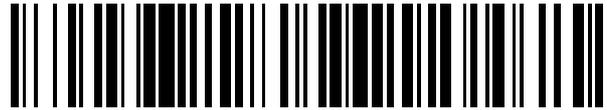


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 774 446**

51 Int. Cl.:

G08C 17/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.03.2016 PCT/IB2016/051184**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.09.2016 WO16139604**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.03.2016 E 16715345 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.11.2019 EP 3266011**

54 Título: **Sistema de transmisión de órdenes y de un flujo de vídeo entre una máquina guiada a distancia tal como un dron y una estación terrestre**

30 Prioridad:

02.03.2015 FR 1551755

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

21.07.2020

73 Titular/es:

**UAVIA (100.0%)
37 rue des Malassis
94400 Vitry-sur-Seine, FR**

72 Inventor/es:

CHRISTOMANOS, CLÉMENT

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 774 446 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sistema de transmisión de órdenes y de un flujo de vídeo entre una máquina guiada a distancia tal como un dron y una estación terrestre

Ámbito de la invención

5 La presente invención se refiere a la transmisión de órdenes de guiado y de flujo de vídeo entre un dron, es decir una aeronave guiada a distancia o autónoma de cualquier tipo, y un operador terrestre.

Entre los tipos de drones actualmente existentes, se pueden citar los drones de ala giratoria tales como los helicópteros, cuadricópteros y análogos. Se pueden citar igualmente los drones de ala fija, propulsados por uno o varios motores térmicos o eléctricos.

10 De modo más particular, la presente invención se refiere al ámbito de la transmisión entre un dron y su operador. Los drones son guiados a distancia, es decir que existe una conexión a distancia entre el operador y el dron. El operador puede así enviar órdenes de guiado al dron, concernientes por ejemplo a la posición geográfica del dron o a la operación a distancia de sistemas embarcados. Existe igualmente una conexión en el sentido de retorno, con el fin de, por una parte, permitir al dron transmitir informaciones relacionadas con el vuelo o la misión (altitud, velocidad, posición geográfica...) y, por otra, permitir al dron enviar al operador un flujo de vídeo, el cual se obtiene de una cámara embarcada.

Este flujo de vídeo es indispensable para el guiado de la máquina o para el cumplimiento de las misiones, por ejemplo para una misión de vigilancia. El flujo de vídeo permite en particular un guiado denominado « de inmersión »: el operador, en lugar de guiar el dron mirando al mismo, utiliza la conexión de vídeo para guiarle, como si se encontrara a bordo del dron.

Estado de la técnica

En el estado de la técnica actual se encuentran varias técnicas que permiten transmitir al dron órdenes de guiado, y que permiten al dron transmitir a su operador un flujo de informaciones así como un flujo de vídeo.

25 Entre estas técnicas, la más expandida es la utilización de enlaces hercianos de tipo radio, técnica utilizada especialmente en aeromodelismo. El operador como el dron, tienen un sistema de emisión/recepción de radio. Un protocolo específico permite la codificación, la descodificación y la transmisión de los datos o del vídeo. La utilización de esta técnica tiene sin embargo importantes inconvenientes. En primer lugar, la utilización del espectro de radiofrecuencias está sometida a la regulación de autoridades locales o estatales. Así, el sistema solo puede transmitir en bandas de frecuencias para las cuales se haya obtenido una autorización, o en bandas de frecuencias dejadas libres para la utilización por el público. En segundo lugar, la transmisión de las ondas de radio en espacio libre tiene límites intrínsecos, relacionados con la física. La atenuación natural de las ondas de radio así como la presencia de obstáculos (fenómenos de múltiples trayectorias) disminuyen la calidad de la transmisión hasta una distancia a la cual la conexión es inutilizable. A esta distancia se la denomina generalmente alcance de utilización de la conexión. Actualmente, conexiones de radio para drones permiten alcances de utilización máximos del orden de 60 km, siendo este dato muy variable según la topografía del terreno o las condiciones atmosféricas.

Otra técnica utilizada habitualmente es la conexión de radio de tipo satélite. Un satélite en órbita alrededor de la Tierra es utilizado como relé de transmisión entre el dron y su operador. Esta técnica permite alcances de utilización mucho mayores, pero los sistemas de emisión y de recepción pueden ser voluminosos, caros y complejos para la utilización, especialmente en vista de los problemas causados por la latencia, es decir el tiempo de trayecto de la información.

40 Otra técnica utiliza también una conexión de tipo red local Wi-Fi (marca registrada) o Bluetooth (marca registrada). Una red Wi-Fi permite conectar sin cables varios aparatos informáticos en el seno de una red con el fin de permitir la transmisión de datos entre los mismos. Tales redes son implementaciones de las normas IEEE 802.11. Dicha conexión puede ser utilizada para permitir la comunicación bidireccional entre el dron y su operador. Estas técnicas tienen alcances de utilización muy limitados, del orden de 100 m en Wi-Fi.

45 Un ejemplo típico de un dron que utiliza técnicas de telecomunicaciones Wi-Fi o Bluetooth es el AR.Drone® de Parrot SA. París, Francia. La solicitud de patente europea EP 2 450 862 A1 describe un « Procedimiento de transmisión de órdenes y de un flujo de vídeo entre un dron y un mando a distancia por una conexión de tipo red inalámbrica » que utiliza las técnicas Wi-Fi o Bluetooth.

Compendio de la invención

50 El estado de la técnica actual no propone por tanto una técnica que permita, de manera eficaz y económicamente ventajosa, el guiado de un dron a distancias importantes, normalmente de varios centenares de kilómetros. La presente invención se propone resolver este problema al permitir el guiado de un dron y la transmisión de un flujo de vídeo a distancias potencialmente ilimitadas, dentro del límite de la cobertura geográfica en red móvil.

