



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 363 842**

51 Int. Cl.:
B64G 1/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08846520 .8**

96 Fecha de presentación : **28.08.2008**

97 Número de publicación de la solicitud: **2185417**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **19.05.2010**

54 Título: **Instrumento de adquisición y distribución de imágenes de observación terrestre de alta resolución espacial y temporal.**

30 Prioridad: **31.08.2007 FR 07 06117**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
17.08.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
17.08.2011

73 Titular/es:
**Centre National d'Etudes Spatiales (C.N.E.S.)
2, Place Maurice Quentin
75039 Paris Cedex 01, FR**

72 Inventor/es: **Antikidis, Jean-Pierre**

74 Agente: **Mir Plaja, Mireia**

ES 2 363 842 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

Instrumento de adquisición y distribución de imágenes de observación terrestre de alta resolución espacial y temporal

5 **[0001]** La invención se refiere a un instrumento de adquisición y de suministro de imágenes satelitarias de observación terrestre que presenta una elevada resolución en el suelo (de 10 metros o menos, y en particular del orden de un metro) y una elevada frecuencia de cobertura global de la Tierra (de 2 semanas o menos, y en particular del orden de un día).

10 **[0002]** En todo el texto, la expresión "frecuencia de cobertura global de la Tierra" designa la frecuencia con la cual un instrumento permite una toma de vista completa de la Tierra.

15 **[0003]** La observación de la Tierra mediante instrumentos satelizados tuvo su nacimiento en los años 1950 con el desarrollo de instrumentos dedicados en particular a la meteorología. Tales instrumentos no han dejado de desarrollarse posteriormente, privilegiando alternativamente y según las aplicaciones pretendidas la resolución en el suelo o la frecuencia de refresco.

20 **[0004]** Se cuenta hoy en día con un gran número de instrumentos de observación terrestre entre los cuales se incluyen los llamados LANDSAT, MODIS, IKONOS, QUICK BIRD, EROS, SPOT-5, SPOT-4, etc. Estos instrumentos permiten responder a numerosas necesidades en materia de adquisición de imágenes en terrenos tan variados como los de la agricultura, la cartografía, el catastro, la defensa, el medio ambiente, la planificación urbana, las telecomunicaciones, la gestión de riesgos, la gestión de los recursos renovables, etc.

25 **[0005]** Los instrumentos IKONOS, QUICKBIRD, EROS, etc., son satélites de muy altas resoluciones que permiten unas resoluciones en el suelo del orden de un metro. En cambio, presentan unas tasas de refresco del conjunto del globo superiores a un mes.

[0006] Los instrumentos MODIS, MERIS, etc. son instrumentos que presentan bajas resoluciones pero elevadas tasas de refresco del conjunto del globo, del orden de 3 días a una semana.

30 **[0007]** Dicho de otro modo, en vista del estado de la técnica la concepción de un instrumento de adquisición y de suministro de imágenes satelitarias de observación terrestre está sometida a constricciones contradictorias. Así, hay que elegir entre un instrumento de elevada resolución espacial - del orden de un metro - pero de baja frecuencia de cobertura global - del orden de una semana o de un mes - y un instrumento de elevada frecuencia de cobertura global - del orden de un día - pero de baja resolución espacial - del orden de 100 metros -.

35 **[0008]** Se han propuesto soluciones alternativas para poder aprovechar una elevada frecuencia de cobertura de zonas específicas predeterminadas, aprovechando al mismo tiempo una interesante resolución espacial. Una solución de este tipo consiste en recurrir a uno o varios satélites equipados con instrumentos ópticos de adquisición de imágenes adaptados para permitir un desapuntamiento de estos instrumentos. En efecto, el hecho de poder adquirir imágenes fuera de la traza natural de un satélite permite la observación, en el curso de varias rotaciones sucesivas del satélite, de la misma zona geográfica.

40 **[0009]** Por ejemplo, la constelación de satélites SPOT ofrece una capacidad de adquisición y una tasa de refresco que permite adquirir una imagen de una zona predeterminada del globo cada día. Esta constelación comprende una pluralidad de satélites colocados en una órbita polar, circular, heliosíncrona y en fase con respecto a la Tierra. Cada satélite presenta un ciclo de 26 días. Cada satélite comprende instrumentos ópticos, registradores de datos y sistemas de transmisión de las imágenes hacia estaciones de recepción en el suelo. Los instrumentos ópticos están adaptados para asegurar visuales oblicuas parametrables, de forma tal que una misma región puede ser observada varias veces en el curso del ciclo de 26 días. Los registradores de datos permiten almacenar las imágenes a bordo si el satélite no está en la zona de visibilidad de una estación terrestre.

45 **[0010]** Esta constelación puede así presentar una elevada frecuencia de cobertura de una zona específica de la Tierra. Sin embargo, la frecuencia de cobertura global no puede ser inferior a 26 días. Y más aún, si la constelación está programada de forma tal que se efectúen numerosos desapuntamientos a lo largo del ciclo de 26 días, la frecuencia de cobertura global de la Tierra puede ser bastante superior a 26 días.

50 **[0011]** Otro inconveniente de una solución de este tipo radica en el coste de la fabricación, de la instalación, de la gestión y del mantenimiento de una constelación de satélites con desapuntamiento. En particular, una constelación de este tipo requiere la instalación y la gestión en tierra de una pluralidad de estaciones terrestres que operen de manera autónoma unas con respecto a las otras y estén adaptadas para enviar los datos de imágenes recibidos a un servidor central de salvaguarda de las imágenes con vistas a sus distribuciones. Además, cada instrumento de cada satélite es gobernado desde el suelo por un equipo de especialistas que se encarga de determinar y optimizar en función de las demandas los desapuntamientos de los instrumentos ópticos. Además, cada satélite debe comprender registradores

para paliar una ausencia de visibilidad de una estación terrestre. Cada satélite comprende además un específico sistema de transmisión al suelo.

5 **[0012]** Por otro lado, una solución de este tipo se topa con una importante dificultad práctica. En efecto, la cobertura del conjunto del globo terrestre por parte de una constelación de satélites de este tipo con vistas a suministrar imágenes que presenten una resolución espacial del orden de un metro y una frecuencia de cobertura global del orden de un día impone la gestión por parte del servidor central de una cantidad del orden de 1500 teraocetos de datos por día, o sea de 170 gigaocetos por segundo, que sobrepasa ampliamente las capacidades de transmisión satelitaria y de tratamiento en tierra que son accesibles con las tecnologías y las arquitecturas de los servidores que están actualmente disponibles. Véase la FR-A-2 893 794 (Deutsches Zentrum für Luft und Raumfahrt).

10 **[0013]** La invención pretende paliar estos inconvenientes, superar estas dificultades y proponer un instrumento de adquisición y de suministro de imágenes de observación de la Tierra que presente una elevada resolución espacial y una elevada resolución temporal, en particular del orden de un metro y de un día, respectivamente.

15 **[0014]** La invención pretende igualmente proponer un instrumento de este tipo que no recurra a desapuntamiento alguno de instrumentos ópticos, permitiendo así una utilización de satélites simplificados, de bajos costes y aptos para funcionar sin necesidad de llevar a cabo complejas operaciones.

20 **[0015]** La invención pretende igualmente proponer un instrumento de este tipo que no requiera un servidor central de distribución de las imágenes.

25 **[0016]** La invención pretende igualmente proponer un instrumento de este tipo que no requiera mantenimiento específico alguno.

[0017] La invención pretende igualmente proponer un instrumento de este tipo que esté adaptado para alimentar los vectores de información masiva disponibles en la red Internet.

30 **[0018]** Para hacer esto, la invención se refiere a un instrumento de adquisición y de distribución de imágenes de observación de la Tierra de circunferencia media C que comprende:

- una constelación de satélites que recibe el nombre de capa espacial de adquisición de imágenes, presentando cada satélite un ancho de barrido F y una órbita baja de forma tal que puede describir un número ORB ($ORB > 1$) de órbitas en un día, y estando cada satélite equipado con al menos un dispositivo óptico de adquisición de imágenes.

