones estén limitadas a este respecto, y el tipo y receptor de las comunicaciones gestionadas por realizaciones ilustrativas de la presente invención pueden variar en gran medida, dependiendo de la aplicación, la configuración de sistema y los requisitos.

5 Por lo tanto, el Sistema de Gestión de Comunicaciones Inteligente tiene acceso a una información abundante, tal como el entorno de misión y el estado interno del nodo, y usa esta información en su toma de decisiones. El entorno representa el conocimiento de los sistemas acerca del mundo exterior, incluyendo el rendimiento de red y enlace, otros nodos en el entorno de red, amenazas dinámicas, terreno, obstáculos y datos meteorológicos. El estado interno es una representación de las partes internas del sistema. Este recoge datos internos de subsistemas que realizan contribuciones, tales como la actitud y posición de nodo en tiempo real, modo operativo actual y requisitos de comunicaciones de las aplicaciones, y conserva los planes de intercambio de información/comunicaciones, directivas e información acerca de los recursos instalados (por ejemplo, enlaces de comunicaciones, antenas).

15 Una base de datos (no mostrada) proporciona al módulo de gestión de comunicaciones inteligente 10 un conocimiento acerca de su entorno de misión y estado interno, y almacena planes y directivas de datos. Los datos ambientales representan el conocimiento del sistema acerca del mundo exterior, incluyendo el rendimiento de red y enlace, otros nodos en el entorno de red, amenazas dinámicas, terreno, obstáculos y datos meteorológicos. El estado interno es una representación de los subsistemas internos del sistema. La base de datos recoge datos internos de subsistemas que realizan contribuciones, tales como la actitud y posición de nodo en tiempo real, modo operativo actual y requisitos de comunicaciones de aplicaciones individuales, y conserva los planes de intercambio de información/comunicaciones, directivas e información acerca de los recursos instalados (por ejemplo, sistemas de comunicaciones, antenas, etc.). Por ejemplo, se almacenaría un modelo de rendimiento de antena (es decir, patrones de ganancia de antena) para cada nodo que va a ser usado por el módulo de gestión inteligente 10 con respecto a, por ejemplo, la selección de antenas. En este ejemplo, los patrones de ganancia de la antena se correlacionan con respecto al marco de referencia del cuerpo del nodo, es decir a la ubicación de la antena en el nodo.

Se apreciará que el término "base de datos" usado anteriormente, se usa simplemente para definir uno o más repositorios para los datos requeridos. En una realización ilustrativa, la base de datos puede ser un único repositorio, común a la plataforma móvil y al que accede el módulo de gestión inteligente 10 (o, al menos, dedicado al mismo) en el que todos los datos anteriormente mencionados se almacenan para su uso por el mismo. En otras realizaciones ilustrativas, puede usarse un único repositorio de este tipo para almacenar solo un subconjunto de los datos, tales como directivas y rendimiento de antenas instaladas, para acceder a los mismos según se requiera, con datos que cambian dinámicamente durante un vuelo o misión, tales como la posición de nodos y el modo operativo, que se envían directamente desde una parte relevante del sistema de gestión de plataforma global al módulo de gestión de comunicaciones inteligente.

En la figura 1 también se ilustran entradas de datos representativas de unas restricciones 24, demandas de plataforma y directivas 28. Estos factores, y la forma en la que pueden obtenerse datos representativos de los mismos, son conocidos por un experto en la materia. La directiva 28, por ejemplo, puede ser diseñada por el diseñador de redes. Una copia de esta directiva puede residir dentro del módulo de gestión inteligente 10 o ser accesible por el mismo. La directiva contiene un conjunto de reglas que, por ejemplo, definen cómo pueden usarse los enlaces y antenas, qué acción emprender en el caso de un fallo de hardware y/o pérdida de señal y cómo se pueden prestar las aplicaciones de aviónica para soportar la misión. Tales reglas pueden expresarse como pares de condición - acción (es decir, SI condición ENTONCES acción) y/o en tablas de consulta.

Por lo tanto, el Sistema de Gestión de Comunicaciones Inteligente puede dividirse en dos partes distintas con entradas y salidas de una a otra y a otras partes de la aeronave o sistema terrestre, como se muestra en la figura 2. En otra implementación, las diferentes funciones pueden residir en una caja; esta implementación puede ser apropiada para sistemas tripulados, tales como un vehículo aéreo tripulado.

Las directivas y estrategias de EMCON o de control de emisiones se usan para impedir la detección, identificación y ubicación de una plataforma móvil y/o minimizar la interferencia entre los sistemas de nodo de la plataforma móvil. Aunque varían las condiciones de EMCON (y, por lo tanto las directivas y estrategias para implementarlas), de acuerdo con la aplicación así como con circunstancias particulares, los principios subyacentes al EMCON serán bien conocidos por un experto en la materia. La configuración del EMCON requiere cuatro etapas básicas: criterios, objetivos, notificación y autoridad. Los criterios especifican la planificación, procedimientos y responsabilidad global para la directiva o estrategia de EMCON. Los objetivos, como será evidente, definen el resultado deseado de la directiva o estrategia de EMCON y pueden incluir, por ejemplo, minimizar la detección por sensores de terceros, permitir unas comunicaciones de mando y control (C2) eficaces entre nodos, soportar engaño operativo (OPDEC), soportar seguridad de operaciones (OPSEC), minimizar la interferencia entre nodos y degradar la eficacia de las comunicaciones de C2 de terceros. Son estos objetivos los que pueden ser usados por un módulo de planificación de comunicaciones de acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención (además de la posición/orientación de nodo y el tipo de antena) para determinar la idoneidad de una antena para un intercambio de información particular cuando predominan las restricciones de EMCON y/o el modo de comunicación (por ejemplo, la potencia de salida) que puede usarse para que una antena seleccionada soporte ese intercambio de información.

Por razones de compleción, el criterio de notificación especifica las partes a ser notificadas por la directiva o estrategia de EMCON y la forma en la que se notificarán y supervisarán los criterios. Por último, la autoridad define la parte o partes autorizadas para imponer una condición de EMCON en cualquier caso particular.

5 Con referencia a continuación a la figura 2 de los dibujos, el módulo de gestión inteligente 10 comprende un módulo de planificación y gestión dinámica 11 y un sistema de gestión de comunicaciones 42. El sistema de gestión de comunicaciones 42 está afectado por una toma de decisiones de bajo nivel. Cuando este es incapaz de resolver determinados problemas de comunicaciones, entonces se invoca una planificación de nivel superior, es decir, está configurado para generar una solicitud de plan a la unidad de Planificación y Gestión Dinámica (es decir, una planificación de nivel superior) con el fin de mantener unas comunicaciones adecuadas. En este caso, se genera un plan para resolver problemas de comunicación, teniendo en cuenta no solo condiciones situacionales y/o ambientales (incluyendo posición/orientación de plataforma, etc.) predominantes, sino también la directiva o estrategia de EMCON predominante con respecto a esas condiciones. Un plan en este contexto puede, por ejemplo, consistir en datos representativos de una antena seleccionada junto con datos de control de potencia configurados para controlar las emisiones de potencia desde la antena seleccionada, para mantener las comunicaciones sin vulnerar los criterios de control de emisiones. En una realización ilustrativa alternativa, el plan puede consistir en datos representativos de una antena seleccionada junto con una maniobra de nodo, con el fin de mantener las comunicaciones. En aún otra realización ilustrativa alternativa, el plan involucra el uso de la antena de un sistema de sensores (por ejemplo, RADAR) o una antena de apertura. En algunos casos, se requerirá una autorización de la unidad de toma de decisiones del vehículo, en especial si esta involucra cambios en el comportamiento de plataforma (por ejemplo, maniobra de nodo) o el uso de recursos de otro sistema (por ejemplo, la antena de un sistema de sensores).

En el ejemplo mostrado, el módulo de planificación y gestión dinámica 11 comprende un planificador dinámico 40 y un gestor 41, que proporciona una interfaz entre el planificador dinámico 40 y el sistema de gestión de comunicaciones 42, como se describirá con más detalle posteriormente.

En realizaciones ilustrativas de la presente invención, al menos unas partes 12 del resto de la aeronave se acoplan de forma comunicable con el sistema de gestión de comunicaciones 42 y el sistema de gestión de comunicaciones inteligente 10 funciona cooperativamente con el resto de los componentes funcionales/subsistemas de nodo para lograr el objetivo de la misión: proporcionar información para fines de seguridad y de conciencia situacional, y recibir información usada en su toma de decisiones.

