

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 025 984**

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/GB2016/052481**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.02.2017 WO17025742**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.08.2016 E 16760136 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.04.2025 EP 3335336**

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

30 Prioridad:

13.08.2015 GB 201514460
07.09.2015 EP 15184038

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
10.06.2025

73 Titular/es:

BAE SYSTEMS PLC (100.00%)
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:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 3 025 984 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 para la gestión de comunicaciones

5 Esta invención se refiere en general 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 un nodo en una plataforma móvil y al menos un destinatario remoto.

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

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

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 apoyo del UAS (para la planificación previa a la misión). Un sistema de misión UAS puede estar compuesto por los siguientes componentes/subsistemas funcionales: gestión de misiones, comunicaciones, estado del vehículo, sistema de navegación, integración del espacio aéreo y administración de energía. Múltiples planificadores dinámicos de misión diferentes pueden residir en uno o más de los componentes/subsistemas funcionales mencionados anteriormente. En un UAV típico, un planificador de rutas dinámico genera una nueva ruta, en tiempo real, cuando hay un cambio en el entorno operativo, p. ej., condiciones meteorológicas adversas, amenazas o un cambio de circunstancias, p. ej., una emergencia, o se genera un plan de maniobra dinámica para evitar un obstáculo aéreo. Por lo tanto, el objetivo es mantener la seguridad y la capacidad de supervivencia de la aeronave al determinar una ruta y/o maniobra factibles en tiempo real, evitando al mismo tiempo obstáculos emergentes, estáticos y dinámicos, por ejemplo.

30 Sin embargo, el entorno operativo de las plataformas móviles, al menos en algunas aplicaciones, puede ser particularmente difícil desde el punto de vista de las comunicaciones. En algunas aplicaciones, las estrategias de EMCON o de “control de emisiones” se utilizan para evitar la detección, la identificación y la ubicación de una plataforma móvil, y/o minimizar la interferencia entre otros nodos del entorno operativo u otros sistemas de plataforma. Las plataformas pueden revelar su existencia al emitir energía que puede ser interceptada por los sistemas de vigilancia de los adversarios, tal como los receptores de medidas de soporte electrónico (ESM) y de inteligencia electrónica (ELINT), lo que aumenta su vulnerabilidad. La aplicación de las condiciones de EMCON durante una misión puede incorporarse a la fase de planificación, por ejemplo, para tener en cuenta la entrada de una aeronave en un espacio aéreo restringido. Sin embargo, en muchos casos, las condiciones de EMCON se pueden aplicar de forma dinámica, debido a un evento inesperado, tal como la detección de una amenaza estática o dinámica durante la ejecución de la misión.

40 Una antena integrada para transmitir mensajes puede estar orientada en una dirección desfavorable con respecto a una región de control de emisiones (EMCON) impuesto o con respecto a un adversario. Además, la energía irradiada en esa dirección puede superar un umbral aceptable para el control de emisiones, aumentando la vulnerabilidad del nodo y posiblemente revelando su existencia. Tradicionalmente, se requiere que una plataforma funcione en completo silencio de radio para evitar ser detectada. Sin embargo, si el sistema de comunicaciones pudiera adaptarse y responder en consecuencia, de tal modo que sus emisiones se adhieran al EMCON impuesto, por ejemplo, adaptando la potencia de transmisión del enlace de comunicaciones y/o utilizando una antena encubierta, aún podría ser posible mantener las comunicaciones. Por lo tanto, sería deseable proporcionar un sistema de gestión de comunicaciones inteligente para una plataforma móvil que sea capaz de adaptarse y responder dinámicamente a la presencia de un entorno de campo de batalla dinámico e incierto, tal como las amenazas, gestionando sus recursos de comunicación en consecuencia.

50 Múltiples enlaces de comunicaciones y/o sistemas de aeronaves, tal como sensores y sistemas de navegación, están ubicados en la misma plataforma. El funcionamiento simultáneo de lo anterior puede conducir a una degradación significativa de la señal debido a la interferencia. Por lo general, los problemas de coexistencia se resuelven en el paso de diseño para mitigar la interferencia. Sin embargo, cuando se adapta dinámicamente la potencia de transmisión, por ejemplo, la coexistencia de otros en la misma plataforma puede verse comprometida. También se debe considerar la posibilidad de mitigar la interferencia entre otras plataformas que comparten el mismo espacio operativo. También sería deseable proporcionar un sistema de gestión de comunicaciones inteligente que sea capaz de gestionar sus emisiones, sin interferir potencialmente con otros sistemas, gestionando sus recursos de comunicaciones en consecuencia.

60 La patente US2013/324070A1 se refiere a proporcionar un medio para extender el servicio celular, p. ej., en áreas remotas. La patente US2013/324070A1 describe una orden para reducir la potencia del transceptor durante un tiempo predeterminado, aunque esto no con el propósito de cumplir con un régimen de EMCON.

65 Según un aspecto de la presente invención, se proporciona un módulo de gestión de emisiones según la reivindicación 1. Según otro aspecto de la presente invención, se proporciona un aparato para la gestión de las comunicaciones con respecto a una plataforma móvil según la reivindicación 7. Según otro aspecto de la presente

invención, se proporciona un método de gestión de emisiones con respecto a una plataforma móvil según la reivindicación 14. Las características opcionales se exponen en las reivindicaciones dependientes.

5 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, a modo de ejemplos solamente, y con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

10 La figura 1 es un diagrama de bloques esquemático que ilustra un sistema de gestión de plataforma móvil, que incluye un aparato según una realización ilustrativa de la presente invención;

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

15 la figura 3A es un diagrama de bloques esquemático que ilustra las conexiones de datos de un sistema de gestión de comunicación inteligente, que incluye un aparato según una realización ilustrativa de la presente invención, en un sistema aéreo;

20 la figura 3B es un diagrama de bloques esquemático que ilustra las conexiones de datos de un sistema de gestión de comunicación inteligente, que incluye un aparato según una realización ilustrativa de la presente invención, en un sistema terrestre o una estación de control aerotransportada;

la figura 4 es un diagrama de bloques esquemático que ilustra una función ejecutiva de comunicaciones según una realización ilustrativa de la presente invención;

25 la figura 5 es un diagrama de bloques esquemático que ilustra un sistema de gestión de emisiones según una realización ilustrativa de la presente invención;

30 la figura 6 es una ilustración esquemática de una aeronave con antenas de transmisión omnidireccionales y direccionales, que opera bajo un EMCON impuesto dinámicamente;

la figura 7 es una ilustración esquemática de un método de selección de antenas y maniobra de nodos según una realización ilustrativa de la presente invención;

35 la figura 8 es un diagrama de bloques esquemático que ilustra un sistema de selección de potencia que se utilizará en realizaciones ilustrativas de la presente invención;

la figura 9 es un diagrama de flujo que ilustra los pasos principales de un método de control de potencia según una realización ilustrativa de la presente invención;

40 la figura 10 es un diagrama de flujo que ilustra, con más detalle, los pasos de un procedimiento de control de potencia según una realización ilustrativa de la presente invención;

45 la figura 11 es un diagrama de flujo que ilustra los pasos principales de un procedimiento de selección de antenas según una realización ilustrativa de la presente invención;

la figura 12 es un diagrama de flujo que ilustra los pasos principales de una implementación ilustrativa de la función de "calidad" de la antena que se utilizarán en un método según una realización ilustrativa de la presente invención;

50 la figura 13 es un diagrama de bloques esquemático que ilustra un aparato de gestión de emisiones según una realización ilustrativa de la presente invención;

la figura 14 es un diagrama esquemático que ilustra el alcance de los planes de emisiones generados por un aparato según una realización ilustrativa con referencia a una plataforma móvil y a una amenaza;

55 la figura 15 es un diagrama esquemático que ilustra los principios de generación de un plan de emisiones con respecto a cada uno de una pluralidad de tramos de una ruta de una plataforma móvil; y

60 la figura 16 es un diagrama de bloques esquemático que ilustra un módulo de gestión de emisiones según una realización ilustrativa de la presente invención.

65 La gestión de las comunicaciones durante el control restrictivo de las emisiones se realiza, según las realizaciones ilustrativas de la presente invención, utilizando varios enfoques que pueden incluir una o más de las siguientes opciones: selección de antenas, selección de enlaces, control de potencia y maniobra de nodos. Por ejemplo, durante las emisiones restringidas, puede ser deseable (o incluso crítico) mantener el contacto entre un nodo y al menos un nodo fijo o móvil mientras está en funcionamiento. Será evidente para un experto en la técnica que las antenas normalmente están montadas de forma segura en una aeronave u otra plataforma móvil, y generalmente no se pueden mover con respecto

a ella. Una antena de una plataforma, utilizada para transmitir mensajes desde el nodo fuente al nodo receptor, puede apuntar en una dirección desfavorable con respecto a una región de EMCON impuesta y la energía irradiada en esa dirección puede superar un umbral aceptable para el control de emisiones, aumentando así la vulnerabilidad del nodo y revelando su existencia. Por lo tanto, la gestión de emisiones según una realización ilustrativa de la presente invención se configura para planificar dinámicamente, por ejemplo, al seleccionar antenas y/o enlaces de comunicación adecuados, y/o al ajustar la potencia de transmisión externa a un nivel aceptable para mantener las comunicaciones requeridas sin ser detectables o interceptables. En alguna realización ilustrativa, se puede generar una solicitud de maniobra de nodo, adicional o alternativamente, con el fin de maniobrar el nodo para orientar la antena transmisora de modo óptimo para mantener las comunicaciones requeridas, sin violar las restricciones de EMCON.

Las realizaciones ilustrativas de la presente invención proporcionan un módulo de planificación de comunicaciones inteligente para un sistema inteligente de gestión de comunicaciones de una plataforma móvil, con el fin de gestionar sus emisiones en respuesta al control dinámico de emisiones.

Tradicionalmente, todos los aspectos de las comunicaciones, tales como múltiples y diferentes enlaces/radios de comunicaciones, residen dentro del sistema de comunicaciones. Cada uno de los enlaces/radios de comunicaciones es un sistema independiente y, por lo general, se dedica a transmitir mensajes específicos. Si, por ejemplo, ocurre un evento inesperado, tal como una falla o degradación de un enlace, un cambio en las prioridades de la misión y nuevas restricciones operativas, el sistema no puede adaptarse y responder en consecuencia para mantener las comunicaciones adecuadas. El sistema de comunicaciones suele ser un sistema dedicado sin mucha interacción, si es que la hay, con otros sistemas de plataforma y aplicaciones de aviónica de la plataforma. Además, en algunos casos, se requiere un planificador de nivel superior, que reside fuera del sistema de comunicaciones, para satisfacer las cambiantes demandas de la plataforma y las nuevas restricciones operativas. Por el contrario, en algunos aspectos de la presente invención, se reconoce que todas las funciones/sistemas de una plataforma (p. ej., la gestión de la misión, las comunicaciones, la integración del espacio aéreo y la gestión del estado del vehículo) funcionan en conjunto para lograr los objetivos de la misión y mantener la integridad de la plataforma. Por ejemplo, el sistema de comunicaciones puede informar al sistema de gestión del estado de la plataforma cuando surja una situación de enlace perdido para garantizar que la falla de las comunicaciones no provoque una catástrofe. Por lo tanto, y como se describirá con más detalle más adelante, el sistema de comunicaciones se ocupa de la toma de decisiones de bajo nivel, es decir, del funcionamiento y las decisiones del día a día. Sin embargo, si no puede resolver un problema de comunicación, por ejemplo, si todos los enlaces disponibles tienen errores o están gravemente degradados, se invoca una planificación de nivel superior. Además, cuando se impone un control dinámico de las emisiones, la toma de decisiones de nivel superior es responsable de proteger la aeronave de ser detectada, mediante un aparato según las realizaciones ilustrativas de la presente invención. En este caso, el sistema dinámico de planificación y gestión genera un plan modificado para responder a las nuevas restricciones operativas.

El entorno operativo de una plataforma móvil, en muchas aplicaciones diferentes, comprende una pluralidad de nodos (p. ej., una estación de control fija/móvil, vehículos aéreos tripulados y/o no tripulados) que interactúan entre sí a través de diferentes redes, intercambiando, por ejemplo, el comando y el control (C2), manteniendo la conciencia situacional/ambiental y trabajando juntos de modo cooperativo. En general, un nodo tiene múltiples enlaces de comunicación/radios que le permiten interactuar con otros nodos a través de diferentes redes, según sea necesario.

En la siguiente descripción de los dibujos, se describirá un aparato de gestión de comunicaciones según una realización ilustrativa de la invención en relación con un sistema UAV. Sin embargo, debe entenderse que la presente invención no pretende necesariamente limitarse a este respecto y, de hecho, encuentra aplicación en muchos otros tipos de vehículos móviles y sistemas de infraestructura fija en los que se requiere gestionar las comunicaciones de modo inteligente y, para evitar dudas, esto incluiría vehículos terrestres y marítimos tripulados y no tripulados, infraestructura basada en el control terrestre y aéreo, así como vehículos aéreos tripulados.

Haciendo referencia a la figura 1 de los dibujos, un módulo 10 de gestión inteligente, que incluye un aparato según una realización ilustrativa de un aspecto de la presente invención, se ilustra esquemáticamente en el centro de un sistema UAV típico. El sistema UAV comprende una pluralidad de nodos, en donde cada nodo puede comprender varios componentes/sistemas/subsistemas funcionales, que incluyen comunicaciones, sistemas de vuelo, pronósticos y salud, etc. Por lo tanto, en el diagrama esquemático de la figura 1, el módulo 10 de gestión de comunicaciones inteligente está incorporado en un primer nodo y se representa acoplado de modo comunicable a otras partes 12 del vehículo. Se puede ver en el diagrama que se proporciona una comunicación de datos bidireccional entre el resto del vehículo 12 y el módulo 10 de gestión inteligente. Se puede ver en el diagrama que se proporciona una comunicación de datos bidireccional entre el sistema 12 de nodos y el módulo 10 de gestión inteligente. El sistema 12 de nodos puede comprender una pluralidad de componentes/sistemas/subsistemas funcionales, que posiblemente incluyan, pero no necesariamente se limitan a, un componente funcional de pronóstico y salud, un sistema de navegación, una autoridad de control, p. ej., un piloto o una autoridad integrada con funcionalidad de decisión ejecutiva, un componente funcional de gestión de servicios públicos, 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 información, tal como datos de navegación y amenazas detectadas, al módulo 10 de gestión de comunicaciones inteligente que se utilizará en la toma de decisiones.