35 - una pluralidad de dispositivos terrestres de tratamiento y distribución de imágenes que recibe el nombre de capa terrestre de tratamiento y de distribución de imágenes,

- una red de transmisión de datos que recibe el nombre de capa de telecomunicaciones y está adaptada para asegurar una transferencia de las imágenes tomadas por la capa espacial de adquisición de imágenes hacia dicha capa terrestre de tratamiento y de distribución de imágenes, comprendiendo dicha capa de telecomunicaciones:

40 • para cada satélite, al menos un módulo de emisión adaptado para emitir, después de cada adquisición de imagen por parte de un dispositivo óptico de adquisición de imágenes de este satélite, la imagen adquirida hacia dicha capa terrestre de tratamiento y de distribución de imágenes,

• por cada dispositivo terrestre de tratamiento y de distribución de imágenes, al menos un módulo de recepción adaptado para recibir imágenes procedentes de dicha capa espacial de adquisición de imágenes; caracterizado por el hecho de que

45 - dicha capa espacial de adquisición de imágenes comprende, para cada satélite, al menos un dispositivo óptico de adquisición de imágenes con visor fijo que presenta una elevada resolución espacial,

- dicha capa terrestre de tratamiento y de distribución de imágenes comprende, para cada dispositivo terrestre de tratamiento y de distribución de imágenes, al menos una línea de comunicaciones que conecta a este dispositivo terrestre de tratamiento y de distribución de imágenes y al menos a un dispositivo terrestre de tratamiento y de

50 distribución de imágenes inmediatamente adyacente, para así permitir solapamientos de las imágenes recibidas por este dispositivo terrestre de tratamiento y de distribución de imágenes con imágenes recibidas por este (estos) dispositivo(s) terrestre(s) de tratamiento y de distribución de imágenes inmediatamente adyacente(s),

- cada dispositivo de tratamiento y de distribución de imágenes comprende:

55 • una unidad de tratamiento adaptada para tratar las imágenes recibidas por el módulo de recepción de este dispositivo terrestre de tratamiento y de distribución de imágenes,

• medios de memorización de las imágenes tratadas por la unidad de tratamiento,

• una conexión a una red numérica para así poder poner a dichas imágenes memorizadas a disposición de usuarios conectados a esta red numérica.

60 **[0019]** Un instrumento según la invención comprende una pluralidad de satélites, comprendiendo cada satélite un dispositivo de visor fijo y un módulo de emisión de cada imagen adquirida hacia la capa de tratamiento por medio de la capa de telecomunicaciones. Esta emisión es posterior a cada adquisición, de forma tal que un satélite de una capa espacial de un instrumento según la invención no tiene necesidad de estar equipado con registradores de datos a bordo. En particular, ya no hay necesidad de esperar a que el satélite esté en la zona de visibilidad de una estación terrestre. Si

un módulo de recepción está en la zona de visibilidad del módulo de emisión, dicho módulo de recepción recibe la imagen y la trata. En el caso contrario, se pierde la imagen. En otras palabras, cada dispositivo de adquisición de imágenes con visor fijo de un satélite de un instrumento según la invención efectúa tomas de vistas sistemáticas seguidas por envíos sistemáticos hacia el suelo. Los dispositivos de emisión de las imágenes no se preocupan del devenir de las imágenes emitidas - recepción por parte de un módulo de recepción o fracaso de la recepción -. Sea lo que fuere lo que se suceda, la imagen siguiente es adquirida y enviada a su vez hacia el suelo.

[0020] Un instrumento según la invención permite soslayar los límites tecnológicos y económicos de las soluciones del estado de la técnica mediante el empleo de tres capas técnicas indisociables y encajadas a la escala del planeta - la capa espacial de adquisición de imágenes, la capa de telecomunicaciones y la capa terrestre de tratamiento y de distribución de las imágenes -. Un instrumento de este tipo asegura una deslocalización del instrumento creada a la escala de la Tierra, lo cual permite una repartición de las cargas de adquisición en una pluralidad de satélites, una repartición de las comunicaciones en el conjunto de los módulos de emisión y de repartición de imágenes, y una repartición de la gestión y de la distribución de las imágenes en dispositivos de tratamiento de imágenes interconectados entre sí. Esta fragmentación de las funcionalidades de un instrumento según la invención permite diluir los flujos de datos simplificando al mismo tiempo de manera drástica el funcionamiento y la gestión de los satélites.

[0021] Un instrumento según la invención presenta una elevada resolución espacial, al presentar cada dispositivo de adquisición de imágenes una elevada resolución espacial. En todo el texto, la expresión "elevada resolución espacial" designa una resolución inferior a 100 metros, y en particular del orden de un metro.

[0022] Ventajosamente y según la invención, cada satélite de dicha capa espacial de adquisición de imágenes comprende al menos un instrumento óptico de adquisición de imágenes con visor fijo que presenta una resolución espacial del orden de un metro.

[0023] Ventajosamente y según la invención:

- cada módulo de emisión de dicha capa de telecomunicación está adaptado para comunicarse con al menos un módulo de emisión adyacente,
- cada módulo de recepción de dicha capa de telecomunicación está adaptado para comunicarse con al menos un módulo de recepción adyacente.

[0024] La constelación de satélites de un instrumento según la invención está adaptada para cubrir el conjunto del globo terrestre o al menos una mayor parte del globo terrestre.

[0025] Ventajosamente y según la invención, dichos satélites de dicha capa espacial de adquisición de imágenes, dichos dispositivos terrestres de tratamiento y de distribución de imágenes de dicha capa terrestre de tratamiento y de distribución de imágenes, dichos módulos de emisión de imágenes de dicha capa de telecomunicaciones y dichos módulos de recepción de imágenes de dicha capa de telecomunicaciones están distribuidos geográficamente en el conjunto de la Tierra.

[0026] Ventajosamente y según la invención, dicha capa espacial de adquisición de imágenes comprende al menos N satélites, donde $N = 2 * \frac{C}{ORB * F}$, y dicha capa terrestre de tratamiento y de distribución de imágenes comprende

al menos M dispositivos de tratamiento de imágenes distribuidos en la superficie de la Tierra, donde $M = \alpha \left(\frac{\hat{C}}{\pi \cdot r} \right)^2$,

siendo r el radio medio de los círculos de visibilidad de los módulos de recepción asociados a los dispositivos terrestres de tratamiento y de distribución de imágenes, y siendo α un coeficiente predeterminado.

[0027] Así, un satélite está constantemente en la zona de visibilidad de al menos un módulo de recepción de imágenes.

[0028] En particular, para un satélite que describe un número ORB de órbitas en un día, la distancia medida sobre el ecuador entre dos pasos es C/ORB . Así, si cada satélite presenta un ancho de barrido F , el número de satélites necesario para cubrir en un día el conjunto del globo es al menos $\frac{C}{ORB * F}$. En realidad, se necesitan al menos

$N = 2 * \frac{C}{ORB * F}$, puesto que durante la órbita ascendente de un satélite la Tierra no está iluminada por el sol, siendo solamente la órbita descendente la que permite una adquisición de imágenes.

