

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 949 997**

51 Int. Cl.:

H04B 7/185 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.10.2019** **E 19201414 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.06.2023** **EP 3633876**

54 Título: **Sistema de tratamiento y de observación para la implementación de la observación de la tierra, arquitectura de observación y procedimiento de observación asociados**

30 Prioridad:

04.10.2018 FR 1801047

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

04.10.2023

73 Titular/es:

**THALES (100.0%)
TOUR CARPE DIEM, Place des Corolles,
Esplanade Nord
92400 Courbevoie, FR**

72 Inventor/es:

**GAYRARD, JEAN-DIDIER;
MARTINERIE, FRANCIS y
OLIVE, XAVIER**

74 Agente/Representante:

PONTI & PARTNERS, S.L.P.

ES 2 949 997 T3

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

DESCRIPCIÓN

Sistema de tratamiento y de observación para la implementación de la observación de la tierra, arquitectura de observación y procedimiento de observación asociados

- 5
- [0001]** La presente invención se refiere a un sistema de tratamiento y de observación para la implementación de la observación de la Tierra.
- [0002]** La presente invención se refiere también a un procedimiento de observación asociado.
- 10
- [0003]** Según el estado de la técnica, un sistema de observación de la Tierra por satélite está constituido por al menos un satélite portador de un instrumento o sensor capaz de generar datos de observación relativa a la Tierra. Estos datos de observación comprenden, por ejemplo, imágenes de la superficie terrestre.
- 15
- [0004]** El satélite está situado normalmente en una órbita circular heliosíncrona a una altitud comprendida entre 600 y 900 km. Además, el sistema de observación de la Tierra por satélite está constituido también por una estación terrestre de telemetría en general situada ventajosamente hacia las regiones polares para aprovecharse de una visibilidad más larga del satélite.
- 20
- [0005]** Las órbitas circulares heliosíncronas tienen ventajas decisivas para la teledetección.
- [0006]** En particular, un satélite colocado en dicha órbita cubre toda la Tierra a una altitud casi constante. Además, este satélite pasa siempre a la misma hora solar local por encima de un lugar dado, lo que permite tener una iluminación idéntica del lugar observado.
- 25
- [0007]** Esta última ventaja se convierte en un inconveniente en lo que se refiere al tiempo de visibilidad de las estaciones terrestres de telemetría. El satélite solo tiene visibilidad de una estación terrestre de telemetría varias veces al día, lo que conlleva una limitación del flujo de datos total transmitido a tierra por día.
- 30
- [0008]** La falta de oportunidades de visibilidad con las estaciones terrestres de telemetría conduce también a una fuerte latencia entre el momento de la generación de los datos de observación por el satélite y su transmisión a tierra. En sentido contrario, esto conduce a una fuerte latencia entre el momento de generación de datos de configuración destinados a la programación del satélite y su consideración efectiva. Se reduce así, por tanto, la reactividad del sistema.
- 35
- [0009]** Para paliar estos inconvenientes, en el estado de la técnica pueden contemplarse varias soluciones.
- [0010]** Así, por ejemplo, el flujo de los enlaces con la estación terrestre puede aumentarse mediante el uso de bandas de frecuencias más altas cuando los enlaces son radiofrecuencias, en especial la banda Ka (Kurz-above) o mediante el uso de instrumentos de comunicación óptica. Sin embargo, esta solución no resuelve el problema de la latencia ni el de la reactividad.
- 40
- [0011]** Otra solución consiste en aumentar el número de estaciones terrestres y en repartirlas de forma ingeniosa hacia los polos. Esta solución resuelve los problemas de flujo, latencia y reactividad. Sin embargo, resulta costosa y se topa con la necesidad de independencia, en particular en lo que se refiere a la soberanía en las estaciones terrestres remotas en el caso de sistemas nacionales o regionales. Además, la multiplicación del número de satélites de observación en órbita plantea el problema de la saturación en el número de enlaces simultáneos para las estaciones de latitud elevada.
- 45
- 50
- [0012]** Los documentos US 2017/070939 A1 y EP 0 627 826 A1 describen sistemas de comunicación para satélites.
- [0013]** La presente invención tiene como fin proponer un sistema para la implementación de la observación de la Tierra que permita aumentar el volumen total de datos transmitidos a tierra desde los satélites así como la reactividad total del sistema, a la vez que se garantiza una cierta independencia.
- 55
- [0014]** Para este fin, la invención tiene por objeto un sistema de tratamiento y de observación de acuerdo con la reivindicación 1.
- 60
- [0015]** Según otros aspectos ventajosos de la invención, el sistema comprende una o varias de las características de las reivindicaciones 2 a 8, tomadas de forma aislada o según todas las combinaciones técnicamente posibles.
- 65
- [0016]** La invención tiene también por objeto un procedimiento de observación de la Tierra de acuerdo con la reivindicación 9.