5 El módulo 10 de gestión de comunicaciones inteligente también se configura para recibir datos de una pluralidad de aplicaciones de aviónica. Tales aplicaciones de aviónica pueden comprender, por ejemplo, aplicaciones civiles y/o militares, tales como aplicaciones 14 de enlace de datos tácticos, aplicaciones 16 de sensores (p. ej., vídeo, imágenes), aplicaciones 18 de gestión de misiones (por ejemplo, datos de mando y control) y aplicaciones 20 de gestión de plataformas (p. ej., estado del nodo). Se apreciará que esta no es una lista exhaustiva de aplicaciones típicas o posibles desde las que el sistema de gestión de comunicaciones inteligente puede recibir datos y otras serán evidentes para un experto en la técnica, dependiendo de la aplicación específica en la que se emplee la presente invención.

10 El módulo 10 de gestión de comunicaciones inteligente se configura para gestionar múltiples enlaces de comunicaciones (generalmente representados en la figura 1 como “red” 21), que pueden incluir (pero no se limitan a) enlaces de datos tácticos, enlaces por satélite, enlaces ópticos de espacio libre y otros enlaces de datos, como será evidente para un experto en la técnica, y puede tener diferentes tipos de antenas (representados generalmente en 22) para gestionar, entre otras, antenas omnidireccionales y direccionales, fijas o antenas orientables por haz. Las antenas pueden compartirse entre enlaces/radios o con sistemas de sensores. En el ejemplo ilustrado en la figura 1, las comunicaciones desde las antenas 22 de la plataforma se dirigen a un usuario final 23, por ejemplo, el piloto remoto de un UAV ubicado en una estación terrestre. Sin embargo, las comunicaciones no pretenden necesariamente limitarse de ninguna manera en este sentido.

20 Por lo tanto, el sistema de gestión de comunicaciones inteligente tiene acceso a una gran cantidad de información, tal como el entorno de la misión y el estado interno del nodo, y utiliza esta información en la toma de decisiones. El entorno representa el conocimiento del sistema sobre el mundo exterior, incluido el rendimiento de la red y los enlaces, otros nodos del entorno de red, las amenazas dinámicas, el terreno, los obstáculos y los datos meteorológicos. El estado interno es una representación de las partes internas del sistema. Recopila datos internos de los subsistemas contribuyentes, tal como la actitud y la posición de los nodos en tiempo real, el modo operativo actual y los requisitos de comunicación de las aplicaciones, y conserva los planes de comunicación/intercambio de información, las políticas y la información sobre los recursos instalados (p. ej., enlaces de comunicaciones, antenas).

30 Una base de datos (no mostrada) proporciona al módulo 10 de gestión de comunicaciones inteligente un conocimiento sobre su entorno de misión y su estado interno, y utiliza esta información en su toma de decisiones. Los datos ambientales representan el conocimiento del sistema sobre el mundo exterior, incluido el rendimiento de la red y los enlaces, otros nodos del entorno de red, las amenazas dinámicas, el terreno, los obstáculos y los datos meteorológicos. El estado interno es una representación de los subsistemas internos del sistema. La base de datos recopila datos internos de los subsistemas contribuyentes, tal como la actitud y la posición de los nodos en tiempo real, el modo operativo actual y los requisitos de comunicación de las aplicaciones individuales, y conserva los planes, políticas e información de comunicaciones e intercambio de información sobre los recursos instalados (p. ej., sistemas de comunicación, antenas). Por ejemplo, los patrones de ganancia de antena para cada antena instalada en un nodo se almacenarían en cada nodo, en una base de datos, por ejemplo, para ser utilizada por el módulo 10 de gestión de comunicaciones inteligente con respecto, por ejemplo, a la selección de antenas. En este ejemplo, los patrones de ganancia de la antena se mapean con respecto al marco de referencia corporal del nodo, es decir, la ubicación de la antena en el nodo.

40 Se apreciará que el término “base de datos” utilizado anteriormente se utiliza simplemente para definir uno o más repositorios para los datos requeridos. En una realización ilustrativa, la base de datos puede ser un único repositorio, proporcionado en el módulo 10 de gestión inteligente (o al menos dedicado al mismo) en donde todos los datos anteriormente mencionados se almacenan para su uso de este modo. En otras realizaciones ilustrativas, tal repositorio único puede utilizarse para almacenar solo un subconjunto de datos, tal como las políticas y el rendimiento de la antena instalada, a los que se puede acceder según sea necesario, y los datos que cambian dinámicamente durante un vuelo o una misión, como la posición del nodo y el modo operativo, se envían directamente desde una parte relevante del sistema general de gestión de la plataforma al módulo de gestión de comunicaciones inteligente.

50 También se ilustran en la figura 1 las entradas de datos representativas de las restricciones 24, las demandas de la plataforma y la política 28. Un experto en la técnica conocerá estos factores y la manera en que se pueden obtener datos representativos de los mismos. La política 28, por ejemplo, puede diseñarla el diseñador de la red. Una copia de esta política puede residir en el módulo 10 de gestión inteligente, o puede ser accesible a través de él. La política contiene un conjunto de reglas que, por ejemplo, definen cómo se pueden utilizar los enlaces de comunicaciones y las antenas, qué medidas tomar en caso de una falla de hardware o pérdida de señal, y cómo se pueden utilizar las aplicaciones de aviónica para respaldar la misión. Tales reglas se pueden expresar como pares condición-acción (es decir, SI condición ENTONCES acción) y/o en tablas de consulta.

60 Por lo tanto, el Sistema de gestión de comunicaciones inteligente se puede dividir en dos partes distintas con entradas y salidas entre sí y con otras partes de la aeronave o del sistema terrestre, como se muestra en la figura 2. Estas partes pueden residir en diferentes sistemas/subsistemas de la aeronave o del sistema terrestre, como se muestra en las figuras 3A y 3B. Tal implementación es más aplicable a los sistemas aéreos no tripulados (UAS). 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.

65 Como se explicó anteriormente, las políticas y estrategias de EMCON o de “control de emisiones” se utilizan para evitar la detección, la identificación y la ubicación de una plataforma móvil, y/o minimizar la interferencia entre los

sistemas de nodos de la plataforma móvil. Si bien las condiciones de EMCON (y, por lo tanto, las políticas y estrategias para implementarlas) varían, según la aplicación y las circunstancias particulares, los principios subyacentes de EMCON serán bien conocidos por un experto en la técnica. La configuración de EMCON requiere cuatro pasos básicos: criterios, objetivos, notificación y autoridad. Los criterios especifican la planificación, el procedimiento y la responsabilidad generales de la política o estrategia de EMCON. Los objetivos, como será evidente, definen el resultado deseado de la política o estrategia de EMCON y pueden incluir, por ejemplo, minimizar la detección por parte de sensores de terceros, permitir comunicaciones eficaces de comando y control (C2) entre nodos, apoyar el engaño operativo (OPDEC), respaldar la seguridad de las operaciones (OPSEC), minimizar la interferencia entre los nodos y degradar la eficacia de las comunicaciones C2 de terceros. Son estos objetivos los que puede utilizar un módulo de planificación de comunicaciones según una realización ilustrativa de la presente invención (además de la posición/orientación del nodo y el tipo de antena) para determinar la idoneidad de una antena para un intercambio de información particular cuando prevalecen las restricciones de EMCON, y/o determinar una potencia de transmisión externa óptima que puede utilizarse para que una antena seleccionada soporte ese intercambio de información.

Para completar, el criterio de notificación especifica las partes a las que se notificará la política o estrategia de EMCON y la manera en que se notificarán y monitorizarán los criterios. Por último, la autoridad define a la parte o partes autorizadas a imponer una condición de EMCON en un caso particular.

Haciendo referencia ahora a la figura 2 de los dibujos, el módulo 10 de gestión inteligente comprende un módulo 11 de planificación y gestión dinámicas y un sistema 42 de gestión de comunicaciones. El sistema 42 de gestión de comunicaciones se ocupa de la toma de decisiones de bajo nivel, mientras que un módulo 11 de planificación y gestión dinámicas se ocupa de la toma de decisiones de nivel superior. Cuando se impone un control dinámico de emisiones, la toma de decisiones de nivel superior es responsable de proteger la aeronave para que no sea detectada; la gestión de emisiones reside en la planificación/gestión de “nivel superior”, tal como 32 en las figuras 3A y 3B. La planificación dinámica de emisiones puede invocarse al recibir información sobre una amenaza de un nodo externo (directa o indirectamente a través de la función de gestión de misiones de la aeronave) o al recibir información de sus propios sistemas de detección integrado, tales como los receptores ELINT. El planificador dinámico de emisiones genera un plan de emisiones teniendo en cuenta, por ejemplo, la posición/orientación del nodo, la ruta y la trayectoria, la ubicación de la amenaza y la política o estrategia de EMCON vigente con respecto a esas condiciones. Un plan de emisiones en este contexto puede consistir, por ejemplo, en datos representativos de una antena seleccionada junto con datos de control de potencia configurados para controlar las emisiones de potencia de la antena seleccionada, para mantener las comunicaciones sin violar el control de emisiones. En una realización ilustrativa alternativa, el plan de emisiones puede ir acompañado de otro plan para mantener las comunicaciones, sin dejar de cumplir con EMCON. Por ejemplo, el plan de emisiones puede consistir en datos representativos de una antena seleccionada, y el otro es el plan de maniobra de un nodo para satisfacer las demandas de la plataforma sin infringir el control de emisiones.

Como en las realizaciones ilustrativas de la presente invención (y como se ilustra en las figuras 2, 3A y 3B de los dibujos), el sistema 10 de gestión de comunicaciones inteligente trabaja en cooperación con el resto de los sistemas/subsistemas de la plataforma para lograr el objetivo de la misión: proporcionar información con fines de seguridad y conocimiento de la situación, y recibir la información utilizada en su toma de decisiones. En otras palabras, al menos partes del sistema 12 de nodos están acopladas de modo comunicativo al sistema 42 de gestión de comunicaciones y al módulo 11 de planificación y gestión dinámicas. El módulo 42 de comunicaciones se configura para monitorizar y evaluar el rendimiento actual de la red, por lo que es consciente de la red, y en las realizaciones ilustrativas de la invención se prevé utilizar tal conocimiento de la red para permitir que las aplicaciones de plataforma (o una interfaz de QoS asociada a la misma) se adapten dinámicamente y respondan a la variación del ancho de banda disponible de un enlace de comunicaciones que se esté utilizando de ese modo.

Como en las realizaciones ilustrativas de la presente invención (y como se ilustra en las figuras 2, 3A y 3B de los dibujos), el sistema 10 de gestión de comunicaciones inteligente trabaja en cooperación con el resto de los sistemas/subsistemas de la plataforma para lograr el objetivo de la misión: proporcionar información con fines de seguridad y conocimiento de la situación, y recibir la información utilizada en su toma de decisiones. En otras palabras, al menos partes del sistema 12 de nodos están acopladas de modo comunicativo al sistema 42 de gestión de comunicaciones y al módulo 11 de planificación y gestión dinámicas. Las figuras 3A y 3B representan esquemáticamente esta interacción para sistemas aéreos y sistemas terrestres o estaciones de control aerotransportadas, respectivamente. Como se explicó anteriormente, el sistema 12 de nodos puede comprender uno o más de un sistema 30 de pronóstico y salud, un sistema 31 de navegación, una autoridad 32 de control, p. ej., un nodo de piloto o una autoridad integrada con funcionalidad de decisión ejecutiva, un sistema 33 de gestión de servicios, un sistema 34 de ayudas defensivas, un sistema 35 de transferencia y registro de datos y una HMI (interfaz hombre-máquina) 36. Como ejemplo, la función de salud dentro de la función de comunicaciones del UAV proporciona actualizaciones del estado de salud de C2 a la función de pronóstico y salud del nodo. Si la función de salud del sistema de gestión inteligente detecta un enlace perdido de C2, enviará un mensaje de alerta de enlace perdido de C2 al sistema de pronóstico y salud para que tome las medidas adecuadas; en el caso de un UAV, la función de pronóstico y estado notifica el enlace perdido de C3 a la integración del espacio aéreo y/o a la gestión de la misión, mientras que en el caso de un UCS, informa del enlace perdido de C2 a la HMI (destinada al piloto).

El sistema 10 de gestión de comunicaciones inteligente recibe una gran cantidad de información de diferentes partes de la plataforma, que puede utilizar en sus procesos de toma de decisiones, como se describe con más detalle a continuación. Por lo tanto, es consciente de la misión, el movimiento y la red y entiende qué recursos tiene que administrar, así como su capacidad de rendimiento. El conocimiento de la misión proporciona información sobre lo que la plataforma está tratando de lograr. Puede haber varios modos operativos, que pueden incluir el funcionamiento normal, el reconocimiento, el ataque, el rodaje, el aterrizaje, etc. Esto es común a toda la plataforma y es de particular interés para el módulo 42 de comunicaciones. El módulo 42 de comunicaciones monitoriza y evalúa el rendimiento actual de la red, por lo que es consciente de la red. La información de conocimiento de la red también se puede compartir con la planificación 11 y gestión dinámicas con fines de planificación. La detección del movimiento permite al módulo 42 de comunicaciones enrutar de modo inteligente la información a lo largo de la mejor trayectoria para garantizar que se mantenga la conectividad con un nodo fijo y/o móvil, por ejemplo, en respuesta a una maniobra inesperada y posiblemente brusca. La planificación 11 y gestión dinámicas también tienen en cuenta el movimiento, ya que puede recibir a priori un plan futuro de ruta y/o maniobra para evaluar su impacto en las comunicaciones y seleccionar los enlaces de comunicaciones adecuados, incluidas las antenas. La planificación 11 y gestión dinámicas es consciente de otras demandas de la plataforma, tales como las demandas de emisiones. Por lo tanto, es sensible a la misión, la red, el movimiento y la plataforma, lo que permite que el sistema 10 de gestión de comunicaciones inteligente se adapte y responda dinámicamente a eventos inesperados, p. ej., cambios en las prioridades de la misión, el entorno de la misión y las condiciones de la red.

