

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 819 100**

51 Int. Cl.:

**G01C 11/02** (2006.01)

**B64G 1/10** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.11.2018 PCT/EP2018/080651**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.05.2019 WO19092126**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.11.2018 E 18796680 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.07.2020 EP 3571468**

54 Título: **Procedimiento de observación de la superficie terrestre y dispositivo para su implementación**

30 Prioridad:

**09.11.2017 FR 1760538**

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

**14.04.2021**

73 Titular/es:

**AIRBUS DEFENCE AND SPACE SAS (100.0%)  
31 rue des Cosmonautes, ZI du Palays  
31402 Toulouse Cedex 4, FR**

72 Inventor/es:

**GEORGY, PIERRE-LUC**

74 Agente/Representante:

**SÁEZ MAESO, Ana**

ES 2 819 100 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**

Procedimiento de observación de la superficie terrestre y dispositivo para su implementación

La presente invención se inscribe en el campo de la observación aérea/satelital de la superficie terrestre.

5 Más particularmente, la presente invención se refiere a un procedimiento de adquisición de imágenes de la superficie terrestre, implementando un vehículo espacial o aéreo, así como un dispositivo para la implementación de este procedimiento.

La invención también se refiere a un procedimiento de control a distancia y un dispositivo de control, especialmente a distancia, de dicho dispositivo.

10 La observación de la superficie terrestre, especialmente con fines de cartografía, se realiza comúnmente mediante vehículos aéreos o satélites itinerantes, que adquieren imágenes de zonas de esta superficie, en las longitudes de onda visibles o infrarrojas, en el momento en que la sobrevuelan.

15 Sin embargo, esta observación a menudo se ve obstaculizada por malas condiciones de observación temporales, tales como la presencia de nubes y sus sombras, reflejos de la luz solar, etc. por encima de la zona observada. Además, cuando el objetivo es realizar la cartografía de la zona observada, también puede resultar no deseada la presencia en esta zona de objetos móviles tales como vehículos, aeronaves, barcos, etc., en el momento de la adquisición de imágenes mediante el vehículo aéreo o el satélite.

20 Se estima así que aproximadamente el 50% de las imágenes adquiridas por los satélites de observación son rechazadas debido a una nubosidad muy grande de la zona de la superficie terrestre correspondiente, aunque las previsiones meteorológicas hayan sido tenidas en cuenta tras la programación. La nubosidad constituye la principal fuente de incertidumbre para la aceptabilidad de una imagen adquirida por un dispositivo de observación aéreo o satelital.

25 Con el fin de solucionar este inconveniente, la técnica anterior ha propuesto tener en cuenta las condiciones, especialmente meteorológicas, que se presentan al momento de la observación de la zona objetivo de la superficie terrestre, de modo que se adquieran de forma selectiva imágenes, en cada paso del satélite por encima de esta zona, sólo para las partes de esta zona que carecen de nubes u otros elementos no deseados.

30 A manera de ejemplo, el documento CN 103954269 propone así, equipar un satélite de observación itinerante con dos cámaras, una de ellas en la parte frontal del satélite que detecta la nubosidad de las zonas que serán sobrevoladas por el satélite. El funcionamiento de la segunda cámara, que se encuentra situada en la parte posterior del satélite, es para la adquisición propiamente dicha de imágenes de la superficie terrestre, y sólo se activa cuando la vista está despejada.

35 El documento WO 2011/089477, por su parte, propone un sistema a bordo de un satélite itinerante, que permite determinar un orden de prioridad para la adquisición de imágenes de las zonas objetivo con las que se aproxima el satélite. Este sistema implementa diversos dispositivos de adquisición de imágenes, uno de los cuales permite obtener una vista de la nubosidad por encima de las zonas objetivo, antes de que el satélite las alcance, y el otro realiza la adquisición de imágenes sólo de las zonas objetivo para las cuales se determina que la nubosidad es aceptable.

El documento EP 1 698 856 también describe un procedimiento para obtener datos relacionados con una zona objetivo, que implementa dos sensores transportados por uno o más satélites de desplazamiento. El análisis de los datos obtenidos por un primer sensor permite controlar el segundo sensor para la adquisición de datos.

40 Ninguna de las soluciones propuestas por la técnica anterior permite garantizar que se obtenga una imagen completa y satisfactoria de una zona de interés determinada. Cuando se realiza, dicha obtención necesita además un tiempo relativamente largo, y por lo tanto financieramente penalizante.

45 La presente invención pretende remediar los inconvenientes de las soluciones propuestas por la técnica anterior para la observación aérea/satelital de la superficie terrestre, especialmente los inconvenientes expuestos anteriormente, propone un procedimiento y un dispositivo para su implementación, que permiten observar de manera lo más completa posible un zona objetivo de la superficie terrestre, es decir, obtener imágenes de buena resolución y desprovistas de manchas no deseadas para el uso para el cual están destinadas estas imágenes en la mayor parte posible, preferentemente en la totalidad, de la superficie de esta zona objetivo, al menos en caso de ausencia de nubosidad o en caso de nubosidad parcial de esta zona objetivo.

50 La invención también pretende que esto se pueda realizar lo más rápidamente posible, con el mínimo posible de etapas de adquisición de imágenes y, más aún, a través de un equipo sencillo.

Con el fin de alcanzar estos objetivos, la presente invención va en contra de las soluciones propuestas por la técnica anterior.

Los procedimientos propuestos por la técnica anterior para la observación de una zona objetivo están, de hecho, todos concebidos de modo que se determine, para un satélite de observación itinerante (o un vehículo aéreo), es decir que se desplaza por encima de la superficie terrestre a una gran velocidad, de diversos millares de km/h, las porciones de la zona objetivo que deben adquirirse durante la ventana de tiempo puntual disponible para la observación cuando el satélite pasa por encima de la zona objetivo. Estos procedimientos pretenden, por consiguiente, optimizar las imágenes adquiridas durante una ventana corta de tiempo puntual disponible para la observación, típicamente de pocas decenas de segundos, tras el paso rápido del satélite por encima de la zona objetivo, de modo que se adquiera el máximo de imágenes claras de la zona objetivo durante este tiempo determinado. Es la acumulación de imágenes adquiridas con cada paso del satélite por encima de la zona objetivo lo que permite, a medida de los pasos sucesivos del satélite, obtener una cobertura cada vez más completa de la zona objetivo.

A la vez que los procedimientos de la técnica anterior funcionan así por combinación de oportunidades de observación de una zona que no están correlacionadas entre sí, el procedimiento según la invención, por el contrario, prevé ventajosamente implementar no un satélite itinerante, sino uno o un par de vehículo(s) espacial/espaciales o aéreo(s) que permanecen en una posición casi estacionaria por encima de la zona objetivo durante todo el tiempo necesario para obtener una cobertura lo más completa posible en buenas condiciones de observación. Por tanto, el procedimiento según la invención no depende ventajosamente de una variación aleatoria de las condiciones de observación al nivel de la zona objetivo entre dos pasos de un satélite por encima de esta zona. Por el contrario, parte de esta variación de condiciones de observación para una zona objetivo determinada, para asegurar, sin dejar la zona objetivo de vista, una observación completa de la zona objetivo en el menor tiempo posible, para una optimización del orden de adquisición de imágenes de los diferentes sectores que constituyen la zona objetivo con base en la evolución en tiempo real de la posición de los elementos no deseados en esta zona objetivo.

Por tanto, de acuerdo con la invención se propone un procedimiento de adquisición de imágenes de la superficie terrestre, que comprende las etapas de:

- colocación de una primera plataforma aérea o espacial en una posición casi estacionaria por encima de la superficie terrestre, es decir, en el sentido de la presente invención, en una posición estacionaria o que se desplaza a una velocidad inferior a 200 km/h por encima de la superficie terrestre, incluyendo esta primera plataforma un primer sistema de adquisición de imágenes de campo de visión que abarca una zona, denominada zona de interés, de la superficie terrestre;

- colocación de una segunda plataforma aérea o espacial en una posición casi estacionaria por encima de la superficie terrestre, es decir, en el sentido de la presente invención, en una posición estacionaria o desplazándose a una velocidad inferior a 200 km/h por encima de la superficie terrestre, incluyendo esta segunda plataforma un segundo sistema de adquisición de imágenes de campo de visión más estrecho y de mejor resolución que el primer sistema de adquisición de imágenes, siendo el campo de visión del segundo sistema de adquisición de imágenes orientable de tal modo que el campo de registro de este segundo sistema de adquisición de imágenes abarque la zona de interés;

- implementación de un ciclo de observación que comprende las etapas de:

a/ adquisición de una imagen de la zona de interés mediante el primer sistema de adquisición de imágenes,

b/ división de la imagen así adquirida, denominada imagen preliminar, en retículas, cada una de las cuales corresponde a un sector de la zona de interés capaz de ser abarcado en el campo de visión del segundo sistema de adquisición de imágenes,

c/ análisis de la imagen preliminar para detectar la posible presencia de manchas representativas de elementos no deseados, tales como nubes, sombras, el reflejo del sol, o incluso, con base en los usos para los cuales la observación de la zona de interés está destinada, entidades móviles, en o por encima de la zona de interés,

d/ identificación de las retículas de la imagen preliminar que no comprenden ninguna mancha representativa de elementos no deseados, correspondiendo estas retículas a los sectores denominados favorables de la zona de interés,

e/ y, en tal caso, si se han identificado las retículas de la imagen preliminar que no incluyen ninguna mancha representativa de elementos no deseados, la adquisición de una imagen, denominada imagen final, de al menos un, especialmente de diversos, o en tal caso, de la totalidad de los sectores favorables mediante el segundo sistema de adquisición de imágenes,

- y, si no se ha alcanzado una tasa predeterminada de sectores de la zona de interés para los cuales se ha adquirido una imagen final mediante el segundo sistema de adquisición de imágenes, la(s) reiteraciones del ciclo de observación hasta que se alcance dicha tasa, denominada tasa de sectores con imagen final adquirida.

La o las reiteraciones del ciclo de observación se realizan sin que la zona de interés nunca haya salido completamente del campo de visión del primer sistema de adquisición de imágenes y del campo de registro del segundo sistema de adquisición de imágenes. En otras palabras, de acuerdo con la invención, el primer ciclo de observación y la o las reiteraciones de este ciclo de observación se realizan a lo largo de un mismo paso de la primera plataforma aérea o espacial y de la segunda plataforma aérea o espacial por encima de la zona de interés, habiendo permanecido la zona

de interés en el campo de visión del primer sistema de adquisición de imágenes y en el campo de registro del segundo sistema de adquisición de imágenes.