El sistema de gestión de comunicaciones inteligente 10 recibe una gran cantidad de información de diferentes partes de la plataforma, la cual puede usar esta en sus procesos de toma de decisión, como se describe con más detalle posteriormente. En consecuencia es consciente de la misión, del movimiento y de la red y entiende qué recursos ha de gestionar, así como su capacidad de rendimiento. La conciencia de la misión proporciona información acerca de qué está tratando de lograr la plataforma. Puede haber diversos modos operativos, que podrían incluir operación normal, reconocimiento, bajo ataque, ataque, rodar en tierra, aterrizaje, etc. Esto es común a toda la plataforma y es de interés particular para el módulo de comunicaciones 42. El módulo de comunicaciones 42 supervisa y evalúa el rendimiento de red actual, por lo que este que es consciente de la red. La información de conciencia de red también puede compartirse con la planificación y gestión dinámica 11 para fines de planificación. La conciencia del movimiento habilita que el módulo de comunicaciones 42 encamine inteligentemente información a lo largo de la mejor trayectoria para asegurar que se mantiene la conectividad a un nodo fijo y/o móvil, por ejemplo, en respuesta a una maniobra inesperada, y posiblemente, brusca. La gestión y planificación dinámica 11 también es consciente del movimiento, ya que puede recibir planes de rutas y/o maniobras futuras *a priori* con el fin de evaluar su impacto sobre las comunicaciones y de seleccionar un enlace o enlaces de comunicaciones adecuados, incluyendo antenas. La planificación y gestión dinámica 11 es consciente de otras demandas de plataforma, tales como demandas de emisiones. Por lo tanto, es consciente de la misión, de la red, del movimiento y de la plataforma, habilitando que el módulo de gestión de comunicaciones inteligente 10 se adapte y responda dinámicamente a sucesos inesperados, por ejemplo, un cambio en las prioridades de misión, el entorno de misión y las condiciones de red.

Haciendo de nuevo referencia a la figura 2 de los dibujos, los planificadores dinámicos también son ampliamente conocidos y se usan en muchas aplicaciones diferentes. Un planificador dinámico se proporciona habitualmente con respecto a, un UAV para planificar su ruta/trayectoria de un punto inicial (habitualmente, pero no siempre) a un punto final definido (e incluyendo, opcionalmente, todo punto de ruta definido entre los mismos), así como para planificar su maniobra y/o trayecto. Los planificadores dinámicos conocidos (trayectoria, maniobra y trayecto) tienden a basar sus cálculos en diversos factores, tales como restricciones de plataforma, meteorología, amenaza y terreno. Por ejemplo, puede calcularse una maniobra para evitar un obstáculo aéreo, o calcularse una trayectoria para evitar la detección del UAV. Otros tipos de planificadores dinámicos para la planificación de rutas en muchas aplicaciones serán conocidos por un experto en la materia y no necesariamente se tiene por objeto que la presente invención esté limitada a este respecto. Sin embargo, en los sistemas de la técnica anterior, no se ha considerado la necesidad de realizar una gestión de comunicaciones dinámica con respecto a un movimiento de plataforma y/o como parte de la protección de plataforma para evitar la detección (en el caso del EMCON).

En esta realización ilustrativa de la presente invención, la función de gestión 41 del módulo de planificación y gestión

dinámica 11 se puede configurar para interaccionar con el planificador dinámico 40, el sistema de gestión de comunicaciones 42 (por ejemplo, a través de un agente ejecutivo de comunicaciones, como se describirá con más detalle posteriormente) y otras partes del sistema de nodo 12. En este caso, la función de gestión 41 puede ser responsable de generar solicitudes de plan y proporcionar atributos al planificador dinámico 40, evaluar los planes nuevos, seleccionar el mejor plan, solicitar una autorización de la plataforma/piloto para ejecutar el plan nuevo (por ejemplo, usar un sistema de sensores para fines de comunicación, maniobrar un nodo), con el fin de optimizar las comunicaciones.

En el siguiente método, de acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención, para la selección de antenas en una aeronave (u otra plataforma móvil) se describe con más detalle un sistema de comunicaciones. Se apreciará que los métodos de selección de antenas de acuerdo con diversas realizaciones ilustrativas de la presente invención, pueden existir por derecho propio, ser parte de un elemento de planificación, o ser parte de otro sistema, tal como encaminamiento de mensajes, y no necesariamente se tiene por objeto que la presente invención esté limitada en modo alguno a este respecto.

Haciendo referencia a la figura 3 de los dibujos, un nodo/plataforma tiene un enlace de comunicaciones con dos antenas 501, 502 que se puede usar para soportar un enlace de datos inalámbrico 503 para el intercambio de información con otro nodo. Por ejemplo, una antena 501 puede tener un patrón de ganancia diferente del de la otra antena 502 (por ejemplo, antenas omnidireccionales y direccionales), o ambas antenas 501, 502 pueden tener el mismo patrón de ganancia pero montarse en diferentes ubicaciones en el nodo. En este caso, un método de selección de antenas de acuerdo con una realización ilustrativa de la invención (representado en 504) evalúa cada una de las antenas 501, 502 y selecciona la antena que se determina que ofrece el mejor rendimiento (incluyendo restricciones de control de emisiones). La selección se pasa a un controlador de antenas (no mostrado) para la ejecución. Por ejemplo, el controlador de antenas funciona como interfaz entre una unidad de selección de antenas 504 y un conmutador de antenas 505 (por ejemplo, controles de nivel bajo). Tras recibir la elección de antena seleccionada desde la unidad de selección de antenas 504, esta envía órdenes de control de nivel inferior para ejecutar la selección a o bien a una o bien a otra de las antenas 501, 502. El controlador de antenas es consciente del éxito o fallo de la acción llevada a cabo para implementar la selección y, en caso de fallo, el controlador está configurado para notificar el fallo a la unidad de selección de antenas 504 para una acción correctiva o alterna.

Haciendo referencia a la figura 4 de los dibujos, las antenas 601, 602, 603 se pueden compartir entre diversos enlaces de comunicaciones 604, 605, o con sistemas de sensores. El método de selección de antenas (representado en 606) de acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención evalúa cada una de las antenas 601, 602, 603 y selecciona entonces la antena que se determina que ofrece el mejor rendimiento (incluye la observancia del control de emisiones) para un enlace de comunicaciones 604, 605 dado. Una vez más, se envían datos representativos de la antena seleccionada se envían desde la unidad de selección de antenas 606, a través de un controlador de antenas 607 a un conmutador de antenas 608, por ejemplo, para acoplar un enlace especificado con la antena seleccionada.

Uno o más enlaces de comunicaciones también pueden compartir una antena de apertura con otros sistemas (tales como RADAR, ESM y Navegación), en donde la antena compartida (también conocida como una antena de apertura compartida) está compuesta por múltiples porciones. Haciendo referencia a la figura 5 de los dibujos, las múltiples porciones de una antena de apertura 701, 702, 703 se pueden compartir entre diversos enlaces de comunicaciones 704, 705, y/o con otros sistemas 708 (por ejemplo, de sensores). El método de selección de antenas (representado en 706) de acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención evalúa cada una de las porciones de la antena de apertura 701, 702, 703 y selecciona entonces la porción de la antena que se determina que ofrece el mejor rendimiento (incluye la observancia del control de emisiones) para un enlace de comunicaciones 704, 705 dado. Una vez más, se envían datos representativos de la antena seleccionada se envían desde la unidad de selección de antenas 606, a través de un controlador de antenas 707 para la implementación, con el fin de acoplar un enlace especificado con la antena seleccionada. Además, para una porción seleccionada de una antena de apertura en relación con un sensor (por ejemplo, RADAR), esto puede requerir una autorización de la unidad de toma de decisiones de plataforma con respecto al uso de esta antena antes del uso.

La evaluación de las antenas, y la selección de la 'mejor' antena, se pueden realizar en función de la posición, actitud y/o velocidad actual del nodo o nodos y esta puede incluir valores futuros predichos de las mismas. En otras realizaciones ilustrativas, la evaluación de las antenas, y la selección posterior, se pueden basar en valores conocidos *a priori*, tales como maniobra, trayecto, posición y actitud del nodo o nodos (basándose en un plan de maniobra y/o de trayecto calculado por el planificador dinámico, o de otro modo). Este método, una vez más, evalúa las antenas basándose en la posición de nodo, actitud de nodo y las características de ganancia de antena (conocidas) de las diversas antenas en el nodo para seleccionar de forma dinámica cuál de las diversas antenas usar para comunicarse con el nodo receptor o con un nodo de origen. La antena con el mejor rendimiento se selecciona para el enlace de comunicaciones y la selección se pasa al controlador de antenas para la ejecución.