- Se propone así según la invención un sistema de transmisión de órdenes y de un flujo de vídeo entre una máquina guiada a distancia tal como un dron y una estación terrestre, caracterizado por que el mismo comprende una conexión bidireccional entre máquina y estación terrestre, que emplea al menos en parte una red de comunicación celular, estando asegurada la citada conexión bidireccional por medio de un módem celular en la máquina y que, por una parte, transporta un flujo de vídeo comprimido generado por una cámara y un módulo de codificación de vídeo y, por otra, informaciones que pertenecen a un grupo que comprende órdenes de control de desplazamiento y datos de vuelo o características de guiado de la máquina guiada a distancia, comprendiendo el sistema además medios de gestión de la conexión bidireccional aptos para asegurar un mantenimiento de la citada conexión teniendo en cuenta la variabilidad de topología y de prestaciones de la conexión, inducida por el empleo de la red de comunicación celular.
- 5 Este sistema puede comprender ventajosamente pero opcionalmente las características adicionales siguientes, tomadas en cualesquiera combinaciones, que el experto en la técnica considere técnicamente compatibles:
- * la máquina y la estación terrestre comunican por la conexión bidireccional por medio de un protocolo por paquetes.
 - * los medios de gestión de la conexión son aptos para realizar una adaptación del caudal binario del flujo de vídeo comprimido por ajuste de los parámetros de codificación del flujo de vídeo en función de una medición de la banda pasante de la conexión bidireccional de la máquina hacia la estación.
- 15
- * en ausencia de una medición fiable de la banda pasante, la citada adaptación se realiza haciendo variar de modo repetido los parámetros de codificación para aumentar progresivamente el caudal binario del flujo de vídeo comprimido y ajustando los parámetros de codificación para obtener un caudal binario ligeramente inferior a un caudal que provoque un fenómeno de congestión.
- 20
- * la citada adaptación se realiza reservando una porción incompresible de la banda pasante disponible para el encaminamiento de informaciones críticas.
 - * las informaciones críticas pertenecen a un grupo que comprende datos de vuelo, características del guiado de la máquina guiada a distancia y órdenes de guiado o de misión.
- 25
- * los citados medios de gestión de la conexión son aptos para calcular una nota de calidad de la conexión bidireccional al menos de la estación hacia la máquina, y neutralizar las instrucciones de vuelo recibidas en el caso en que la citada nota sea inferior a un umbral.
 - * la citada nota se establece en función de al menos dos mediciones de características de la conexión entre la latencia, la tasa de paquetes recibidos en desorden, la tasa de paquetes no recibidos y la tasa de paquetes y la tasa de paquetes recibidos no integrados.
- 30
- * los citados medios de gestión de la conexión bidireccional comprenden la implementación de al menos un protocolo de establecimiento de sesión y de al menos un protocolo de paso a través o de elusión de NAT.
 - * los medios de gestión de la conexión son aptos para incluir en los mensajes del protocolo de establecimiento de sesión informaciones relativas al tipo de punto conectado, a saber máquina o estación terrestre.
- 35
- * los medios de gestión de la conexión son aptos para incluir en los mensajes del protocolo de establecimiento de sesión informaciones relativas a los derechos de una estación terrestre en una máquina.
 - * los citados derechos comprenden derechos de control del desplazamiento de la máquina y derechos de control de la cámara de la máquina.
- Según un segundo aspecto, se propone un conjunto de una máquina guiada a distancia tal como un dron y de una estación terrestre, caracterizado por que el mismo comprende un sistema de transmisión tal como el definido anteriormente.
- 40
- En una forma de realización, este conjunto comprende además al menos una segunda estación terrestre, una segunda conexión bidireccional entre máquina y estación terrestre, que implemente al menos en parte una red de comunicación celular, y segundos medios de gestión de la segunda conexión bidireccional entre la segunda estación terrestre y la máquina.
- 45 Aspectos preferidos pero facultativos de tal conjunto son los siguientes:
- * los primeros y segundos medios de gestión de las conexiones bidireccionales son aptos para transportar informaciones de respectivos derechos de las dos estaciones terrestres con respecto a la citada máquina.
 - * los primeros y segundos medios de gestión de las conexiones bidireccionales son aptos para encaminar instrucciones críticas desde el suelo hacia la máquina a través de la primera conexión bidireccional o la segunda conexión bidireccional en función de un tipo de criticidad, a saber criticidad temporal o criticidad de encaminamiento.
- 50

Otro aspecto de la invención es un procedimiento de transmisión de órdenes y de un flujo de vídeo entre una máquina guiada a distancia tal como un dron y una estación terrestre, caracterizado por que el mismo implementa una conexión bidireccional que emplea al menos en parte una red de comunicación telefónica celular, estando asegurada la citada conexión bidireccional por medio de un módem celular en la máquina y que transporta un flujo de vídeo comprimido generado por una cámara y medios de codificación de vídeo, y al menos uno entre órdenes de guiado o de misión y datos de vuelo o características del guiado de la máquina guiada a distancia.

Preferentemente pero opcionalmente, en este procedimiento:

* la máquina y la estación terrestre comunican por la conexión bidireccional por medio de un protocolo de Internet.

* una adaptación del caudal binario del flujo de vídeo comprimido se obtiene por modulación de la tasa de compresión del flujo de vídeo captado por la cámara.

* la citada adaptación se realiza, en el caso en que una medición fiable del margen de la banda pasante disponible sea imposible, forzando un aumento del caudal binario del flujo de vídeo comprimido o un aumento de la definición del flujo de vídeo comprimido, siendo repetido este aumento forzado a intervalos de tiempo regulares, de manera que se llegue a una consigna de los parámetros de codificación justo por debajo del nivel en el cual la transmisión del flujo de vídeo que tenga estos parámetros provoque un fenómeno de congestión.

* la citada adaptación se realiza reservando una porción de la banda pasante disponible, cuya porción sea incompresible y esté reservada al encaminamiento de informaciones críticas tales como los datos de vuelo o características del guiado de la máquina guiada a distancia o al encaminamiento de informaciones críticas tales como las órdenes de guiado o de misión.

* el procedimiento comprende además una transmisión, hacia la parte descendente (máquina hacia estación) de la conexión bidireccional, de datos de vuelo o características del guiado de la máquina guiada a distancia a caudal binario constante.

* las órdenes de misión o de guiado son emitidas a intervalos de tiempo constantes y por acción del operador, el cual decide un cambio de los parámetros de la misión cuya ejecución está en curso, pudiendo concernir estos parámetros al menos a uno entre la posición geográfica de la máquina guiada a distancia, su velocidad, su destino, sus ángulos característicos de guiada, de cabeceo y de balanceo, su rumbo, la utilización de un sensor o de un accionador específico tal como la orientación de una cámara.

* el flujo de vídeo es recibido por la estación y descodificado por intermedio de una interfaz, la cual está constituida por una página de Internet consultada por el operador en un navegador de Internet, página que permite el control de la máquina guiada a distancia y la visualización de parámetros apropiados para su operación tales como, de manera no limitativa, su posición geográfica, su velocidad, su destino, sus ángulos característicos, u otras informaciones procedentes de sensores embarcados.

* a bordo de la máquina guiada a distancia están embarcados sensores con el fin de realizar diversas misiones tales como, a modo de ejemplo no limitativo, misiones de imagen en campo visible o infrarrojo, misiones de cartografía en dos o tres dimensiones o diversas lecturas de parámetros procedentes de sensores presentes a bordo. Este procedimiento está caracterizado por que la conectividad de la máquina guiada a distancia con la red de Internet le permite almacenar estos datos en un servidor distante o facilitar los mismos en tiempo real al operador por intermedio de una interfaz.