5 Preferiblemente, la tasa de sectores con imagen final adquirida es igual al 100%, por lo que se repite el ciclo de observación hasta que las imágenes de la totalidad de los sectores de la zona de interés se hayan adquirido mediante el segundo sistema de adquisición de imágenes.

10 En los modos de implementación particulares de la invención, el procedimiento comprende una etapa de validación de la conformidad de las imágenes finales adquiridas mediante el segundo sistema de adquisición de imágenes con respecto a uno o diversos criterio preestablecidos, tales como por ejemplo una ausencia de manchas no deseadas en la imagen final, y, si no se ha alcanzado una tasa predeterminada de los sectores de la zona de interés para los cuales se ha validado una imagen final, el procedimiento comprende la o las reiteraciones del ciclo de observación hasta alcanzar dicha tasa, denominada tasa de sectores con imágenes finales validadas. Preferiblemente, esta tasa es igual al 100%, por lo que el ciclo de observación se repite hasta que las imágenes de la totalidad de los sectores de la zona de interés hayan sido adquiridas por el segundo sistema de adquisición de imágenes y validadas para su conformidad con el(los) criterios preestablecidos.

15 Por tanto, el procedimiento según la invención comprende preferentemente, cuando al final del ciclo de observación, una imagen de cada uno de los sectores que constituyen la zona de interés no ha sido adquirida por el segundo sistema de adquisición de imágenes, o en su caso adquirida y validada, la repetición de dicho ciclo de observación hasta que se haya adquirido una imagen de cada uno de los sectores de la zona de interés mediante el segundo sistema de adquisición de imágenes, o en su caso adquirida y validada.

20 Con base en el uso al cual se destinen las imágenes de la zona de interés, la tasa de sectores con imagen final adquirida y/o la tasa de sectores con imagen final validada, pueden de otro modo ser elegidas con valores inferiores al 100%. Estas son especialmente definidas por el usuario final de las imágenes adquiridas de la zona de interés.

25 El campo de visión de un sistema de adquisición de imágenes se entiende aquí, de manera convencional, como el campo que este sistema ve en un momento determinado. El campo de registro es por su parte, también de manera convencional, el campo que está accesible al sistema de adquisición de imágenes, de acuerdo con las diferentes orientaciones posibles de su campo de visión.

30 Los sistemas de adquisición de imágenes implementados de acuerdo con la invención son convencionales en sí mismos, y funcionan preferentemente en las longitudes de onda visible y/o infrarroja. Pueden tratarse especialmente de sistemas de adquisición de una imagen fija, tales como una cámara fotográfica; o, en particular para el caso del segundo sistema de adquisición de imágenes, de sistemas de adquisición de un vídeo, es decir, de una serie corta de imágenes, tales como una cámara; o incluso de aparatos que realizan otro tipo de medición óptica, por ejemplo, un interferómetro.

35 El primer sistema de adquisición de imágenes presenta preferentemente un campo de visión amplio, que abarca preferiblemente el campo de registro del segundo sistema de adquisición de imágenes. Será designado en la presente descripción por los términos "sistema de adquisición de campo amplio". Puede que su resolución no sea elevada. Por ejemplo, puede ser aproximadamente una décima parte del tamaño del campo de visión del segundo sistema de adquisición de imágenes. El segundo sistema de adquisición de imágenes presenta por su parte, preferentemente una alta resolución, por ejemplo, de aproximadamente 1 metro. Será designado en la presente descripción por los términos "sistema de adquisición de alta resolución".

40 El segundo sistema de adquisición de imágenes es de campo de visión orientable y está dispuesto con respecto al primer sistema de adquisición de imágenes, de tal modo que el campo de registro del segundo sistema de adquisición de imágenes se sobreponga sustancialmente con el campo de visión del primer sistema de adquisición de imágenes sobre una gran superficie en tierra, lo que permite observar al menos 400 km<sup>2</sup> de la superficie terrestre. El campo de visión del segundo sistema de adquisición de imágenes puede por su parte configurarse de modo que permita, por  
45 ejemplo, observar 1 km<sup>2</sup> de la superficie terrestre.

Las etapas b/ y c/ del ciclo de observación de acuerdo con la invención pueden realizarse de acuerdo con cualquier orden, o incluso simultáneamente.

50 Preferiblemente, la división de la imagen preliminar se realiza de tal modo que cada sector de la zona de interés correspondiente a una retícula ocupe sustancialmente todo el campo de visión del segundo sistema de adquisición de imágenes.

Para la adquisición de las imágenes finales de los sectores favorables, el campo de visión del segundo sistema de adquisición de imágenes está orientado de manera adecuada, sucesivamente, hacia cada uno de los sectores correspondientes, entre dos fases de adquisición de la imagen propiamente dicha.

55 En la presente descripción, se entiende por posición casi estacionaria el hecho de que la plataforma aérea o espacial permanezca en una posición estacionaria estrictamente hablando, o en una posición casi estacionaria, por encima de una zona de la superficie terrestre, es decir, en el sentido de la presente invención, que permanezca por encima de

- esta zona durante un período suficientemente largo para permitir la adquisición de sustancialmente la totalidad de los sectores que constituyen la zona de interés en buenas condiciones meteorológicas con ausencia de nubosidad. Esta duración depende de las condiciones climáticas particulares, especialmente de las condiciones del viento, actuales al nivel de la zona de interés, y la velocidad resultante del desplazamiento de las nubes. Corresponde a los expertos en la técnica determinar esta duración, y la velocidad máxima del desplazamiento de la plataforma asociada, lo que asegurará que la plataforma permanezca en el sitio el tiempo suficiente para alcanzar el objetivo fijado por la presente invención, para obtener una imagen de alta resolución clara de una tasa predeterminada elevada de la zona de interés.
- En el contexto de la presente invención, se considera que la plataforma aérea o espacial es casi estacionaria cuando se desplaza por encima de la superficie terrestre a una velocidad inferior a 200 km/h o cuando no se desplaza con respecto a la superficie terrestre.
- Preferiblemente, la primera plataforma aérea o espacial se desplaza por encima de la superficie terrestre de tal manera que la zona de interés permanece, al menos parcial y preferentemente totalmente, en el campo de visión del primer sistema de adquisición de imágenes durante al menos 5 minutos, preferiblemente durante al menos 20 minutos.
- Preferiblemente, la segunda plataforma aérea o espacial se desplaza por encima de la superficie terrestre de tal manera que la zona de interés permanece, al menos parcial y preferentemente totalmente, en el campo de registro del segundo sistema de adquisición de imágenes durante al menos 5 minutos, preferiblemente durante al menos 20 minutos.
- En las variantes de la invención, se considera de otro modo que la plataforma aérea o espacial es casi estacionaria cuando se desplaza, sin importar a qué velocidad, comprendiendo una velocidad superior a 200 km/h, con respecto a la zona de interés, pero que siempre permanece sustancialmente vertical con respecto a esta zona de interés, por ejemplo, realizando movimientos de vaivén o círculos por encima de esta zona, por lo que el tiempo de persistencia de la plataforma por encima de la zona es suficientemente largo para la implementación del procedimiento según la invención. Este tiempo de persistencia de la plataforma por encima de la zona de interés es preferentemente de al menos 5 minutos y preferiblemente de al menos 20 minutos.
- Típicamente, para una zona de interés que presenta una nubosidad fragmentada de menos del 50% que se desplaza a al menos 30 km/h, una duración de sobrevuelo de la zona de interés, a lo largo de la zona de interés, permanece en el campo de visión del primer sistema de adquisición de imágenes, y en el campo de registro del segundo sistema de adquisición de imágenes, aproximadamente unos veinte minutos, en general suficiente para asegurar que la totalidad de la zona de interés pudo ser observada por el segundo sistema de adquisición de imágenes.
- La primera plataforma y la segunda plataforma de acuerdo con la invención pueden ser distintas entre sí.
- En variaciones de la invención, son una sola y misma plataforma, la que transporta tanto el primer sistema de adquisición de imágenes como el segundo sistema de adquisición de imágenes.
- Por tanto, el procedimiento según la invención implementa una o dos plataformas de observación aérea o espacial, cada una en una posición que puede calificarse como persistente por encima de la zona de la superficie terrestre por observar, y equipada(s) de dos sistemas de observación/adquisición de imágenes. Se utiliza un primer sistema con campo de visión amplio para estimar las condiciones de observación, tales como la presencia de nubes y sus sombras, los reflejos del sol, etc., en tiempo real. Esta estimación permite orientar las adquisiciones de imágenes hechas por el segundo sistema de observación/adquisición de imágenes en los sectores de la zona de interés donde las condiciones son buenas, siendo este segundo sistema por su parte de alta resolución, de modo que genere imágenes de alta calidad. Incluso en el caso de nubosidad de la zona de interés, las condiciones de observación evolucionan con el tiempo, especialmente a medida que se desplazan las nubes, obteniéndose mediante la implementación de ciclos de observación sucesivos del procedimiento según la invención una adquisición de alta resolución en buenas condiciones de observación en tantos puntos como se desee de la zona de interés.
- Esto se puede efectuar también ventajosamente lo más rápidamente posible con base en las condiciones, especialmente climáticas, particulares actuales, y a través de equipos de concepto simple.
- El procedimiento según la invención también puede responder a una o diversas características que se describen a continuación, implementadas de forma aislada o en cada una de sus combinaciones técnicamente operativas.
- En los modos de implementación particulares de la invención, para al menos un ciclo de observación, preferentemente para todos los ciclos de observación, a excepción del primer ciclo, no se realiza la adquisición de una imagen final mediante el segundo sistema de adquisición de imágenes para los sectores de la zona de interés para los cuales se ha adquirido una imagen final, o en su caso adquirido y validado, tras un ciclo de observación anterior. Ventajosamente, esta característica permite obtener más rápidamente una observación total de la zona de interés, impidiendo las adquisiciones de imágenes finales redundantes.
- Cuando el procedimiento según la invención comprende una etapa de validación de la conformidad de las imágenes finales adquiridas por el segundo sistema de adquisición de imágenes, esta conformidad se evalúa al final de cada ciclo de observación, de modo que permita una nueva adquisición de imágenes finales para los sectores favorables