Haciendo referencia a la figura 6, el módulo de selección de antenas comprende una función de análisis de antenas y una función de selección de antenas. Una función de análisis de antenas determina la idoneidad de una o más antenas, o antenas de apertura compartidas, para ser usadas o bien para la transmisión o bien para la recepción de mensajes; y una función de selección de antenas selecciona entonces la 'mejor' antena o antenas para encaminar un mensaje.

El análisis de antenas se basa en una pluralidad de factores, tales como disponibilidad de antena, compatibilidad de antena, preferencias de antena, apuntamiento de antena, ubicación y rendimiento, rendimiento de red estimado y/o medido, movimiento de plataforma, EMCON, modo operativo, directiva y requisitos de comunicaciones para una aplicación de plataforma. La Disponibilidad de Antena representa si una antena está disponible, o no, para las comunicaciones, por ejemplo, en orden de buen funcionamiento. La Preferencia de Antena representa la preferencia de uso de una antena para las comunicaciones. Por ejemplo, se asigna un valor de 10 a la preferencia de uso de una antena de comunicaciones, mientras que se asigna un valor de 5 a la preferencia de uso de una antena de RADAR. La Compatibilidad de Antena determina si la antena puede soportar la forma de onda necesaria para transmitir o recibir una señal (por ejemplo, no puede usar una antena de 5 GHz para transmitir o recibir una señal operando a 1 GHz). La disponibilidad de antena, compatibilidad de antena y preferencia de antena se pueden determinar usando una tabla de consulta.

Haciendo referencia a la figura 7 de los dibujos, se proporciona un diagrama de flujo, que ilustra un método de una realización de selección de antenas, en concreto, la selección de una antena de transmisión (o porción de una antena de apertura). Para seleccionar una antena de recepción, se puede seguir un método similar al ilustrado en la figura 7. En el método ilustrado, se considera el movimiento de nodo en el origen y/o destino (se hace notar en el presente caso que el nodo receptor puede ser un nodo fijo o móvil. Por ejemplo, el nodo receptor podría ser una estación terrestre fija, o este podría ser un nodo móvil, aéreo o terrestre, o incluso un satélite). El método comienza al determinar, en la etapa 801, la posición y/o actitud del nodo receptor. En una realización ilustrativa, la posición y actitud de otros nodos puede obtenerse a través de actualizaciones dentro de la misión, con las que estará familiarizado un experto en la materia. Por ejemplo, el nodo difunde su propia posición y rumbo. En otra realización ilustrativa, la posición de un nodo fijo se determina al acceder a la base de datos. En otra realización ilustrativa, la posición de un nodo móvil se predice basándose en sus datos de trayectoria y rumbo pasados, por ejemplo (compartidos a través de difusiones). En aún otra realización ilustrativa, la ubicación y actitud pueden deducirse de mensajes previamente recibidos desde un nodo.

En la etapa 802, el método continúa con la determinación de la dirección del nodo receptor con respecto al nodo de origen. En una realización ilustrativa, esta etapa de método comprende calcular un vector basándose en la posición de los dos nodos, en donde el nodo de origen, de acuerdo con una realización ilustrativa, podría ser proporcionado por datos de satélite, por ejemplo.

En la etapa 804, el método continúa con la determinación de la pérdida de apuntamiento de antena con respecto al nodo de transmisión y entonces continúa con la determinación de la pérdida de apuntamiento de antena con respecto al receptor. La pérdida de apuntamiento de antena, o bien para un transmisor o bien para una antena de receptor, es una función de la posición de antena, ganancia de antena (en el origen o receptor) y actitud de nodo. La posición de antena se puede describir como la ubicación física de la antena (por ejemplo, en términos de actitud) en un nodo y el apuntamiento de antena. Se accede a los atributos de posición de antena a través de una base de datos. Será evidente a un experto en la materia que una posición de antena "nueva" (es decir, una montura "nueva" y un apuntamiento "nuevo") se determina como una función de la posición de antena, actitud de nodo y posición de nodo (por ejemplo, longitud, latitud, altitud) "almacenadas". El apuntamiento de antena "nuevo" se usa entonces para determinar la pérdida de apuntamiento de antena (es decir, la pérdida debido a una maniobra de nodo) a partir del patrón de ganancia de antena.

En la etapa 805, el método determina la idoneidad (es decir, la "bondad") de la antena para soportar el enlace de comunicaciones requerido, es decir, al estimar la calidad del enlace de comunicaciones si se usa una antena particular. La estimada considera el efecto de una maniobra de nodo sobre la calidad del enlace, en términos de pérdida o pérdidas de apuntamiento de antena (de la etapa previa) y considera otros factores de pérdida, tales como pérdida de propagación de espacio libre y pérdida atmosférica.

Haciendo referencia a la figura 8 de los dibujos, se proporciona un diagrama de flujo para ilustrar una implementación de una función de "bondad" de antena que se puede usar, y el siguiente método ilustrativo describe cómo se puede determinar la idoneidad de la antena para las comunicaciones.

El método comienza con la estimación de la SNR de los enlaces de comunicación para una antena dada. La SNR se estima con el fin de determinar el impacto de una maniobra de nodo sobre la calidad de señal. La estimación de SNR incluye las pérdidas de apuntamiento de antena, pérdida de propagación de espacio libre, y las ganancias para las antenas de transmisión y de recepción. También se pueden considerar pérdidas adicionales, por ejemplo, pérdida atmosférica. El cálculo se puede basar, por ejemplo, en la fórmula de Transmisión de Friis, otras ecuaciones apropiadas serán evidentes a un experto en la materia.

El método continúa con el cálculo de una métrica de calidad de señal para una antena dada. La métrica se puede basar en la SNR estimada frente a un umbral predefinido. La métrica puede tener un valor entre 0 y 1.

El método continúa con el cálculo de la Métrica de Antena. En una realización, la métrica de antena puede tener un valor entre 0 y 10, por ejemplo. Esta métrica también se puede basar en la calidad de señal estimada y Disponibilidad de Antena y/o Compatibilidad de Antena y/o Preferencia de Antena.

5 En otra realización, también se puede determinar la calidad de enlace para una antena dada en términos de caudal y latencia. Caso en el cual, la calidad de enlace se puede basar en la SNR estimada. Por ejemplo, el caudal se puede calcular al usar el teorema de Shannon, $C = W \log_2 (1 + SNR)$. La Métrica de Antena se puede basar entonces en la calidad de enlace estimada y Disponibilidad de Antena.

10 Haciendo referencia de nuevo a la figura 7, en la etapa siguiente 808, la mejor antena de entre una pluralidad de antenas de a bordo se selecciona o bien para transmitir información al nodo receptor o bien para recibir información desde un nodo de origen. El método también se puede configurar para seleccionar más de una 'mejor' antena para transmitir el mismo mensaje, por ejemplo, para las implementaciones de redundancia de red. La selección se basa en la antena con la métrica más alta.

15 Por lo tanto, el método anteriormente descrito se ha proporcionado, por simplicidad, para ilustrar generalmente el concepto de selección de antenas basándose en atributos de una maniobra de nodo, cuando no se impone condición de EMCON alguna. En realizaciones ilustrativas de la presente invención, el método se amplía para proporcionar un método de selección de antenas en sistemas de comunicaciones de plataforma móvil (por ejemplo, una aeronave), cuando se ha informado al sistema de comunicaciones de que se requiere que el nodo respectivo opere bajo condiciones de EMCON.

20 Haciendo referencia a la figura 8 de los dibujos, el diagrama de flujo ilustrado muestra el proceso de análisis y selección de antenas al tiempo que se considera el control de emisiones para una antena dada. El objeto es determinar si el uso de una antena de transmisión expondrá la plataforma, es decir, vulnerará el control de emisiones. Por lo tanto, la función de análisis de antenas recibe datos representativos de la ubicación o posición y actitud de la región de EMCON (por ejemplo, a partir de otro sistema de plataforma); entonces, para cada antena, determina si la antena está apuntando en la dirección de la región de EMCON (basándose en esta comprensión de en dónde está físicamente ubicada su antena en el nodo y hacia dónde está apuntando, y la posición y ubicación de nodo); si es así, determina si una transmisión hipotética vulnerará el EMCON; basándose en el análisis, determina la "bondad" de la antena para la observancia del EMCON y, por último, selecciona la mejor antena o antenas que usar de entre una pluralidad de antenas de a bordo.

30 Un método de acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención comienza con la determinación de la ubicación de la región de control de emisiones, en donde reside un adversario fijo. Esta información se puede obtener a través de actualizaciones dinámicas dentro de la misión, o al acceder a una base de datos. La región de control de emisiones se puede definir en términos de longitud, latitud y altitud. En otra realización, el método determina la posición de la región de control de emisiones para un adversario móvil conocido, así como otros atributos, tales como la actitud del adversario.