[0017] Estas características y ventajas de la invención se desprenderán de la lectura de la descripción que se ofrece a continuación, proporcionada únicamente a modo de ejemplo no limitativo, y hecha en referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- 5
- la figura 1 es una vista esquemática de una arquitectura de observación de la Tierra según la invención, tal que la arquitectura incluye en concreto una constelación de satélites de teledetección y una constelación de satélites de teletratamiento;
 - la figura 2 es una vista esquemática de las órbitas de las constelaciones de satélites de la figura 1, según un primer ejemplo de realización de la invención;
 - la figura 3 es una vista esquemática de las órbitas de las constelaciones de satélites de la figura 1, según un segundo ejemplo de realización de la invención;
 - la figura 4 es una vista esquemática de un sistema de tratamiento y de observación según la invención, tal que el sistema forma parte de la arquitectura de la figura 1;
 - la figura 5 es una vista esquemática del sistema de tratamiento y de observación según una realización diferente a la de la figura 4; y
 - la figura 6 es un organigrama de un procedimiento de observación según la invención, siendo el procedimiento implementado por la arquitectura de la figura 1.

20 **[0018]** La arquitectura de observación 10 de la figura 1 permite observar la Tierra desde el espacio generando datos de observación relativos a la Tierra. Los datos de observación son generados por satélites que forman parte de esta arquitectura y son transmitidos a continuación a tierra como se explicará a continuación.

25 **[0019]** Según un ejemplo de realización, los datos de observación corresponden a imágenes de la superficie terrestre tomadas a partir de los satélites.

[0020] Según otros ejemplos, los datos de observación corresponden a cualquier otro tipo de información observable desde el espacio como, por ejemplo, la temperatura de la superficie, la humedad, los vientos, etc.

30 **[0021]** En referencia a la figura 1, la arquitectura de observación 10 incluye al menos una estación terrestre 12, una constelación de satélites de teledetección 13 y una constelación de satélites de teletratamiento 14.

[0022] La estación terrestre 12 está dispuesta, por ejemplo, de manera fija o móvil sobre la superficie terrestre, por ejemplo cerca de una región polar.

35 **[0023]** La estación terrestre 12 comprende en particular un módulo terrestre de comunicación 21 que permite comunicarse con los satélites de la arquitectura 10 emitiendo y recibiendo señales ópticas/radioeléctricas. Más adelante se explicará este módulo 21 más en detalle.

40 **[0024]** La estación terrestre 12 comprende además un módulo de tratamiento 22 capaz de tratar las señales recibidas por el módulo terrestre de comunicación 21 con el fin de extraer de ellas datos, en particular datos de observación, y de generar señales que se transmitirán por medio del módulo terrestre de comunicación 21 a partir de datos destinados a los satélites.

45 **[0025]** La estación terrestre 12 comprende además un módulo de red 23 capaz de conectar la estación terrestre 12 a una red informática terrestre para intercambiar datos, por ejemplo, con un centro de misión o cualquier otro receptor de datos obtenidos de satélites y/o emisor de datos destinados a estos satélites.

50 **[0026]** El centro de misión permite, por ejemplo, recibir datos de observación obtenidos de satélites, opcionalmente tratar estos datos y transmitirlos por ejemplo hacia uno o varios clientes.