- 5 para los cuales la imagen final anteriormente adquirida no se ha considerado aceptable, tras el próximo ciclo de observación. De otro modo, se puede realizar en cualquier momento, considerándose aceptables por defecto la totalidad de las imágenes finales de un ciclo de observación determinado, y luego, en su caso, posteriormente reclasificadas como inaceptables a lo largo de la implementación del procedimiento, los sectores correspondientes se reintegran entonces en la lista de sectores de los que aún se debe adquirir una imagen final.
- Esta etapa de validación de la conformidad de las imágenes finales puede realizarse igualmente mediante el análisis de estas imágenes finales en sí mismas, como mediante el análisis de la imagen preliminar correspondiente adquirida por el primer sistema de adquisición de imágenes.
- 10 Este análisis se puede realizar a distancia, especialmente desde la tierra, o mediante un módulo de validación a bordo de una de las plataformas.
- Con base en el uso al cual se destinen las imágenes de la zona de interés, se pueden contemplar diversas configuraciones de acuerdo con la invención. Por ejemplo, se puede decidir que la(s) plataforma(s) permanecerán el tiempo suficiente por encima de la zona de interés para que se hayan adquirido las imágenes finales de la totalidad de los sectores de la zona de interés, o en su caso adquirido y validado. De otro modo, se puede decidir que es aceptable que, para diversos sectores de la zona de interés, se adquieran imágenes de alta resolución incluso cuando estos sectores no estén completamente despejados, con el fin de ahorrar tiempo.
- 15 Por tanto, el procedimiento según la invención puede comprender además, después de la implementación de un número predeterminado de ciclos de observación sucesivos, si la imagen final de uno o diversos sectores de la zona de interés aún no se ha podido adquirir, una etapa de adquisición de imágenes finales, mediante el segundo sistema de adquisición de imágenes, de estos sectores no favorables, preferentemente sólo si la tasa de nubosidad por encima de estos sectores es superior que un valor umbral predeterminado.
- 20 En los modos de implementación particulares de la invención, el procedimiento incluye, durante al menos un ciclo de observación, preferentemente para todos los ciclos de observación, con la excepción del primer ciclo, después de la etapa d/, de identificación de las retículas de la imagen preliminar que no comprenden ninguna mancha representativa de elementos no deseados, una etapa de determinación de un orden de prioridad de los sectores de la zona de interés para la adquisición de imágenes mediante el segundo sistema de adquisición de imágenes, de acuerdo con uno o más criterios preestablecidos. Este o estos criterios se eligen, especialmente, con base en el objetivo particular para el cual se destina la observación de la zona de la superficie terrestre.
- 25 En los modos de implementación particulares de la invención, adaptados a configuraciones en las cuales la segunda plataforma aérea o espacial se desplaza, a baja velocidad, por encima de la superficie terrestre, la segunda plataforma aérea o espacial se desplaza a una velocidad inferior a 200 km/h por encima de la superficie terrestre, y en esta etapa de determinación de un orden de prioridad de los sectores de la zona de interés para la adquisición de las imágenes mediante el segundo sistema de adquisición de imágenes, se asigna un grado de prioridad más elevado a los sectores favorables para los cuales el tiempo restante antes de su salida fuera del campo de registro del segundo sistema de adquisición de imágenes es el más corto, aun siendo superior al tiempo necesario para la adquisición de una imagen de dicho sector mediante el segundo sistema de adquisición de imágenes. Este tiempo restante se puede determinar teniendo en cuenta la dirección y la velocidad del desplazamiento de la segunda plataforma aérea o espacial por encima de la superficie terrestre.
- 30 En los modos de implementación particulares de la invención, la etapa de determinación de un orden de prioridad de los sectores de la zona de interés para la adquisición de las imágenes mediante el segundo sistema de adquisición de las imágenes comprende:
- 35 f/ a partir de datos de dirección y de velocidad del desplazamiento de cada elemento no deseado en o por encima de la zona de interés, la determinación para cada sector favorable de la zona de interés para el cual una imagen final aún no ha sido adquirida o, en su caso, también para algunos otros sectores, incluso para todos los sectores, el tiempo restante antes de la aparición en o por encima de dicho sector de un elemento no deseado,
- 40 g/ la clasificación de dichos sectores mediante el orden de prioridad para la adquisición de las imágenes mediante el segundo sistema de adquisición de imágenes, asignando un grado de prioridad más elevado a los sectores favorables para los cuales el tiempo restante antes de la aparición de un elemento no deseado es el más corto aun siendo superior al tiempo necesario para la adquisición de una imagen de dicho sector mediante el segundo sistema de adquisición de imágenes. Este tiempo incluye en particular el tiempo necesario para la adquisición de la imagen propiamente dicha, así como el tiempo necesario para la reorientación preliminar adecuada del campo de visión del segundo sistema de adquisición de imágenes.
- 45 Preferiblemente, en este ciclo de observación, el segundo sistema de adquisición de imágenes no realiza la etapa de adquisición de imágenes para los sectores para los cuales el tiempo restante antes de la aparición de un elemento no deseado es inferior o igual al tiempo necesario para la adquisición de una imagen de dicho sector mediante el segundo sistema de adquisición de imágenes.
- 50
- 55

- 5 En dichos modos de implementación, asegurar que se dé la prioridad, en su caso, a los sectores favorables de la zona de interés quienes serán los primeros en salir del campo de registro del segundo sistema de adquisición de imágenes, luego a los sectores favorables de la zona de interés en los cuales las condiciones de observación, especialmente la nubosidad, se degradarán más rápidamente, permitiendo ventajosamente el procedimiento según la invención, optimizar el tiempo necesario para la observación completa, en buenas condiciones, de la zona de interés.
- 10 Preferentemente, la etapa de adquisición de una imagen final mediante el segundo sistema de adquisición de imágenes se realiza sólo para los sectores favorables para los cuales el tiempo restante antes de la aparición de un elemento no deseado es superior que el tiempo necesario para la adquisición de una imagen de dicho sector mediante el segundo sistema de adquisición de imágenes, con adición de un margen de seguridad. Está dentro de la competencia de los expertos en la técnica determinar el valor de este margen, especialmente con base en las condiciones climáticas actuales al nivel de la zona de interés, y en particular de la precisión del conocimiento de la velocidad del desplazamiento de las nubes, y, en su caso, la velocidad del desplazamiento de la segunda plataforma por encima de la zona de interés, para asegurar que ningún elemento no deseado aparezca en el sector favorable correspondiente antes del final de la etapa de adquisición de una imagen de este sector mediante el segundo sistema de adquisición de imágenes.
- 15 Dichas características aseguran ventajosamente que la observación de la totalidad de la zona de interés se realice en un tiempo óptimo, especialmente asegurando que la adquisición de una imagen final de cada sector favorable se realice siempre que este sector esté desprovisto de elementos no deseados.
- 20 Los datos de dirección y de velocidad del desplazamiento de cada elemento no deseado, en particular las nubes y sus sombras, en o por encima de la zona de interés, pueden determinarse por cualquier medio convencional en sí mismo, especialmente a partir de datos meteorológicos disponibles para la zona correspondiente.
- Preferiblemente, el procedimiento incluye, en el ciclo de observación correspondiente, una etapa de determinación de datos de dirección y de velocidad del desplazamiento de cada elemento no deseado en o por encima de la zona de interés mediante:
- 25 f1/ comparación de la imagen preliminar adquirida a lo largo de dicho ciclo de observación con la imagen preliminar adquirida a lo largo de un ciclo de observación anterior,
- f2/ determinación, a partir de esta comparación y el intervalo de tiempo entre las respectivas adquisiciones de imágenes preliminares de dichos dos ciclos de observación, de la dirección y de la velocidad del desplazamiento de cada elemento no deseado en o por encima de la zona de interés.
- 30 En los modos de implementación particulares de la invención, el intervalo de tiempo entre las etapas a/, de adquisición de una imagen preliminar de la zona de interés mediante el primer sistema de adquisición de imágenes respectivas de dos ciclos de observación sucesivos está comprendida entre 1 segundo y 2 minutos. Por ejemplo, puede ser aproximadamente de 10 segundos.
- 35 Para la etapa e/ de adquisición de una imagen final de cada uno de los sectores de la zona de interés, la frecuencia de adquisición de imágenes mediante el segundo sistema de adquisición de imágenes es por su parte preferentemente entre 1 y 50 imágenes por segundo, por ejemplo, aproximadamente 2 imágenes por segundo.
- 40 El procedimiento según la invención también puede comprender una etapa de priorización de los sectores de la zona de interés cuya imagen debe ser adquirida mediante el segundo sistema de adquisición de imágenes, con base en cualquier criterio deseado, el o los criterios de priorización dependiendo, especialmente, del uso al cual se destinan las imágenes finales adquiridas mediante el procedimiento según la invención. Como se explicó anteriormente, cuando la segunda plataforma se desplaza por encima de la zona de interés, los sectores ubicados detrás con respecto a la dirección del desplazamiento de la segunda plataforma, los cuales saldrán primero del campo de registro del segundo sistema de adquisición de imágenes, son preferentemente observados en prioridad por este segundo sistema.
- 45 La primera plataforma aérea o espacial y la segunda plataforma aérea o espacial se colocan preferentemente cada una a una altitud superior a 10 km por encima de la zona de interés, preferiblemente a al menos 18 km. Por tanto, se asegura ventajosamente que se encuentren a una altura suficiente para asegurar una amplia cobertura de la tierra, alejándose de las corrientes de viento que se ubican en altitudes más bajas e impedir los corredores aéreos del transporte de pasajeros y mercancías.
- 50 Estas plataformas pueden consistir en cualquier artefacto aéreo o espacial capaz de colocarse en posición casi estacionaria, en el sentido de la presente invención, por encima de la superficie terrestre, a una altitud superior a 10 km, y especialmente, para la segunda plataforma, para permitir el acceso con alta resolución a cualquier punto de un campo de registro amplio durante un largo período de tiempo.
- La primera plataforma y/o la segunda plataforma pueden ser, especialmente, globos.
- 55 De otro modo, se puede tratar de drones estratosféricos, tales como, por ejemplo, un pseudosatélite de gran altitud (HAPS) tal como el Zephyr de Airbus Defence and Space. Dicho pseudosatélite, que evoluciona de manera