35 El método continúa con la determinación de la dirección de la región de EMCON con respecto al nodo. En una realización, la posición del nodo es proporcionada por datos de satélite. La posición de la región de EMCON se determina en la etapa previa.

45 El método continúa con la determinación de si una antena realizará la observancia, o no, del control de emisiones, con respecto a la región de EMCON definida. Se calcula una Métrica de Antena para determinar cómo de buena o de mala es la antena. La métrica considera el apuntamiento de antena (nuevo), el patrón de radiación de antena (en términos de lóbulo principal, lóbulos laterales y ancho de haz), la ubicación de la región de EMCON y la calidad de señal, en términos de SNR, en la dirección de la región de EMCON. La calidad de señal varía con la distancia entre dos puntos, disminuyendo en cuanto a su valor a medida que aumenta la distancia. A una distancia particular entre los dos puntos, la señal es lo bastante baja como para volverse indetectable. Por lo tanto, una antena dada podría estar apuntando hacia la región de EMCON (un adversario fijo o móvil), pero su emisión a una cierta distancia del nodo está por debajo de un umbral de SNR. Caso en el cual no hay vulneración de EMCON alguna. Por lo tanto, esta etapa determina si una antena realizará la observancia del control de emisiones. El vector de apuntamiento de antena (es decir, en qué dirección se produce el apuntamiento de antena) se determina al considerar la posición de antena, actitud de nodo y posición de nodo.

55 Un método ilustrativo que se puede usar para calcular la métrica de antena se ilustra de forma esquemática en la figura 9 de los dibujos, y se describirá posteriormente.

60 Por lo tanto, haciendo referencia de nuevo a la figura 8, el método continúa con la selección de la mejor antena o antenas de entre una pluralidad de antenas de a bordo para su uso mientras se opera bajo un control de emisiones. Nota: la selección no quiere decir que la antena sea adecuada para encaminar un mensaje de una forma conveniente al destino, por ejemplo, en términos de caudal o latencia. Será necesario que la trayectoria desde el nodo al receptor se evalúe en términos de rendimiento de enlace y de red, y los requisitos de comunicaciones de la aplicación con el fin de entregar un mensaje.

65 Haciendo referencia a la figura 9 de los dibujos, se proporciona un diagrama de flujo que es ilustrativo de las etapas principales que se pueden realizar en la implementación de una función de "bondad" de antena ilustrativa, como se

ha descrito anteriormente.

El método ilustrado describe cómo se determina la idoneidad de una antena para las comunicaciones mientras se opera bajo EMCON o se evita ser oído por un adversario.

5 La primera etapa comienza al determinar si la antena está apuntando en la dirección de la región de EMCON (un adversario fijo o móvil). Esto se basa en el vector de apuntamiento de antena, el patrón de radiación de antena y la ubicación de la región de EMCON o adversario con respecto al nodo. Se puede usar un número binario 1 o 0 para representar si la antena está apuntando, o no, en la dirección de la región de EMCON o nodo de adversario.

10 La etapa siguiente estima una calidad de señal, tal como la SNR, a una distancia dada con respecto al nodo en la dirección de la región de EMCON. Por ejemplo, la distancia se puede definir como la distancia desde el nodo al comienzo de la región de EMCON, o la distancia desde el nodo a una distancia predefinida antes de la región de EMCON (por ejemplo, 1 milla náutica (1852 m) antes de que comience la región de EMCON). La ecuación de Transmisión de Friis se puede usar, por ejemplo, para estimar la SNR, otras ecuaciones apropiadas serán evidentes a un experto en la materia.

15 El método continúa al determinar una Métrica de SNR, basándose en la SNR estimada, para determinar si la SNR vulnerará, o no, el EMCON. La Métrica de SNR puede ser un valor en el intervalo de 0 y 1. En una realización, se puede usar entonces una tabla de consulta para correlacionar la Métrica de SNR directamente con dos estados de QoS de SNR alta y SNR baja.

La etapa final calcula una Métrica de Antena. La Métrica de Antena se puede basar en la Métrica de SNR.

25 En una realización, el enfoque de selección de antenas usa un conocimiento *a priori* con respecto al trayecto y/o ruta de vuelo futura de la aeronave para seleccionar una antena apropiada. Por ejemplo, en una realización, el enfoque de selección de antenas se acopla con el planificador de ruta o el sistema de gestión de misión de la aeronave, que planifica la trayectoria de vuelo para la aeronave. El plan de trayecto y/o de ruta es recibido por la unidad de selección de antenas *a priori*; la selección de antenas elige la mejor antena o las mejores antenas para la aeronave a lo largo de algún intervalo de tiempo futuro.

30 En algunas realizaciones ilustrativas de la presente invención, el enfoque de selección de antenas puede usar un conocimiento *a priori* con respecto a la maniobra de vuelo futura de la aeronave (por ejemplo, rumbo) para seleccionar una antena apropiada. Por ejemplo, en una realización, el enfoque de selección de antenas se acopla con un planificador de maniobra dinámico de una aeronave, que planifica el rumbo que tomará la aeronave. Un plan de maniobra se recibe *a priori*; la selección de antenas elige la mejor antena para la aeronave a lo largo de algún intervalo de tiempo futuro. Un ejemplo de un plan de maniobra es un plan de detección y evitación para evitar obstáculos.

35 En otra realización ilustrativa, el método de selección de antenas puede usar un conocimiento instantáneo con respecto a la maniobra (por ejemplo, rumbo, inclinación lateral) actual de la aeronave para seleccionar una antena apropiada. En una realización, el enfoque de selección de antenas se acopla con el sistema de control de vehículo u otro sistema para recibir atributos actuales, tales como la posición y actitud que está adoptando la aeronave.

40 En aún otra implementación ilustrativa, el método de selección de antenas usa un conocimiento actual y cálculos futuros para determinar la mejor antena que usar. El cálculo futuro se puede basar en un conocimiento predicho o *a priori* de movimiento de nodo futuro (por ejemplo, trayecto, maniobra y ruta) y actitud. Como ejemplo, basándose en los atributos actuales, una antena es lo bastante buena para su uso, pero en el futuro esta ya no será adecuada. Por ejemplo, en algún instante en el futuro (por ejemplo, a lo largo de los siguientes 2 minutos de tiempo de desplazamiento), la antena ya no realizará la observancia del control de emisiones, debido a que la distancia entre el nodo "bueno" y el nodo de adversario (fijo o móvil) está disminuyendo como una función del tiempo. En otro ejemplo, en el futuro (por ejemplo, a lo largo de los siguientes 3 minutos de tiempo de desplazamiento) la antena no estará óptimamente orientada una con respecto a otra. Como resultado, se da a la antena una métrica baja (es decir, no es adecuada). En este sentido, la métrica de antena comprende una métrica actual y una o más métricas futuras, basándose en atributos predichos o conocidos *a priori*, tales como trayecto y actitud.

45 En algunas realizaciones ilustrativas de la presente invención, para una antena de apertura compartida, lo anteriormente mencionado se puede usar para evaluar porciones de la antena de apertura y seleccionar la porción de antena de apertura que se determina que ofrece el mejor rendimiento (incluye la observancia del control de emisiones) para un enlace de comunicaciones dado.

50 En algunas realizaciones ilustrativas, el resultado de selección de antenas puede estar acompañado de un elemento de plan adicional para habilitar que la selección de antenas se realice de forma adecuada, al tiempo que se realiza la observancia de las condiciones de EMCON predominantes. Por lo tanto, en una realización ilustrativa, se puede requerir una selección de antenas combinada con una maniobra de nodo para mantener unas comunicaciones adecuadas sin vulnerar el control de emisiones. En otras realizaciones ilustrativas, una selección de antenas se combina con un control de potencia para mantener unas comunicaciones adecuadas sin vulnerar el control de

emisiones.

5 Se describirán a continuación, con referencia a las figuras 10, 11 y 12 de los dibujos, algunos ejemplos de realizaciones de la presente invención, durante el uso. Por lo tanto, haciendo referencia a la figura 10 de los dibujos, se puede ver una aeronave 130 que usa su antena de lado izquierdo para la transmisión a un nodo receptor 132 a lo largo de su trayectoria de vuelo. A medida que maniobra la aeronave 130, la antena de lado izquierdo ya no está apuntando en la dirección del receptor 132. En su lugar, el método de selección de antenas descrito anteriormente, habiendo determinado que no hay operativa restricción de EMCON predominante alguna, da lugar a que la antena en la parte frontal de la aeronave 130, que tiene línea de visión con el receptor 132, se seleccione y se use para mantener el enlace con el receptor 132. El receptor 132 puede ser un nodo fijo o móvil.