[0027] El centro de misión permite además generar datos de configuración destinados a uno o varios satélites. Estos datos de configuración permiten, por ejemplo, corregir la órbita de un satélite y/o modificar su misión, y son transmitidos hacia este satélite por medio de la estación terrestre 12 como se explicará más adelante.

55 **[0028]** La constelación de satélites de teledetección 13 está compuesta por satélites de teledetección, de los cuales en la figura 1 se ilustran solo dos satélites de teledetección 30A, 30B.

60 **[0029]** Sin embargo, debe entenderse que, en un caso general, el número de satélites de teledetección se elige especialmente en función de la misión asegurada por estos satélites. Así, este número puede variar, por ejemplo, entre 1 y un número de satélites que asegure la cobertura total de la superficie terrestre.

[0030] Cada satélite de teledetección 30A, 30B se coloca en una órbita terrestre baja, por ejemplo heliosíncrona.

65

- [0031]** Por órbita terrestre baja se entiende una órbita terrestre de altitud inferior o igual a 2.000 km.
- [0032]** Preferentemente, según la invención, los satélites de teledetección 30A, 30B se colocan en órbitas bajas de altitud inferior a 1.000 km, por ejemplo órbitas heliosíncronas a horas locales comprendidas entre 10 horas y 14 horas.
- [0033]** Cada satélite de teledetección 30A, 30B permite adquirir datos de observación relativos a la Tierra para transmitir a continuación estos datos hacia la estación terrestre 12. Para ello, cada satélite de teledetección 30A, 30B comprende un primer conjunto de dispositivos electrónicos 31 a bordo de este satélite y que se explica más en detalle más adelante.
- [0034]** La constelación de satélites de teletratamiento 14 está compuesta por satélites de teletratamiento 40A, 40B que permiten en particular asegurar la transmisión de los datos de observación obtenidos de los satélites de teledetección 30A, 30B hacia la estación terrestre 12. Para ello, cada satélite de teletratamiento 40A, 40B incluye un segundo conjunto de dispositivos electrónicos 42 explicado más en detalle más adelante.
- [0035]** Como en el caso anterior, en la figura 1 se ilustran solo dos satélites de teletratamiento 40A, 40B.
- [0036]** En el caso general, el número de satélites de teletratamiento 40A, 40B así como sus órbitas se eligen de manera que se asegure de forma constante la visibilidad de los satélites de teledetección 30A, 30B por al menos uno de los satélites de teletratamiento 40A, 40B.
- [0037]** Según un ejemplo de realización de la invención, los satélites de teletratamiento 40A, 40B son 3.
- [0038]** Según la invención, cada satélite de teletratamiento 40A, 40B está colocado en una órbita media, ventajosamente heliosíncrona.
- [0039]** Por una órbita terrestre media, conocida también por el acrónimo en inglés «MEO» («Medium Earth Orbit») se entiende una órbita terrestre de altitud comprendida entre 2.000 km y 35.786 km.
- [0040]** Para asegurar una visibilidad constante de los satélites de teledetección 30A, 30B, se ajusta la fase, es decir, la separación angular, entre las órbitas de los satélites de teletratamiento 40A, 40B.
- [0041]** Además, para asegurar una visibilidad óptima de la estación terrestre 12, se elige una hora local de la órbita diferente para cada satélite de teletratamiento 40A, 40B y comprendida entre 9 horas y 15 horas.
- [0042]** La figura 2 ilustra un ejemplo de las posiciones de diferentes órbitas entre sí para tres satélites de teletratamiento denotados por la referencia «TT» en esta figura y un satélite de teledetección denotado por la referencia «TD» en esta figura.
- [0043]** En particular, según este ejemplo, los satélites de teletratamiento TT están dispuestos en órbitas medias diferentes de una misma altitud igual sustancialmente a 2.723 km.
- [0044]** La figura 3 ilustra otro ejemplo de posiciones de diferentes órbitas entre sí también para tres satélites de teletratamiento denotados por la referencia «TT» en esta figura y un satélite de teledetección denotado por la referencia «TD» en esta figura.
- [0045]** Según este ejemplo, los satélites de teletratamiento TT están dispuestos en órbitas medias diferentes de una misma altitud igual sustancialmente a 4.182 km.
- [0046]** El módulo terrestre de comunicación 21 de la estación terrestre 12, los primeros conjuntos de dispositivos electrónicos 31 de los satélites de teledetección 30A, 30B y los segundos conjuntos de dispositivos electrónicos 42 de los satélites de teletratamiento 40A, 40B forman un sistema de tratamiento y de observación para la implementación de la observación de la Tierra.
- [0047]** En la figura 4 se ilustra en detalle este sistema según una realización.
- [0048]** En particular, según esta realización, los primeros conjuntos de dispositivos electrónicos 31 de los satélites de teledetección 30A, 30B son sustancialmente análogos entre sí y los segundos conjuntos de dispositivos electrónicos 42 de los satélites de teletratamiento 40A, 40B son también sustancialmente análogos entre sí.
- [0049]** Para simplificar la descripción, el sistema según esta realización se explicará en referencia a un único primer conjunto de dispositivos electrónicos 31, por ejemplo el del satélite de teledetección 30A.
- [0050]** En referencia a la figura 4, el primer conjunto de dispositivos electrónicos 31 comprende un módulo de