Volviendo a la figura 2 de los dibujos, los planificadores dinámicos también son ampliamente conocidos y se utilizan en muchas aplicaciones diferentes. Por lo general, se proporciona un planificador dinámico con respecto a, por ejemplo, un UAV para planificar su ruta/trayectoria, desde un punto de inicio (normalmente, pero no siempre) hasta un punto final definido (y, opcionalmente, incluir cualquier punto de referencia definido entre los mismos), así como para planificar su maniobra y/o trayectoria. Los planificadores dinámicos conocidos (trayecto, maniobra y trayectoria) tienden a basar sus cálculos en varios factores, tales como el terreno, la amenaza, el clima y las restricciones de la plataforma. Por ejemplo, se puede calcular una maniobra para evitar un obstáculo aéreo o se puede calcular una trayectoria para evitar la detección del UAV. Un experto en la técnica conocerá otros tipos de planificadores dinámicos para la planificación de rutas en muchas aplicaciones diferentes y la presente invención no pretende necesariamente limitarse a este respecto. Sin embargo, en los sistemas de la técnica anterior, no se ha considerado la necesidad de realizar una planificación dinámica de las comunicaciones como parte de la protección de la plataforma para evitar la detección.

En esta realización ilustrativa de la presente invención, la función 41 de gestión del módulo 11 de planificación y gestión dinámica puede configurarse para interactuar con el planificador dinámico 40, el sistema 42 de gestión de comunicaciones (por ejemplo, a través de un ejecutivo de comunicaciones, como se describirá con más detalle a continuación) y otras partes del sistema 12 de nodos. En este caso, la función 41 de gestión puede ser responsable de generar solicitudes de planes y proporcionar atributos al planificador dinámico 40, evaluar nuevos planes, seleccionar el mejor plan, solicitar autorización a la plataforma/piloto para ejecutar el nuevo plan (p. ej., utilizar un sistema de sensores con fines de comunicación, maniobrar un nodo), con el fin de optimizar las comunicaciones.

Haciendo referencia a la figura 4 de los dibujos, en una realización ilustrativa de la invención, se proporciona una función 141 ejecutiva de comunicaciones dentro del sistema 42 de gestión de comunicaciones para permitirle interactuar con componentes internos y externos al sistema 42 de gestión de comunicaciones. Los componentes internos del sistema 42 de gestión de comunicaciones incluyen un módulo 50 de enrutamiento de mensajes, un monitor C2 (orden y control) 52 y un monitor 54 de ancho de banda. La función 141 ejecutiva de comunicaciones se configura para gestionar las solicitudes de planes, recibir nuevos planes, trabajar con las aplicaciones 14, 16, 18, 20 de aviónica y/o una interfaz de QoS 19 para aplicaciones de aviónica, recibir informes de estado e informar sobre problemas de salud que pueden tener un impacto en una misión. En general, si el módulo 42 de gestión de comunicaciones no puede adaptarse para satisfacer las demandas actuales de la plataforma utilizando una funcionalidad de planificación de bajo nivel integrada, entonces se invoca una planificación de nivel superior. Por ejemplo, si la función 50 de enrutamiento de mensajes determina que no hay enlaces de comunicaciones inalámbricas disponibles, entonces se puede invocar una planificación de comunicaciones de nivel superior a través de la función 141 ejecutiva de comunicaciones. Cuando las restricciones de EMCON se imponen inesperadamente debido, por ejemplo, a la detección de un adversario cercano, los responsables de la toma de decisiones de alto nivel, tales como la gestión de emisiones, son responsables de la protección del nodo. La planificación dinámica de emisiones (es decir, de nivel superior) puede invocarse al recibir información sobre una amenaza de un nodo externo (directa o indirectamente a través de la función de gestión de misiones de la aeronave) o al recibir información de sus propios sistemas de detección integrados, tales como los receptores ELINT. Como resultado, el planificador dinámico de emisiones genera un plan de emisiones con fines de comunicación. En una realización ilustrativa, como se explicó anteriormente, el plan de emisiones puede incluir datos de control de potencia para controlar la potencia de transmisión externa para una antena seleccionada; y el plan de emisiones, así generado, se transmite a uno o más controladores, por ejemplo, a través del ejecutivo de comunicaciones, para su implementación. En otra realización ilustrativa, puede ser necesaria una maniobra de nodo para orientar correctamente una antena para mantener las comunicaciones entre un nodo y otro nodo, que no infrinjan el control de emisiones. En tal caso, esto puede requerir que el planificador de emisiones dinámico trabaje en conjunto con el planificador de maniobras del nodo dinámico o similar.

Haciendo referencia a la figura 5 de los dibujos, un sistema 500 de gestión de emisiones que se utilizará en aparatos según una realización ilustrativa de la presente invención, se configura para diseñar un plan de emisiones con fines de comunicación en respuesta a un control de emisiones (EMCON) dinámico. La gestión de emisiones puede utilizar varios enfoques para gestionar las emisiones de los sistemas de comunicaciones, tales como la selección de antenas, el control de potencia o una combinación de los mismos. La planificación de emisiones dinámica se basa en la información que tiene sobre las antenas instaladas (montaje, tipo, orientación y rendimiento de la antena), los enlaces de comunicación instalados (p. ej., el rendimiento), el rendimiento actual del enlace, los requisitos de comunicación de las aplicaciones y la ubicación de un adversario fijo o móvil. El plan de emisiones puede utilizarse junto con un plan de maniobras de nodo. El siguiente es un ejemplo en donde se combinan dos elementos de planificación diferentes para lograr los objetivos de la misión.

La figura 6 ilustra el nodo A con dos antenas con diferentes patrones de ganancia de antena; un patrón de antena de transmisión direccional, que apunta en dirección al este, y un patrón de antena de transmisión omnidireccional. En su trayectoria de vuelo planificada, el nodo A tiene información para intercambiar con otro nodo utilizando su antena de transmisión omnidireccional. Durante la ejecución de la misión, el control de emisiones se impone dinámicamente en dirección noroeste, en el cuadrante superior izquierdo de la figura 6. Sin embargo, la energía que se irradiaría desde la antena de transmisión omnidireccional es importante para violar el control de emisiones impuesto. Según el método de selección de antenas, la antena direccional se identifica como la mejor antena para mantener las comunicaciones y, al mismo tiempo, cumplir con el control de emisiones. Sin embargo, dado que la antena apunta en la dirección equivocada con respecto al receptor, se requiere una maniobra de nodo. El planificador determina que maniobrar el nodo 45 grados hacia la izquierda (como se muestra en la figura 7) permitirá las comunicaciones sin infringir el control de emisiones. Por lo tanto, al utilizar la antena direccional y maniobrar el nodo 45 grados, el nodo logrará comunicaciones óptimas al tiempo que se adhiere al control de emisiones.

En otro ejemplo, una aeronave puede estar utilizando una antena direccional para mantener las comunicaciones con otra aeronave, mientras cumple con las restricciones de EMCON vigentes. Aparece un adversario, inesperadamente, en la dirección del nodo receptor y se determina que la energía de emisión irradiada en esa dirección (por la antena del nodo fuente) supera un umbral para EMCON, lo que aumenta la vulnerabilidad del nodo. Por lo tanto, utilizando un aparato según una realización ilustrativa de la presente invención, la potencia de transmisión externa puede ajustarse a un nivel aceptable, lo suficiente como para mantener las comunicaciones con el nodo receptor, pero lo suficientemente bajo como para que no sea detectable por un adversario.

Haciendo referencia a la figura 11 de los dibujos, un método según una realización ilustrativa de la presente invención comienza con la determinación de la ubicación de la región de control de emisiones. Esta información se puede obtener mediante actualizaciones dinámicas dentro de la misión, p. ej., transmitidas durante la ejecución de la misión, o accediendo 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 ubicación de un adversario conocido (es decir, alguien en el entorno en donde no queremos que detecte o intercepte las comunicaciones).

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 el paso anterior.

El método continúa con la determinación de si una antena se adherirá al control de emisiones o no, con respecto a la región de EMCON definida. Se calcula una métrica de antena para determinar qué tan buena o mala es la antena. La métrica considera la (nueva) orientación de la antena, el patrón de radiación de la antena (en términos de lóbulo principal, lóbulos laterales y ancho de haz), la ubicación de la región de EMCON y la calidad de la señal, en términos de SNR, en la dirección de la región de EMCON.

La orientación de la antena (es decir, en qué dirección apunta la antena) se determina teniendo en cuenta el soporte de la antena, la actitud y la posición del nodo. En una realización, la posición del nodo es proporcionada por los datos del satélite y la actitud se basa en los datos inerciales. En primer lugar, el “nuevo” montaje de antena se determina basándose en el montaje de antena actual, la actitud del nodo y la posición del nodo. Una vez que se han modificado los vectores de montaje de la antena, se determina la “nueva” dirección de puntería de la antena. La SNR varía con la distancia entre dos puntos y su valor disminuye a medida que aumenta la distancia. A una distancia particular entre los dos puntos, la SNR es lo suficientemente baja como para que la señal se vuelva indetectable. Por lo tanto, una antena dada podría estar apuntando hacia la región de EMCON, pero su emisión a cierta distancia del nodo está por debajo de un umbral de SNR. En ese caso, no hay ninguna infracción de EMCON. La distancia se puede definir como la distancia desde el nodo hasta el inicio de la región de EMCON, o la distancia desde el nodo hasta una distancia predefinida antes de la región de EMCON (p. ej., 1 milla náutica antes de que comience la región de EMCON).

Un método ejemplar que puede utilizarse para calcular la métrica se ilustra esquemáticamente en la figura 12 de los dibujos y se describirá más adelante.

Por lo tanto, haciendo referencia de nuevo a la figura 11, el método continúa con la selección de la mejor antena o antenas de entre una pluralidad de antenas integradas que se utilizarán mientras se opera bajo control de emisiones. Nota: la selección no significa que la antena sea adecuada para enrutar un mensaje de modo oportuno al destino, por ejemplo, en

términos de rendimiento o latencia. Será necesario evaluar la trayectoria desde el nodo hasta el destinatario en términos del rendimiento del enlace y la red, y de los requisitos de comunicación de la aplicación para entregar un mensaje.

5 Haciendo referencia a la figura 11 de los dibujos, el método descrito anteriormente en relación con la figura 10 se puede expresar e ilustrar de una manera diferente, y el diagrama de flujo ilustrado de la figura 11 demuestra el proceso de análisis y selección de antenas al tiempo que se considera el control de emisiones para una antena determinada. Por lo tanto, la unidad de selección de antenas recibe datos representativos de la ubicación de la región de EMCON y, a continuación, para cada antena, determina la posición de la antena, calcula una “nueva” ubicación/montaje de antena, calcula una “nueva” orientación de antena, determina la “bondad” de la antena para adherirse a EMCON y, finalmente, selecciona la(s) mejor(es) antena(s).

10 Haciendo referencia a la figura 12 de los dibujos, se proporciona un diagrama de flujo que es ilustrativo de los pasos principales que se pueden realizar en la implementación de una función de “calidad” de antena ejemplar, tal como se ha descrito anteriormente.

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

20 El primer paso comienza determinando si la antena apunta en la dirección de la región de EMCON o del adversario. Esto se basa en el vector de puntería de la antena, el patrón de radiación de la antena y la ubicación de la región de EMCON o del adversario con respecto al nodo. Se puede utilizar un 1 o 0 binario para representar si la antena apunta en la dirección de la región de EMCON o del nodo adversario, o no.

25 El paso siguiente estima la SNR a una distancia determinada del nodo en la dirección de la región de EMCON. La ecuación de transmisión de Friis puede utilizarse, por ejemplo, para estimar la SNR, pero otras ecuaciones apropiadas serán evidentes para un experto en la técnica. Por ejemplo, la distancia se puede definir como la distancia desde el nodo hasta el inicio de la región EMCON, o la distancia desde el nodo hasta una distancia predefinida antes de la región de EMCON (p. ej., 1 milla náutica antes de que comience la región de EMCON).

30 El método continúa determinando una métrica de SNR basándose en la SNR estimada para determinar si la SNR infringirá EMCON o no. La métrica SNR puede ser un valor en el rango de 0 y 1. En una realización, se puede utilizar entonces una tabla de consulta para mapear la métrica de SNR directamente a dos estados de QoS de SNR alta y SNR baja.

35 El paso final calcula una métrica de antena. La métrica de la antena se puede basar en la métrica SNR.

En una realización, el método de selección de antenas utiliza la posición/actitud actual del nodo, por ejemplo, y los valores futuros para determinar la(s) mejor(es) antena(s) que se utilizarán. Los valores futuros se pueden basar en el conocimiento previsto o *a priori* de la trayectoria y/o ruta y/o actitud del nodo futuro. Por ejemplo, según los atributos actuales, una antena se adherirá a EMCON, pero en el futuro ya no se adherirá a EMCON. Como resultado, a la antena se le puede dar una métrica baja (es decir, no es adecuada).

40 En algunas realizaciones ilustrativas, el resultado de la selección de la antena puede ir acompañado de uno o más elementos del plan adicionales para permitir que la selección de la antena se realice de modo adecuado, sin dejar de cumplir con las condiciones de EMCON prevalecientes. Esto requiere la coordinación con el sistema de gestión de la plataforma o con una autoridad integrada con funciones de decisión ejecutiva. Por lo tanto, en una realización ilustrativa, la selección de la antena combinada con una maniobra de nodo puede ser necesaria para mantener las comunicaciones sin violar el control de emisiones.