15 Haciendo referencia a la figura 11 de los dibujos, se ilustra de forma esquemática una aeronave 230 que tiene un patrón de antena de transmisión direccional 232 a su lado derecho y un patrón de transmisión omnidireccional adicional 234. En su trayectoria de vuelo planificada, esta se comunica con otro nodo usando la antena omnidireccional. En curso, se impone en vuelo un control de emisiones dinámico con respecto al cuadrante superior izquierdo 236. Se apreciará que la antena omnidireccional está apuntando entonces en la dirección de una región prohibida y la radiación de energía desde la antena es significativa para vulnerar el control de emisiones. Por lo tanto, el aparato de la presente invención se acciona para dar lugar a que la antena de transmisión direccional montada en el lado derecho de la aeronave 230 se use en su lugar con el fin de mantener un enlace con el nodo receptor 238, al tiempo que se realiza la observancia del control de emisiones. Si el nodo receptor 238 se hubiera ubicado en el cuadrante inferior derecho, entonces se requeriría una selección de antenas y un plan de maniobra de nodo (como se ha mencionado anteriormente) para establecer el enlace requerido al tiempo que se realiza la observancia del EMCON; un plan de maniobra de nodo cambia la orientación de la aeronave 230 con el fin de colocar la antena direccional en una posición y orientación que posibilitarían que esta estableciera el enlace requerido con el nodo receptor 238.

25 Haciendo referencia a la figura 12 de los dibujos, se puede ver una aeronave 130 que usa su antena de lado izquierdo para la recepción desde un nodo de transmisión 132 a lo largo de su trayectoria de vuelo. A medida que maniobra la aeronave 130, la antena de lado izquierdo ya no está apuntando en la dirección del nodo de origen/transmisión 132. En su lugar, el método de selección de antenas descrito anteriormente, da lugar a que la antena en la parte posterior/en la cola de la aeronave 130, que tiene línea de visión con el nodo de transmisión 132, se seleccione con el fin de mantener las comunicaciones. El nodo de transmisión 132 puede ser un nodo fijo o uno móvil.

35 A partir de la descripción anterior, será evidente a un experto en la materia que pueden realizarse modificaciones y variaciones a las realizaciones descritas sin apartarse del alcance la invención como se es definida por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Aparato para la gestión de recursos de comunicaciones de una plataforma móvil (130, 230) que comprende un sistema de comunicaciones de a bordo (42) configurado para efectuar una comunicación de datos inalámbrica entre dicha plataforma móvil y otro nodo, comprendiendo dichos recursos de comunicaciones una pluralidad de enlaces de comunicaciones inalámbricas (503, 604, 605) y una pluralidad de antenas (501, 502, 601, 602, 603) asociadas con los mismos, comprendiendo el aparato un módulo de análisis y selección de antenas (504, 606) que reside con dicho sistema de comunicaciones y configurado para:
- recibir, durante una misión a partir de uno o más sistemas/subsistemas (12, 14, 16, 18, 20, 708) y/o funciones de dicha plataforma móvil, datos de atributo representativos de dichos criterios de control de emisiones, comprendiendo dichos datos de atributo (i) datos de ubicación representativos de una región de control de emisiones especificada, y (ii) datos de posición y/o de actitud y/o de velocidad representativos de un nodo de adversario (238) que definen una región de control de emisiones;
 - determinar, usando dichos datos de atributo y basándose en dichos criterios de control de emisiones, la idoneidad de una o más antenas de a bordo y/o porciones de antena de apertura para soportar dicho requisito de comunicaciones;
 - para cada una de una pluralidad de antenas/porciones de antena de apertura que se determinan como adecuadas para soportar dicho requisito de comunicaciones basándose en dichos criterios de control de emisiones, determinar una métrica de calidad, siendo indicativa dicha métrica de calidad de un criterio de rendimiento respectivo; y
 - seleccionar una o más de dichas antenas/porciones de antena de apertura adecuadas que tienen un criterio de rendimiento lo más alto, para facilitar dicho requisito de comunicaciones.
2. Aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dichos datos de atributo incluyen datos de movimiento de plataforma.
3. Aparato de acuerdo con la reivindicación 2, en donde dichos datos de movimiento de plataforma comprenden (i) un conocimiento instantáneo de un movimiento de dicha plataforma móvil, y/o (ii) movimiento conocido futuro de dicha plataforma móvil y/o (iii) movimiento predicho futuro de dicha plataforma móvil y/u otras plataformas en el entorno operativo.
4. Aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, configurado para obtener (i) datos representativos de una ubicación de otro nodo fijo con respecto a dicha plataforma móvil, o (ii) datos representativos de la posición y/o actitud y/o velocidad de otro nodo móvil con respecto a dicha plataforma móvil; y para:
- determinar una dirección de dicha plataforma móvil en relación con dicho nodo fijo/móvil;
 - determinar datos de apuntamiento de antena modificados con respecto a cada una de dichas antenas/porciones de antena de apertura en dicho otro nodo y/o dicha plataforma móvil; y
 - calcular una métrica de calidad para cada una de dichas antenas/porciones de antena de apertura.
5. Aparato de acuerdo con la reivindicación 4, configurado para determinar una métrica de apuntamiento de antena para cada una de dichas antenas/porciones de antena de apertura, calcular un valor de potencia de señal para cada una de dichas antenas/porciones de antena de apertura, y determinar una métrica de potencia de señal basándose en dicho valor de potencia de señal y un umbral de potencia de señal para cada una de dichas antenas/porciones de antena de apertura, en donde dicha métrica de calidad se basa en dicha métrica de potencia de señal.
6. Aparato de acuerdo con la reivindicación 4 o la reivindicación 5, en donde dichos datos de apuntamiento de antena modificados se determinan basándose en datos representativos de la ubicación de antena, apuntamiento de antena y actitud y/o posición de plataforma para dicha plataforma móvil.
7. Aparato de acuerdo con la reivindicación 5, en donde dicha métrica de apuntamiento es indicativa de si dicha antena/porción de antena de apertura está apuntando en la dirección de una región de control de emisiones, basándose en dichos datos de apuntamiento de antena modificados, dirección/orientación de dicha plataforma móvil en relación con dicho otro nodo, un patrón de ganancia de antena de transmisión con respecto a dicha plataforma móvil y un patrón de ganancia de antena de receptor con respecto a dicho otro nodo.
8. Aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, configurado para calcular dicha métrica de calidad basándose en cálculos de orientación entre dicha plataforma móvil y dicho otro nodo.
9. Aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde dicha métrica de calidad incluye disponibilidad y/o preferencia y/o compatibilidad de antena.
10. Aparato de acuerdo con la reivindicación 7, en donde un valor de potencia de señal con respecto a un enlace de comunicaciones para una antena/porción de antena de apertura se basa en una distancia relativa entre dicha plataforma móvil y dicha región de control de emisiones, factores de pérdida, ganancia de antena de transmisión y/o ganancia de antena de recepción.

11. Aparato de acuerdo con la reivindicación 10, en donde dicha distancia relativa es una función del tiempo y la velocidad de dicha plataforma móvil y/o nodo de adversario.

5 12. Un sistema de gestión para una plataforma móvil (130, 230) que comprende una pluralidad de sistemas/subsistemas y/o funciones, una pluralidad de recursos de comunicaciones que comprenden una pluralidad de enlaces de comunicaciones inalámbricas (503, 604, 605) y una pluralidad de antenas (501, 502, 601, 602, 603) asociadas con los mismos, y un sistema de comunicaciones configurado para efectuar una comunicación de datos inalámbrica entre dicha plataforma móvil y otro nodo a través de dichos recursos de comunicaciones, en donde dicho sistema de comunicaciones incluye un aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

10 13. Un método de gestión de recursos de comunicaciones de una plataforma móvil (130, 230) que comprende un sistema de comunicaciones de a bordo (42) configurado para efectuar una comunicación de datos inalámbrica entre dicha plataforma móvil y otro nodo, comprendiendo dichos recursos de comunicaciones una pluralidad de enlaces de comunicaciones inalámbricas (503, 604, 605) y una pluralidad de antenas (501, 502, 601, 602, 603) asociadas con los mismos, comprendiendo el método usar un módulo de análisis y selección de antenas (504, 606) que reside con dicho sistema de comunicaciones para:

20 - recibir, durante una misión a partir de uno o más sistemas/subsistemas (12, 14, 16, 18, 20, 708) y/o funciones de dicha plataforma móvil, datos de atributo representativos de dichos criterios de control de emisiones, comprendiendo dichos datos de atributo (i) datos de ubicación representativos de una región de control de emisiones especificada, y (ii) datos de posición y/o de actitud y/o de velocidad representativos de un nodo de adversario (238) que definen una región de control de emisiones;

25 - determinar, usando dichos datos de atributo y basándose en dichos criterios de control de emisiones, la idoneidad de una o más antenas de a bordo y/o porciones de antena de apertura para soportar dicho requisito de comunicaciones;

- para cada una de una pluralidad de antenas/porciones de antena de apertura que se determinan como adecuadas para soportar dicho requisito de comunicaciones basándose en dichos criterios de control de emisiones, determinar una métrica de calidad, siendo indicativa dicha métrica de calidad de un criterio de rendimiento respectivo; y

30 - seleccionar una o más de dichas antenas/porciones de antena de apertura adecuadas que tienen un criterio de rendimiento lo más alto, para facilitar dicho requisito de comunicaciones.