- convencional en la estratosfera, a una altitud de más de 20 km por encima de la superficie terrestre, presenta especialmente las ventajas de una alimentación solar, y de un coste de funcionamiento limitado, en particular con respecto a los satélites convencionales. En dicho caso, es bastante ventajoso en el contexto de la invención que el primer sistema de adquisición de imágenes y el segundo sistema de adquisición de imágenes estén ubicados en la misma plataforma.
- De otro modo, la primera plataforma y/o la segunda plataforma pueden ser satélites geoestacionarios. En dicha configuración en particular, se puede también considerar de acuerdo con la presente invención que el primer sistema de adquisición de imágenes y el segundo sistema de adquisición de imágenes estén ubicados en la misma plataforma, o que estén ubicados en diferentes plataformas.
- En particular, cuando la segunda plataforma de acuerdo con la invención es un satélite geoestacionario, es bastante posible prever en el contexto de la invención que la primera plataforma esté constituida por un satélite geoestacionario equipado con un primer sistema de adquisición de imágenes convencionales en sí mismo, ya en órbita para otras misiones, tales como un satélite Meteosat.
- Entonces, el procedimiento según la invención puede comprender, para cada imagen preliminar adquirida mediante el sistema de adquisición de imágenes de campo amplio que equipa dichos satélites de manera convencional, una etapa de transmisión de esta imagen preliminar a un sistema de análisis de imágenes y de control del segundo sistema de adquisición de imágenes para la implementación del ciclo de observación de acuerdo con la invención.
- El primer sistema de adquisición de imágenes se puede configurar de modo que su campo de visión sea fijo u orientable de acuerdo con diferentes ángulos en dirección de la superficie terrestre.
- En los modos de implementación particulares de la invención, la etapa b/ de división de la imagen preliminar en retículas se realiza de modo que las retículas contiguas se superponen en sus bordes periféricos. Esto impide ventajosamente así cualquier discontinuidad entre las imágenes de sectores contiguos de la zona de interés, lo que asegura que la zona de interés se pueda observar en cualquier punto.
- El procedimiento según la invención puede implementar simultáneamente uno o una pluralidad de segundos sistemas de adquisición de imágenes, cada uno respondiendo y funcionando de acuerdo con una o diversas características descritas anteriormente. Estos segundos sistemas de adquisición de imágenes son transportados preferentemente por la misma segunda plataforma.
- Estos segundos sistemas de adquisición de imágenes se pueden utilizar para adquirir, en diferentes momentos del mismo ciclo de observación, una imagen del mismo sector favorable, de tal modo que se obtengan datos redundantes para este sector, aumentando con ello la fiabilidad del procedimiento; o para adquirir, al mismo tiempo, imágenes de sectores favorables diferentes de la zona de interés; o también para adquirir, al mismo tiempo, imágenes de un mismo sector favorable por ángulos de visión diferentes, permitiendo así obtener una representación tridimensional de este sector.
- En los modos de implementación particulares de la invención, el procedimiento incluye además una etapa de desplazamiento de la(s) plataforma(s) por encima de una zona diferente de la superficie terrestre cuando las imágenes de la totalidad de los sectores de la zona de interés fueron adquiridas mediante el segundo sistema de adquisición de imágenes. Las etapas del procedimiento se pueden implementar entonces, de manera similar a la descrita anteriormente, para una nueva zona de interés.
- Cuando la primera y/o la segunda plataforma son satélites geoestacionarios, el procedimiento puede incluir, cuando se hayan adquirido las imágenes de la totalidad de los sectores de la zona de interés mediante el segundo sistema de adquisición de imágenes, una etapa de puntuación de los sistemas de adquisición de imágenes hacia una zona diferente de la superficie terrestre, para implementar el procedimiento según la invención para esta nueva zona.
- Las diferentes etapas del procedimiento según la invención implementan el análisis de imágenes y el control del funcionamiento de sistemas de adquisición de imágenes que preferentemente se realizan a bordo de la misma plataforma. De otro modo, pueden realizarse a distancia, en particular a partir de una estación de control en tierra. Ventajosamente, estas etapas se pueden realizar de manera completamente automática, sobre la base de criterios preliminarmente definidos por un operador.
- Cuando el procedimiento según la invención implementa, como primera plataforma, un satélite geoestacionario ya en órbita para otras misiones, tal como un satélite Meteosat, el control para la implementación del procedimiento según la invención puede comprender el control de la ubicación de la primera plataforma y/o de la adquisición de imágenes mediante el primer sistema de adquisición de imágenes transportado por esta primera plataforma; o aun la identificación del satélite geoestacionario que se encuentra ya en una posición adecuada para la implementación del procedimiento según la invención; y/o aun la identificación de la imagen preliminar tomada por el primer sistema de adquisición de imágenes para otro uso, que es adecuado para la implementación de un ciclo de observación determinado del procedimiento según la invención, y la obtención de esta imagen preliminar.

La presente invención también se refiere a un producto de programa informático que incluye un conjunto de instrucciones de código de programa que, cuando son ejecutadas por un procesador, conducen al dispositivo de acuerdo con la invención, a implementar un procedimiento de adquisición de imágenes de la superficie terrestre de acuerdo con la invención.

5 De acuerdo con otro aspecto, la invención se refiere a un dispositivo para la adquisición de imágenes de la superficie terrestre. Este dispositivo incluye:

10 - una primera plataforma aérea o espacial configurada para poder mantenerse en una posición casi estacionaria por encima de la superficie terrestre, es decir, para poder mantenerse en una posición estacionaria por encima de la superficie terrestre o para desplazarse a una velocidad inferior a 200 km/h por encima de la superficie terrestre, esta primera plataforma incluye un primer sistema de adquisición de imágenes configurado de modo que su campo de visión pueda abarcar una zona de la superficie terrestre, denominada zona de interés, cuando la primera plataforma se coloca por encima de la superficie terrestre;

15 - una segunda plataforma aérea o espacial configurada para poder mantenerse en una posición casi estacionaria por encima de la superficie terrestre, es decir, para poder mantenerse en una posición estacionaria por encima de la superficie terrestre o para desplazarse a una velocidad inferior a 200 km/h por encima de la superficie terrestre, esta segunda plataforma incluye un segundo sistema de adquisición de imágenes que presenta un campo de visión más estrecho y una mejor resolución que la del primer sistema de adquisición de imágenes, siendo orientable el campo de visión del segundo sistema de adquisición de imágenes y estando configurado el segundo sistema de adquisición de imágenes de tal modo que su campo de registro pueda abarcar la zona de interés abarcada en el campo de visión del primer sistema de adquisición de imágenes cuando la segunda plataforma se coloca por encima de la zona de interés;

20 - un sistema de análisis de imágenes y de control del primer sistema de adquisición de imágenes y del segundo sistema de adquisición de imágenes para implementar las etapas del ciclo de observación de un procedimiento según la invención, y las reiteraciones posibles de este ciclo de observación.

25 Las plataformas y sus elementos constitutivos pueden responder a una o diversas características descritas anteriormente con referencia al procedimiento de adquisición de imágenes de acuerdo con la invención.

En los modos de realización particulares de la invención, la primera plataforma y la segunda plataforma son una sola y misma plataforma.

En otros modos de realización de la invención, son distintas entre sí, especialmente cuando se trata de satélites geoestacionarios.

30 El sistema de análisis de imágenes y de control del primer sistema de adquisición de imágenes y del segundo sistema de adquisición de imágenes puede comprender un módulo de validación de la conformidad de las imágenes finales adquiridas por el segundo sistema de adquisición de imágenes, con respecto a uno o diversos criterios preestablecidos.

35 El sistema de análisis de imágenes y de control del primer sistema de adquisición de imágenes y del segundo sistema de adquisición de imágenes para la implementación de las etapas del (los) ciclo(s) de observación de un procedimiento según la invención, puede estar dispuesto en una plataforma propiamente dicha, o en una estación de control a distancia, especialmente en tierra, e incluso parcialmente en una plataforma y parcialmente en una o diversas estaciones de control a distancia.

En los modos de realización particulares de la invención, el sistema de análisis y de control de imágenes comprende

40 - un módulo de análisis de imágenes para la detección de manchas en cada imagen preliminar adquirida por el primer sistema de adquisición de imágenes, la división de la imagen preliminar en retículas y la identificación de las retículas no incluyen ninguna mancha representativa de un elemento no deseado en o por encima de la zona de interés,

45 - y un módulo de control del primer sistema de adquisición de imágenes y el segundo sistema de adquisición de imágenes para la adquisición de imágenes. Este control incluye, especialmente, la activación y la interrupción de la toma de imágenes mediante cada sistema, así como la orientación del campo de visión del segundo sistema de adquisición de imágenes.

50 El sistema de análisis y de control de imágenes comprende preferentemente además un módulo de cálculo configurado para determinar, para al menos uno, preferentemente para cada ciclo de observación, un orden de prioridad de los sectores de la zona de interés para la adquisición de imágenes mediante el segundo sistema de adquisición de imágenes, de acuerdo con uno o diversos criterios preestablecidos, especialmente teniendo en cuenta la dirección y la velocidad del desplazamiento de la segunda plataforma aérea o espacial por encima de la superficie terrestre, y/o especialmente mediante:

- a partir de datos de dirección y de velocidad del desplazamiento de cada elemento no deseado por encima de la zona de interés, determinación para al menos cada sector favorable de la zona de interés para el cual aún no se ha adquirido una imagen final, el tiempo restante antes de la aparición de un elemento no deseado,

5 - clasificación de dichos sectores mediante un orden de prioridad para la adquisición de imágenes mediante el segundo sistema de adquisición de imágenes, asignando un grado de prioridad más elevado a los sectores favorables para los cuales el tiempo restante antes de la aparición de un elemento no deseado es el más corto aun siendo superior al tiempo necesario para la adquisición de una imagen de dicho sector mediante el segundo sistema de adquisición de imágenes.

10 Preferiblemente, el módulo de cálculo está configurado para realizar, para al menos uno, preferentemente para cada ciclo de observación, con la excepción del primer ciclo de observación, la comparación de la imagen preliminar adquirida a lo largo de dicho ciclo de observación con la imagen preliminar adquirida a lo largo de un ciclo de observación anterior, y la determinación, a partir de dicha comparación y del intervalo de tiempo entre las respectivas adquisiciones de imágenes preliminares de dichos dos ciclos de observación, de la dirección y de la velocidad del desplazamiento de cada elemento no deseado por encima de la zona de interés.

15 Otro aspecto de la invención reside en un procedimiento de control a distancia de un dispositivo de acuerdo con la invención para la adquisición de imágenes de la superficie terrestre, para la implementación de la totalidad de las etapas de un procedimiento de adquisición de imágenes de la superficie terrestre de acuerdo con la invención. De acuerdo con este procedimiento de control a distancia, el dispositivo de adquisición de imágenes de la superficie terrestre que es controlado a distancia por un dispositivo de control, en particular en tierra, las señales de control se determinan sucesivamente y se envían al dispositivo para la adquisición de imágenes de la superficie terrestre mediante este dispositivo de control, para la realización de dichas etapas.