45 Por lo tanto, los pasos adicionales del método comenzarían con la determinación de la actitud óptima (p. ej., el rumbo) y/o la posición de un nodo, teniendo en cuenta una pluralidad de factores: la velocidad del nodo, la ubicación de la antena, las características de apuntamiento y ganancia como fuente y destinatario, el entorno de la misión, las restricciones, los requisitos de comunicación de una o más aplicaciones relevantes y la trayectoria futura prevista (en relación con el plan de misión actual) del nodo receptor o nodo fuente durante un período de tiempo. El planificador de comunicaciones dinámicas incorporado 150 determina la actitud y/o posición óptimas del nodo con respecto al receptor o la fuente, obtiene un plan de maniobra del nodo para lograr esa actitud y/o posición del nodo y (opcionalmente) también calcula una métrica del plan para el plan de maniobra. A continuación, se genera una solicitud y se transmite al planificador de rutas del nodo para diseñar un plan de ruta para lograr la actitud y/o posición deseadas, tal como se determinó en el paso anterior.

50 En muchos casos, es posible que se requiera la autorización de una autoridad designada para respaldar el plan. Si se acepta un plan, se informa al sistema de comunicaciones en consecuencia, de tal modo que los datos de la antena seleccionados se proporcionan en un plan de comunicaciones para su implementación a través del controlador de antena, como se ha descrito anteriormente, y los datos representativos del plan de maniobra del nodo se transmiten al sistema de gestión del vehículo 156 para su ejecución.

60 En otra realización ilustrativa, la selección de antena combinada con el control de potencia puede utilizarse para mantener las comunicaciones sin violar el control de emisiones y, en este caso, los datos de selección de antena,

junto con los datos de control de potencia, pueden transmitirse a uno o más controladores para la implementación de la antena seleccionada y su potencia de transmisión respectiva.

5 Como se explicó anteriormente, en el caso de que se determine eso, el sistema de gestión de emisiones (500, figura 5) puede generar un plan de emisiones revisado, en donde la potencia de transmisión se ajuste a un nivel aceptable, lo suficientemente alto como para mantener un enlace de comunicaciones existente con el receptor, pero lo suficientemente bajo como para evitar la detección o interceptación del nodo fuente.

10 Por lo tanto, haciendo referencia a la figura 8 de los dibujos, el plan de emisiones puede comprender o incluir la selección de una potencia de transmisión para un enlace de comunicaciones. El sistema de gestión de emisiones puede incluir un módulo de selección de potencia, para encontrar la potencia de transmisión óptima que sea lo suficientemente alta como para comunicarse de modo eficaz, pero lo suficientemente baja como para no ser detectada o interceptada por un adversario. El sistema de gestión de emisiones proporciona su plan de emisiones al sistema de comunicaciones, de tal modo que el controlador de potencia del sistema de comunicaciones adapte la potencia de transmisión basándose en la potencia de transmisión óptima seleccionada para un enlace de comunicaciones determinado, sin infringir las restricciones de EMCON.

15 La figura 9 es un diagrama de flujo que ilustra una realización ilustrativa para la selección de potencia para un enlace de comunicaciones dado. El método comienza con la determinación de la posición y/o la actitud del nodo receptor. En una realización, la posición y la actitud de otros nodos se pueden obtener mediante actualizaciones durante la misión. Por ejemplo, el nodo emite su propia posición y rumbo. En otra realización, la posición de un nodo fijo se determina accediendo a la base de datos. En aún otra realización, la posición de un nodo móvil se predice basándose en los datos de ubicación y rumbo anteriores, por ejemplo (compartidos a través de transmisiones). En aún otra realización, la ubicación y la actitud pueden inferirse a partir de los mensajes recibidos previamente desde un nodo.

25 El método continúa con la determinación de un vector (en términos de distancia y dirección relativas) entre el nodo fuente y el nodo receptor.

30 El método continúa con la determinación de la potencia de transmisión óptima. Este paso puede considerarse uno o más de una pluralidad de parámetros, tales como la distancia relativa entre los nodos, la calidad de la señal actual/estimada en el receptor, la ganancia y la orientación de la antena, las pérdidas (p. ej., la orientación atmosférica y de la antena) y los requisitos de comunicación de las aplicaciones, así como las restricciones de EMCON vigentes. En una implementación, la calidad de la señal en el receptor se puede obtener mediante mensajes de retroalimentación.

35 El método continúa con el ajuste de la potencia de transmisión basándose en la potencia de transmisión óptima determinada.

40 La figura 10 es un diagrama de flujo que ilustra, con más detalle, una realización ilustrativa para la selección de potencia mientras se está bajo el control de emisiones. El objetivo es seleccionar la potencia de transmisión óptima que sea lo suficientemente alta como para comunicarse de modo eficaz, pero lo suficientemente baja como para no ser detectada por un adversario.

45 El método comienza con la determinación de la posición y/o la actitud del nodo receptor. La información puede obtenerse mediante actualizaciones en la misión, determinarse accediendo a una base de datos, basándose en información pasada prevista o inferirse de los mensajes recibidos anteriormente de un nodo.

El método continúa con la determinación de un vector (en términos de distancia y dirección relativas) entre el nodo fuente y el nodo receptor.

50 El método continúa con la determinación de la posición y/o la actitud de la región de EMCON o del adversario. La información se puede obtener mediante actualizaciones en la misión o se puede determinar accediendo a una base de datos.

El método continúa con la determinación de un vector (en términos de distancia y dirección relativas) entre el nodo y la región de EMCON/nodo adversario.

55 El método continúa con la determinación de la potencia de transmisión óptima para lograr una calidad de enlace deseada. Este paso considera una pluralidad de parámetros tales como la distancia relativa entre los nodos, el rango de potencia del transmisor, el presupuesto de potencia de la plataforma, la ganancia y la orientación de la antena, las pérdidas (p. ej., la orientación atmosférica y de la antena) y los requisitos de comunicación de las aplicaciones. Este paso evalúa la calidad de la señal (p. ej., la SNR) en el adversario para una potencia de transmisión dada y se compara con un umbral, cuando se encuentra la potencia de transmisión óptima. La selección se basa en la potencia de transmisión que maximiza la calidad de la señal (p. ej., la SNR) en el destinatario deseado para lograr la calidad de enlace deseada, sin que el adversario lo detecte ni infrinja el EMCON.

60 El método continúa con el ajuste de la potencia de transmisión basándose en la potencia de transmisión óptima determinada.

En otra realización ilustrativa, puede haber múltiples adversarios distribuidos espacialmente y la selección de potencia considera sus ubicaciones y selecciona la potencia de transmisión óptima para comunicarse con el destinatario, sin que los adversarios la detecten.

5 En otra realización ilustrativa, puede haber múltiples nodos/plataformas en el entorno operativo y, debido a la naturaleza de la comunicación inalámbrica, las señales interfieren entre sí. La selección de potencia considera la coexistencia de otros nodos/plataformas y selecciona la potencia de transmisión óptima para comunicarse con los destinatarios previstos, al tiempo que minimiza la interferencia entre los nodos/plataformas que comparten el mismo espacio.

10 En otra realización ilustrativa, puede haber múltiples enlaces de comunicaciones y múltiples sistemas ubicados conjuntamente en la misma plataforma/nodo (p. ej., navegación, sensores) y las señales pueden interferir entre sí. La selección de potencia considera su ubicación en el nodo/plataforma y selecciona la potencia de transmisión óptima para comunicarse con los destinatarios, al tiempo que minimiza la interferencia entre otros enlaces de comunicaciones y otros sistemas en su propia plataforma o nodo.

15 En aún otra realización ilustrativa, el plan de emisiones puede comprender o incluir la selección de un enlace de comunicaciones adecuado (alternativo). En la práctica, el sistema de gestión de emisiones puede incluir un módulo de selección y análisis de enlaces, que identifica uno o más enlaces de comunicaciones adecuados para el flujo de mensajes entre un nodo fuente y un nodo receptor, calcula una métrica de transmisión con respecto a los enlaces de comunicaciones identificados y, a continuación, selecciona los transmisores “mejores” que se ajustarán al EMCON. El análisis del enlace tiene en cuenta la posición actual y/o la actitud de los nodos fuente y/o de destino, incluidos (opcionalmente) los valores pronosticados para el futuro. Por supuesto, la selección de enlaces, por definición, también puede ir acompañada de una maniobra de nodo y/o un control de potencia para optimizar aún más el enlace seleccionado, sin dejar de cumplir con EMCON.

20 En la realización descrita anteriormente, el elemento de planificación de emisiones produce en realidad un plan de comunicaciones que incorpora los parámetros de control de emisiones como parte del proceso de planificación. En una realización ilustrativa alternativa de la invención, se proporciona un módulo de gestión (o planificación) de emisiones que genera un plan de emisiones y, a continuación, transmite el plan de emisiones, o los datos representativos del mismo, a un módulo de planificación dinámica, en donde es el módulo de planificación dinámica el que realmente genera el plan de comunicaciones utilizando los datos del plan de emisiones en consecuencia.

25 Por lo tanto, en otra realización ilustrativa, se proporciona un módulo de gestión de emisiones para generar y actualizar un plan de emisiones que se utilizará por otros sistemas integrados, tales como el sistema de comunicaciones o el sistema de sensores. Por ejemplo, el planificador 40 de comunicaciones dinámico puede utilizar el plan de emisiones, así generado/actualizado, para generar un plan de comunicaciones que cumpla con los requisitos de intercambio de información, al tiempo que cumple con las restricciones de control de emisiones.

30 Una realización ilustrativa de la invención proporciona un módulo de gestión de emisiones configurado para proporcionar (y actualizar) un plan de emisiones y ponerlo a disposición de otros sistemas integrados con el fin de proporcionar un recurso para:

35 - la gestión de las emisiones de la plataforma (es decir, controlar el nivel de emisiones que pueden emitir las distintas partes del sistema) para minimizar la probabilidad de que la plataforma sea detectada pasivamente a través de sus propias emisiones de RF; y

40 - la gestión de las medidas adoptadas para proteger otros activos (beneficiosos) en el entorno operativo, es decir, controlar las emisiones que podrían hacer estallar algunos tipos de municiones o interferir con un sistema integrado en un activo vecino.

45 Para las comunicaciones, el módulo de gestión de emisiones determina los recursos de comunicación permitidos en términos de, por ejemplo, las formas de onda permitidas, así como el límite de potencia de transmisión (“límite de emisiones”); mientras que, para el sistema de sensores, la parte correspondiente del plan de emisiones definiría las tareas que el radar no puede realizar sin dejar de cumplir las restricciones actuales de control de emisiones (EMCON).

50 En una realización ilustrativa, el plan de emisiones puede actualizarse si se produce alguno o todos los siguientes eventos no planificados:

- 55 - la aparición de amenazas emergentes;
- 60 - un cambio de ruta (p. ej., para evitar una amenaza emergente);
- el modo de la aeronave cambia (p. ej., el cambio del modo de piloto automático al modo manual).

Por lo tanto, haciendo referencia a la figura 13 de los dibujos, un sistema de gestión integrado puede comprender un módulo 600 de gestión de información de misión, un módulo 602 de gestión de misión, un motor 604 de predicción de movilidad de propia nave y un módulo 606 de gestión de emisiones según una realización ilustrativa de la presente invención.

5 El módulo 600 de gestión de información de la misión se configura para fusionar datos de fuentes externas (p. ej., sensores de compañeros de equipo), sensores integrados y enlaces de datos para producir un grado de “conocimiento de la situación” sobre las entidades amenazantes y otras entidades (p. ej., amigos, neutrales e incógnitas) en el espacio operativo con respecto a la plataforma móvil, así como a la de otras entidades.

10 El módulo 602 de gestión de la misión recibe datos de conocimiento de la situación del módulo de gestión de información de la misión 600, por ejemplo, sobre una amenaza emergente, y a continuación determina el nivel de EMCON para cada amenaza y otras entidades a las que deben cumplir los sistemas de plataforma integrada. El módulo 602 de gestión de misiones también tiene (o acceso a) datos relacionados con las ubicaciones de amenazas conocidas anteriores a la misión.

15 El módulo 606 de gestión de emisiones recibe datos sobre la amenaza o amenazas, tales como la ubicación de la amenaza, el tipo de amenaza, la categoría de amenaza y el nivel de EMCON para una amenaza determinada, así como información sobre activos amigos u otros (“ubicación de otros activos”). Los datos de ubicación de amenazas y ubicación de otros activos se expresan en tres dimensiones: latitud, longitud y altitud. Además, los datos de ubicación pueden incluir la ubicación actual de la amenaza, el error de ubicación en tres dimensiones y la ubicación futura prevista, por ejemplo:
20 ubicación de la amenaza actual + error de ubicación de la amenaza + ubicación de la amenaza futura prevista.

El módulo 606 de gestión de emisiones también recibe datos sobre el movimiento de su propia plataforma, tales como (del módulo 602 de gestión de misiones) un plan de ruta predeterminado o un plan de ruta actualizado (p. ej., generado para evitar una amenaza emergente) y (desde el propio motor 604 de predicción de movilidad de nave)
25 información de predicción futura sobre su propia plataforma.

Basándose en la información mencionada anteriormente, el módulo de gestión de emisiones genera un plan de emisiones en la dirección de la amenaza y/u otras entidades. Por ejemplo, y haciendo referencia a la figura 14 de los dibujos, se ilustran esquemáticamente una amenaza 608 y una plataforma móvil 610. Un plan de emisiones, generado
30 por un módulo de gestión de emisiones integrado en la plataforma móvil 610, identifica los recursos permitidos por dirección. Por lo tanto, en el ejemplo ilustrado, hay un plan de emisiones en la dirección de la amenaza (segmento 612) y hay otro plan de emisiones en otras direcciones, en este caso donde no hay ninguna amenaza (segmento 612). Los recursos permitidos identificados en los planes de emisiones pueden incluir las formas de onda permitidas, la duración de las emisiones, etc., así como la potencia de transmisión (o “límite de emisiones”).

35 En una realización ilustrativa, se puede generar un plan de emisiones basándose en una ruta planificada previamente y de una amenaza o amenazas conocidas estáticas previas a la misión. En otra realización ilustrativa, se genera un plan de emisiones basándose en una ruta planificada previamente y de amenazas emergentes (estáticas o dinámicas). En aún otra realización ilustrativa, se genera un plan de emisiones basándose en el movimiento dinámico de la propia aeronave y de una o varias amenazas emergentes dinámicas. Por ejemplo, el movimiento dinámico de una aeronave propia significa que la aeronave ya no sigue una ruta planificada previamente (en el caso de una aeronave tripulada, el piloto ha tomado el relevo).