Fig. 1

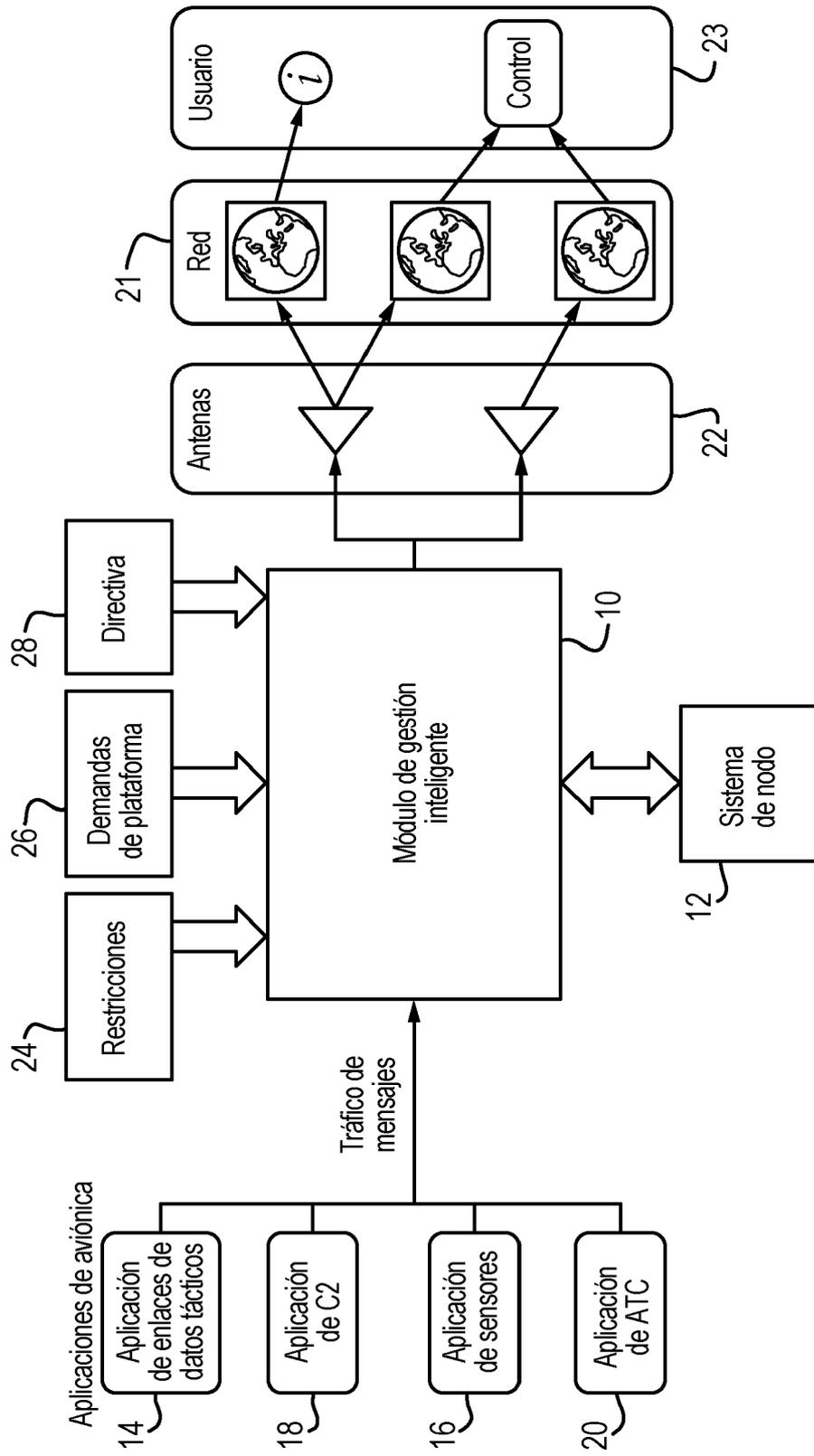


Fig. 2

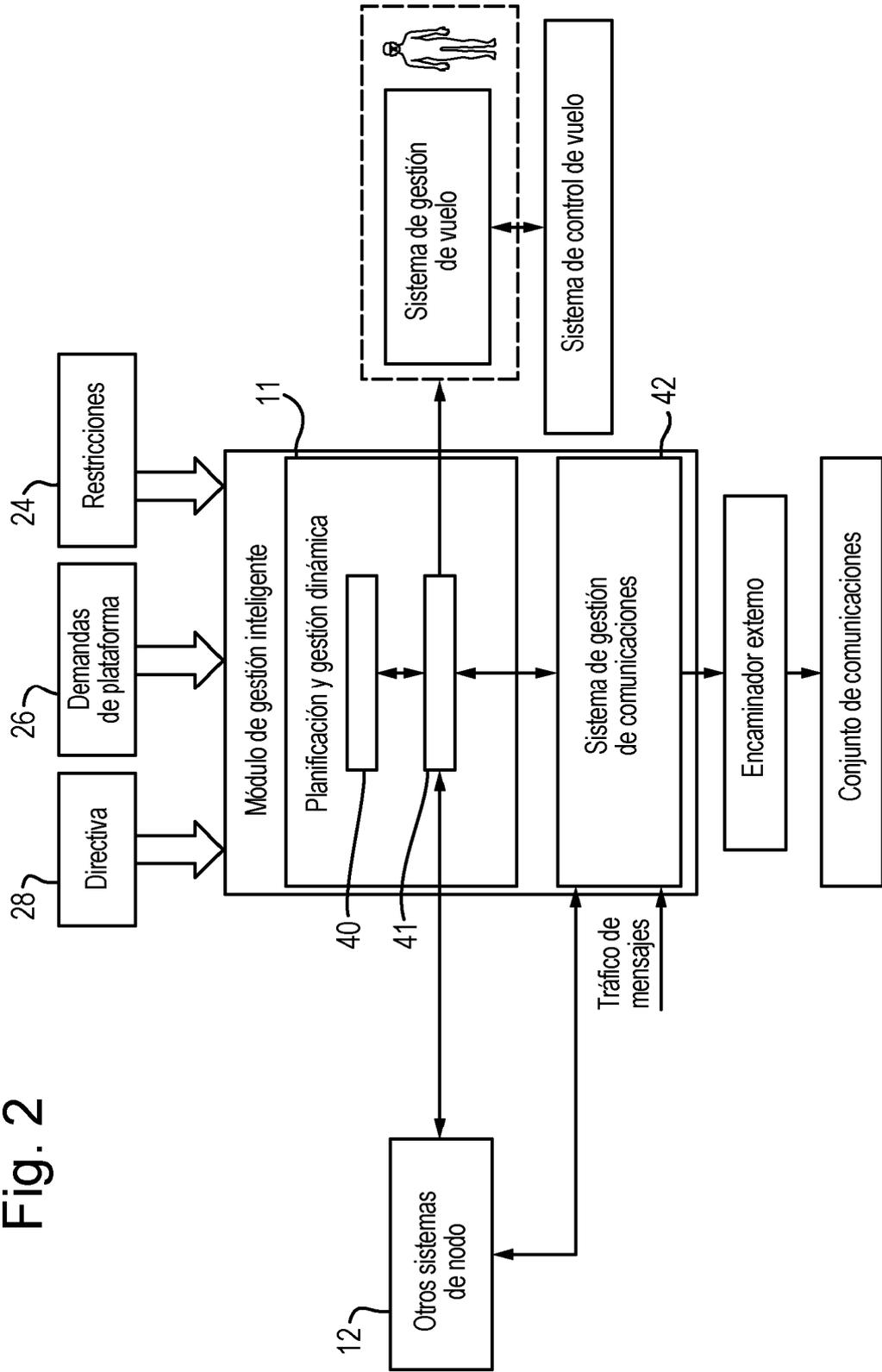


Fig. 3

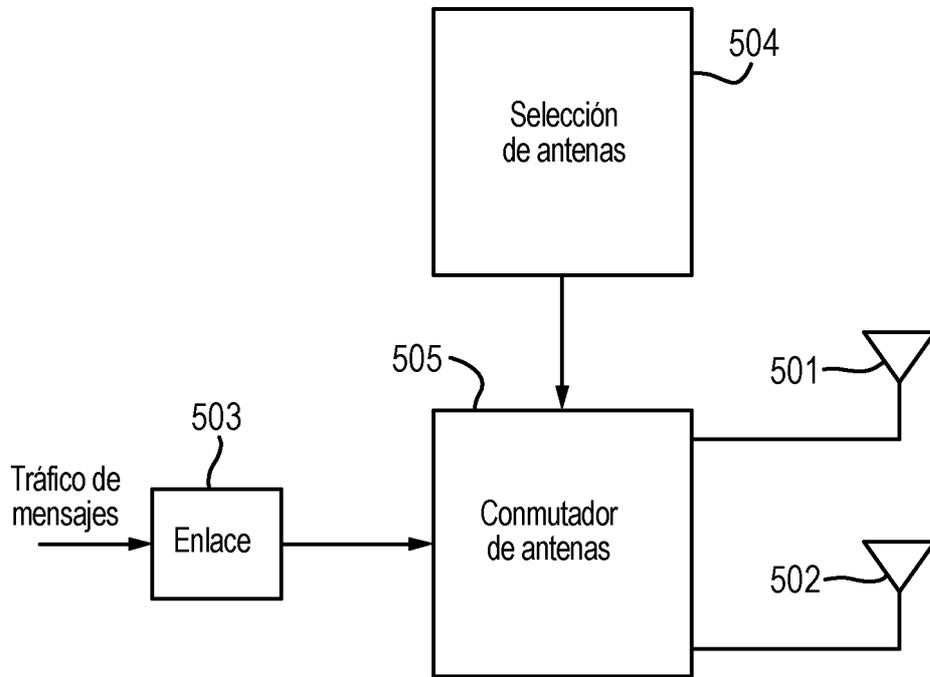


Fig. 4

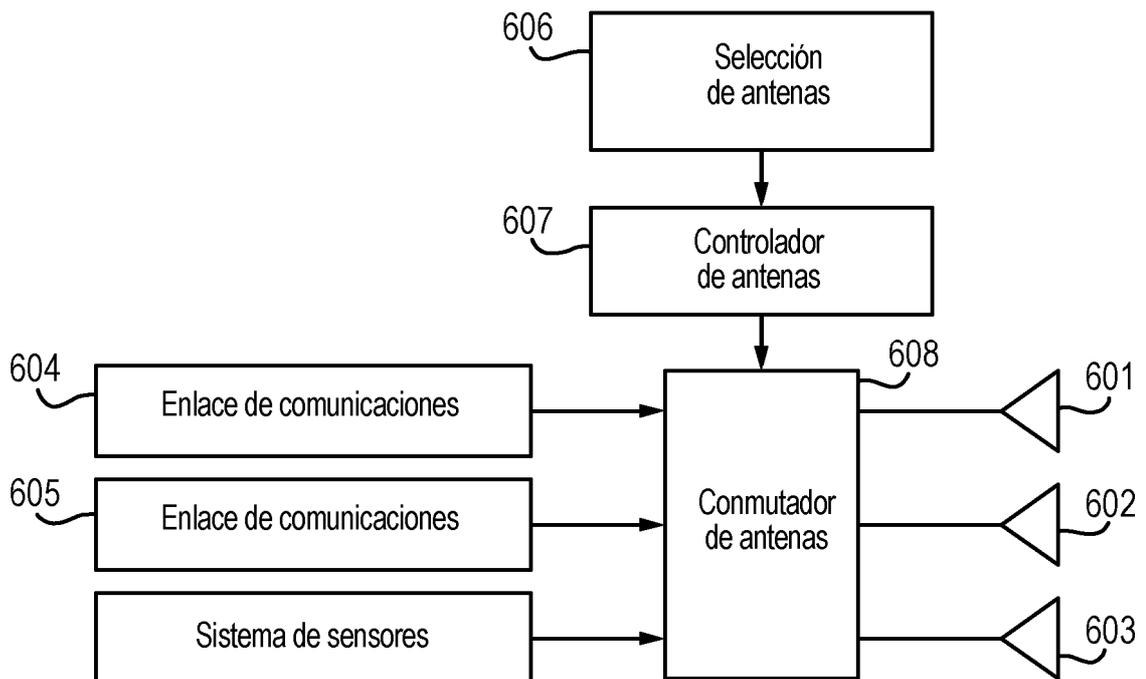