Según otro aspecto todavía, se propone un conjunto de una máquina guiada a distancia tal como un dron y de una estación terrestre, caracterizado por que el mismo comprende medios para la implementación del procedimiento tal como se definió anteriormente y medios para emitir paquetes de control y/o de estadísticas y con el fin de analizar la calidad de la conexión bidireccional en al menos una de sus direcciones o en las dos direcciones simultáneamente, de manera que se modulen los parámetros de codificación de vídeo en el sentido de una reducción del caudal binario del flujo de vídeo comprimido o de una reducción de la definición del flujo de vídeo comprimido cuando se detecte que la banda pasante disponible en la conexión no permita el encaminamiento de los flujos de información sin fenómenos de congestión, de pérdida de paquetes o sin latencia excesiva, y en el sentido de un aumento del caudal binario del flujo de vídeo comprimido o de un aumento de la definición del flujo de vídeo comprimido cuando la banda pasante disponible no sea utilizada totalmente y el aumento de la definición del flujo de vídeo comprimido sea susceptible de representar una mejora de la experiencia del usuario.

Breve descripción de los dibujos

Se va a describir ahora la implementación de la invención, en referencia a los dibujos anejos en los cuales las mismas referencias numéricas designan, de una figura a otra, elementos idénticos o funcionalmente similares. En los dibujos:

- la Figura 1 ilustra la arquitectura de conjunto de la invención,

- la Figura 2 ilustra los principales intercambios de datos entre una máquina y una estación terrestre en esta arquitectura,

- la Figura 3 ilustra estos mismos intercambios en relación con esquemas de bloques de los elementos principales de la electrónica de la máquina y de la electrónica de la estación terrestre, y

5 - la Figura 4 ilustra esquemáticamente los elementos empleados en la determinación de los parámetros de una codificación de vídeo realizada a nivel de la máquina.

Descripción detallada de una forma de realización

10 El sistema según la presente invención comprende, según el esquema presentado en la Figura 1, dos sub-sistemas, estando el primero embarcado en un dron 1, siendo el segundo una estación 5 para un operador terrestre, pudiendo ésta tomar una forma cualquiera tal como un ordenador, portátil o no, un terminal móvil o cualquier otro sistema capaz de realizar la interfaz.

15 Los dos sistemas están conectados por medio de una red de Internet 4, con la particularidad notable de que el sistema embarcado en el dron utiliza, para obtener una conectividad de Internet, las redes celulares de telecomunicaciones comerciales 3 que utilizan las tecnologías denominadas habitualmente 2G, 3G, 3G+, H+, 4G, LTE, LTE-Advanced, 5G, WiMAX u otras. El sistema terrestre 5 que permite la operación del dron puede estar conectado a la red de Internet 4 por diferentes medios, se trate de una conexión de Internet clásica, por la red telefónica, por una red de tipo inalámbrica, o bien por las redes móviles de telecomunicaciones antes citadas.

La Figura 2 presenta los diferentes flujos transmitidos por intermedio de la red de Internet 4 entre el sistema embarcado en el dron 1 y la estación del operador 5.

20 Los medios de comunicación tales como se les va a describir permiten tener en cuenta la gran variabilidad de la capacidad del canal que conecta los dos sistemas. En efecto, el dron 1 es móvil y está conectado a Internet por las redes móviles de telecomunicaciones, de tipo celular. Debido a esto, es posible que en el transcurso de su vuelo, el dron cambie de punto de acceso a la red 3. Estos puntos de acceso son compartidos por varios usuarios de la red y la capacidad total está por tanto compartida entre los usuarios. De esta manera, en función de las diferentes cargas en usuarios de los puntos de acceso a la red móvil de telecomunicaciones, y en función del camino calculado en la red de Internet 4 para el encaminamiento de los datos y de la carga en usuarios de los diferentes equipos atravesados en este camino, la capacidad de la red para hacer transitar la información, denominada habitualmente banda pasante disponible, es muy variable. Además, en función de las tecnologías utilizadas a nivel del punto de acceso a la red móvil, se trate de la 2G, 3G, 3G+, H+, 4G, LTE, LTE-Advanced, 5G, WiMAX u otras, los caudales ascendentes y descendentes disponibles pueden ser sensiblemente diferentes.

30 Con el fin de garantizar el encaminamiento de la información a través de este canal en la red, es necesario respetar el límite impuesto por la banda pasante disponible. En efecto, si el envío de datos se efectúa a un caudal superior a la capacidad del canal, aparece un fenómeno de congestión: la red no puede transmitir instantáneamente la información y por tanto se encuentra forzada a almacenarla temporalmente con el fin de transmitirla después de un corto intervalo de tiempo. Este fenómeno ralentiza por tanto la progresión de la información en el seno de la red. Además, en caso de congestión importante, los equipos situados en la red son susceptibles de destruir datos en el caso en que fueran incapaces de transmitirlos. Estos fenómenos inducen por tanto latencia, es decir que el tiempo de transporte de la información aumenta, así como la pérdida de paquetes («packet loss» en terminología anglosajona). Ahora bien, el guiado a distancia de una máquina tal como un dron exige un tiempo de latencia muy pequeño (se considera que más allá de 200 milisegundos, el sistema resultaría incómodo para la utilización) así como una retransmisión de vídeo de calidad. En lo que se refiere a la retransmisión de vídeo, es necesario, para una utilización cómoda, tener un número de imágenes por segundo muy poco variable. Así pues, el fenómeno de congestión debe ser evitado a toda costa.

45 Según un aspecto de la invención, el sistema mide periódicamente la capacidad del enlace de red, es decir el caudal binario al cual se puede transmitir información sin provocar fenómeno de congestión, y adapta las transmisiones de datos a esta limitación de caudal por un mecanismo de control de flujo.

50 En referencia ahora a las Figuras 2 y 3, el dispositivo según la presente invención comprende, en el seno del sistema embarcado en el dron 1, una cámara 11 así como medios de codificación de vídeo (*codec*) 12. Un ejemplo típico de *codec* de vídeo utilizado es el formato H.264 descrito por la norma ISO/CEI 14496-10. Según las variantes de realización, se puede utilizar un formato diferente tal como los formatos H.262, H.263, H.264, H.265, VP6, VP7, VP8, VP9 u otros formatos. La función de esta codificación es transportar la imagen en un formato que necesite menos banda pasante que un flujo de vídeo bruto.