- [0029] Según una variante de la invención, los distintos satélites explotan todos la misma órbita cuasi polar heliosíncrona, y están desplazados en el tiempo a fin de que sus respectivos puntos de paso por el ecuador estén separados por una cantidad igual al valor de su ancho de barrido F .
- 5 [0030] Así, un instrumento según la invención que comprende una constelación de N satélites permite la toma de vista cada día del conjunto de los puntos del globo, sin requerir desapuntamiento alguno de los instrumentos ópticos.
- [0031] Cada dispositivo óptico de un satélite de un instrumento según la invención presenta una elevada resolución espacial, que es ventajosamente del orden de un metro.
- 10 [0032] Así, un instrumento de observación terrestre según la invención permite no solamente alcanzar una elevada resolución temporal, del orden de un día, sino asimismo alcanzar una elevada resolución espacial, del orden de un metro.
- 15 [0033] Un número dos veces más elevado de satélites permite multiplicar por dos la tasa de revisita.
- [0034] Tan pronto como es adquirida, cada imagen es transmitida por la capa de telecomunicaciones hacia la capa terrestre de tratamiento y de distribución de imágenes. Según una variante de la invención, esta capa de telecomunicaciones está adaptada para transmitir cada imagen recibida hacia el dispositivo terrestre de tratamiento y de
- 20 distribución de imágenes más cercano.
- [0035] Cada módulo de recepción de imágenes de esta capa de telecomunicaciones comprende ventajosamente una antena de recepción que presenta un círculo de visibilidad de radio r .
- 25 [0036] Según una variante de la invención, cada dispositivo terrestre de tratamiento y de distribución de imágenes está asociado a un módulo de recepción dedicado en las inmediaciones de este dispositivo terrestre de tratamiento y de distribución de imágenes. Sin embargo, nada impide prever módulos de recepción distantes de los dispositivos terrestres de tratamiento y de distribución de imágenes.
- 30 [0037] La capa terrestre de tratamiento y de distribución de imágenes comprende ventajosamente M dispositivos terrestres de tratamiento y de distribución de imágenes, donde $M = \alpha \cdot \left(\frac{C}{\pi \cdot r} \right)^2$, donde α es un coeficiente predeterminado que determina la tasa de solapamiento.
- [0038] α es un coeficiente que permite asegurar un solapamiento de los distintos círculos de visibilidad de las antenas asociadas a los módulos de recepción. En la práctica, α está comprendido entre 1,1 y 1,25, lo cual permite obtener unas tasas de solapamiento de las zonas de la visibilidad comprendidas entre un 10% y un 25%.
- 35 [0039] Así, un satélite está, sea cual fuere su posición, en la zona de visibilidad de al menos una antena de recepción de una imagen.
- 40 [0040] Según una variante de la invención, la capa de telecomunicaciones puede igualmente comprender otros dispositivos dispuestos entre la capa espacial y la capa terrestre de tratamiento y de distribución de imágenes, tales como antenas repetidoras o una constelación de satélites intermedios encargados de recibir las imágenes procedentes de la capa espacial de adquisición de imágenes y retransmitirlas al suelo hacia un dispositivo de tratamiento y de
- 45 distribución de imágenes.
- [0041] Según la invención, cada imagen es enviada hacia un dispositivo terrestre de tratamiento y de distribución de imágenes de la capa terrestre de tratamiento y de distribución de imágenes. Este dispositivo terrestre de tratamiento y de distribución de imágenes está conectado a una red numérica de forma tal que un usuario conectado a esta red numérica pueda recuperar esta imagen. Cada dispositivo terrestre de tratamiento y de distribución de imágenes está conectado a los dispositivos terrestres de tratamiento y de distribución de imágenes inmediatamente adyacentes de forma tal que puedan efectuarse los solapamientos de imágenes. En efecto, dos dispositivos terrestres de tratamiento y de distribución de imágenes adyacentes reciben imágenes representativas de zonas adyacentes, dado que cada dispositivo terrestre de tratamiento y de distribución de imágenes no puede recibir más que imágenes que correspondan
- 50 a su zona de visibilidad definida por su círculo de visibilidad de radio r . Por medio de la utilización de las líneas de telecomunicaciones dispuestas entre dos dispositivos terrestres de tratamiento y de distribución de imágenes adyacentes, cada dispositivo terrestre de tratamiento y de distribución de imágenes puede crear un mosaico local.
- 55 [0042] Las imágenes tomadas por un instrumento según la invención no están centralizadas. Dichas imágenes son constantemente distribuidas en el conjunto de los dispositivos terrestres de tratamiento y de distribución de imágenes.
- 60

- 5 **[0043]** Un instrumento según la invención realiza la integración de las imágenes, es decir, las correcciones geométricas, las eventuales correcciones fotométricas, los cambios de referencias y de coordenadas, las determinaciones de las fronteras de las imágenes y los solapamientos, por medio de los distintos dispositivos terrestres de tratamiento y de distribución de imágenes distribuidos en la superficie del globo. En otras palabras, una parte del instrumento está deslocalizada en tierra, y esta parte del instrumento que se encarga de la integración de las imágenes está distribuida en la superficie del globo terrestre. Asimismo, la imagen terrestre global creada por un instrumento según la invención es constantemente distribuida en el conjunto del globo. Cada dispositivo terrestre de tratamiento y de distribución de imágenes comprende en sus medios de memorización una fracción de la imagen terrestre global.
- 10 **[0044]** Además, al estar cada dispositivo terrestre de tratamiento y de distribución de imágenes adaptado para recibir únicamente las imágenes procedentes de los satélites que lo sobrevuelan, las imágenes recibidas por un dispositivo terrestre de tratamiento y de distribución de imágenes cubren una región predeterminada.
- 15 **[0045]** De ahí que un usuario que desee acceder a una o varias imágenes de una región del globo terrestre pueda determinar a qué dispositivo terrestre de tratamiento y de distribución de imágenes debe enviar su petición.
- [0046]** En todo el texto, el vocablo "usuario" designa a una máquina o una asociación máquina/humano adaptada para establecer una comunicación con un dispositivo de tratamiento por medio de la red numérica.
- 20 **[0047]** La capa espacial de adquisición de imágenes de un instrumento según la invención comprende una constelación de satélites que comprende al menos N satélites. El número ideal de satélites depende del ancho de barrido de cada satélite.
- 25 **[0048]** Ventajosamente y según la invención, la capa espacial de adquisición de imágenes comprende al menos N satélites, presentando cada satélite un ancho de barrido del orden de $2500/N$ kilómetros.
- [0049]** Según una variante de la invención, la capa espacial de adquisición de imágenes comprende al menos 25 satélites, presentando cada satélite un ancho de barrido del orden de 100 kilómetros.
- 30 **[0050]** Según otra variante de la invención, la capa espacial de adquisición de imágenes comprende al menos 250 satélites, presentando cada satélite un ancho de barrido del orden de 10 kilómetros.
- [0051]** Cada satélite de la capa espacial de adquisición de imágenes de un instrumento según la invención comprende un módulo de emisión de las imágenes adquiridas por un dispositivo óptico de visor fijo que como tal módulo de emisión está adaptado para emitir, tras cada adquisición de imágenes, la imagen adquirida por la capa de telecomunicaciones de forma tal que la misma sea transmitida hacia dicha capa terrestre de tratamiento y de distribución de las imágenes.
- 35 **[0052]** Este módulo de emisión puede ser de cualquier tipo conocido.
- 40 **[0053]** Ventajosamente y según la invención, para cada satélite, el módulo de emisión de las imágenes de dicha capa de telecomunicaciones está adaptado para asegurar una compresión de las imágenes antes de su transferencia hacia dicha capa terrestre de tratamiento y de distribución de imágenes.
- 45 **[0054]** Esta compresión de las imágenes puede ser realizada por cualesquiera tipos de medios conocidos, como por ejemplo por medios de soporte lógico informático. Puede tratarse de una compresión JPEG, MPEG, ZIP, RAR, etc.
- [0055]** Ventajosamente y según la invención, esta compresión efectuada por el módulo de emisión de las imágenes es una compresión JPEG.
- 50 **[0056]** La capa de telecomunicaciones se encarga de transmitir las imágenes comprimidas hacia la capa terrestre de tratamiento y de distribución de imágenes.
- 55 **[0057]** Las transmisiones de las imágenes por parte de dicha capa de telecomunicaciones, de la capa espacial de adquisición de imágenes hacia la capa terrestre de tratamiento y de distribución de imágenes, pueden ser realizadas por cualesquiera tipos de medios conocidos.
- 60 **[0058]** Según una variante de la invención, la capa de telecomunicaciones está adaptada para asegurar transferencias de datos ascendentes desde la capa terrestre de tratamiento y de distribución de imágenes hacia la capa espacial. Estos datos ascendentes son por ejemplo datos de control de la capa espacial de adquisición de imágenes. Según esta variante, los intercambios de datos entre la capa espacial de adquisición de imágenes y la capa terrestre de tratamiento y de distribución de imágenes por medio de la capa de telecomunicaciones se hacen de manera bidireccional.
- [0059]** Estos intercambios bidireccionales permiten asegurar sin medio complementario particular alguno el control de los satélites y de los dispositivos de adquisición de imágenes de la capa espacial de adquisición de imágenes. Al estar

la capa terrestre de tratamiento y de distribución de imágenes distribuida en la superficie de la Tierra de tal manera que forma una parrilla de tratamiento de imágenes, el control de los satélites puede hacerse desde cualquier punto del globo de manera sencilla y económica.