45 La figura 15 de los dibujos ilustra un ejemplo de una ruta planificada previamente que seguirá una aeronave 610 y la ubicación de una amenaza estática. El módulo de gestión de emisiones genera uno o más planes de emisiones a medida que la aeronave recorre su ruta planificada previamente. Utiliza el plan de ruta predeterminado para generar los planes de emisiones. Por lo tanto, para cada tramo o segmento a lo largo de la ruta, hay un plan de emisiones en la dirección de la amenaza 608 (segmento 612) y en otras direcciones (segmento 614).

50 En otra realización ilustrativa, cuando el piloto toma el control (es decir, el modo aeronave ya no está en piloto automático), por ejemplo para perseguir una amenaza, la aeronave ya no volará en una ruta planificada previamente. En tal caso, el módulo de gestión de emisiones no puede utilizar la ruta planificada previamente para generar un plan de emisiones. Por lo tanto, se requiere un motor 604 de predicción para predecir la ubicación futura de su nave propia (también conocido como aeronave propia). A continuación, el módulo de gestión de emisiones utiliza esta información
55 para generar un plan de emisiones. Nota: los datos de predicción futura también pueden combinarse con la ubicación conocida actual e histórica para comprender mejor la ubicación futura de su nave propia.

Los planes de emisiones se pueden generar antes de la misión para toda la ruta, basándose en el plan de ruta conocido. En tal caso, cualquier cambio en la ruta o la aparición de nuevas amenazas puede requerir una
60 replanificación completa. Alternativamente, el (los) plan(es) de emisión(es) pueden realizarse de forma dinámica en la misión, lo que los hace más adaptables a cualquier evento no planificado; el proceso se realiza entre puntos de referencia, por ejemplo; este proceso puede denominarse planificación de emisiones futuro.

A continuación se describe una realización del módulo de gestión de emisiones. Haciendo referencia a la figura 16 de los dibujos, puede haber tres funciones principales dentro del módulo de gestión de emisiones: un gestor 606
65 de emisiones; uno o más planificadores 607 de emisiones; y un motor 604 de geometría de plataforma.

Un gestor 606 de emisiones interactúa con el planificador 607 de emisiones, el motor 604 de geometría de plataforma y con los sistemas externos integrada, tales como la gestión de misiones y el sistema de planificación y gestión de las comunicaciones.

5 Un planificador 607 de emisiones determina los recursos permitidos por dirección, tales como las formas de onda permitidas y el límite de potencia de las transmisiones.

10 Un motor 604 de geometría de plataforma determina la posición relativa con respecto a los activos amenazantes y no amenazantes (en términos de acimut, elevación e inclinación).

Un método según una realización ilustrativa se puede describir de la siguiente forma:

15 1. El gestor 606 de emisiones recibe información (de la gestión de la misión) sobre las amenazas, tal como la ubicación de la amenaza, el identificador de la amenaza y el nivel de EMCON de una amenaza determinada, además de recibir información sobre los activos que no son una amenaza.

20 2. El motor 604 de geometría de plataforma recibe información sobre amenazas o no amenazas, por ejemplo, datos de ubicación en términos de longitud, latitud y altitud, así como datos de ubicación de la propia aeronave. Basándose en la información recibida, el motor de geometría de plataforma determina la posición relativa de la nave con respecto a la amenaza (en términos de acimut, elevación e inclinación del alcance) o la posición relativa de la propia nave con respecto a la no amenaza (p. ej., los activos aliados). La información de posición relativa de un activo determinado que representa una amenaza o no una amenaza se pone entonces a disposición del gestor de emisiones.

25 Nota: La información de posición relativa se puede proporcionar como un rango, por ejemplo, {AZMin a AZMax, ELMIn a ELMMax, SLANTMin a SLANTMax}.

30 3. El planificador 607 de emisiones recibe del gestor de emisiones una solicitud de un plan de emisiones y los parámetros del plan asociados; los parámetros del plan incluyen el identificador de no amenaza/amenaza (p. ej., el tipo), la posición relativa con respecto a la amenaza y la no amenaza y el nivel de EMCON por amenaza/no amenaza.

35 4. El planificador 607 de emisiones también tiene acceso a tablas de consulta predefinidas, que utiliza en su planificación. Las tablas definidas antes de la misión proporcionan información relevante al planificador para que pueda generar un plan de emisiones adecuado para los diferentes niveles de EMCON, tipos de amenazas y tipos sin amenaza. También contiene información sobre los diferentes tipos de amenazas y tipos que no son amenazas, tales como la sensibilidad del receptor y las bandas de frecuencia.

40 5. El planificador 607 de emisiones determina las formas de onda permitidas y el límite de emisiones asociado (p. ej., la potencia de transmisión, la duración de las emisiones) en una dirección determinada, utilizando la información mencionada anteriormente. A continuación, envía el plan de emisiones al gestor de emisiones para su validación.

45 6. Una vez que el gestor de emisiones valida el plan de emisiones recibido, el gestor 606 de emisiones publica entonces el plan de emisiones. A continuación, la función de planificación y gestión de las comunicaciones y/o la función de gestión de la detección utilizan los planes de emisiones.

Planificación de emisiones

50 Para niveles EMCON específicos, las formas de onda y el límite de emisiones permitidos (p. ej., la potencia de transmisión) se pueden determinar antes de la misión. Las formas de onda y los límites de potencia permitidos para niveles de EMCON específicos se pueden obtener de las tablas de consulta definidas antes de la misión. Por ejemplo, para un nivel de EMCON específico, se permiten todas las formas de onda y no hay restricción de potencia de transmisión, en una dirección particular. En otro ejemplo, para otro nivel de EMCON, no se permiten formas de onda y no se permite ninguna potencia de transmisión, en una dirección particular.

55 Para otros niveles de EMCON, la forma de onda y el límite de emisiones permitidos (p. ej., la potencia de transmisión) se determinan en la misión. El límite de emisiones (potencia de transmisión y duración de las emisiones) deberá calcularse basándose en la información sobre la amenaza (p. ej., el tipo de amenaza, la sensibilidad del receptor y la posición relativa ante la amenaza), y las formas de onda permitidas dependerán del tipo de amenaza.

60 El límite de emisiones depende de lo que la aeronave intente lograr.

A. Por ejemplo, si el objetivo es evitar la detección (es decir, la amenaza no puede escuchar la transmisión de la aeronave), el límite de emisiones se establece por debajo de la sensibilidad del receptor de la amenaza para detectar una señal de RF; el límite de emisiones puede basarse en el EIRP máximo permitido, en una dirección determinada.

65

La “potencia radiada isótropa eficaz” (EIRP) (utilizada para determinar el límite de emisiones) se puede calcular utilizando la conocida ecuación de Friis.

5 B. En otro ejemplo, la amenaza puede escuchar la transmisión de la aeronave, pero el tiempo de transmisión no debe ser lo suficientemente largo como para que la amenaza la capte y la decodifique. Por lo tanto, el límite de emisiones puede incluir un valor de duración de las emisiones y un límite de transmisiones; el lim. de transmisión

C. se puede expresar en términos de energía, que es una función del período de captación de la amenaza.

10 Si la plataforma necesita proteger otros activos no peligrosos en el entorno operativo (p. ej., controlar las emisiones que podrían hacer estallar algunos tipos de municiones o protegerse contra la interferencia con un sistema integrado en otro activo), se genera un plan de emisiones en dirección al activo amigo. El plan de emisiones puede identificar un subconjunto de formas de onda permitidas y un límite de emisiones, basándose en información no relacionada con la amenaza, tal como la ubicación sin amenaza y el perfil sin amenaza (p. ej., la sensibilidad del receptor, las bandas de frecuencia).

15 Será evidente para un experto en la técnica, a partir de la descripción anterior, que se pueden realizar modificaciones y variaciones en las realizaciones descritas sin apartarse del alcance de la invención tal como se define en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un módulo (606) de gestión de emisiones para un sistema (610) de gestión de misiones de una plataforma móvil, estando configurado dicho módulo de gestión de emisiones para:
- 5 obtener datos de atributos representativos de:
- 10 i) parámetros de control de emisiones predominantes, en donde los datos de atributos representativos de los parámetros de control de emisiones predominantes comprenden datos de ubicación representativos de un nodo adversario (608) que define una región (612) de control de emisiones; y
- ii) una dirección de dicha región (612) de control de emisiones con respecto a dicha plataforma móvil;
- 15 generar, utilizando dichos datos de atributos, un plan de emisiones que cumpla con las restricciones definidas por dichos parámetros de control de emisiones e incluya al menos un límite de emisiones que defina:
- 20 una potencia de transmisión máxima permitida para ser utilizada por una antena integrada (22) o una parte de la antena de apertura en dicha dirección de dicha región de control de emisiones con respecto a dicha plataforma móvil; y/o
- una duración máxima de emisiones especificada en dicha dirección de dicha región de control de emisiones con respecto a dicha plataforma móvil; y
- 25 en respuesta a dicho plan de emisiones:
- 30 maniobrar dicha plataforma móvil de tal modo que la antena integrada no apunte en la dirección de dicha región de control de emisiones; o
- reducir la potencia de transmisión suministrada a la antena integrada de tal modo que esté por debajo de la potencia de transmisión máxima,
- 35 por lo que la firma de emisiones de dicha plataforma móvil se reduce en la dirección de dicha región de control de emisiones mientras se mantiene la comunicación con otro nodo.
- 40 2. Un módulo de gestión de emisiones según la reivindicación 1, configurado para generar una pluralidad de planes de emisiones relacionados con una pluralidad respectiva de direcciones especificadas en relación con dicha plataforma móvil; y generar al menos un plan de emisiones con respecto a una ruta planificada o prevista de dicha plataforma móvil.
- 45 3. Un módulo de gestión de emisiones según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, configurado para generar una pluralidad de planes de emisiones con respecto a una pluralidad respectiva de partes de una ruta planificada o prevista de dicha plataforma móvil.
5. Un módulo de gestión de emisiones según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, configurado para generar un plan de emisiones actualizado en respuesta a un evento no planificado.
- 50 6. Un módulo de gestión de emisiones según la reivindicación 4, en donde dicho evento no planificado comprende una o más de las siguientes: la detección de una amenaza emergente, un cambio de ruta de dicha plataforma móvil y un cambio del modo de operación de la plataforma.
7. Un módulo de gestión de emisiones según la reivindicación 5, en donde dichos datos de atributos comprenden datos representativos de una ubicación de dicha amenaza en relación con dicha plataforma móvil y/o el otro nodo, un nivel de control de emisiones asociado con dicha amenaza y la información del perfil de amenaza.
- 55 8. Aparato para la gestión de comunicaciones con respecto a una plataforma móvil que comprende al menos una aplicación de plataforma y un sistema de comunicaciones, estando dicho sistema de comunicaciones dispuesto y configurado para efectuar la comunicación de datos entre dicha plataforma y otro nodo por medio de un enlace de comunicaciones inalámbricas compatible según un plan de comunicaciones, en donde dicho aparato comprende un módulo de gestión de emisiones según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6.
- 60 9. Aparato según la reivindicación 7, configurado para: recibir datos representativos de un requisito de comunicación entre dicha plataforma y otro nodo; y generar dicho plan de emisiones para utilizar en la generación de un plan de comunicaciones para soportar dicho requisito de comunicación entre dicha plataforma y dicho otro nodo.
- 65 10. Aparato según la reivindicación 7 o la reivindicación 8, que comprende además un módulo (10) de planificación de comunicaciones, en donde dicho módulo de gestión de emisiones se configura para:

-generar datos del plan de emisiones representativos de dicho plan de emisiones y transmitir dichos datos del plan de emisiones a dicho módulo de planificación de comunicaciones;

5 estando configurado dicho módulo de planificación de comunicaciones para:
- en respuesta a la recepción de dichos datos del plan de emisiones, determinar cuál de una pluralidad de antenas integradas disponibles puede utilizarse para cumplir con dichas restricciones definidas por dicho plan de emisiones; y
10 -seleccionar una antena permitida e incluir datos representativos de dicha antena permitida en un plan de comunicaciones.

10. Aparato según la reivindicación 9, en donde dicho módulo de planificación de comunicaciones se configura, al generar dicho plan de comunicaciones, para realizar un proceso de selección de potencia para seleccionar una potencia de transmisión de una o más antenas designadas en dicho plan de comunicaciones para cumplir con dicho límite de emisiones definido en dicho plan de emisiones.

11. Aparato según la reivindicación 10, en donde dicho módulo de planificación de comunicaciones se configura para determinar la mejor potencia de transmisión posible para lograr una calidad de enlace inalámbrico deseada, utilizando datos representativos de uno o más de: la distancia relativa entre dicha plataforma y un nodo receptor, la distancia relativa entre dicha plataforma y dicha región/nodo adversario de EMCON, el alcance de potencia del enlace de comunicaciones, el presupuesto de potencia de la plataforma, la ganancia de antena y/o el apuntamiento de la antena, las pérdidas (p. ej., la pérdida atmosférica, la pérdida de propagación en el espacio libre) y los requisitos de comunicación de dichos requisitos de comunicación en al menos una aplicación de plataforma.

12. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 11, que comprende además un módulo de motor de geometría de plataforma para proporcionar a dicho módulo de gestión de emisiones datos representativos de una posición y orientación de dicha plataforma en relación con dicho otro nodo y dicho otro nodo en relación con dicha plataforma móvil.

13. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 12, que comprende además un módulo de motor de geometría de plataforma para proporcionar a dicho módulo de gestión de emisiones datos representativos de dicha dirección de dicha región de control de emisiones con respecto a dicha plataforma.