20 Un ejemplo que no está cubierto por la invención se refiere a un dispositivo de control que incluye medios configurados para controlar, preferentemente a distancia, especialmente a partir de la superficie terrestre, un dispositivo de adquisición de imágenes de la superficie terrestre, respondiendo a una o diversas características descritas anteriormente, mediante la transmisión de señales de control sucesivas a dicho dispositivo para la adquisición de imágenes de la superficie terrestre, para realizar las etapas del procedimiento según la invención de adquisición de imágenes de la superficie terrestre.

25 Este dispositivo de control, especialmente de control en tierra es convencional en sí mismo y puede incluir una o diversas antenas para recibir señales del dispositivo para la adquisición de imágenes de la superficie terrestre y emitir señales de instrucciones en dirección a este último. Puede comprender ordenadores y medios para procesar y almacenar los datos recibidos del dispositivo para la adquisición de imágenes de la superficie terrestre. Este último, especialmente, de preferencia está equipado de un módulo de control, que incluye especialmente uno o diversos procesadores, anclados a un módulo de comunicación que coopera con el dispositivo de control.

30 Las características y ventajas de la invención se reflejarán más claramente a la luz de los ejemplos de implementación a continuación, proporcionados a título simplemente ilustrativo y en ningún caso limitativo de la invención, con el apoyo de las Figuras 1 a 4, en las cuales:

- La Figura 1 representa de manera esquemática una plataforma de acuerdo con un modo de realización particular de la invención;

40 - La Figura 2 muestra un diagrama de bloques que ilustra las principales etapas de un procedimiento según un modo de implementación de la invención;

La Figura 3 ilustra las etapas de división en retículas de imágenes preliminares adquiridas tras sucesivos ciclos de observación y de priorización de los sectores de la zona de interés para la adquisición de imágenes mediante el sistema de adquisición de imágenes de alta resolución, de un procedimiento según un modo de implementación particular de la invención;

45 - y la Figura 4 ilustra la etapa de división en retículas de una imagen preliminar adquirida tras un ciclo de observación y de priorización de los sectores de la zona de interés para la adquisición de imágenes mediante el sistema de adquisición de imágenes de alta resolución, de un procedimiento según un modo de implementación particular más sofisticado de la invención.

50 En este ejemplo, se considera el caso en donde el primer sistema de adquisición de imágenes y el segundo sistema de adquisición de imágenes son transportados por una sola y misma plataforma 10 aérea o espacial, sin embargo, dicho modo de realización no limita en modo alguno la invención.

Un ejemplo de dicha plataforma 10 aérea o espacial que puede implementarse en el contexto de un procedimiento según la invención, para la adquisición de imágenes de una zona 20 de interés de la superficie terrestre 22, se muestra en la Figura 1.

Esta plataforma 10 puede ser de cualquier tipo que se pueda colocar en una posición casi estacionaria, es decir, especialmente, sin desplazarse o desplazándose a una velocidad inferior a 200 km/h, por encima de la zona 20 de interés. Se trata preferiblemente de un pseudosatélite de gran altitud, tal como el Zephyr de Airbus Defence and Space, o de un satélite geoestacionario.

5 La plataforma 10 se mantiene a una altitud superior a 10 km por encima de la zona 20 de interés.

La plataforma 10 está equipada con dos sistemas distintos de adquisición de imágenes que están configurados para observar hacia la zona 20 de interés cuando la plataforma 10 se encuentra sustancialmente vertical de esta zona.

10 Un primer sistema 11 de adquisición de imágenes, denominado “sistema de campo amplio”, presenta un campo 111 de visión suficientemente amplio para abarcar la zona 20 de interés cuando la plataforma 10 se encuentra sustancialmente vertical con respecto a esta zona. Cuando la plataforma 10 es un pseudosatélite de gran altitud, puede tratarse, por ejemplo, de una cámara con un campo de visión de 70° equipada de un detector de 4 megapíxeles, que libera imágenes de aproximadamente 15 m de resolución. Cuando la plataforma 10 es un satélite geoestacionario, puede tratarse, por ejemplo, de un instrumento meteorológico en órbita geoestacionaria, con una resolución de 500 m.

15 Un segundo sistema 12 de adquisición de imágenes (denominado “sistema de alta resolución”) presenta un campo 121 de visión más estrecho pero una resolución más alta que el sistema 11 de campo amplio. Este campo 121 de visión es dirigido de acuerdo con diversos ejes en la dirección de la zona 20 de interés, de tal modo que el campo 122 de perspectiva del sistema de alta resolución, que se ilustra con líneas punteadas en la Figura 1, abarca también la zona 20 de interés de la que se desean obtener imágenes. La orientación del campo 121 de visión del sistema 12 de alta resolución se puede realizar especialmente mediante un sistema 123 de espejos, representado esquemáticamente en la Figura 1, convencional en sí mismo. Cuando la plataforma 10 es un pseudosatélite de gran altitud, puede tratarse, por ejemplo, de una cámara con un campo de visión de 3° equipada con un detector de 30 megapíxeles, que libera imágenes de aproximadamente 0,2 m de resolución, y se coloca en un sistema de puntuación que permite orientar la línea de visión a +/- 30° de acuerdo con el cabeceo y el balanceo. Cuando la plataforma 10 es un satélite geoestacionario, puede tratarse, por ejemplo, de un telescopio espacial con una resolución de 4 m en un campo de 10.000 km<sup>2</sup>.

La plataforma 10 también puede integrar un sistema 13 de análisis de imágenes y de control del sistema 11 de campo amplio y del sistema 12 de alta resolución.

30 Este sistema 13 de análisis y control de imágenes incluye, por ejemplo, al menos un procesador y al menos una memoria electrónica en la cual se almacena un producto de programa informático, en forma de un conjunto de instrucciones de código de programa por ejecutar para implementar las diferentes etapas de un procedimiento de adquisición de imágenes de la superficie terrestre de acuerdo con la invención. Estas etapas se describirán en detalle más adelante en la presente descripción.

35 En una variante, el sistema 13 de análisis y control de imágenes incluye también uno o más circuitos lógicos programables, del tipo FPGA, PLD, etc., y/o circuitos integrados especializados (ASIC) adaptados para implementar todas o parte de dichas etapas del procedimiento de control. En otras palabras, el sistema 13 de análisis y control de imágenes incluye un conjunto de medios configurados de manera informática (producto de programa informático específico) y/o material (FPGA, PLD, DSP, ASIC, etc.) para implementar las diferentes etapas de un procedimiento de adquisición de imágenes de la superficie terrestre de acuerdo con la invención.

40 El sistema 13 de análisis y control de imágenes incluye preferentemente un módulo 131 de análisis de imágenes que permite:

- detectar, en determinadas imágenes, manchas atribuibles a elementos no deseados en el sector de la zona de interés correspondiente,

- dividir las imágenes en retículas de dimensiones predeterminadas,

45 - e identificar las retículas que no incluyen ninguna mancha atribuible a un elemento no deseado.

Además, incluye preferentemente un módulo 132 de control del sistema 11 de campo amplio y el sistema 12 de alta resolución para la adquisición de imágenes, especialmente de la zona 20 de interés de la superficie terrestre 22. Este control incluye especialmente la activación y la interrupción de la toma de imágenes por cada sistema, así como la orientación del campo 121 de visión del sistema 12 de alta resolución.

50 El sistema 13 de análisis y control de imágenes también puede comprender un módulo 133 de cálculo configurado para determinar un orden de prioridad de los sectores de la zona 20 de interés para la adquisición de las imágenes mediante el sistema de alta resolución, con base en los criterios predeterminados y/o de acuerdo con los modos de determinación preestablecidos, especialmente con base en los datos meteorológicos relacionados con la zona 20 de interés, y en su caso con base en los datos de dirección y de velocidad del desplazamiento de la plataforma 10 aérea por encima de la zona 20 de interés.

Este módulo 133 de cálculo es preferentemente capaz de realizar la comparación de diversas imágenes tomadas sucesivamente de la zona 20 de interés, para rastrear elementos no deseados en movimiento y determinar su velocidad de desplazamiento.

5 El sistema 13 de análisis y control de imágenes puede de otro modo colocarse en una estación de control a distancia en tierra.

En todos los casos, se puede configurar ventajosamente para que funcione de manera completamente automática, sobre la base de instrucciones de funcionamiento predefinidas por un operador.

Para la implementación del procedimiento según la invención, los movimientos de la plataforma 10 pueden controlarse a distancia mediante un dispositivo 21 de control, especialmente en tierra, de una manera convencional en sí misma.

10 Este dispositivo 21 de control a distancia puede configurarse para conducir las diferentes fases implementadas por la plataforma 10. Para ello, el dispositivo 21 de control y la plataforma 10 incluyen cada uno de los medios convencionales de comunicación a distancia. El dispositivo 21 de control es especialmente adecuado para determinar las señales de control que se envían a la plataforma 10.

15 Las principales etapas de un procedimiento según un modo de implementación particular de la invención se ilustran en la Figura 2, en la forma de un diagrama de bloques.

Este procedimiento comprende una sucesión de ciclos 30 de observación, que se implementan a la vez que la plataforma 10 permanece en una posición casi estacionaria por encima de la zona 20 de interés. Cada ciclo 30 de observación comprende las siguientes etapas diferentes.

20 En una primera etapa, se realiza la adquisición 301 de una imagen de la zona 20 de interés mediante el sistema 11 de campo amplio. Se obtiene entonces una imagen 40, a baja resolución, de la zona 20 de interés. Un ejemplo de dicha imagen 40 se ilustra esquemáticamente en a/ en la Figura 3. Esta imagen representa una zona de interés que comprende una extensión de agua (en blanco en la figura) y una extensión de tierra (en gris en la figura).

25 El ciclo 30 de observación comprende entonces dos etapas que pueden implementarse sucesivamente, en cualquier orden, o simultáneamente, no siendo limitante de la invención en modo alguno el orden de presentación que se muestra en la Figura 3.

30 Una de estas etapas consiste en la división 302 de la imagen 40 adquirida mediante el sistema de campo amplio, denominada imagen preliminar, en una pluralidad de retículas 41 correspondientes cada una a un sector de la zona 20 de interés capaz de ser abarcada en el campo 121 de visión del sistema 12 de alta resolución. En el ejemplo particular que se representa en la Figura 3, la imagen 40 preliminar es dividida de acuerdo con una cuadrícula regular, en retículas 41, cada una correspondiente a la superficie del campo 121 de visión del sistema 12 de alta resolución. Sin embargo, un dicho ejemplo de división no limita en modo alguno la invención. La división se realiza preferentemente de tal modo que las retículas 40 contiguas se superpongan al nivel de sus bordes periféricos, de modo que se asegure que la zona 20 de interés se observará en cualquier punto.