- 5 **[0060]** Según una variante ventajosa de la invención, las imágenes son transmitidas por dicha capa de telecomunicaciones desde dicha capa espacial hacia la capa de terrestre de tratamiento y de distribución de imágenes según un protocolo de acceso múltiple por división de código de banda ancha (*W-CDMA, Wideband Code Division Multiple Access*).
- 10 **[0061]** Un protocolo de acceso múltiple por división de código de banda ancha, más conocido por el acrónimo inglés *W-CDMA*, es un protocolo de transmisión de datos que utiliza un espectro escalonado para repartir las emisiones en numerosas frecuencias.
- 15 **[0062]** Este protocolo está en la base de la norma *UMTS (Universal Mobile Telecommunications System)*. Dicho protocolo permite en particular enviar simultáneamente todos los datos, por paquetes y en desorden, en cualquier frecuencia de la gama autorizada. El módulo de recepción recibe los datos y los pone en forma. Ello permite alcanzar elevados caudales de transmisión.
- 20 **[0063]** Un instrumento según la invención puede así ventajosamente apoyarse en redes de telecomunicación terrestre que utilicen esta norma *UMTS*.
- [0064]** En un futuro cercano, la capa de telecomunicaciones podrá igualmente comprender redes terrestres de telecomunicaciones basadas en tecnologías futuras tales como la tecnología *OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing)* o la tecnología *HSPA (High Speed Downlink Package Access)*.
- 25 **[0065]** Ventajosamente y según la invención, como variante dicha capa de telecomunicaciones está adaptada para transmitir las imágenes desde la susodicha capa espacial hacia la susodicha capa terrestre de tratamiento y de distribución de imágenes según un protocolo de comunicaciones que utiliza una norma Internet del tipo *IPv* o equivalente que permite intercambios bidireccionales.
- 30 **[0066]** Este protocolo de intercambio entre la capa espacial de adquisición de imágenes y la capa terrestre de tratamiento y de distribución de imágenes puede por ejemplo utilizar los estándares *IPv4* o *IPv3*, para así permitir una sencilla e inmediata interconexión con las redes del tipo Internet.
- 35 **[0067]** Según una ventajosa variante de la invención, el control del conjunto de los satélites de la capa espacial de adquisición de imágenes se efectúa mediante direccionamiento ascendente hacia los satélites vistos como nudos de datos *IP*.
- 40 **[0068]** Según otra ventajosa variante de la invención, la gestión de los datos ascendentes al nivel de los satélites es asegurada por un módulo compatible *PC* bajo *LINUX* o cualquier otro estándar informático que asegure una compatibilidad directa con los protocolos *IP*.
- [0069]** Un instrumento según la invención comprende, para cada dispositivo de tratamiento de imágenes de la capa terrestre de tratamiento y de distribución de imágenes, una conexión a una red numérica para así poder poner a dichas imágenes memorizadas a disposición de los usuarios conectados a esta red numérica.
- 45 **[0070]** Esta red numérica terrestre puede ser de cualquier tipo.
- [0071]** Sin embargo, ventajosamente y según la invención, esta red numérica es una red numérica pública.
- 50 **[0072]** Una red de este tipo es ventajosamente compatible con el *IP*, y es por ejemplo la red Internet. Eso permite que se vea facilitada la repartición de las imágenes tomadas por un instrumento según la invención.
- [0073]** Así pues, un instrumento según la invención permite suministrarle a un usuario una imagen de cualquier punto del globo reactualizada cada día, presentando la imagen una resolución del orden de un metro.
- 55 **[0074]** Un instrumento según la invención permite el desarrollo de numerosas aplicaciones nuevas. En particular, terrenos tan variados como los de la agricultura, la cartografía, el catastro, la defensa, el medio ambiente, la planificación urbana, las telecomunicaciones, la gestión de riesgos, la gestión de los recursos renovables, etc., poseen con un instrumento según la invención un medio de obtener datos recientes que permiten análisis diversos. En otras palabras, un instrumento según la invención le permitirá a todo usuario que posea una conexión a la red numérica, como por ejemplo una conexión a la red Internet, ver cualquier punto del globo, datando la imagen de este punto a lo sumo de un día y presentando dicha imagen una resolución en el suelo del orden de un metro.
- 60

5 **[0075]** Según una ventajosa variante de la invención, el instrumento comprende al menos un servidor terrestre que recibe el nombre de servidor geoportal, está situado en cualquier parte de la superficie del globo y está conectado a la red pública. Un usuario puede conectarse al servidor geoportal por medio de la red pública para presentar una petición de visualización de una imagen de una región dada. El servidor geoportal comprende un módulo que está adaptado para determinar, en función de la región correspondiente a la petición recibida, el dispositivo terrestre de tratamiento y de distribución de imágenes que comprende la imagen correspondiente. El servidor geoportal se conecta entonces por medio de la red pública a este dispositivo terrestre de tratamiento y de distribución de imágenes y repatría la imagen correspondiente para ponerla a disposición del usuario. Así, según esta forma de realización, la distribución de la imagen de la Tierra a los distintos dispositivos terrestres de tratamiento y de distribución de imágenes es totalmente transparente para el usuario. Sólo el servidor geoportal comprende una tabla de determinación, en función de las coordenadas de la región correspondiente a la petición recibida, del (de los) dispositivo(s) de tratamiento que comprende(n) la imagen.

15 **[0076]** Según una variante ventajosa de la invención, el instrumento comprende además un servidor terrestre que recibe el nombre de servidor geoportal y está conectado por medio de dicha red numérica pública a cada dispositivo terrestre de tratamiento y de distribución de imágenes, comprendiendo dicho servidor geoportal:

- medios de recepción de una petición de suministro de una imagen de una región dada del globo terrestre procedente de un usuario,
- medios de análisis de esta petición y de determinación del dispositivo terrestre de tratamiento y de distribución de imágenes que tenga esta imagen memorizada en sus medios de memorización,
- medios de repatriación de dicha imagen del dispositivo terrestre de tratamiento y distribución de imágenes determinado,
- medios de puesta a disposición de dicho usuario de la imagen repatriada.

25 **[0077]** Un servidor geoportal de este tipo le confiere a un instrumento según la invención una capacidad para poner de manera sencilla y rápida a disposición de todo usuario conectado a la red numérica pública la imagen del globo creada por el instrumento.

30 **[0078]** Así, un instrumento según esta variante puede ofrecer servicios que no están actualmente disponibles, como el de suministrarle a todo usuario que disponga de una conexión a Internet una imagen de cualquier región del globo que date de menos de 24 horas y presente una resolución en el suelo del orden de un metro.

35 **[0079]** La invención se refiere además a un instrumento de adquisición y de distribución de imágenes satelitarias de observación terrestre caracterizado en combinación por la totalidad o parte de las características que se han mencionado anteriormente o que se mencionarán de aquí en adelante.

[0080] Otras características, finalidades y ventajas de la invención quedarán de manifiesto al proceder a la lectura de la siguiente descripción que presenta a título de ejemplo no limitativo una forma de realización de la invención, haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

40 - la figura 1 es una vista esquemática de un instrumento de adquisición y de distribución de imágenes satelitarias de observación de la Tierra según una forma de realización de la invención,

- la figura 2 es una vista esquemática de un satélite de una capa espacial de adquisición de imágenes de un instrumento según una forma de realización de la invención en órbita baja en torno a la Tierra,

45 - la figura 3 es una vista esquemática de una capa terrestre de tratamiento y de distribución de imágenes y de una parte de una capa de telecomunicaciones de un instrumento según una forma de realización de la invención en la cual están representados los círculos de visibilidad de los módulos de recepción de las imágenes y los enlaces entre los dispositivos terrestres de tratamiento y de distribución de imágenes adyacentes,

- la figura 4 es una vista esquemática de una capa de tratamiento de un instrumento según una forma de realización de la invención en la cual están representados los enlaces entre dos dispositivos terrestres de tratamiento y de distribución de imágenes adyacentes,

50 - la figura 5 es una vista esquemática de un dispositivo terrestre de tratamiento y de distribución de imágenes de un instrumento según una forma de realización de la invención.

55 **[0081]** En las figuras no se respetan las escalas ni las proporciones, y ello se hace a efectos ilustrativos y en aras de la claridad.

60 **[0082]** Como está representado en la figura 1, un instrumento de adquisición y de distribución de imágenes satelitarias de observación de la Tierra según la invención comprende una constelación de satélites que recibe el nombre de capa 1 espacial de adquisición de imágenes, una pluralidad de dispositivos terrestres de tratamiento y de distribución de imágenes que recibe el nombre de capa 3 terrestre de tratamiento y de distribución de imágenes, y una red de transmisión de datos que recibe el nombre de capa 2 de telecomunicaciones y está adaptada para asegurar una transferencia de las imágenes tomadas por la capa 1 espacial de adquisición de imágenes hacia la capa 3 terrestre de tratamiento y de distribución de imágenes.