55 Es posible en cualquier momento hacer variar los parámetros del codificador de vídeo 12 tales como la definición de la imagen exigida (tamaño en píxeles), el número de imágenes por segundo, o incluso el caudal binario (*bit rate*) del flujo de vídeo a la salida del codificador. Por otra parte es posible hacer variar otros parámetros específicos del formato de codificación utilizado.

En este dispositivo, la cámara 11 facilita por tanto un flujo de vídeo al codificador 12, el cual puede ser material (chip electrónico) o estar constituido por un bloque de software en un conjunto más importante. Este codificador 12 facilita un flujo de vídeo codificado a un sistema de control 13, el cual está a cargo de poner a disposición este flujo en la red de Internet. La conectividad de Internet del sistema de control 13 se obtiene por la utilización de un módem celular 17 capaz de facilitar una conexión de Internet utilizando las redes de telecomunicaciones móviles 2G, 3G, 3G+, H+, 4G, LTE, LTE-Advanced, 5G, WiMAX u otras.

El flujo de vídeo es así transmitido por medio de Internet utilizando diferentes protocolos de transmisión de flujo. Estos protocolos pueden ser utilizados de manera imbricada, según las capas del modelo OSI («Open Systems Interconnection» en terminología anglosajona). Es por tanto posible utilizar, por ejemplo, los protocolos UDP o TCP para las capas de más bajo nivel. Para las capas de nivel superior, se encuentran en el estado de la técnica actual varios protocolos adaptados para la transmisión de flujo de vídeo. Se encuentran por ejemplo los protocolos RTP (Real-time Transport Protocol), RTSP (Real-Time Streaming Protocol), HLS (HTTP Live Streaming), RTMP (Real-Time Messaging Protocol), MPEG-DASH (Dynamic Adaptive Streaming over HTTP), HSS (Microsoft HTTP Smooth Streaming), o cualquier otro protocolo de transmisión de flujo de la capa de Aplicación del modelo OSI.

Este flujo es transmitido a la estación 5 del operador a través de la red de Internet 4 por medio de uno de estos protocolos, y es interpretado y descodificado a nivel de un descodificador 18 con el fin de ser puesto a disposición del operador en una interfaz hombre-máquina 21.

El problema de la congestión de la red se resuelve por la utilización de un medio de adaptación de la codificación de vídeo en función de la capacidad de la red, como está ilustrado en la Figura 4. Un sistema de software o módulo de gestión de la red 22 en el sistema embarcado en el dron 1 emite a intervalos determinados, fijos o variables según ciertas condiciones, paquetes que comprenden estadísticas sobre los flujos generados a bordo del dron, especialmente el flujo de vídeo 7 o el flujo de datos del vuelo 6 (ilustrados en la Figura 2). Estos paquetes contienen igualmente estadísticas sobre la utilización de la red, calculadas por el módulo de software de gestión de la red 22 a partir de paquetes similares enviados esta vez por la estación del operador terrestre 5, y de modo más particular por el módulo de análisis del enlace de red 20. Los dos módulos de software 20 y 22 interactúan de manera que calculen estadísticas sobre la utilización de la red en el sentido ascendente 10 o en el sentido descendente 8.

Estas estadísticas comprenden por ejemplo el dato denominado RTT («Round-Trip delay Time» en terminología anglosajona), es decir el tiempo de trayecto de un paquete en la red, o incluso el número de paquetes y/o de octetos transmitidos, la fluctuación, es decir la variación del tiempo de latencia («jitter» en terminología anglosajona). Por otra parte, los módulos 20 y 22 son aptos para calcular el número de paquetes perdidos (*packet lost*).

Existen actualmente diferentes tecnologías que permiten deducir del envío de paquetes de control 8 y 10 estas diferentes estadísticas. La presente invención utiliza principalmente el protocolo RTCP (Real-Time Control Protocol), que puede ser utilizado en combinación con el protocolo RTP (Real-Time Transport Protocol) y, según otras variantes de realización, puede utilizar cualquier otro medio de deducir estas estadísticas.

El conjunto de estos datos estadísticos permite detectar un fenómeno de congestión debido a una sobreestimación del caudal binario admisible en el enlace de red. En caso de aparición de tal fenómeno, el módulo de gestión de la red 22 facilita al codificador de vídeo 12 nuevos parámetros de codificación, en el sentido de una reducción del caudal binario del vídeo codificado a la salida del codificador 12, o también, según la severidad del fenómeno de congestión, en el sentido de una reducción de la definición de la imagen. Se forma así un bucle de retroacción. El análisis de los datos facilitados por los módulos 20 y 22 permite igualmente detectar una potencial sub-utilización del enlace de red. El módulo de gestión del enlace de red 22 envía entonces al codificador de vídeo 12 nuevos parámetros de codificación en el sentido de un aumento del caudal binario del vídeo codificado, con el fin de aumentar tanto como sea posible la calidad del vídeo transmitido.

En el caso en que fuera difícil prever esta infrautilización de la red, se aumenta arbitrariamente el control de caudal binario efectuado en el codificador de vídeo 12 según un intervalo de tiempo dado, de por ejemplo cinco segundos. La retroacción establecida podrá entonces ajustar el caudal binario a un valor para el cual el fenómeno de congestión no aparezca. Este sistema, según una variante de realización, puede ser implementado en cualquier flujo de información entre el dron 1 y su operador 5.

El sistema de análisis del enlace de red, establecido gracias a los módulos 20 y 22, por transmisión de flujos de control 8 y 10, permite igualmente reservar una parte de la banda pasante disponible para la transmisión de los datos de vuelo 6 entre el sistema de control embarcado 13 y la estación del operador 5. En la práctica, el caudal necesario para la transmisión de estos datos de vuelo es muy pequeño (del orden del 10%) frente al caudal necesario para la transmisión de un flujo de vídeo de calidad, que es del orden de 1 Megabit por segundo. Asimismo, el módulo de análisis del enlace de red 20 permite asegurar la prioridad de la transmisión de las órdenes de guiado o de misión 9 frente a la de cualquier otro dato por medio del enlace de red establecido, especialmente los paquetes destinados a asegurar el control de flujo 10.

En una forma de realización preferida, el sistema efectúa una medición periódica de las estadísticas relacionadas con la utilización de la red entre las cuales figuran:

- la latencia,
- la tasa de paquetes recibidos desordenados,
- la tasa de paquetes no recibidos,
- la tasa de paquetes recibidos no integrados.

5 Estos valores son facilitados por la utilización combinada de los protocolos RTP (*Real-Time Protocol*) y RTCP (*Real-time Transport Control Protocol*). La medición de las estadísticas solo se refiere a una muestra de tiempo reducida con el fin de detectar lo más rápidamente posible una variación en estos parámetros. El sistema embarcado en el seno del dron asocia a cada operador (sistema terrestre 5) al cual está conectado una nota que es una media ponderada de los parámetros citados anteriormente. Si esta nota es inferior al umbral dado (umbral de invalidez) entonces la conexión es considerada como no-válida y las órdenes de guiado que provienen del operador concernido no se ejecutarán por el vehículo, el cual puede entonces implementar un proceso de puesta en seguridad (retorno automático, etc.).