35 Otra de estas etapas consiste en el análisis 303 de la imagen 40 preliminar para detectar la posible presencia de manchas representativas de elementos no deseados en o por encima de la zona 40 de interés. En el ejemplo particular, que se representa en la Figura 3, se representan dos tipos de manchas: manchas 42 representativas de las nubes y sus sombras, y una mancha 42' representativa del reflejo del sol en el agua.

40 En el diagrama de la Figura 3, la etapa 302 de división se representa antes de la etapa 303 de análisis. Sin embargo, dicho orden no limita en modo alguno la invención. Estas dos etapas se pueden realizar igualmente en el orden inverso o simultáneamente.

45 En una etapa siguiente, el ciclo 30 de observación comprende la identificación 304 de las retículas 411 de la imagen 40 preliminar que no incluye ninguna mancha representativa de elementos no deseados. Estas retículas 411, representadas sin patrón en la Figura 3, corresponden a los sectores denominados favorables de la zona 20 de interés. Las retículas 412 que incluyen una mancha 42 o 42' representativa de un elemento no deseado están, por su parte, representadas en un patrón estriado en la Figura 3.

50 El ciclo 30 de observación puede entonces incluir opcionalmente una etapa 305 de determinación de un orden de prioridad de los sectores de la zona 20 de interés para la adquisición de imágenes mediante el sistema 12 de alta resolución, con base en los criterios predeterminados. Uno de estos criterios puede ser especialmente el tiempo restante antes de la salida de cada sector fuera del campo de registro del sistema 12 de alta resolución. Otro de estos criterios puede ser el tiempo restante antes de la aparición en cada sector de un elemento no deseado.

El ciclo de observación puede entonces comprender, por ejemplo, en primer lugar una etapa 3051 de comparación de dos imágenes 40 preliminares tomadas en diferentes ciclos 30 de observación, luego, a partir de informaciones extraídas de esta comparación, y del intervalo de tiempo conocido entre las adquisiciones de la imagen 40 preliminar

respectivas de dos ciclos 30 de observación, la determinación 3052 de la dirección y de la velocidad del desplazamiento de cada elemento no deseado por encima de la zona 20 de interés.

A partir de los datos así obtenidos, el procedimiento puede entonces comprender:

5 - la determinación 3053, para cada sector favorable de la zona 20 de interés, del tiempo restante antes de la aparición de un elemento no deseado,

- luego la clasificación 3054 de dichos sectores por orden de prioridad para la adquisición de imágenes mediante el sistema de alta resolución. Por tanto, se asigna un grado de prioridad más elevado a los sectores favorables para los cuales el tiempo restante antes de la aparición de un elemento no deseado es el más corto. Sin embargo, este tiempo debe ser superior que el tiempo necesario para la adquisición de una imagen mediante el sistema 12 de alta resolución.

10 El procedimiento según la invención permite así ventajosamente priorizar la adquisición de imágenes, mediante el sistema 12 de alta resolución, para los sectores en o por encima de los cuales no figura ningún elemento no deseado tales como nubes o el reflejo del sol. Entre estos sectores denominados favorables, también afecta un orden de prioridad a los sectores para los cuales la situación se deteriorará más rápidamente, con base en los movimientos de los elementos no deseados actuales. La totalidad de estas priorizaciones permiten adquirir imágenes de la totalidad  
15 de la zona 20 de interés tan rápido como lo permitan las condiciones de observación, especialmente las condiciones meteorológicas.

En su caso, se asigna un grado de prioridad más elevado a los sectores favorables ubicados en el borde del campo de registro del sistema 12 de alta resolución, para los cuales el tiempo restante antes de su salida fuera de este campo de registro es el más corto.

20 En una etapa siguiente, el ciclo de observación comprende la adquisición 306 de una imagen, denominada imagen final, de diversos, y si es posible de la totalidad, de sectores favorables mediante el sistema 12 de alta resolución, de acuerdo con el orden de prioridad definido anteriormente.

25 El ciclo 30 de observación comprende entonces una etapa de análisis 307, que tiene como propósito, por un lado, validar las imágenes finales recién adquiridas y, por otro lado, verificar si se ha adquirido y se ha validado o no una tasa predeterminada de sectores de la zona 20 de interés de una imagen final mediante el sistema de alta resolución. Esta tasa es preferiblemente del 100%.

30 Si este no es el caso, el procedimiento según la invención comprende la repetición 308 del ciclo 30 de observación tantas veces como sea necesario, hasta alcanzar esta tasa. Preferiblemente, los sectores de la zona 20 de interés para los cuales ya se ha adquirido y validado una imagen final, no se someten a la adquisición de imágenes por el sistema 12 de alta resolución durante los siguientes ciclos 30 de observación.

Al final de este procedimiento, se obtiene una imagen clara de toda la zona 20 de interés.

35 Si la nubosidad de la zona de interés no lo permitiera, con base en el tiempo que hubiera sido deseable dedicar a la adquisición de imágenes en alta resolución de esta zona de interés, se podría haber decidido de acuerdo con la invención realizar menos ciclos de observación y satisfacerse con una tasa inferior al 100% de imágenes finales desprovistas de manchas no deseadas. En todos los casos, para un resultado determinado, en términos de superficie de la zona de interés para la cual se podría adquirir una imagen de alta resolución perfectamente desprovista de manchas no deseadas, el tiempo necesario para obtener este resultado mediante el procedimiento según la invención es inferior a la que hubieran necesitado los procedimientos de la técnica anterior.

40 La Figura 3 ilustra esquemáticamente imágenes 40, 40' y 40" preliminares sucesivas adquiridas por el sistema 11 de campo amplio de acuerdo con la invención.

45 En la primera imagen 40, que se muestra en a/ como se explicó anteriormente, se observa la presencia de manchas 42, 42' representativas de elementos no deseados para una observación satisfactoria de la zona 20 de interés. Las manchas corresponden respectivamente a las nubes y sus sombras y al reflejo del sol. Conforme con el procedimiento según la invención, como se explicó anteriormente, en el ciclo de observación actual, solo los sectores correspondientes a las retículas 411 que no presentan ninguna mancha no deseada son sometidas a la adquisición de la imagen mediante el sistema 12 de alta resolución. Los sectores correspondientes a las retículas 412 que presentan dicha mancha, indicados por un patrón estriado en la figura, no son por su parte observados por el sistema 12 de alta resolución.

50 En el siguiente ciclo 30 de observación, se obtiene una imagen 40' preliminar que es diferente de la imagen 40 preliminar. Como se puede ver en b/ en la Figura 3, se han desplazado las manchas representativas de elementos no deseados. En este nuevo ciclo 30 de observación, no se vuelven a observar los sectores correspondientes a las retículas 413 para los cuales se adquirió y validó una imagen mediante el sistema 12 de alta resolución en el ciclo anterior. Tampoco se observan los sectores correspondientes a las retículas 412' que presentan una mancha no deseada. Solo los sectores correspondientes a las retículas 411 que no incluyen mancha, que no han sido observados  
55 mediante el sistema 12 de alta resolución en el ciclo anterior.

- En el ejemplo particular que se ilustra en la Figura 3, en esta fase, todas las retículas 41 han dado lugar a la observación mediante el sistema 12 de alta resolución del sector correspondiente, excepto una. Esta retícula 411 se identifica en la imagen 40" que se muestra en c/ en la figura. Debido al desplazamiento de la mancha 42' representativa del reflejo del sol, esta retícula 411 ahora está carente de manchas no deseadas. Por lo tanto, el sector correspondiente puede ser sometido, en el 3<sup>er</sup> ciclo 30 de observación, a la adquisición de la imagen mediante el sistema 12 de alta resolución.
- Al final de los tres ciclos, todos los sectores de la zona 20 de interés fueron observados, en condiciones de observación satisfactorias, mediante el sistema 12 de alta resolución. Para el ejemplo particular que se ilustra en la Figura 3, esto se realizó muy rápidamente.
- La Figura 4 ilustra una imagen 40 preliminar adquirida tras un ciclo 30 de observación, para un modo de implementación más sofisticado del procedimiento según la invención.
- Se encuentran las retículas 41, algunas de las cuales contienen manchas 42, 42' no deseadas. Las retículas 411, representadas sin patrón en la figura, corresponden a los sectores favorables. Entre estas retículas favorables, se referencian las retículas 411' más favorables, indicadas en un patrón de cuadrícula en la figura, correspondientes a los sectores de la zona 20 de interés para los cuales las condiciones se deteriorarán más rápidamente, y que deben ser observados con prioridad por el sistema 12 de alta resolución. Estas retículas 411' han sido identificadas ventajosamente por el procedimiento según la invención, especialmente a partir de una extrapolación del desplazamiento de los elementos 42, 42' no deseados, en particular teniendo en cuenta su respectiva dirección 421, 421' de desplazamiento.
- A continuación, se describen ejemplos particulares de implementación del procedimiento según la invención.
- Ejemplo 1
- En este ejemplo, la plataforma es una HAPS a una altitud de 20 km dotada con un sistema de adquisición de imágenes de alta resolución (resolución de tierra GSD = 0,2 m) con un campo de visión de 1,2x1,2 km que puede acceder a cualquier punto de su campo de registro de 20x20 km a una frecuencia de 2 Hz (incluido el tiempo necesario para cambiar el eje de visión, el tiempo de estabilización y el tiempo de adquisición de imagen en sí misma). Este campo de registro está completamente cubierto por un sistema de adquisición de imágenes de campo amplio con resolución de tierra GSD = 15 m. Los dos sistemas son, por ejemplo, multispectrales en lo visible.
- El HAPS se desplaza con respecto a la tierra a una velocidad de 10 m/s hacia el norte.
- Las nubes presentes en el campo de registro del sistema de alta resolución se desplazan con respecto a la tierra a una velocidad de 20 m/s hacia el este.
- El campo de registro del instrumento de alta resolución se subdivide en 400 retículas cuadradas asociadas cada una de dimensiones de 1x1 km. El objetivo es adquirir imágenes en alta resolución del mayor número de retículas posibles, e incluso de la totalidad, en buenas condiciones de observación, es decir sin nubes o sombra de nubes, y sin reflejos del sol. El campo de visión del sistema de alta resolución es más amplio que una retícula, lo que permite la superposición y fusión de retículas en un mosaico continuo mediante postprocesamiento.
- La zona de interés de la superficie terrestre es una subparte del campo de registro del sistema de alta resolución.
- Los ciclos de observación del procedimiento según la invención suceden cada 10 s y comprenden:
- la adquisición de la totalidad de la zona correspondiente al campo de registro del sistema de alta resolución mediante el sistema de campo amplio y la estimación de las condiciones de observación de cada retícula;
  - la priorización de las retículas, de acuerdo con los siguientes criterios:
    - o prioridad a aquellos no adquiridos, luego a aquellos ya adquiridos, pero no validados,
    - o luego, dentro de estos subgrupos, prioridad a aquellos que muy pronto no serán visibles, que se ubican aquí en el borde sur del campo,
    - o luego dentro de estos subgrupos, priorización con base en la calidad de las condiciones de observación (ausencia de falla, proximidad del nadir) y la inminencia de la llegada de una falla (desplazamiento de nubes hacia el este, etc.);
  - adquisición de 20 retículas (a una frecuencia de adquisición de 2 Hz) consideradas prioritarias;
  - validación de las retículas adquiridas en condiciones satisfactorias (ya sea con base en la estimación de cobertura en la imagen preliminar adquirida por el sistema de campo amplio, o mediante una nueva estimación en la imagen adquirida con alta resolución).
- Después de 100 s, el campo de registro del sistema de alta resolución se ha desplazado en una distancia correspondiente a una retícula y las nubes se han desplazado en 2 retículas.