- [0083] La capa 1 espacial de un instrumento según la invención comprende una pluralidad de satélites 4, presentando cada satélite 4 un ancho de barrido F y una órbita baja para así poder describir un número ORB de órbitas en un día.
- 5 [0084] La figura 2 presenta un satélite 4 de este tipo en órbita baja en torno a la Tierra y la traza de este satélite 4 en la Tierra.
- [0085] Preferiblemente, cada satélite 4 de un instrumento según la invención efectúa más de una órbita en un día. Según una forma de realización de la invención, cada satélite 4 efectúa dieciséis órbitas en un día.
- 10 [0086] Cada satélite 4 comprende además al menos un dispositivo óptico de adquisición de imágenes con visor fijo.
- [0087] Un dispositivo óptico de adquisición de imágenes de este tipo es por ejemplo una cámara fija orientada hacia la Tierra y adaptada para adquirir imágenes multiespectrales de las regiones terrestres que sobrevuela el satélite 4.
- 15 [0088] Así, un satélite 4 de un instrumento según la invención no necesita programa de apuntamiento particular alguno, lo cual reduce considerablemente los costes de fabricación y de mantenimiento.
- [0089] Según una forma de realización de la invención, un satélite de este tipo es un paracaídas óptico.
- 20 [0090] Cada satélite 4 comprende además al menos un módulo de emisión de imágenes que está adaptado para emitir después de cada adquisición de imágenes por parte de un dispositivo óptico de adquisición de imágenes de este satélite 4 la imagen adquirida hacia la capa 3 terrestre de tratamiento y de distribución de las imágenes. Un módulo de emisión de este tipo puede ser de cualquier tipo conocido y no se describe aquí en detalle.
- 25 [0091] La capa 3 terrestre de tratamiento y de distribución de imágenes comprende una pluralidad de dispositivos 5 terrestres de tratamiento y de distribución de imágenes.
- [0092] Cada dispositivo 5 terrestre de tratamiento y de distribución de imágenes comprende al menos un módulo de recepción de imágenes que está adaptado para recibir imágenes procedentes de la capa 1 espacial de adquisición de imágenes.
- 30 [0093] Los módulos de emisión de imágenes de los satélites 4 y los módulos de recepción de imágenes de los dispositivos 5 terrestres de tratamiento y de distribución de imágenes forman una parte de la capa 2 de telecomunicaciones.
- 35 [0094] Esta capa 2 de telecomunicaciones puede comprender otros dispositivos de emisión/recepción adaptados para asegurar una transferencia de las imágenes desde la capa 1 espacial de adquisición de imágenes hasta la capa 3 terrestre de tratamiento de las imágenes.
- 40 [0095] En la práctica, los módulos de emisión y de recepción están asociados a antenas de emisión y antenas 6 de recepción.
- [0096] Según una forma de realización de la invención tal como la que está representada en la figura 1, las antenas 6 de recepción son distantes de los dispositivos 5 terrestres de tratamiento y de distribución de imágenes. Cada dispositivo 5 terrestre de tratamiento y de distribución de imágenes está conectado a una antena 6 por un enlace 7. Este enlace puede ser de cualquier tipo. Por ejemplo, este enlace 7 puede ser un enlace alámbrico, un enlace radio inalámbrico, un enlace wifi, etc.
- 45 [0097] Según otra forma de realización particularmente ventajosa tal como la representada en la figura 3, cada dispositivo 5 terrestre de tratamiento y de distribución de imágenes comprende localmente una antena 6.
- 50 [0098] Según la invención y tal como está representado en las figuras, cada dispositivo 5 terrestre de tratamiento y de distribución de imágenes de la capa 3 terrestre de tratamiento y de distribución de imágenes comprende además una línea 8 de comunicaciones que conecta a este dispositivo 5 terrestre de tratamiento y de distribución de imágenes y al menos un dispositivo terrestre de tratamiento y de distribución de imágenes inmediatamente adyacente.
- 55 [0099] Esta línea 8 de comunicaciones permite asegurar solapamientos de las imágenes recibidas por este dispositivo terrestre de tratamiento y de distribución de imágenes con imágenes recibidas por el (los) dispositivo(s) terrestre(s) de tratamiento y de distribución de imágenes inmediatamente adyacente(s). Las líneas 8 de comunicaciones pueden ser de cualquier tipo. Por ejemplo, estas líneas 8 de comunicaciones pueden ser enlaces alámbricos o enlaces inalámbricos.
- 60 [0100] Cada dispositivo 5 terrestre de tratamiento y de distribución de imágenes comprende además, tal como está representado en la figura 5, una unidad 11 de tratamiento adaptada para tratar las imágenes 9 recibidas por el módulo 12 de recepción de este dispositivo 5 terrestre de tratamiento y de distribución de imágenes.

[0101] Una unidad 11 de tratamiento de imágenes de un dispositivo 5 terrestre de tratamiento y de distribución de imágenes es por ejemplo una unidad de tratamiento de un microordenador que comprende medios de soporte lógico informático de tratamiento de las imágenes.

5

[0102] Cada dispositivo 5 terrestre de tratamiento y de distribución de imágenes comprende además medios 13 de memorización de las imágenes tratadas por la unidad 11 de tratamiento. Estos medios 13 de memorización pueden ser de cualquier tipo. Por ejemplo, estos medios 13 de memorización están formados por una memoria masiva tal como una memoria de discos.

10

[0103] Cada dispositivo 5 terrestre de tratamiento y de distribución de imágenes comprende además una conexión 14 a una red 15 numérica para así poder poner las imágenes memorizadas por los medios 13 de memorización a disposición de usuarios conectados a esta red 15 numérica.

15

[0104] Según una forma preferencial de realización de la invención, un instrumento comprende al menos N satélites, donde $N = 2 * \frac{C}{ORB * F}$, donde C es la circunferencia media de la Tierra, ORB es el número de órbitas efectuadas por un satélite 4 en un día, y F es su ancho de barrido.

[0105] Según una forma preferencial de realización de la invención, un instrumento comprende además M dispositivos 5 terrestres de tratamiento y de distribución de imágenes, donde $M = \alpha \cdot \left(\frac{C}{\pi \cdot r} \right)^2$, siendo r el radio medio de los círculos de visibilidad de las antenas 6 asociadas a los módulos 12 de recepción de los dispositivos 5 terrestres de tratamiento y de distribución de imágenes, y siendo α un coeficiente predeterminado que permite asegurar un solapamiento de los círculos de visibilidad.

20

25

[0106] Según una forma preferencial de realización, el coeficiente α se fija en 1,2, lo cual permite obtener una tasa de solapamiento de un 20%.

[0107] Por ejemplo, según una forma de realización de la invención, N se fija en 25, presentando cada satélite 4 un ancho de barrido de 100 km.

30

[0108] Según otra forma de realización de la invención, N se fija en 250, presentando cada satélite un ancho de barrido de 10 km.

[0109] Según una forma preferencial de realización de la invención, el número de dispositivos 5 terrestres de tratamiento y de distribución de imágenes de la capa 3 terrestre de tratamiento y de distribución de imágenes es igual al número de satélites 4 de la capa 1 espacial de adquisición de imágenes.

35

[0110] Una antena 6 de recepción asociada a un módulo 12 de recepción de un dispositivo 5 terrestre de tratamiento y de distribución de imágenes puede ser de cualquier tipo. En particular, una antena 6 puede presentar diversos círculos de visibilidad, en función en particular de su elevación. Según una forma de realización de la invención, cada antena 6 presenta un círculo de visibilidad de 2500 km.

40

[0111] Según esta forma de realización, un instrumento según la invención puede comprender 25 antenas 6 asociadas a 25 dispositivos terrestres de tratamiento y de distribución de imágenes distribuidos en la superficie de la Tierra.

45

[0112] Según una forma de realización preferencial de la invención, cada línea 8 de comunicación entre dos dispositivos 5 terrestres de tratamiento y de distribución de imágenes es una línea de comunicación de la red 15 numérica. En el caso en el que la red 15 numérica es la red Internet, la instalación de instrumento según la invención es así particularmente fácil y económica.

50

[0113] Además, en el caso en el que las antenas 6 de recepción están deslocalizadas de los dispositivos 5 terrestres de tratamiento y de distribución de imágenes, los enlaces 7 son asimismo ventajosamente enlaces de la red 15 numérica.

[0114] En otras palabras, un instrumento según esta forma de realización puede ser visto como una red 15 numérica que comprende una pluralidad de servidores formados, por una parte, por dispositivos 5 terrestres de tratamiento y de distribución de imágenes, y por otra parte, por satélites 4 en órbita de adquisición de imágenes.

55

[0115] Las comunicaciones entre la capa 1 espacial de adquisición imágenes y la capa 3 terrestre de tratamiento y de distribución de imágenes y las comunicaciones entre los dispositivos 5 terrestres de tratamiento y de distribución de imágenes pueden ser de cualquier tipo.