10 Otro problema al cual debe hacer frente tal sistema de la presente invención es la gran variabilidad de las complejidades de las topologías de redes informáticas encontradas en los diferentes puntos de acceso a la red de Internet. La complejidad de las redes informáticas puede ser tal que el establecimiento de una conexión de par a par entre el dron 1 y la estación 5 del operador puede ser imposible. Este es el caso especialmente cuando los operadores que facilitan los accesos a la red de Internet por intermedio de infraestructuras 2G, 3G, 3G+, H+, 4G, LTE, LTE-Advanced, 5G, WiMAX, utilicen dispositivos de tipo «cortafuegos» o NAT (de «Network Address Translation» en terminología anglosajona). Ahora bien, estos dispositivos son ampliamente utilizados en los enrutadores repartidos en diferentes puntos de las redes y restringen la accesibilidad o la visibilidad de un punto de terminación de una red (par por otro par).

15 En otras palabras, contrariamente a la utilización de una red de tipo WiFi entre dron y estación terrestre, que hace posible la utilización de direcciones de red estáticas, las direcciones de red del dron 1 y de la estación terrestre 5 no se conocen antes de que se establezca la conexión, y son susceptibles de cambiar de manera dinámica.

20 La utilización de las redes celulares según la invención necesita por tanto el establecimiento de una fase de utilización de la comunicación con el fin de que las partes comunicantes se intercambien diversas informaciones útiles para la conexión tales como las direcciones de las redes o incluso el tipo de arquitectura de red detectada.

25 La presente invención resuelve el problema del establecimiento y del mantenimiento de la conexión a través de diferentes topologías de redes informáticas por medio de técnicas denominadas de «paso a través de NAT». Estas técnicas son establecidas en el seno de los módulos de análisis de enlace de red 20 y 22 y están basadas en la utilización de protocolos de las redes tales como ICE («Interactive Connectivity Establishment» en terminología anglosajona) especificación RFC 5245. Estos protocolos pueden a su vez recurrir a otros protocolos tales como STUN («Session Traversal Utilities for NAT» en terminología anglosajona) especificación RFC 5389, para la detección de la topología de la red, o también TURN («Traversal Using Relays around NAT» en terminología anglosajona) especificaciones RFC 5766 y 6156, para la elusión de los «NAT» por intermedio de un servidor que desempeña la función de relé.

30 Para resolver estos problemas se pueden utilizar igualmente otros numerosos protocolos y el estado de la técnica en este ámbito está destinado a evolucionar con el despliegue progresivo del sistema IPv6 (*Internet Protocol version 6*). La utilización individual y combinada de estas diferentes técnicas permite al dron 1 y a la estación 5 de operador poder establecer una comunicación bidireccional cualquiera que sea la topología de red encontrada.

35 En una forma de realización preferida, el procedimiento para mantener la conexión entre dron y estación terrestre consiste en la utilización combinada de los protocolos STUN, TURN y SIP. El protocolo SIP (*Session Initiation Protocol*) se utiliza para establecer y supervisar una sesión entre el dron y su operador. Esta sesión está constituida por diferentes flujos multimedia entre los cuales figura el flujo de telemetría o incluso los flujos de vídeo.

40 El protocolo SIP ha sido diseñado con el fin de supervisar flujos multimedia de tipo VoIP («Voice over IP» en terminología anglosajona) en los cuales las diferentes partes comunicantes tienen funciones perfectamente simétricas, y tiene la ventaja de gestionar bien las latencias con el fin de evitar los desfases de voz. El procedimiento preferido consiste en incluir en los mensajes SIP informaciones que permiten distinguir las funciones de las entidades emisoras y receptoras con el fin de diferenciar los drones y los operadores. Preferentemente, cada parte indica igualmente en los mensajes SIP cuáles son los derechos que la misma asigna a la parte distante.

45 Por otra parte, contrariamente al caso de una conexión dron-estación terrestre por red local, es posible según la invención permitir a un conjunto de operadores terrestres conectar su respectiva estación terrestre 5 a un mismo dron. A estos operadores se les puede atribuir derechos que pueden diferir de manera dinámica entre los cuales figuran el control de la máquina o incluso el control de una cámara dada.

50 En este caso, el umbral de invalidez mencionado anteriormente así como los coeficientes utilizados durante la ponderación dependen ventajosamente de la naturaleza del operador y de los derechos que estén asociados al mismo,

de tal modo que la latencia máxima aceptable difiera según que el dron evolucione en modo automático (misión autónoma), semiautomático («Click & Go») o en modo manual (utilización de una palanca de mando para guiado en tiempo real).

5 Por otra parte, en el caso en que varias estaciones terrestres estén en comunicación con el dron, es posible según un aspecto de la invención (y contrariamente a una conexión de punto a punto única en el caso de una red local) efectuar un arbitraje a nivel del enrutamiento entre las diferentes órdenes de vuelo. Así, el sistema emplea ventajosamente un procedimiento de arbitraje entre las diferentes órdenes de vuelo que asocia a cada orden una criticidad que puede ser a elección:

- 10 • Una criticidad en tiempo real: el mensaje debe ser encaminado lo más rápidamente posible, pero la pérdida del mensaje no es crítica;
- Una criticidad de encaminamiento: el mensaje debe ser encaminado forzosamente, pero el tiempo de encaminamiento del mensaje no es crítico.

15 El enrutamiento difiere según la criticidad retenida. Los mensajes marcados con «tiempo real» son entonces encaminados por medio del protocolo de transporte UDP (*User Datagram Protocol*) en conexión de punto a punto (*Peer to Peer*) mientras que los mensajes marcados con «encaminamiento» son encaminados por medio del protocolo TCP (*Transmission Control Protocol*) a través de la utilización de un servidor intermedio idealmente colocado en la red con el fin de paliar cualquier problema relacionado con el paso a través de los NAT transversales que son infraestructuras imprescindibles en la redes celulares comerciales.

20 De este modo, el tiempo de encaminamiento de los mensajes con «tiempo real» es mínimo. Asimismo el software de cliente en la estación terrestre es notificado del estado de encaminamiento de los mensajes macados con la criticidad «encaminamiento».

Normalmente, las órdenes de vuelos asociadas a fases de vuelos autónomos son así enviadas con la prioridad «encaminamiento», mientras que el conjunto de las órdenes asociadas al control manual del vehículo se envía en criticidad «tiempo real».