14. Un método para la gestión de emisiones con respecto a una plataforma móvil (610), que comprende:
35 obtener datos de atributos representativos de:
i) parámetros de control de emisiones predominantes, en donde los datos de atributos representativos de los parámetros de control de emisiones predominantes comprenden datos de ubicación representativos de un nodo adversario (608) que define una región (612) de control de emisiones; y
40 ii) una dirección de dicha región (612) de control de emisiones con respecto a dicha plataforma móvil;

45 generar, utilizando dichos datos de atributos, un plan de emisiones que cumpla con las restricciones definidas por dichos parámetros de control de emisiones e incluya al menos un límite de emisiones que defina:

una potencia de transmisión máxima permitida para ser utilizada por una antena integrada (22) o una parte de la antena de apertura en una dirección específica con respecto a dicha plataforma móvil; y/o
50 una duración máxima de emisiones especificada en dicha dirección de dicha región de control de emisiones con respecto a dicha plataforma móvil; y

en respuesta a dicho plan de emisiones:

55 maniobrar dicha plataforma móvil de tal modo que la antena integrada no apunte en la dirección de dicha región de control de emisiones; o
reducir la potencia de transmisión suministrada a la antena integrada de tal modo que esté por debajo de la potencia de transmisión máxima,
60 por lo que la firma de emisiones de dicha plataforma móvil se reduce en la dirección de dicha región de control de emisiones mientras se mantiene la comunicación con otro nodo.