## ES 2 819 100 T3

Después de 1000 s, el campo de registro del sistema de alta resolución se ha desplazado la mitad y las nubes han cruzado completamente este campo de registro.

Se ha realizado la adquisición de alta resolución de toda la zona de interés.

### Ejemplo 2

- 5 En este ejemplo, la plataforma es un satélite geoestacionario, dotado de un sistema de alta resolución (con una resolución de tierra GSD de 4 m) cuyo campo de visión de  $100 \times 100$  km puede acceder a cualquier punto del campo de registro circular de un radio a la tierra de aproximadamente 8000 km a una frecuencia de una imagen cada 45 s.

- 10 Este campo de registro está completamente cubierto por un sistema de campo amplio de resolución de tierra GSD de aproximadamente 500 m, integrado o transportado por un satélite meteorológico, capaz de adquirir una imagen cada 15 minutos.

La zona de interés es una subparte del campo de registro del sistema de alta resolución. Se subdivide en celdas asociadas de  $90 \times 90$  km. El procedimiento se implementa entonces como se describe en el ejemplo 1, con ciclos de observación de una duración de 15 minutos.

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento de adquisición de imágenes de la superficie (22) terrestre, que comprende las etapas de:
- 5 - colocación de una primera plataforma aérea o espacial por encima de dicha superficie (22) terrestre, comprendiendo dicha primera plataforma un primer sistema (11) de adquisición de imágenes (111) de campo de visión que abarca una zona (20), denominada zona de interés, de dicha superficie (22) terrestre,
  - 10 - colocación de una segunda plataforma aérea o espacial por encima de dicha superficie (22) terrestre, comprendiendo dicha segunda plataforma un segundo sistema (12) de adquisición de imágenes con un campo (121) de visión más estrecho y de mejor resolución que el primer sistema (11) de adquisición de imágenes, siendo orientable el campo (121) de visión de dicho segundo sistema (12) de adquisición de imágenes de tal modo que el campo (122) de registro de dicho segundo sistema (12) de adquisición de imágenes abarque dicha zona (20) de interés,
  - implementación de un ciclo (30) de observación que comprende las etapas de:
    - a/ adquisición (301) de una imagen (40) de dicha zona (20) de interés mediante dicho primer sistema (11) de adquisición de imágenes,
    - 15 b/ división (302) de la imagen (40) así adquirida, de dicha imagen preliminar, en retículas (41) correspondiente cada una a un sector de la denominada zona (20) de interés capaz de ser abarcada en el campo (121) de visión del segundo sistema (12) de adquisición de imágenes,
    - c/ análisis (303) de dicha imagen (40) preliminar, para detectar la posible presencia de manchas (42, 42') representativas de elementos no deseados en o por encima de la zona (20) de interés,
    - 20 d/ identificación (304) de las retículas (411) de dicha imagen preliminar que no incluye ninguna mancha representativa de elementos no deseados, correspondiendo dichas retículas (411) a los denominados sectores favorables de dicha zona (20) de interés,
    - e/ y, en su caso, la adquisición (306) de una imagen, denominada imagen final, del sector o sectores favorables mediante dicho segundo sistema (12) de adquisición de imágenes,
- caracterizado dicho procedimiento porque:
- 25 - cada una de dicha primera plataforma aérea o espacial y de dicha segunda plataforma aérea o espacial se coloca en una posición estacionaria por encima de dicha superficie (22) terrestre o se desplaza a una velocidad inferior a 200 km/h por encima de dicha superficie (22) terrestre,
  - 30 - y, si al final de la implementación de dicho ciclo (30) de observación no se ha alcanzado una tasa predeterminada de sectores de la zona (20) de interés para la cual se ha adquirido una imagen final mediante el segundo sistema (12) de adquisición de imágenes, reiteraciones (308) del ciclo (30) de observación hasta que se alcance dicha tasa.
2. Procedimiento según una la reivindicación 1, según el cual la primera plataforma y la segunda plataforma son una sola y misma plataforma (10).
3. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, que comprende una etapa (307) de validación de la conformidad de las imágenes finales adquiridas por el segundo sistema de adquisición de imágenes con un criterio preestablecido, y, si una tasa predeterminada de sectores de la zona (20) de interés para los cuales una imagen final ha sido validada no ha sido alcanzada, reiteraciones (308) del ciclo (30) de observación hasta alcanzar dicha tasa.
4. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, según el cual, para un ciclo (30) de observación, no se realiza la adquisición (306) de una imagen final mediante el segundo sistema (12) de adquisición de imágenes para los sectores de dicha zona (20) de interés para los cuales se ha adquirido una imagen final, o en su caso adquirido y validado, durante un ciclo (30) de observación anterior.
- 45 5. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, que incluye, para un ciclo (30) de observación, después de la etapa d/, la identificación (304) de las retículas (411) de dicha imagen (40) preliminar que no incluye ninguna mancha representativa de elementos no deseados, una etapa (305) de determinación de un orden de prioridad de los sectores de dicha zona (20) de interés para la adquisición de imágenes mediante el segundo sistema (12) de adquisición de imágenes, de acuerdo con uno o más criterios preestablecidos.
- 50 6. Procedimiento según la reivindicación 5, de acuerdo con la cual dicha segunda plataforma aérea o espacial se desplaza a una velocidad inferior a 200 km/h por encima de dicha superficie (22) terrestre y en dicha etapa (305) de determinación de un orden de prioridad de los sectores de dicha zona (20) de interés para la adquisición de imágenes mediante el segundo sistema (12) de adquisición de imágenes, se asigna un grado de prioridad más elevado a los sectores favorables para los cuales el tiempo restante antes de su salida fuera del campo de registro del segundo

sistema de adquisición de imágenes (20), es el más corto, aun siendo superior al tiempo necesario para la adquisición de una imagen de dicho sector mediante dicho segundo sistema (12) de adquisición de imágenes.

5 7. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 6, de acuerdo con la cual dicha etapa (305) de determinación de un orden de prioridad de los sectores de dicha zona (20) de interés para la adquisición de imágenes mediante el segundo sistema (12) de adquisición de imágenes comprende:

f/ a partir de los datos de dirección y de velocidad del desplazamiento de cada elemento no deseado en o por encima de la zona (20) de interés, la determinación (3053) para cada sector favorable de la zona (20) de interés para la cual aún no se ha adquirido una imagen final, el tiempo restante antes de la aparición de un elemento no deseado,

10 g/ la clasificación (3054) de dichos sectores en orden de prioridad para la adquisición de las imágenes mediante el segundo sistema (12) de adquisición de imágenes, atribuyéndose un grado de prioridad más elevado a los sectores favorables para los cuales el tiempo restante antes de la aparición de un elemento no deseado es el más corto, aún siendo superior al tiempo necesario para la adquisición de una imagen de dicho sector mediante el segundo sistema (12) de adquisición de imágenes.

15 8. Procedimiento según la reivindicación 7, que incluye para dicho ciclo (30) de observación una etapa de determinación de datos de dirección y de velocidad del desplazamiento de cada elemento no deseado en o por encima de la zona (20) de interés mediante:

f1/ comparación (3051) de la imagen (40) preliminar adquirida a lo largo de dicho ciclo (30) de observación con la imagen (40) preliminar adquirida a lo largo de un ciclo (30) de observación anterior,

20 f2/ determinación (3052), a partir de dicha comparación y del intervalo de tiempo entre las respectivas adquisiciones de la imagen (40) preliminar de dichos dos ciclos (30) de observación, de la dirección y de la velocidad del desplazamiento de cada elemento no deseado en o por encima de la zona (20) de interés.

25 9. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, según el cual el intervalo de tiempo entre las etapas a/, de adquisición (301) de una imagen (40) de dicha zona (20) de interés mediante dicho primer sistema (11) de adquisición de imágenes, respectivo de dos ciclos (30) de observación sucesivos está comprendido entre 1 segundo y 2 minutos.

10. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, según el cual para la etapa e/ adquisición (306) de una imagen (40) de cada uno de los sectores de dicha zona (20) de interés, la frecuencia de adquisición de imágenes mediante dicho segundo sistema (12) de adquisición de imágenes está comprendida entre 1 y 50 imágenes por segundo.

30 11. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, según el cual dicha primera plataforma y dicha segunda plataforma se colocan a una altitud superior a 10 km por encima de la zona (20) de interés.

35 12. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, según el cual dicha primera plataforma se desplaza por encima de la superficie (22) terrestre de tal manera que la zona (20) de interés permanece en el campo (111) de visión de dicho primer sistema (11) de adquisición de imágenes durante al menos 5 minutos, y dicha segunda plataforma se desplaza por encima de la superficie (22) terrestre de tal manera que la zona (20) de interés permanece en el campo (122) de perspectiva de dicho segundo sistema (12) de adquisición de imágenes durante al menos 5 minutos.

40 13. Un procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, según el cual la etapa b/ de división (302) en retículas (41) de la imagen (40) preliminar se realiza de modo que las retículas contiguas se superponen en sus bordes periféricos.

14. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, que implementa simultáneamente una pluralidad de segundos sistemas (12) de adquisición de imágenes.

15. Dispositivo para la adquisición de imágenes de la superficie (22) terrestre, que incluye:

45 - una primera plataforma aérea o espacial que incluye un primer sistema (11) de adquisición de imágenes configurado de modo que su campo (111) de visión pueda abarcar una zona (20) de dicha superficie (22) terrestre, denominada zona de interés, cuando dicha primera plataforma se coloca por encima de dicha superficie (22) terrestre;

50 - una segunda plataforma aérea o espacial que incluye un segundo sistema (12) de adquisición de imágenes que presenta un campo (121) de visión más estrecho y una mejor resolución que el primer sistema (11) de adquisición de imágenes, siendo orientable y configurado el campo (121) de visión de dicho segundo sistema (12) de adquisición de imágenes de modo que el campo (122) de perspectiva de dicho segundo sistema (12) de adquisición de imágenes pueda abarcar dicha zona (20) de interés cuando dicha segunda plataforma se coloca por encima de dicha zona (20) de interés;

- un sistema (13) de análisis y control de imágenes del primer sistema (11) de adquisición de imágenes y del segundo sistema (12) de adquisición de imágenes para la implementación de las etapas del ciclo de observación de un procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14,
- 5 estando dicho dispositivo caracterizado porque cada una de la dicha primera plataforma aérea o espacial y la dicha segunda plataforma aérea o espacial está configurada para poder mantenerse en una posición estacionaria por encima de dicha superficie (22) terrestre o se desplaza a una velocidad inferior a 200 km/h por encima de dicha superficie (22) terrestre, controlando el dicho sistema (13) el primer sistema (11) de adquisición de imágenes y el segundo sistema (12) de adquisición de imágenes para la implementación de la o las reiteraciones eventuales del dicho ciclo de observación.
- 10 16. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 15, según el cual la primera plataforma y la segunda plataforma son una y la misma plataforma (10).
17. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 15 a 16, en el cual el sistema (13) de análisis y control de imágenes comprende:
- 15 - un módulo (131) de análisis de imágenes para la detección (302) de manchas (42, 42') en cada imagen (40) preliminar adquirida por el primer sistema (11) de adquisición de imágenes, no incluyendo la división (303) de la imagen (40) preliminar en retículas (41) y la identificación (304) de las retículas (40) ninguna mancha representativa de un elemento no deseado por encima de la zona (20) de interés,
- un módulo (132) de control del primer sistema (11) de adquisición de imágenes y del segundo sistema (12) de adquisición de imágenes para la adquisición (301, 306) de imágenes.
- 20 18. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 15 a 17, en el cual el sistema (13) de análisis y control de imágenes comprende un módulo (133) de cálculo configurado para determinar, para un ciclo (30) de observación, un orden de prioridad de los sectores de dicha zona (20) de interés para la adquisición (306) de imágenes mediante el segundo sistema (12) de adquisición de imágenes, de acuerdo con uno o más criterios preestablecidos.
- 25 19. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 18, según el cual dicho módulo (133) de cálculo está configurado para determinar, para un ciclo (30) de observación, un orden de prioridad de los sectores de dicha zona (20) de interés para la adquisición (306) de las imágenes mediante el segundo sistema (12) de adquisición de imágenes, mediante:
- a partir de los datos de dirección y de velocidad del desplazamiento de cada elemento no deseado en o por encima de la zona (20) de interés, determinación (3053) para cada sector favorable de la zona (20) de interés para la cual aún no se ha adquirido una imagen final, del tiempo restante antes de la aparición de un elemento no deseado,
- 30 - la clasificación (3054) de dichos sectores en orden de prioridad para la adquisición (306) de las imágenes mediante el segundo sistema (12) de adquisición de imágenes, atribuyéndose un grado de prioridad más elevado a los sectores favorables para los cuales el tiempo restante antes de la aparición de un elemento no deseado es el más corto aun siendo superior al tiempo necesario para la adquisición de una imagen de dicho sector mediante el segundo sistema (12) de adquisición de imágenes.
- 35 20. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 19, en el cual el módulo (133) de cálculo está configurado para realizar, para un ciclo de observación, la comparación (3051) de la imagen (40) preliminar adquirida a lo largo de dicho ciclo (30) de observación con la imagen (40) preliminar adquirida a lo largo de un ciclo (30) de observación anterior, y la determinación (3052), a partir de dicha comparación y del intervalo de tiempo entre las adquisiciones (301) de la imagen (40) preliminar respectiva de dichos dos ciclos (30) de observación, de la dirección y de la velocidad del desplazamiento de cada elemento no deseado en o por encima de la zona (20) de interés.
- 40 21. Producto de programa informático caracterizado porque incluye un conjunto de instrucciones de código de programa que, cuando son ejecutadas por un procesador, conducen el dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 15 a 20 para implementar un procedimiento de adquisición de imágenes según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14.
- 45 22. Procedimiento de control a distancia de un dispositivo para la adquisición de imágenes de la superficie (22) terrestre según una cualquiera de las reivindicaciones 15 a 20, para la implementación de la totalidad de las etapas de un procedimiento de adquisición de imágenes de la superficie (22) terrestre según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, según el cual dicho dispositivo para la adquisición de imágenes es controlado a distancia por un dispositivo (21) de control, siendo las señales de control sucesivamente determinadas y enviadas a dicho dispositivo para la adquisición de imágenes mediante este dispositivo (21) de control, para la realización de dichas etapas
- 50

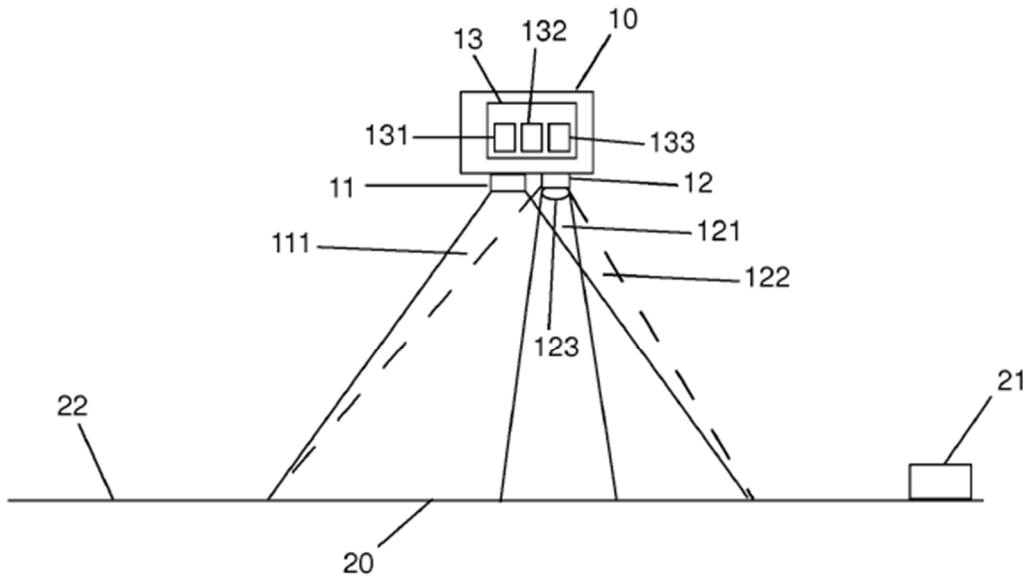


FIG 1

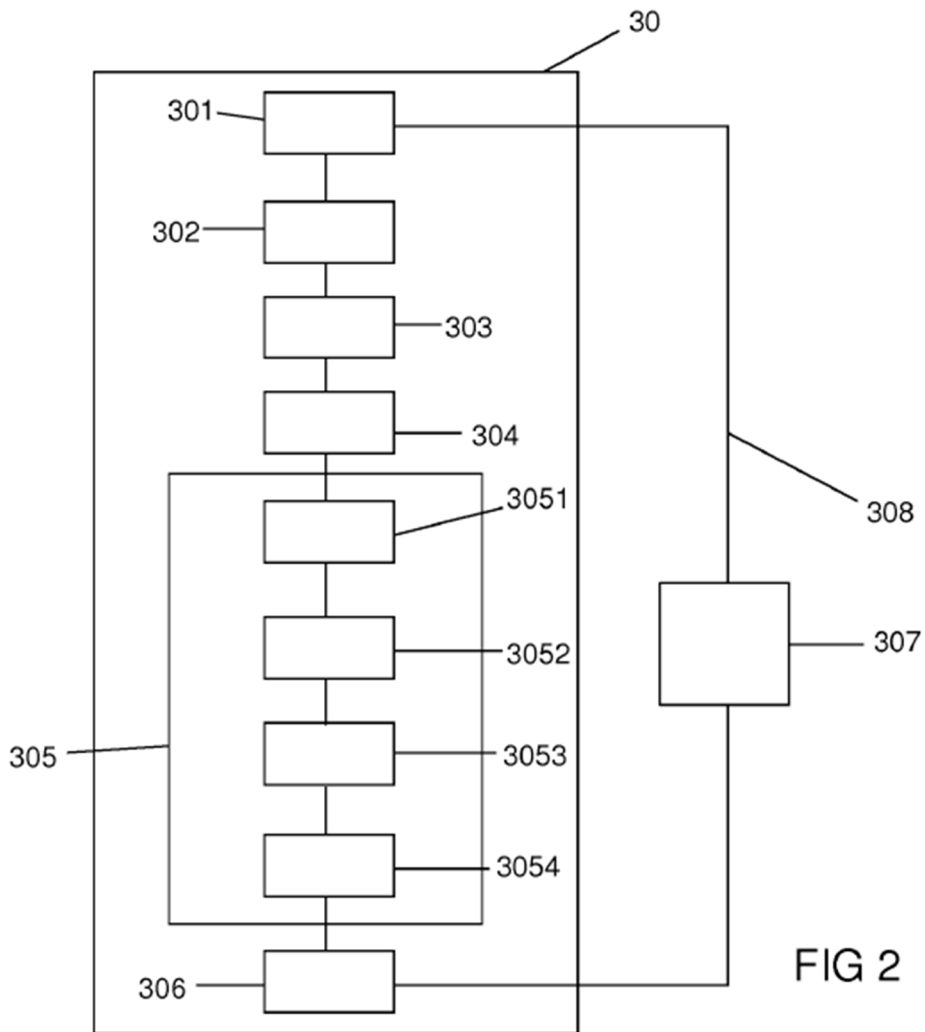


FIG 2