25 De nuevo en referencia a la Figura 3, en el seno del sistema embarcado en el dron 1, diferentes sensores 14 permiten el análisis del vuelo. Entre estos sensores, se puede encontrar por ejemplo una central de inercia, giróscopos, acelerómetros, magnetómetros, receptores de localización GPS, GNSS o Galileo. Estos sensores transmiten sus mediciones al sistema de control 13, y de modo más particular a un sistema 23 dedicado al control del vuelo. Este sistema, en función de las órdenes de guiado o de misión 9 recibidas, controla diferentes accionadores 15 tales como servomotores, relés, etc.; así como los medios de propulsión del dron 16 de tal modo que los datos procedentes de los sensores 14 sean de acuerdo con la consigna deducida de las órdenes de guiado o de misión 9.

30 La interfaz hombre-máquina 21 de la estación terrestre 5 permite finalmente al operador tener acceso a todos los datos necesarios para su toma de decisiones. Este puede así guiar el dron enviando órdenes de guiado o de misión 9 por intermedio de un sistema de gestión del vuelo 19 dotado de diferentes funcionalidades tales como la descodificación de los datos de vuelo 6 procedentes del sistema embarcado en el dron 1 y la traducción de las intenciones del operador en órdenes de guiado o de misión 9 comprensibles por el sistema embarcado en el dron 1.

35 El conjunto de la estación 5 del operador puede ser, según una variante de realización, externalizado a un servidor conectado a la red de Internet 4. La interfaz hombre-máquina 21 está entonces presente en este servidor, y el acceso a la misma se efectúa por medio de una aplicación de Internet. El operador puede así guiar el dron, gestionar las misiones, tener acceso al flujo de vídeo así como a otros flujos de información tales como las informaciones de vuelo del dron 1 directamente desde un navegador Web en enlace con el servidor. Esta variante de realización presenta la ventaja importante de la portabilidad del sistema. En efecto, no existe la necesidad de instalar en el ordenador del operador ningún software que asegure el funcionamiento de la estación del operador 5. Esta interfaz de Web puede ser utilizada desde un periférico cualquiera conectado a la red de Internet 4, se trate de un ordenador de mesa, de un ordenador portátil, de un teléfono móvil, o de una tableta.

45 Naturalmente, la presente invención no está limitada en modo alguno a la forma de realización descrita y representada. En particular, la presente memoria cubre cualquier combinación nueva de medios realizable por el experto en la técnica sobre la base de la citada memoria con la ayuda de sus conocimientos generales, independientemente del texto de las reivindicaciones anejas.

50

REIVINDICACIONES

1. Sistema de transmisión de órdenes y de un flujo de vídeo entre una máquina (1) guiada a distancia tal como un dron y una estación terrestre (5), caracterizado por que el mismo comprende una conexión bidireccional (3, 4) entre máquina y estación terrestre, que implementa al menos en parte una red de comunicación celular (3), estando asegurada la citada conexión bidireccional por medio de un módem celular (2, 17) en la máquina y que transporta, por una parte, un flujo de vídeo comprimido (7) generado por una cámara (11) y un módulo de codificación de vídeo (12) y, por otra, informaciones que pertenecen a un grupo que comprende órdenes de control de desplazamiento (9) y datos de vuelo o características del guiado de la máquina guiada a distancia (6), comprendiendo el sistema además medios (20, 22) de gestión de la conexión bidireccional aptos para asegurar un mantenimiento de la citada conexión teniendo en cuenta la variabilidad de topología y de prestaciones de la conexión, inducida por la implementación de la red de comunicación celular.
2. El sistema de la reivindicación 1, en el cual la máquina y la estación terrestre comunican por medio de la conexión bidireccional a través de un protocolo por paquetes.
3. El sistema de la reivindicación 1 o 2, en el cual los medios de gestión de la conexión son aptos para realizar una adaptación del caudal binario del flujo de vídeo comprimido por ajuste de los parámetros de codificación del flujo de vídeo en función de una medición de la banda pasante de la conexión bidireccional de la máquina hacia la estación.
4. El sistema de la reivindicación 3, en el cual, en ausencia de una medición fiable de la banda pasante, la citada adaptación es realizada haciendo variar de modo repetido los parámetros de codificación para aumentar progresivamente el caudal bidireccional del flujo de vídeo comprimido y ajustando los parámetros de codificación para obtener un caudal bidireccional ligeramente inferior a un caudal que provoque un fenómeno de congestión.
5. El sistema de la reivindicación 3 o 4, en el cual la citada adaptación es realizada reservando una porción incompresible de la banda pasante disponible para el encaminamiento de informaciones críticas.
6. El sistema según la reivindicación 5, en el cual las informaciones críticas pertenecen a un grupo que comprende datos de vuelo, características del guiado de la máquina guiada a distancia y órdenes de guiado o de misión (9).
7. El sistema de una de las reivindicaciones 1 a 6, en el cual los citados medios de gestión de la conexión son aptos para calcular una nota de calidad de la conexión bidireccional al menos de la estación hacia la máquina, y neutralizar instrucciones de vuelo recibidas en el caso en que la citada nota sea inferior a un umbral.
8. El sistema de las reivindicaciones 2 a 7 tomadas en combinación, en el cual la citada nota es establecida en función de al menos dos mediciones de características de la conexión entre la latencia, la tasa de paquetes recibidos en desorden, la tasa de paquetes no recibidos y la tasa de paquetes recibidos no integrados.
9. El sistema de una de las reivindicaciones 1 a 8, en el cual los citados medios de gestión de la conexión bidireccional comprenden la implementación de al menos un protocolo de establecimiento de sesión y de al menos un protocolo de paso a través o de elusión de NAT.
10. El sistema según la reivindicación 9, en el cual los medios de gestión de la conexión son aptos para incluir en los mensajes del protocolo de establecimiento de sesión informaciones relativas al tipo de punto conectado, a saber máquina o estación terrestre.
11. El sistema según la reivindicación 10, en el cual los medios de gestión de la conexión son aptos para incluir en los mensajes del protocolo de establecimiento de sesión informaciones relativas a los derechos de una estación terrestre en una máquina.
12. El sistema según la reivindicación 11, en el cual los derechos comprenden derechos de control de desplazamiento de la máquina y derechos de control de la cámara de la máquina.
13. Conjunto de una máquina guiada a distancia tal como un dron y de una estación terrestre, caracterizado por que el mismo comprende un sistema de transmisión según una de las reivindicaciones 1 a 12.
14. Conjunto según la reivindicación 13, el cual comprende además al menos una segunda estación terrestre, una segunda conexión bidireccional (3, 4) entre máquina y estación terrestre, que implementa al menos en parte una red de comunicación celular (3), y segundos medios de gestión de la segunda conexión bidireccional entre la segunda estación terrestre y la máquina, y en el cual los primeros y segundos medios de gestión de las conexiones bidireccionales son aptos para transportar informaciones de derechos respectivos de las dos estaciones terrestres con respecto a la citada máquina.
15. Conjunto según la reivindicación 13 o 14, en el cual los primeros y segundos medios de gestión de las conexiones bidireccionales son aptos para encaminar instrucciones críticas desde el suelo hacia la máquina a través de la primera conexión bidireccional o la segunda conexión bidireccional en función de un tipo de criticidad, a saber criticidad temporal o criticidad de encaminamiento.