Figura 1

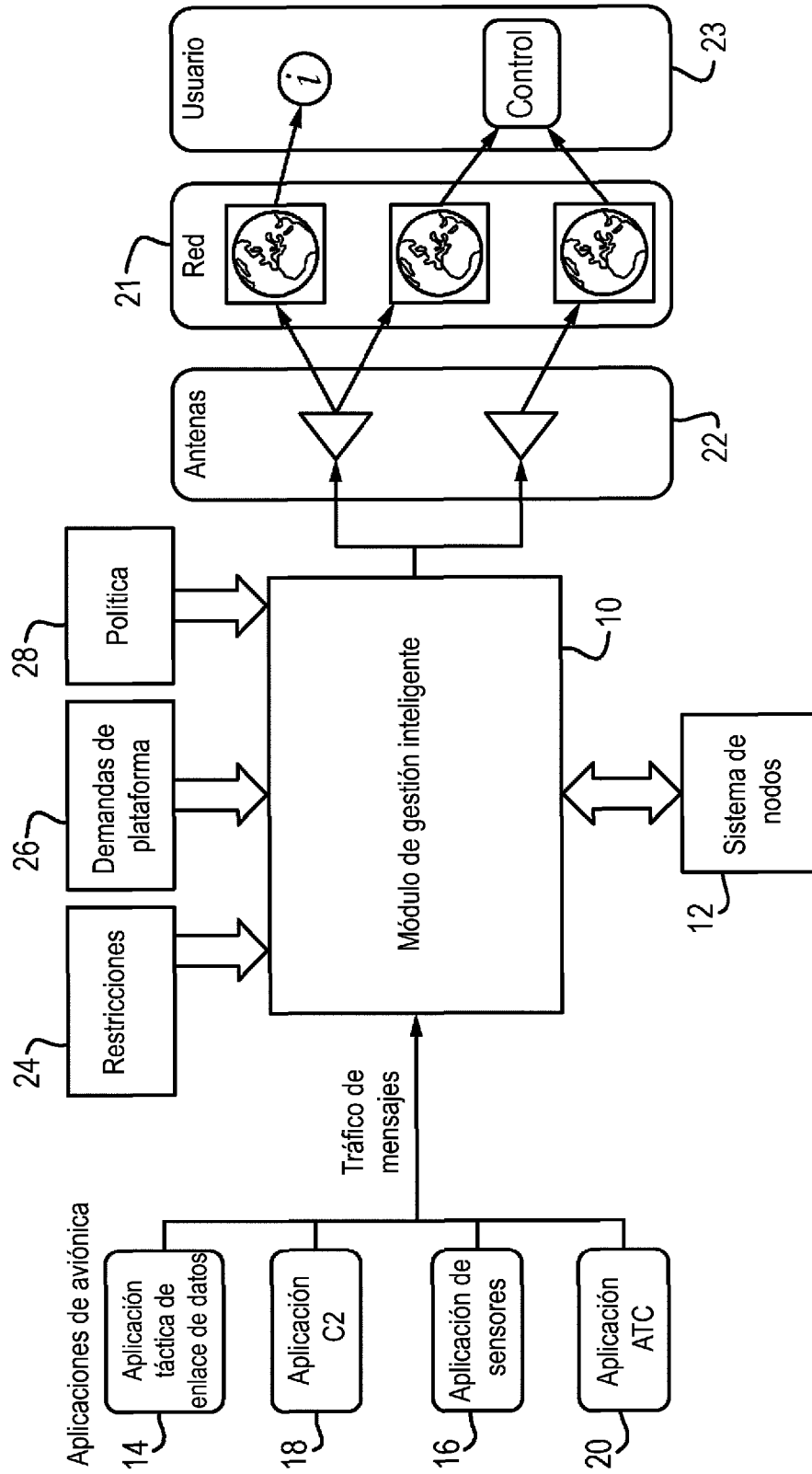


Figura 2

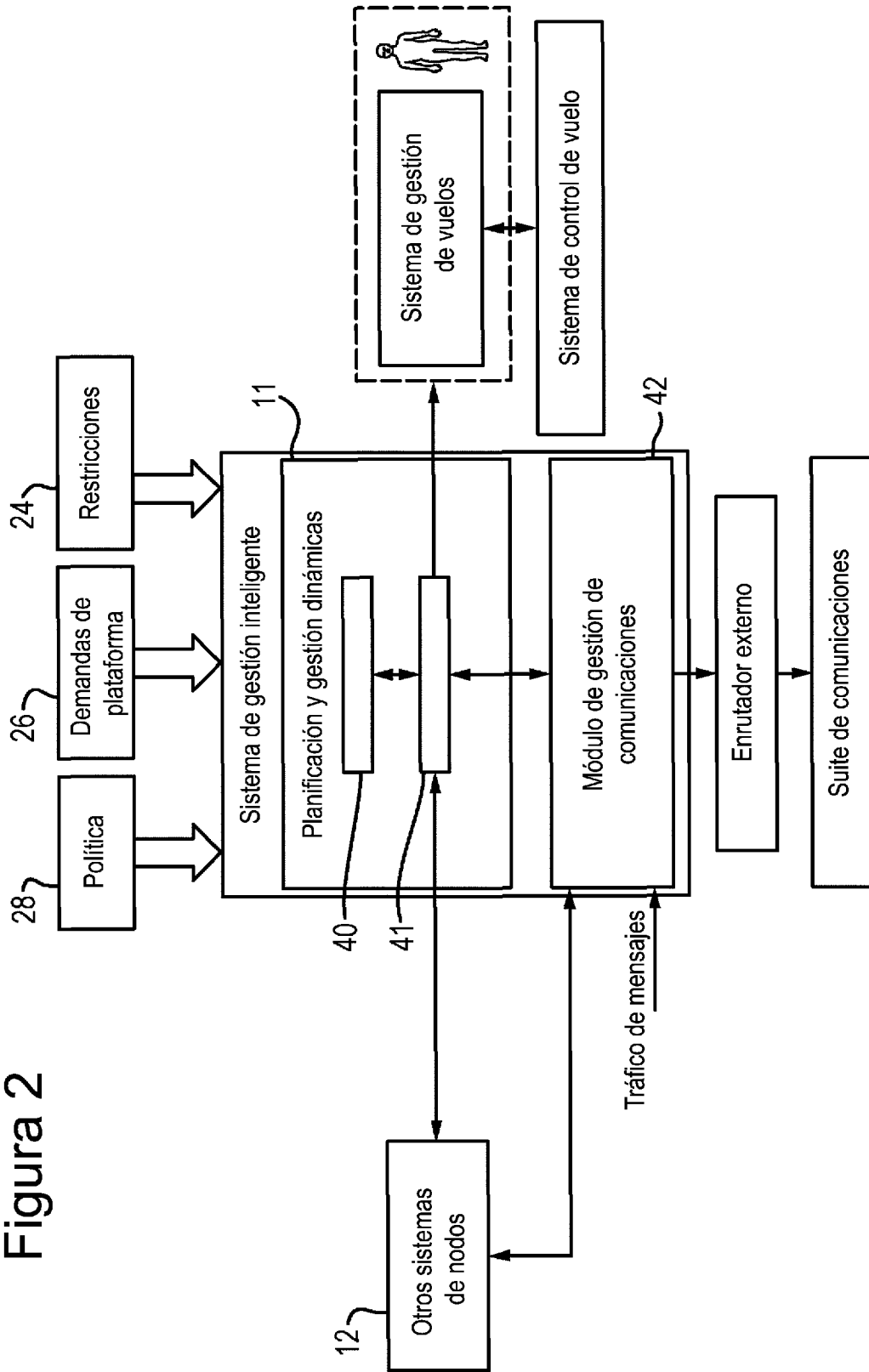


Figura 3A

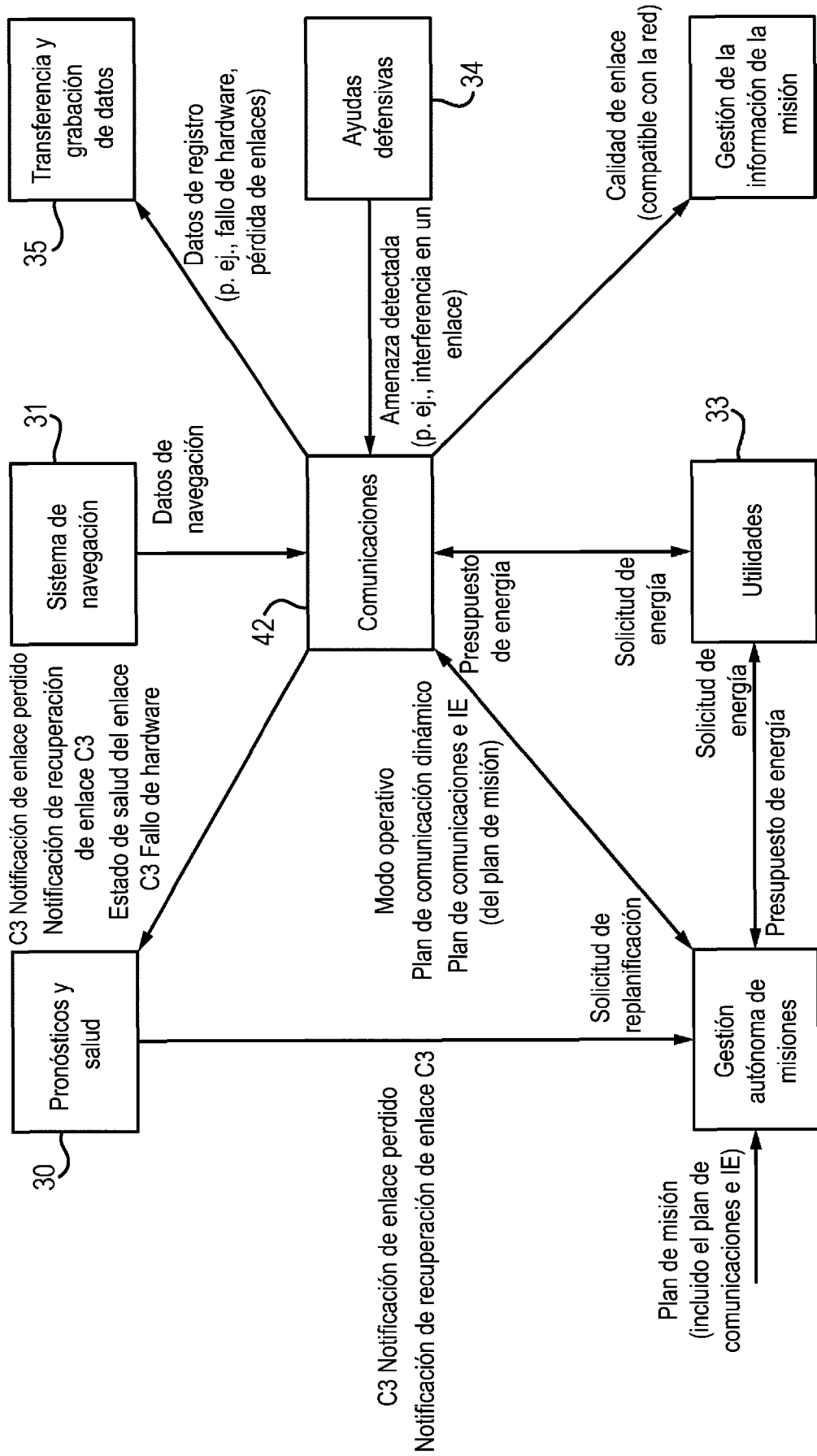


Figura 3B

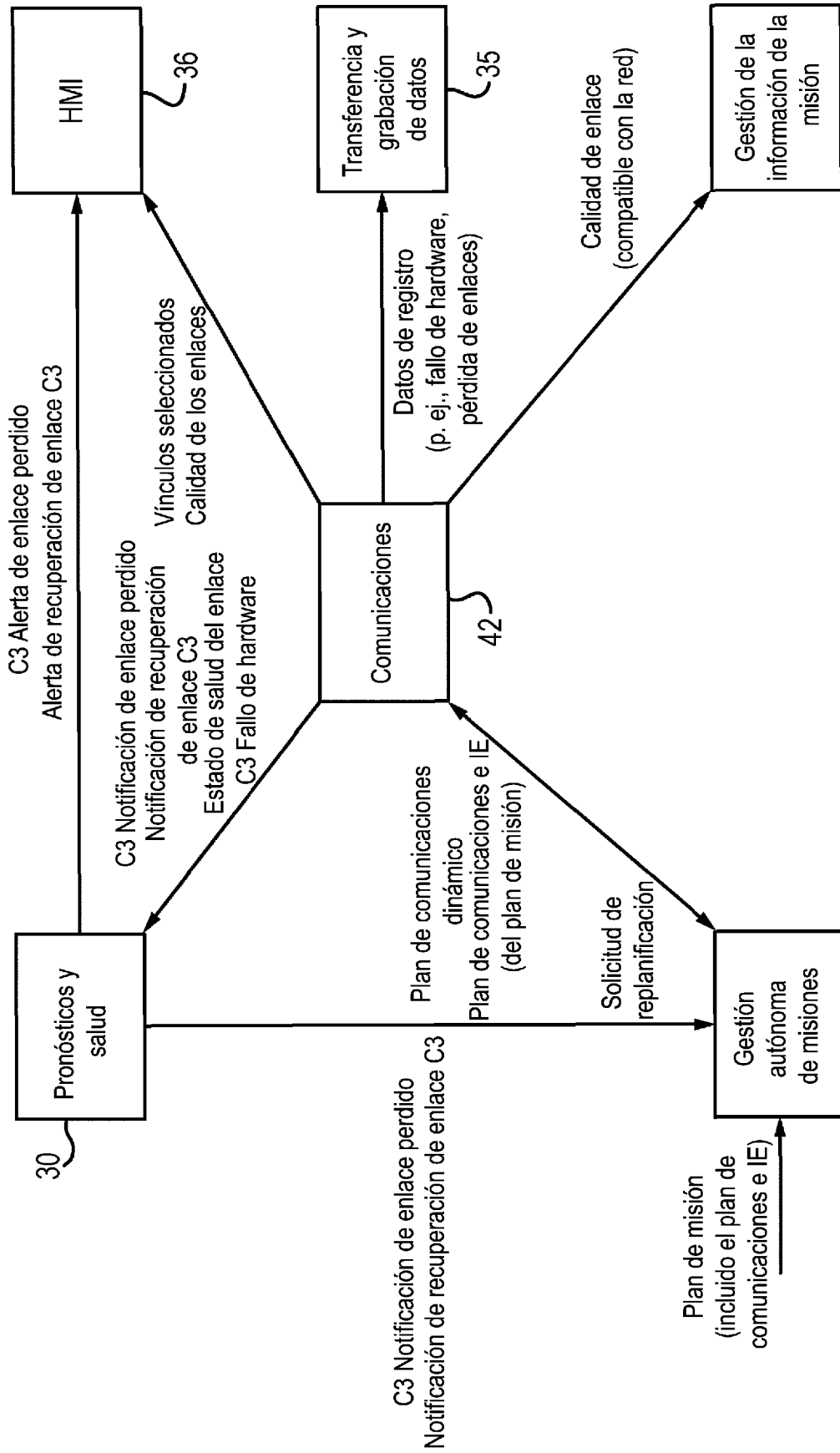


Figura 4

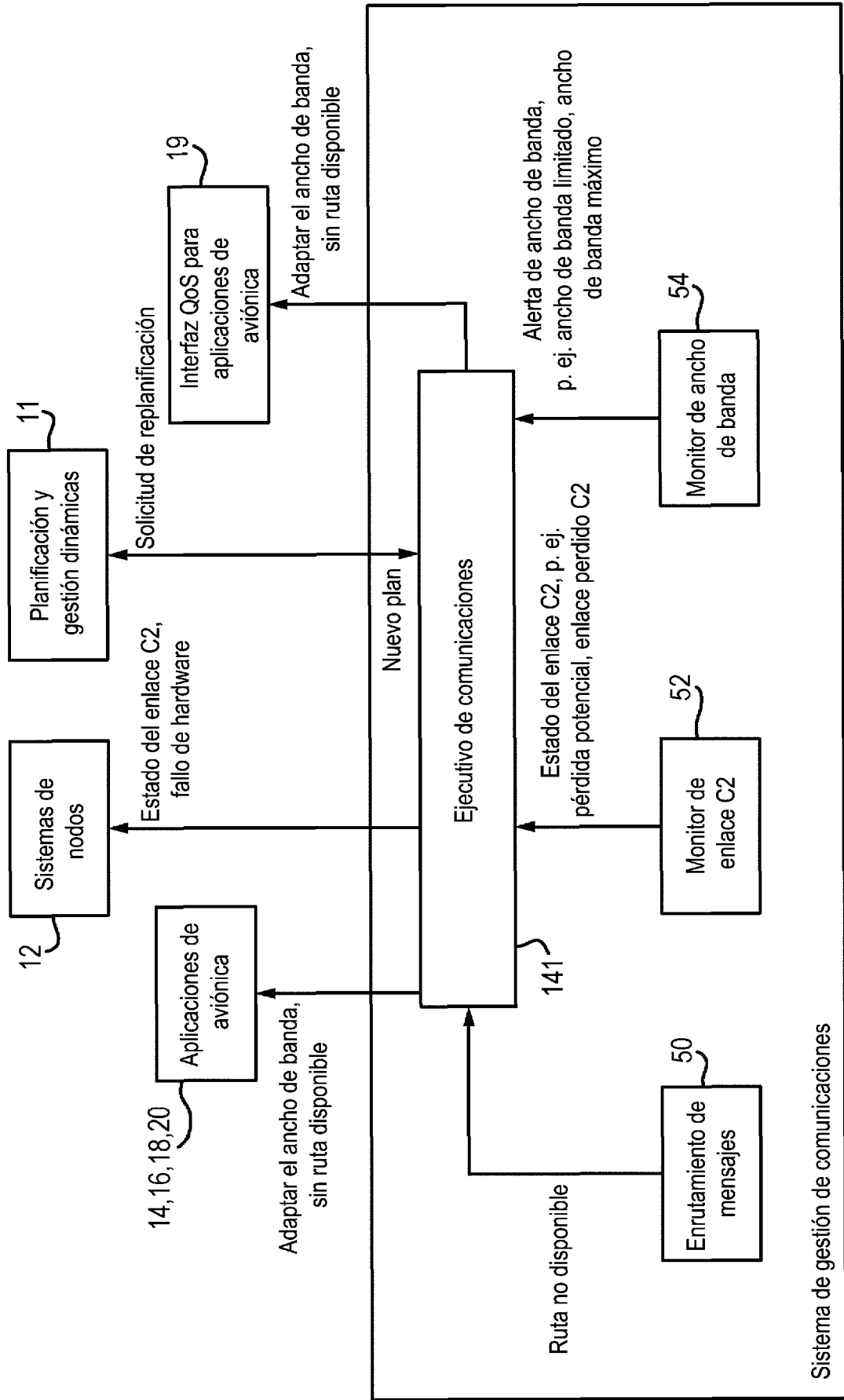


Figura 5

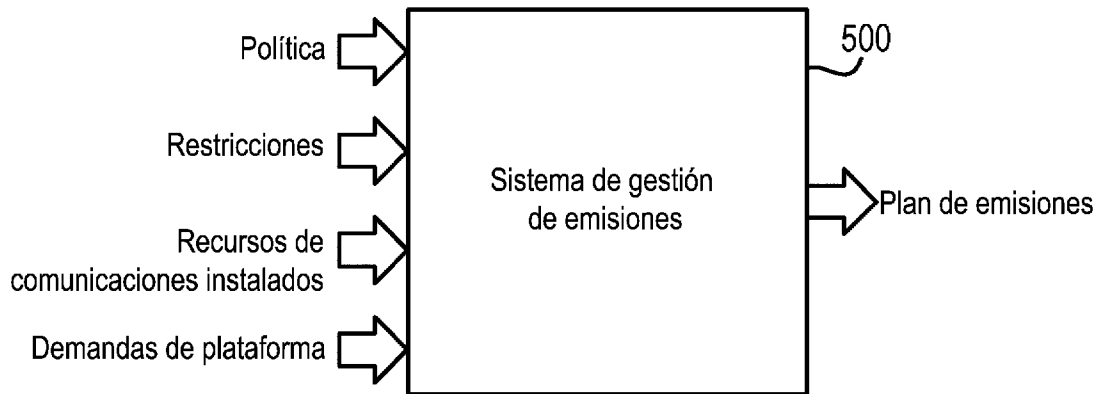


Figura 6

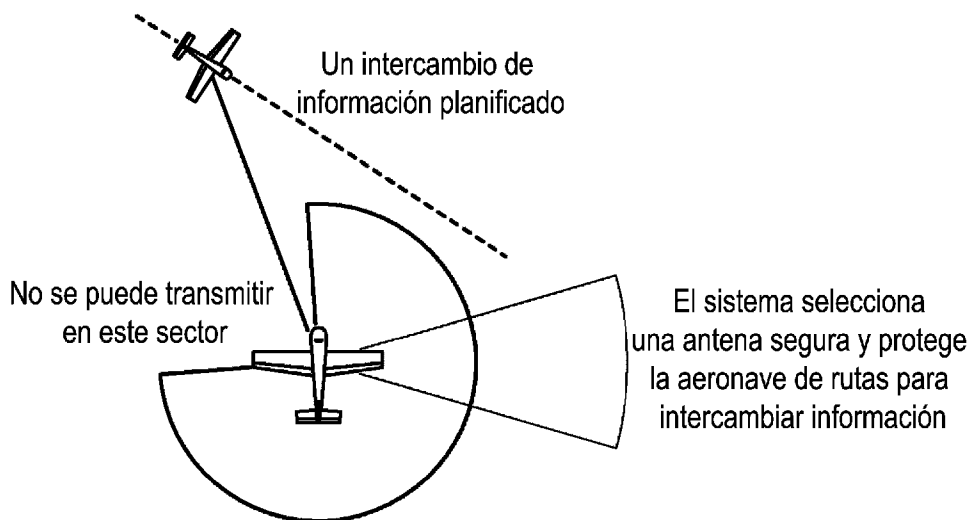


Figura 7

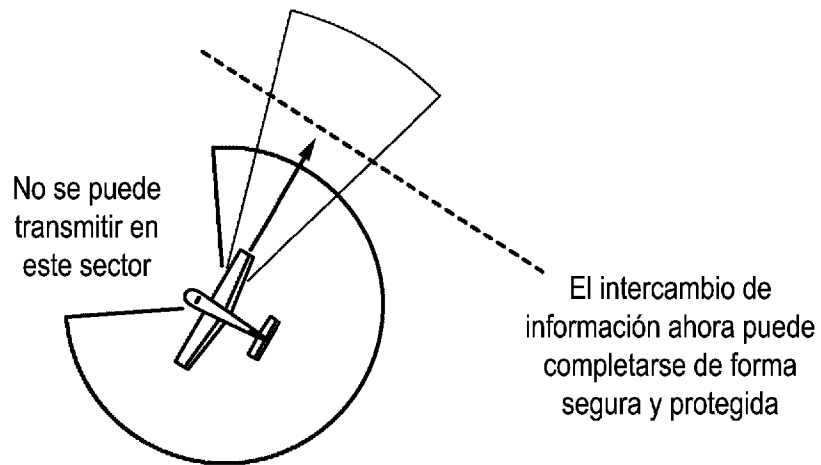


Figura 8