60

- [0116] No obstante, según una forma de realización preferencial de la invención, las comunicaciones utilizan un protocolo UMTS.
- 5 [0117] Según otras formas de realización, las comunicaciones pueden utilizar otros protocolos, como por ejemplo los protocolos basados en tecnologías futuras tales como la tecnología OFDM (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing*) o la tecnología HSPA (*High Speed Downlink Package Access*).
- 10 [0118] Según una forma de realización preferencial de la invención, las imágenes son comprimidas antes de ser enviadas hacia la capa 3 terrestre de tratamiento y de distribución de imágenes. Esta compresión puede ser de cualquier tipo, como por ejemplo una compresión JPEG.
- 15 [0119] Un instrumento según la invención permite de manera sencilla y económica realizar tomas de vistas métricas cotidianas del conjunto de la Tierra.
- [0120] Estas tomas de vistas pueden ventajosamente ser distribuidas por medio de un servidor central al cual se conectan usuarios autorizados.
- 20 [0121] Para hacer esto, un instrumento según la invención comprende ventajosamente un servidor que recibe el nombre de servidor geoportal y está conectado por medio de la red 15 numérica pública a cada dispositivo 5 de tratamiento.
- [0122] Este servidor comprende medios de recepción de una petición de suministro de una imagen de una región dada del globo procedente de un usuario distante, medios de análisis de esta petición y de determinación del dispositivo 5 terrestre de tratamiento y de distribución de imágenes que comprende la imagen 9 correspondiente, y medios de repatriación de la imagen 9 para ponerla a disposición de dicho usuario.
- 25 [0123] La imagen de la Tierra obtenida por un instrumento según la invención es distribuida en la superficie de la Tierra. En cambio, para un usuario esta distribución es transparente, dado que es el servidor geoportal el que se encarga, en función de la petición recibida, de conectarse a los dispositivos 5 terrestres de tratamiento y de distribución de imágenes correspondientes, y de repatriar las imágenes para ponerlas a disposición del usuario.
- 30 [0124] Un servidor geoportal de este tipo es por ejemplo un microordenador que comprende medios de cálculo, medios de memorización, soportes lógicos informáticos de análisis de las peticiones y de tratamiento de las peticiones, etc.
- 35 [0125] Un instrumento según la invención permite adquirir y suministrar imágenes satelitarias de observación terrestre que presenten elevadas resoluciones espacial y temporal, en particular del orden de un metro y de un día, respectivamente.
- [0126] Un instrumento según la invención distribuye físicamente el conjunto de las imágenes adquiridas en la Tierra, lo cual permite la repatriación y el tratamiento de los datos. En particular, las bandas pasantes que se utilizan son compatibles con las tecnologías que están actualmente disponibles.
- 40 [0127] Un instrumento según la invención no requiere desapuntamiento alguno de los dispositivos de adquisición de imágenes que van a bordo de los satélites.
- 45 [0128] Además, un instrumento según la invención no requiere servidor central alguno de registro y/o de distribución de las imágenes y está exento de un servidor central de este tipo. Las imágenes son constantemente distribuidas en la Tierra y memorizadas en los medios de memorización de los distintos dispositivos terrestres de tratamiento y de distribución de imágenes.
- 50 [0129] Un instrumento según la invención está particularmente adaptado para suministrar imágenes de la Tierra a usuarios conectados a una red numérica pública del tipo Internet. En particular, un instrumento según la invención le permite a todo usuario conectado a esta red recuperar una imagen de una parte de la Tierra que presenta una resolución del orden de un metro y data de menos de un día. De ahí que un instrumento según la invención les abre el camino a numerosas aplicaciones nuevas, en particular en los terrenos de la agricultura, la cartografía, la seguridad, la defensa, el medio ambiente, la planificación urbana, las telecomunicaciones, la gestión de riesgos, la gestión de los recursos renovables, etc.
- 55 [0130] Un instrumento según la invención puede ser objeto de numerosas variantes no específicamente descritas. En particular, un instrumento según la invención puede comprender otros dispositivos de adquisición de imágenes dispuestos a bordo de otros ingenios voladores, o incluso dispuestos encima de edificios terrestres, tales como inmuebles, y puede transmitir las imágenes adquiridas hacia la capa de tratamiento de las imágenes por medio de la capa de telecomunicaciones. Esta capa de telecomunicaciones puede igualmente comprender distintos dispositivos adicionales que permitan vehicular las imágenes desde la capa de adquisición de imágenes hasta la capa terrestre de
- 60

tratamiento y de distribución de imágenes. Estos dispositivos adicionales son por ejemplo antenas repetidoras, redes intermedias, etc. La capa terrestre de tratamiento y de distribución de imágenes puede comprender una gran variedad de dispositivos terrestres de tratamiento y de distribución de imágenes distribuidos en la superficie de la Tierra. Estos dispositivos pueden ser microordenadores conectados a una red pública tal como Internet, y de manera general cualquier dispositivo adaptado para recibir una imagen, tratar la imagen y ponerla a disposición de usuarios de la red.

REIVINDICACIONES

1. Instrumento de adquisición y de distribución de imágenes de observación de la Tierra de circunferencia media C que comprende:
- 5 - una constelación de satélites (4) que recibe el nombre de capa (1) espacial de adquisición de imágenes, presentando cada satélite (4) un ancho de barrido F y una órbita baja de forma tal que puede describir un número ORB ($ORB > 1$) de órbitas en un día, y estando cada satélite equipado con al menos un dispositivo óptico de adquisición de imágenes.
- 10 - una pluralidad de dispositivos (5) terrestres de tratamiento y distribución de imágenes que recibe el nombre de capa (3) terrestre de tratamiento y de distribución de imágenes,
- una red de transmisión de datos que recibe el nombre de capa (2) de telecomunicaciones y está adaptada para asegurar una transferencia de las imágenes tomadas por la capa (1) espacial de adquisición de imágenes hacia dicha capa terrestre de tratamiento y de distribución de imágenes, comprendiendo dicha capa (2) de telecomunicaciones:
- 15 • para cada satélite (4), al menos un módulo de emisión adaptado para emitir, después de cada adquisición de imagen por parte de un dispositivo óptico de adquisición de imágenes de este satélite, la imagen (9) adquirida hacia dicha capa (3) terrestre de tratamiento y de distribución de imágenes,
- por cada dispositivo (5) terrestre de tratamiento y de distribución de imágenes, al menos un módulo (12) de recepción adaptado para recibir imágenes (9) procedentes de dicha capa (1) espacial de adquisición de imágenes;
- 20 **caracterizado por el hecho de que:**
- dicha capa (1) espacial de adquisición de imágenes comprende, para cada satélite (4), al menos un dispositivo óptico de adquisición de imágenes con visor fijo que presenta una elevada resolución espacial,
- 25 - dicha capa (3) terrestre de tratamiento y de distribución de imágenes comprende, para cada dispositivo (5) de tratamiento y de distribución de imágenes, al menos una línea (8) de comunicaciones que conecta a este dispositivo (5) terrestre de tratamiento y de distribución de imágenes y al menos a un dispositivo terrestre de tratamiento y de distribución de imágenes inmediatamente adyacente, para así permitir solapamientos de las imágenes recibidas por este dispositivo (5) terrestre de tratamiento y de distribución de imágenes con imágenes recibidas por este (estos) dispositivo(s) terrestre(s) de tratamiento y de distribución de imágenes inmediatamente adyacente(s),
- 30 - cada dispositivo (5) de tratamiento y de distribución de imágenes comprende:
- una unidad (11) de tratamiento adaptada para tratar las imágenes (9) recibidas por el módulo (12) de recepción de este dispositivo (5) terrestre de tratamiento y de distribución de imágenes,
- 35 • medios (13) de memorización de las imágenes tratadas por la unidad (11) de tratamiento,
- una conexión (14) a una red numérica (15) para así poder poner a dichas imágenes memorizadas a disposición de usuarios conectados a esta red (15) numérica.
2. Instrumento según la reivindicación 1, **caracterizado por el hecho de que** cada satélite (4) de dicha capa (1) espacial de adquisición de imágenes comprende al menos un instrumento óptico de adquisición de imágenes con visor fijo que presenta una resolución espacial del orden de un metro.
- 40
3. Instrumento según una de las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado por el hecho de que:**
- 45 - cada módulo de emisión de dicha capa (2) de telecomunicación está adaptado para comunicarse con al menos un módulo de emisión adyacente,
- cada módulo (12) de recepción de dicha capa (2) de telecomunicación está adaptado para comunicarse con al menos un módulo de recepción adyacente.
4. Instrumento según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por el hecho de que** dichos satélites (4) de dicha capa (1) espacial de adquisición de imágenes, dichos dispositivos (5) terrestres de tratamiento y de distribución de imágenes de dicha capa (3) terrestre de tratamiento y de distribución de imágenes, dichos módulos de emisión de imágenes de dicha capa (2) de telecomunicaciones y dichos módulos (12) de recepción de imágenes de dicha capa (2) de telecomunicaciones están distribuidos geográficamente en el conjunto de la Tierra.
- 50
5. Instrumento según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por el hecho de que:**
- 55 - dicha capa (1) espacial de adquisición de imágenes comprende al menos N satélites (4), donde
- $$N = 2 * \frac{C}{ORB * F},$$
- dicha capa (3) terrestre de tratamiento y de distribución de imágenes comprende al menos M dispositivos (5) terrestres de tratamiento y de distribución de imágenes distribuidos en la superficie de la Tierra, donde
- 60 $M = \alpha \cdot \left(\frac{C}{\pi \cdot r} \right)^2$, siendo r el radio medio de los círculos de visibilidad de antenas (6) asociadas a los módulos