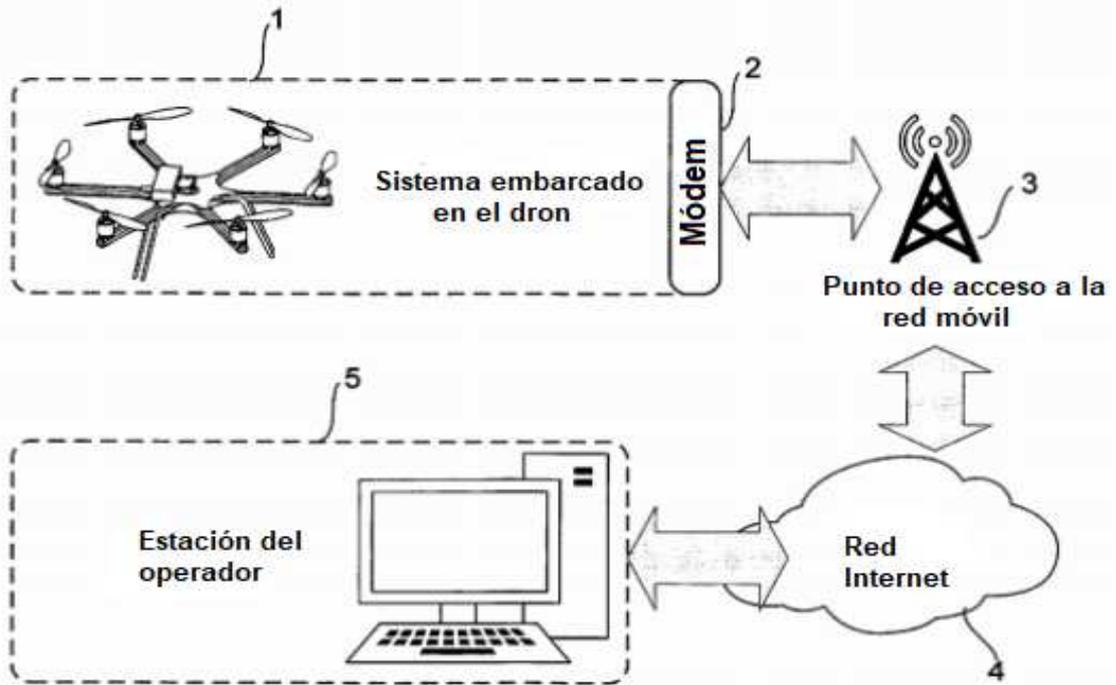


FIG. 1

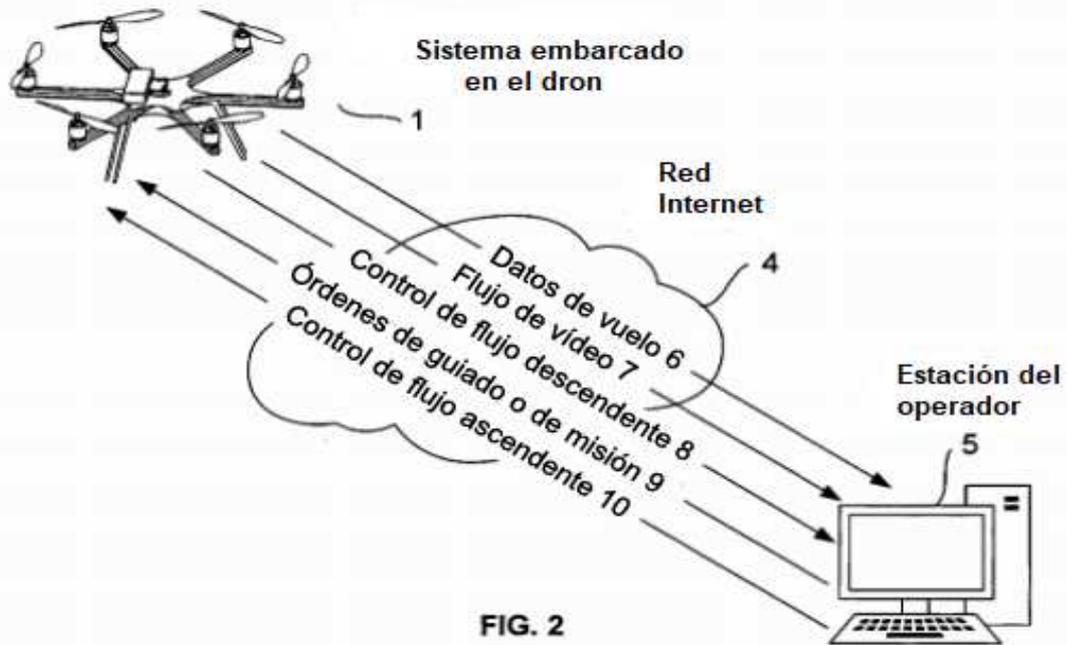


FIG. 2