Fig. 5

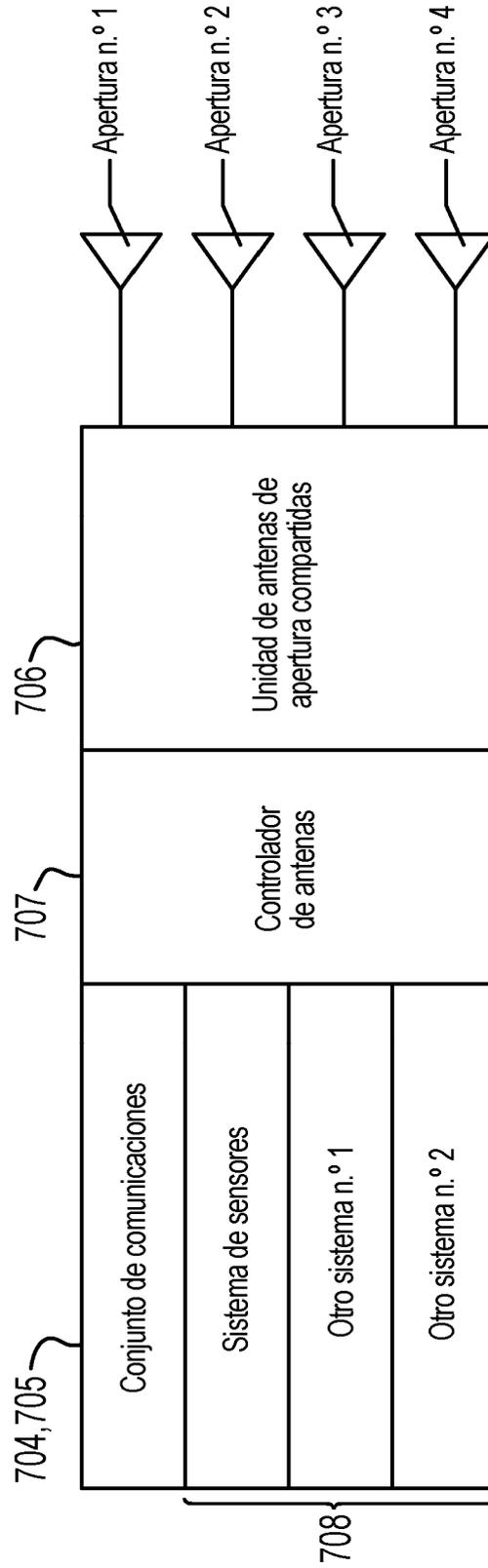


Fig. 6

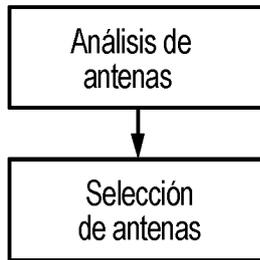


Fig. 7

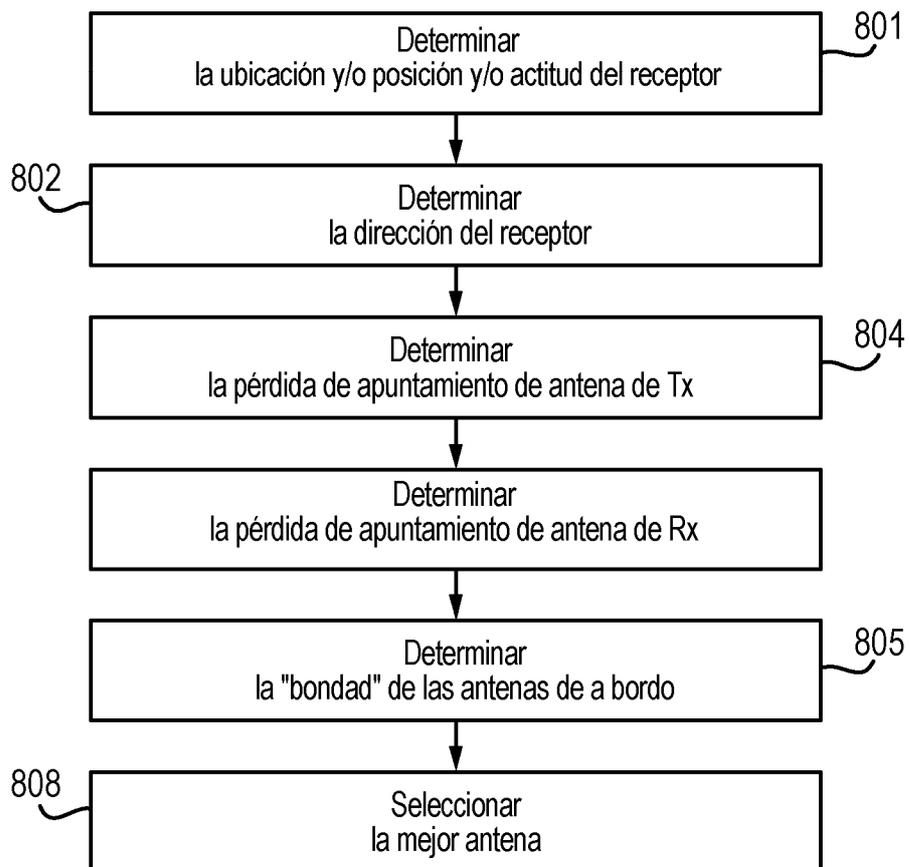


Fig. 8