(12) de recepción de los dispositivos (5) terrestres de tratamiento y de distribución de imágenes, y siendo α un coeficiente predeterminado.

- 5 6. Instrumento según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado por el hecho de que** dicha capa (1) espacial de adquisición de imágenes comprende al menos 25 satélites (4), presentando cada satélite (4) un ancho de barrido del orden de 100 kilómetros.
- 10 7. Instrumento según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado por el hecho de que** dicha capa (1) espacial de adquisición de imágenes comprende al menos 250 satélites (4), presentando cada satélite (4) un ancho de barrido del orden de 10 kilómetros.
- 15 8. Instrumento según una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado por el hecho de que** cada satélite (4) presenta una órbita cuasi polar heliosíncrona.
- 20 9. Instrumento según una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado por el hecho de que**, para capa satélite (4), dicho módulo de emisión de imágenes de dicha capa (2) de telecomunicaciones está adaptado para asegurar una compresión de las imágenes (9).
- 25 10. Instrumento según la reivindicación 9, **caracterizado por el hecho de que**, para cada satélite (4), dicha compresión efectuada por dicho módulo de emisión de imágenes es una compresión JPEG.
- 30 11. Instrumento según una de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado por el hecho de que** dicha capa (2) de telecomunicaciones transmite dichas imágenes (9) desde dicha capa (1) espacial hacia dicha capa (3) terrestre de tratamiento y de distribución de imágenes según un protocolo UMTS.
- 35 12. Instrumento según una de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado por el hecho de que** dicha capa de telecomunicaciones transmite las imágenes desde dicha capa espacial hacia dicha capa terrestre de tratamiento y de distribución de imágenes según un protocolo de comunicaciones que utiliza una norma Internet del tipo IPv o equivalente que permite intercambios bidireccionales.
- 40 13. Instrumento según una de las reivindicaciones 1 a 12, **caracterizado por el hecho de que** dicha red (15) numérica a la cual pueden estar conectados dichos dispositivos (5) terrestres de tratamiento y de distribución de imágenes de dicha capa (3) terrestre de tratamiento y de distribución de imágenes es una red (15) numérica pública.
- 45 14. Instrumento según la reivindicación 13, **caracterizado por el hecho de que** comprende un servidor terrestre que recibe el nombre de servidor geoportal y está conectado por medio de dicha red (15) numérica pública a cada dispositivo (5) terrestre de tratamiento y de distribución de imágenes, comprendiendo dicho servidor geoportal:
- medios de recepción de una petición de suministro de una imagen de una región dada del globo terrestre procedente de un usuario distante,
 - medios de análisis de esta petición y de determinación del dispositivo (5) terrestre de tratamiento y de distribución de imágenes que tenga esta imagen memorizada en sus medios (13) de memorización,
 - medios de repatriación de dicha imagen del dispositivo (5) terrestre de tratamiento y distribución de imágenes determinado,
 - medios de puesta a disposición de dicho usuario de la imagen repatriada.