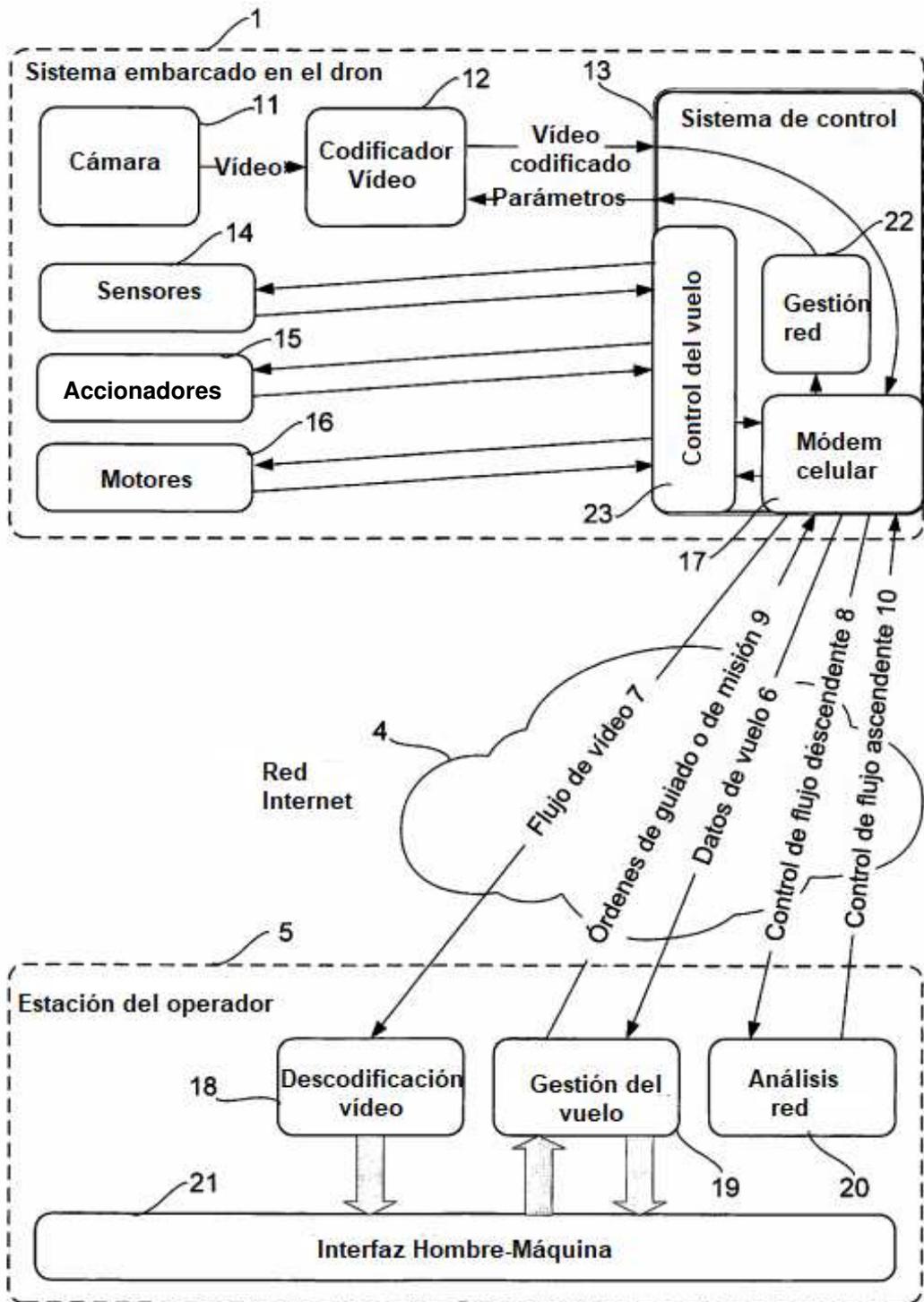


FIG. 3

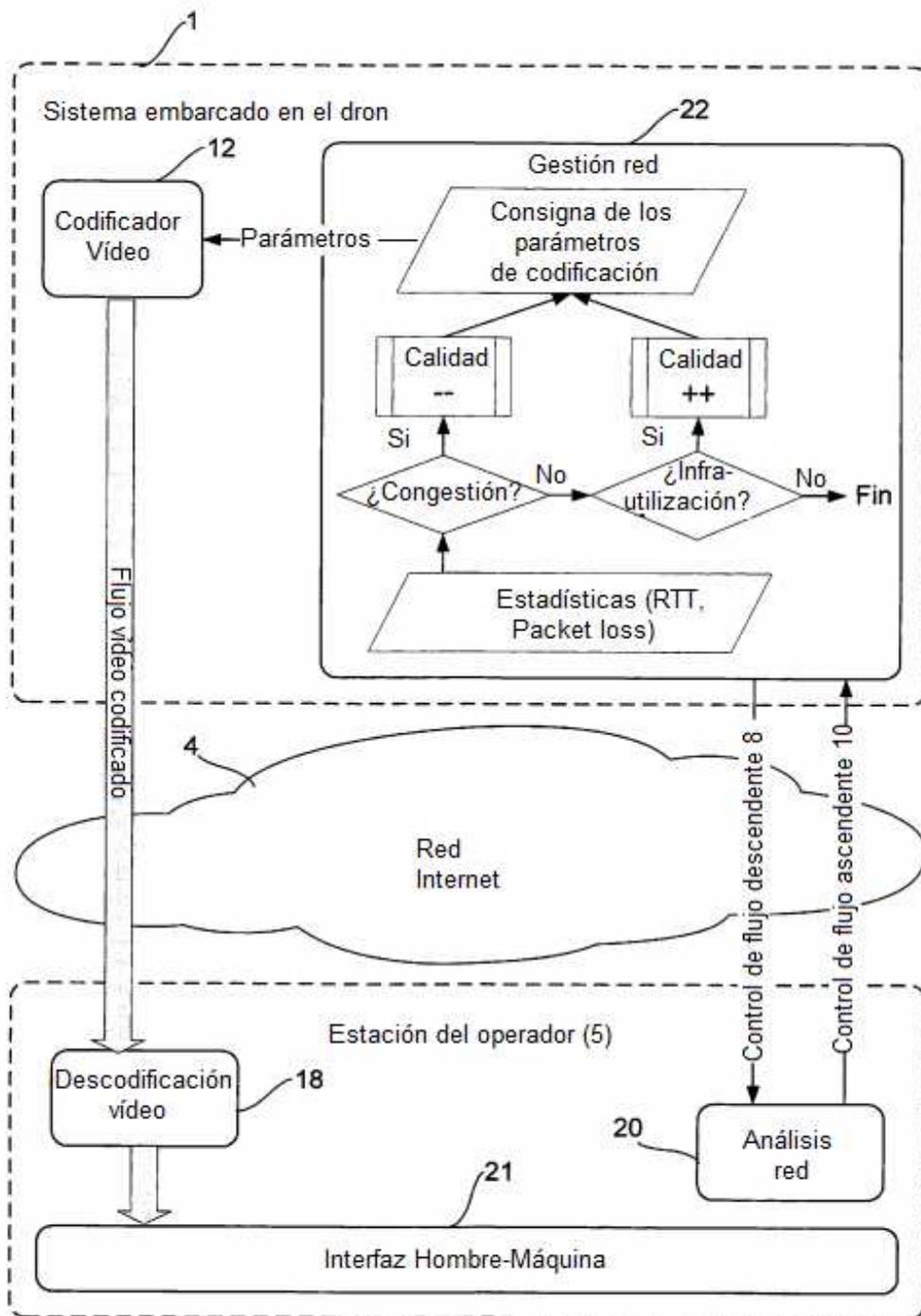


FIG. 4