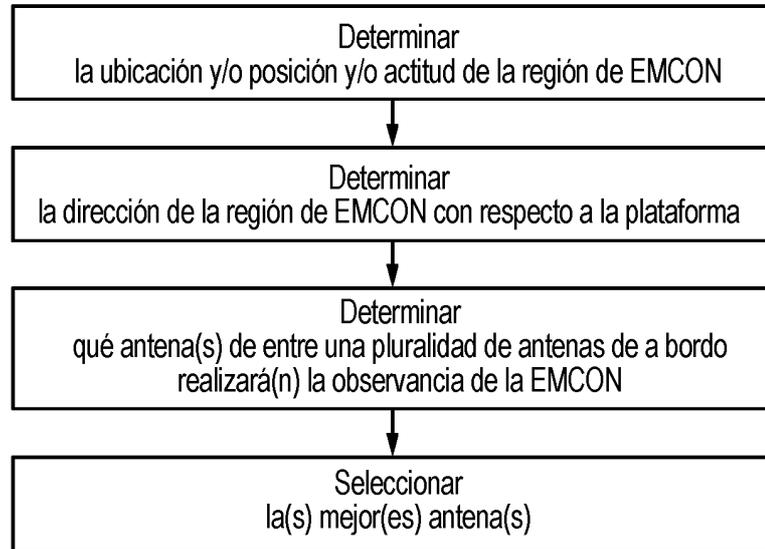


Fig. 9

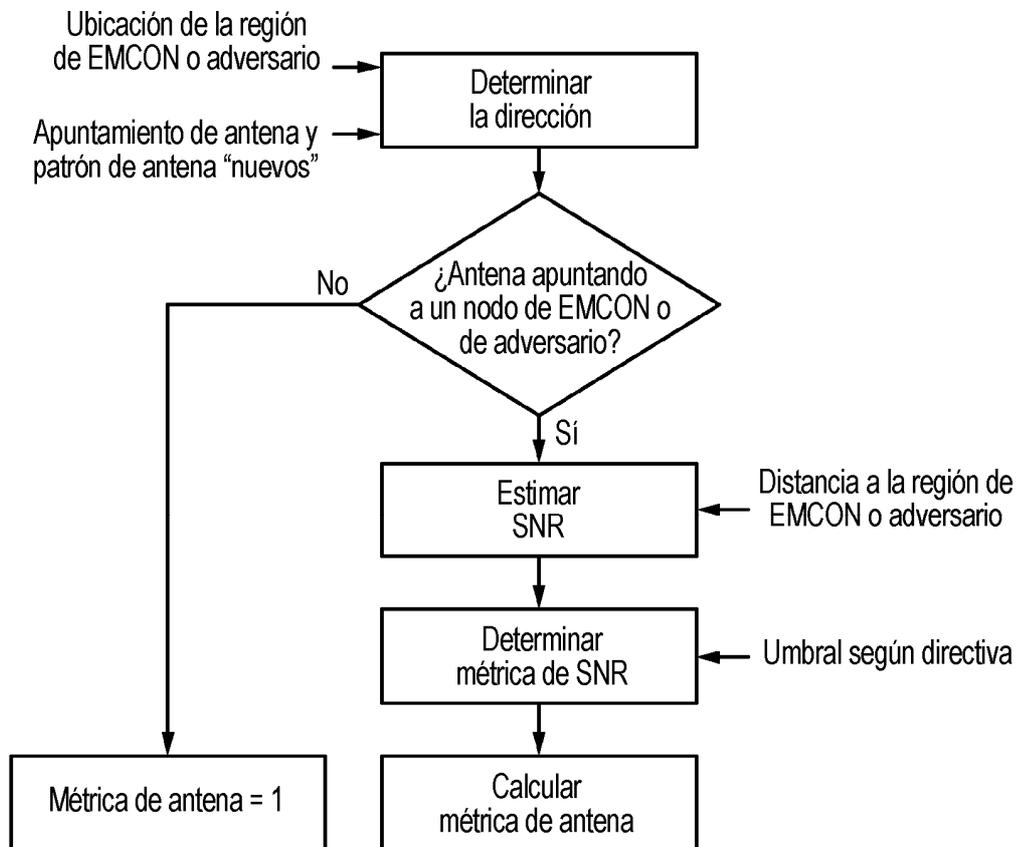


Fig. 10

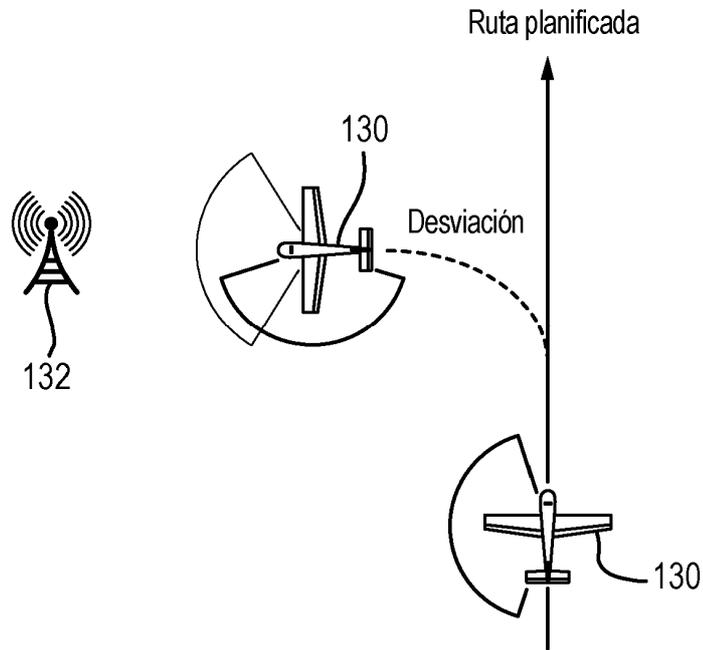


Fig. 11

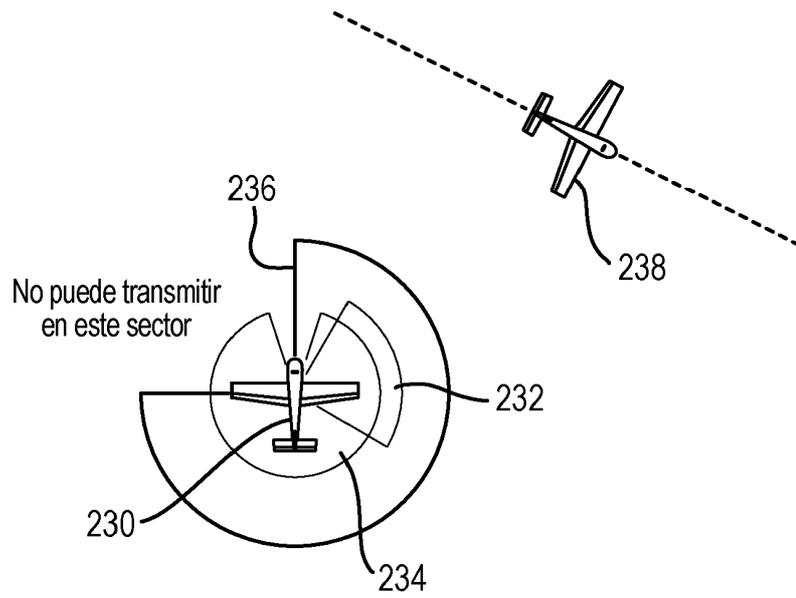


Fig. 12