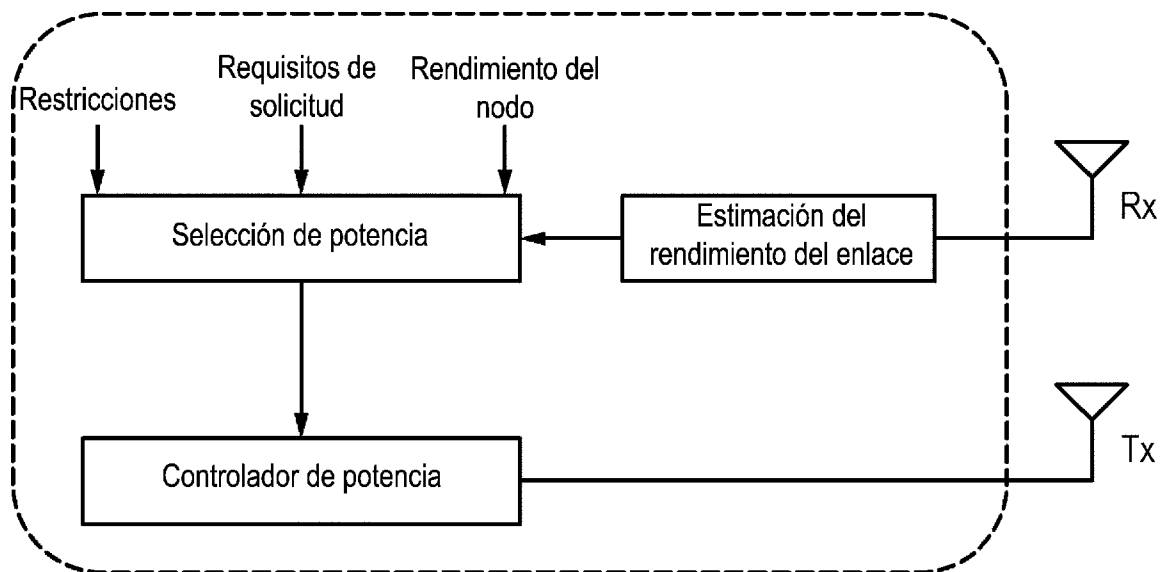


Figura 9

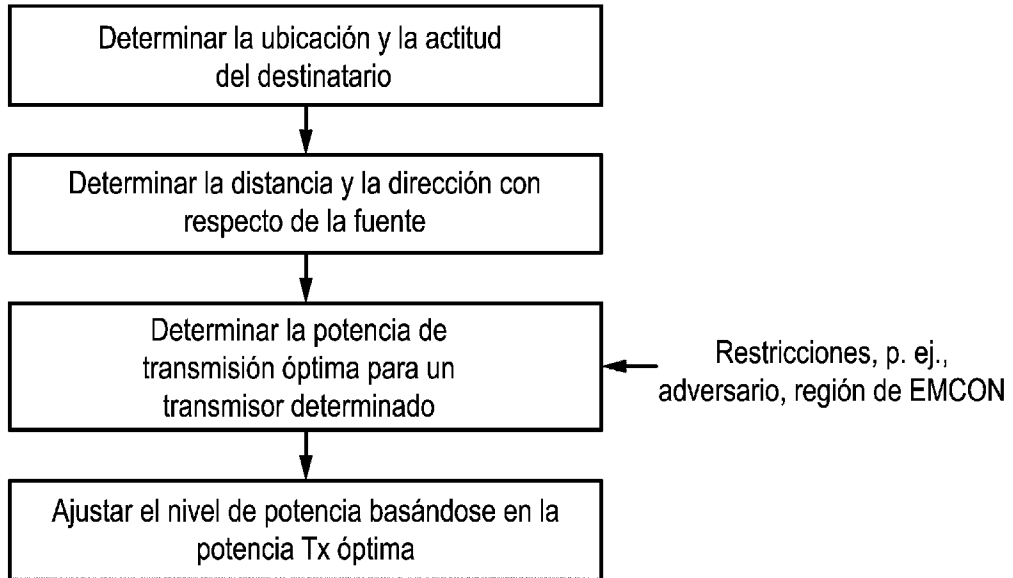


Figura 10

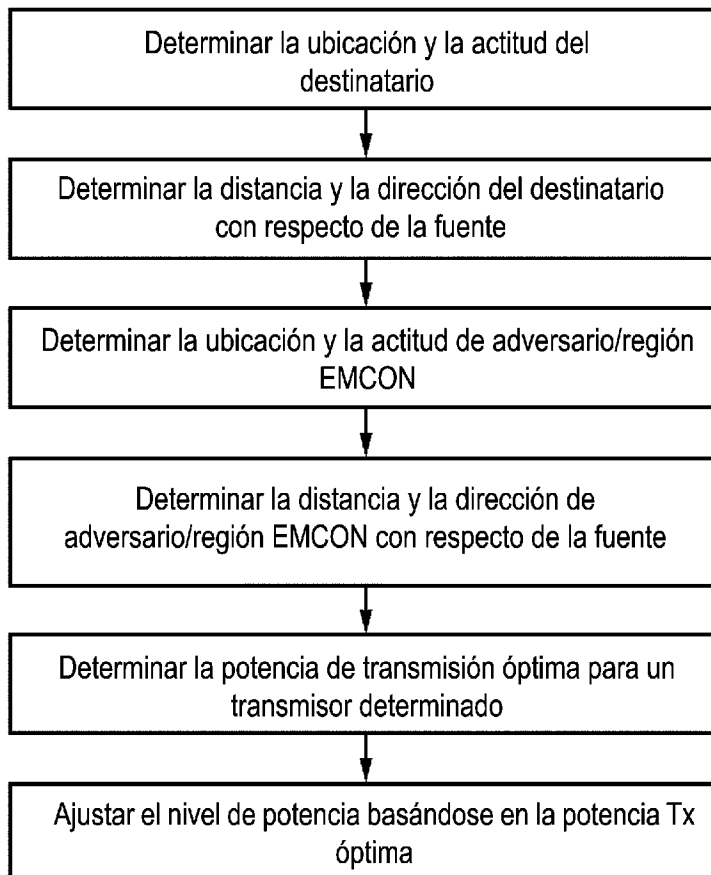


Figura 11

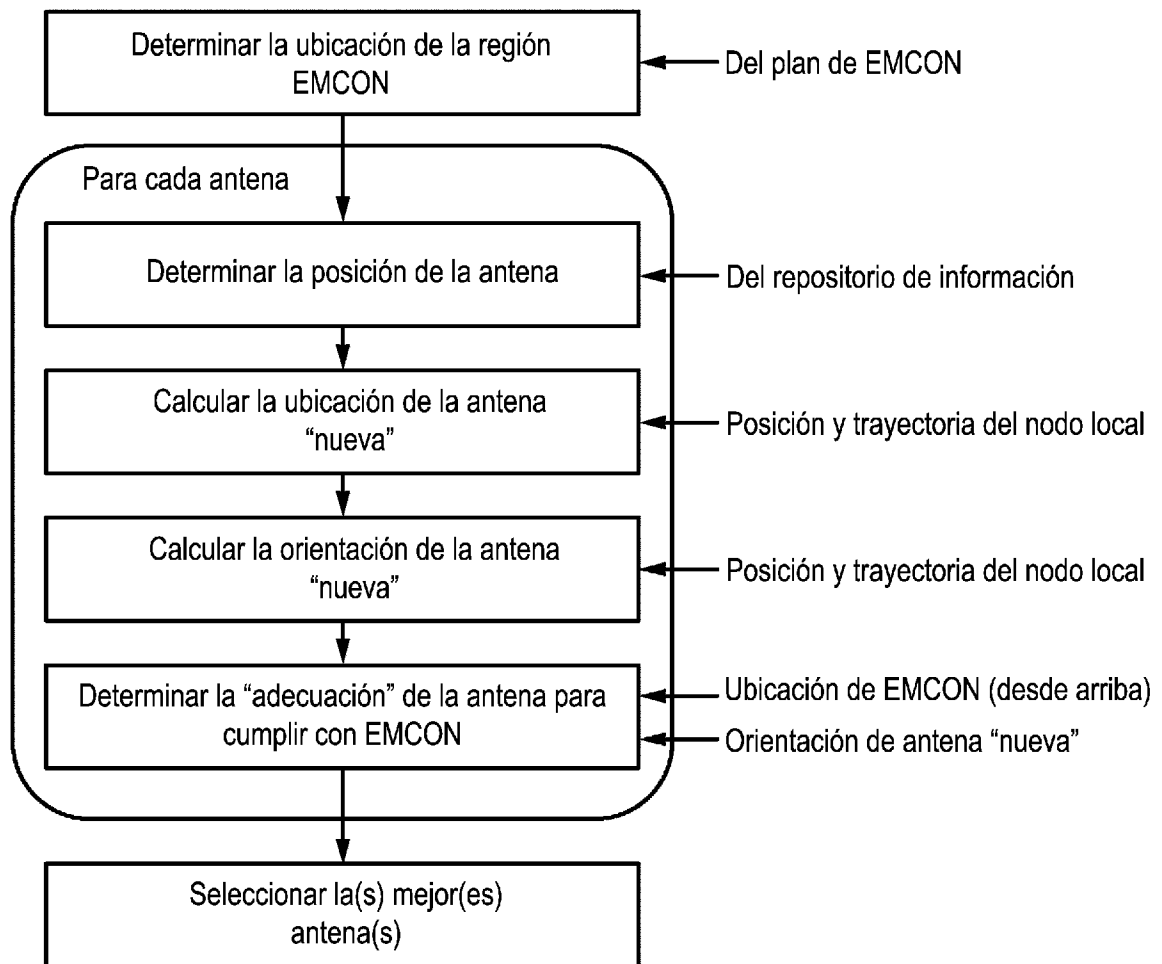


Figura 12

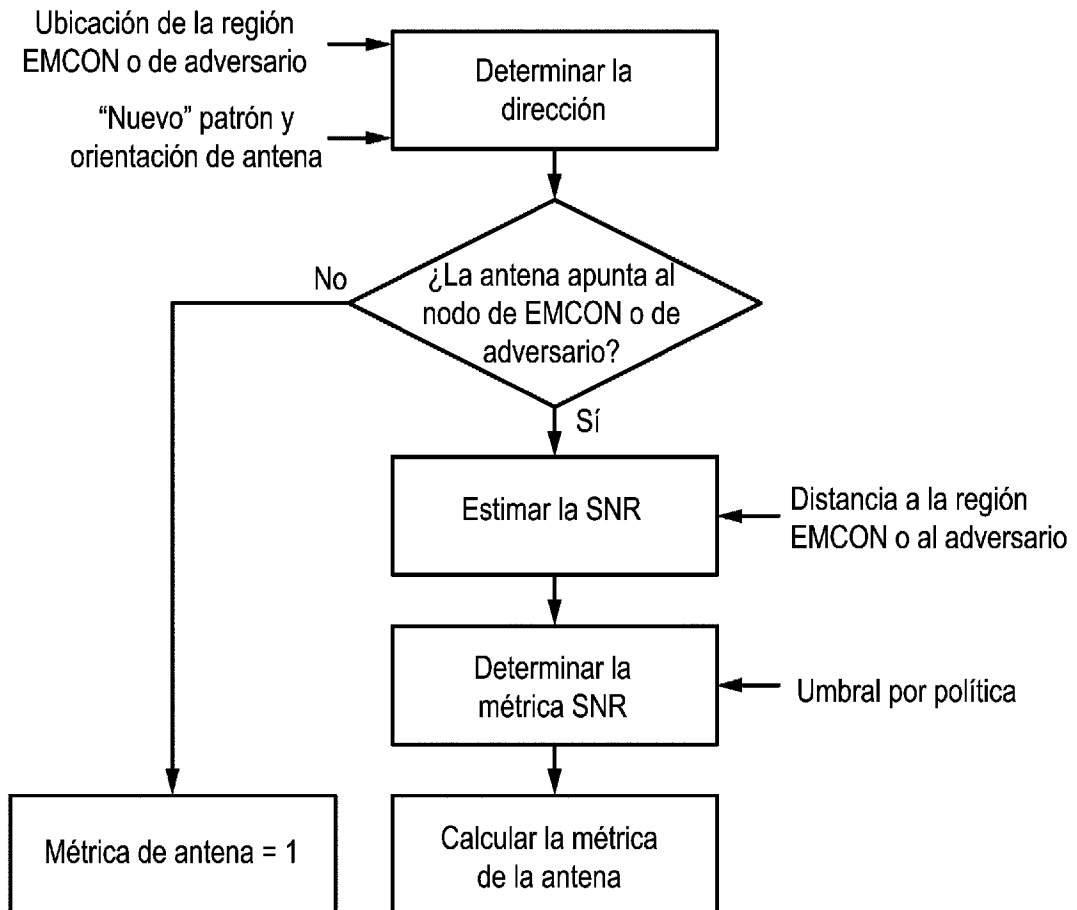


Figura 13

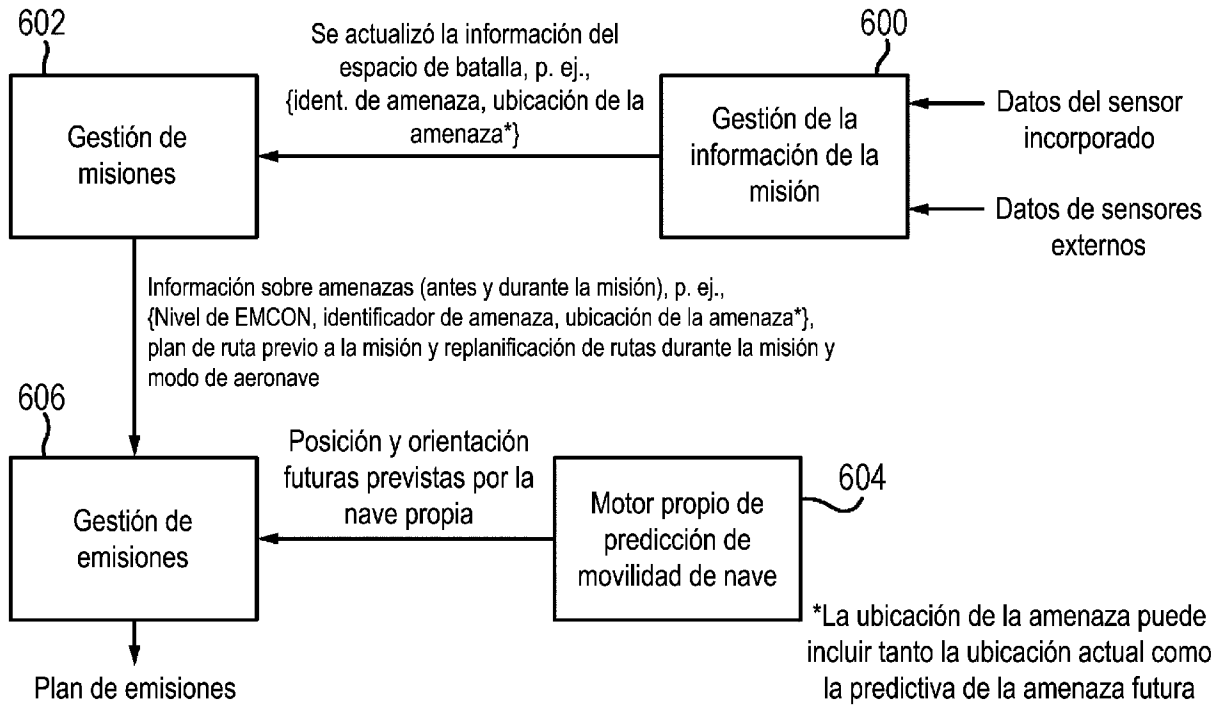


Figura 14

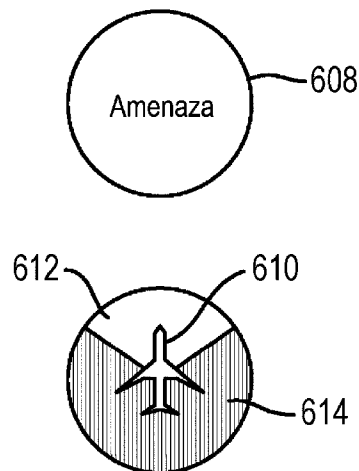


Figura 15

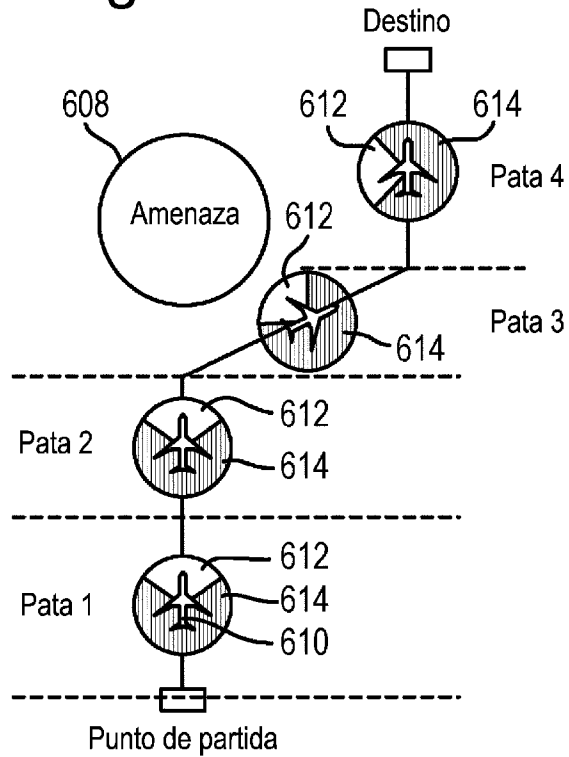


Figura 16