Fig 1

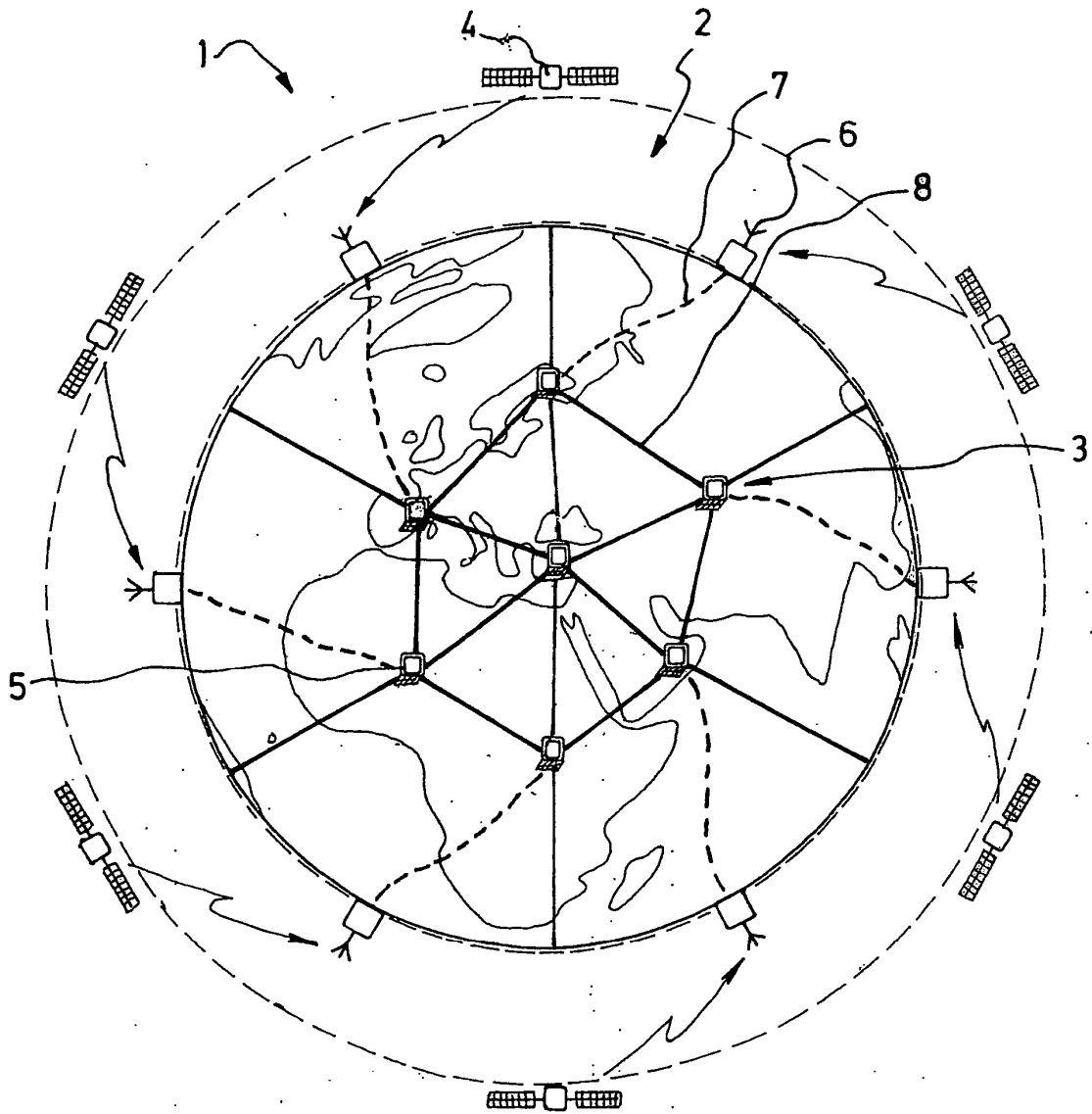


Fig 2

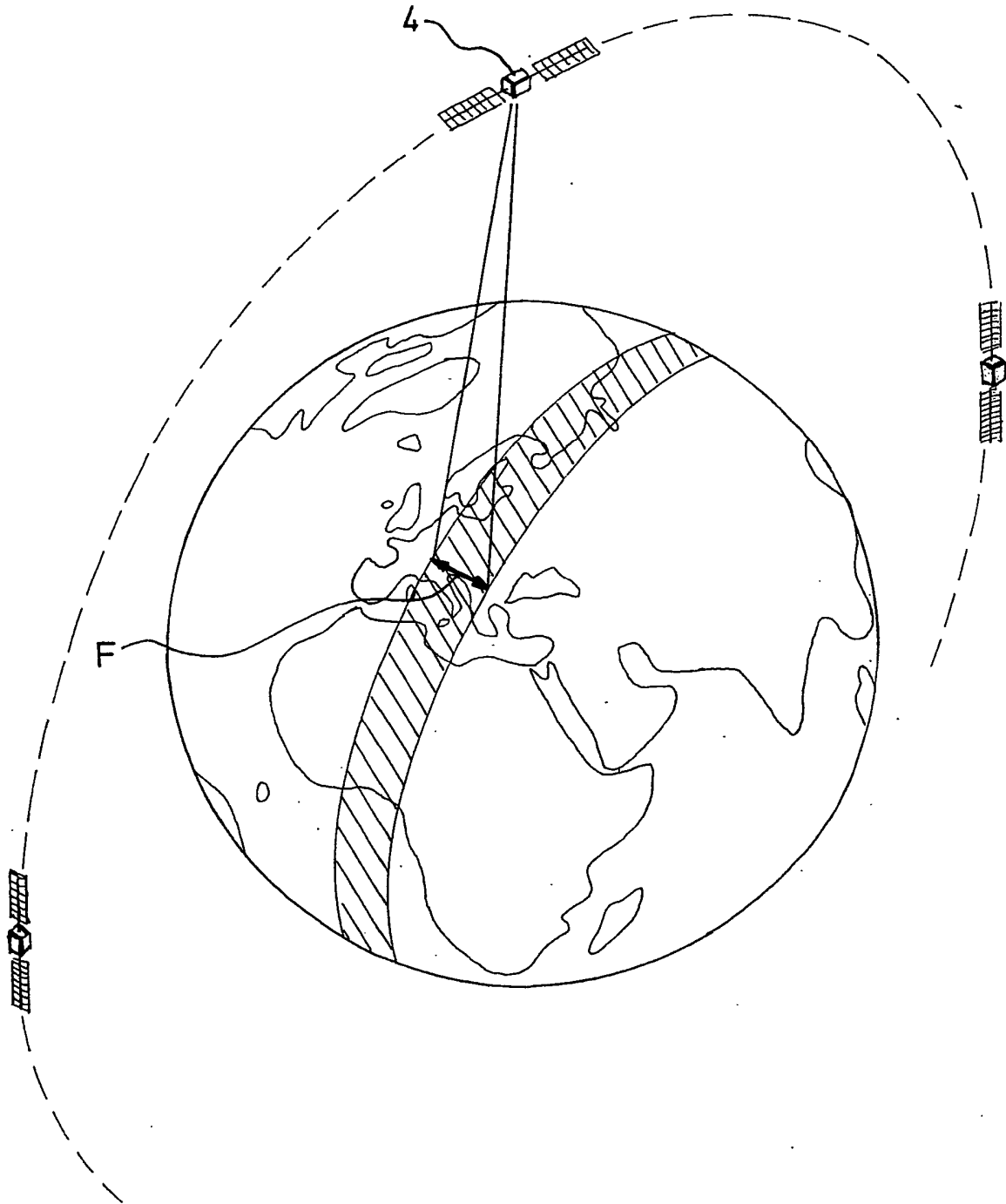


Fig 3

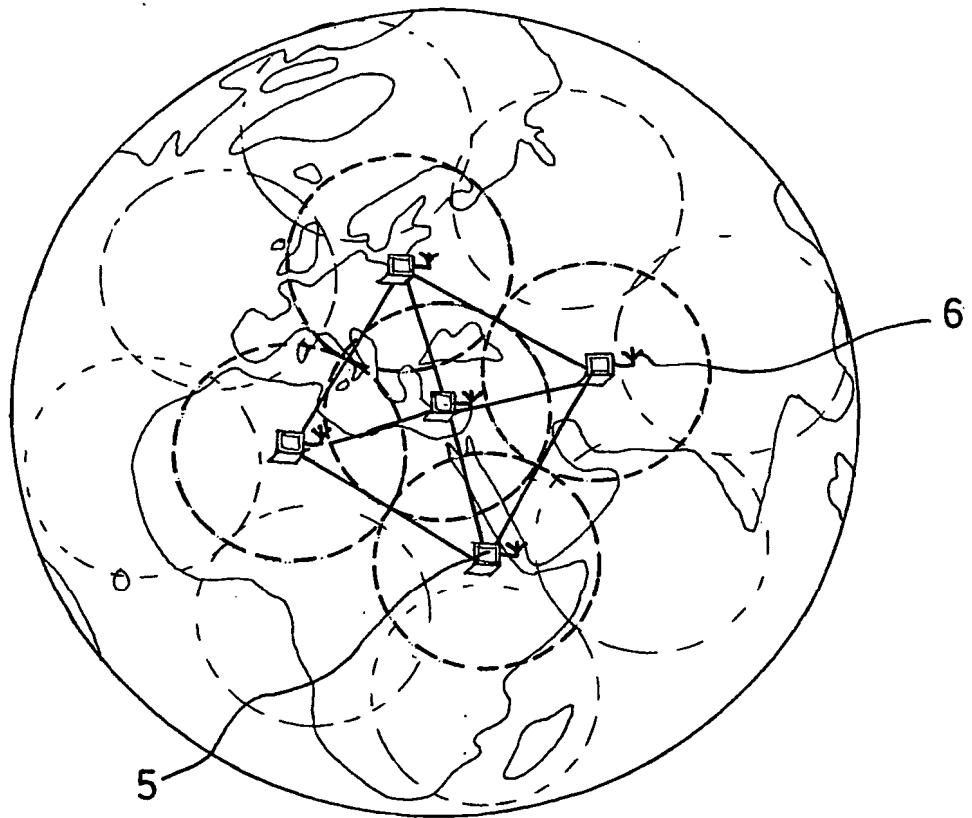


Fig 4

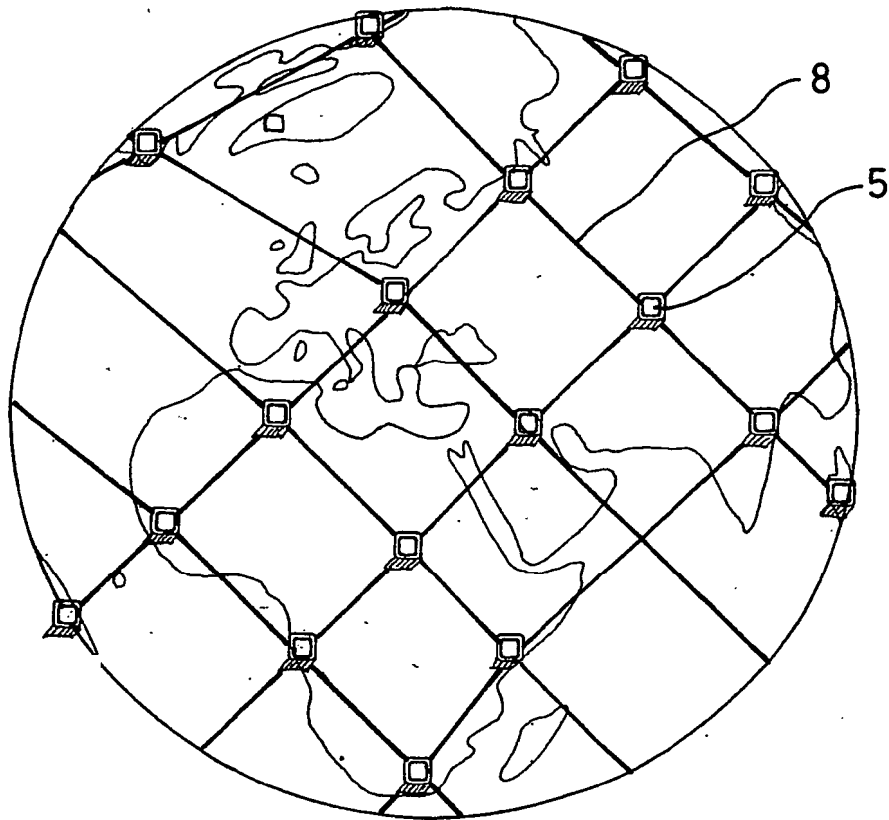


Fig 5