teledetección 51 y un primer módulo de comunicación proximal 52.

[0051] El módulo de teledetección 51 es capaz de generar datos de observación relativos a la Tierra. Este módulo 51 presenta, por ejemplo, un dispositivo óptico tal como, por ejemplo, una cámara capaz de tomar imágenes de la superficie terrestre.

[0052] El primer módulo de comunicación proximal 52 presenta una antena o un terminal óptico y componentes electrónicos asociados capaces de establecer un enlace de comunicación con un módulo de comunicación proximal análogo de otro satélite. Este enlace de comunicación se presenta en forma de un enlace bidireccional óptico y/o de radiofrecuencia.

[0053] Según un ejemplo de realización, el primer módulo de comunicación proximal 52 corresponde a un terminal de tipo ISL (del inglés «Inter-Satellite Link») conocido de por sí.

[0054] Cada segundo conjunto de dispositivos electrónicos 42 comprende un segundo módulo de comunicación proximal 54, un módulo de tratamiento 55 y un módulo de comunicación remoto 56.

[0055] Cada segundo módulo de comunicación proximal 54 es capaz de establecer un enlace bidireccional óptico y/o de radiofrecuencia con un módulo de comunicación proximal análogo a bordo de otro satélite.

[0056] En particular, cada segundo módulo de comunicación proximal 54 es capaz de comunicarse con el primer módulo de comunicación proximal 52 del primer conjunto de dispositivos electrónicos 31 para recibir en concreto datos de observación obtenidos de este módulo 52, y transmitir datos de configuración hacia este módulo, cuando el satélite de teledetección 30A es visible para el satélite 40A, 40B correspondiente.

[0057] El segundo módulo de comunicación proximal 54 de uno de los segundos conjuntos de dispositivos electrónicos 42 es capaz además de comunicarse con el segundo módulo de comunicación proximal 54 de otro segundo conjunto de dispositivos electrónicos 42, cuando los satélites de teletratamiento 40A, 40B correspondientes son visibles entre sí.

[0058] De manera general, por «visibilidad» de un satélite por otro se entiende una posición respectiva de estos satélites que les permite comunicarse por medio del enlace establecido entre sus módulos de comunicación proximal.

[0059] Según una variante de realización, el segundo módulo de comunicación proximal 54 de cada segundo conjunto de dispositivos electrónicos 42 se presenta en forma de dos unidades independientes, estando una configurada para comunicarse con el primer módulo de comunicación proximal 52 del primer conjunto de dispositivos electrónicos 31 y la otra configurada para comunicarse con la unidad análoga del otro segundo conjunto de dispositivos electrónicos.

[0060] Cada módulo de tratamiento 55 permite tratar especialmente datos recibidos por el segundo módulo de comunicación proximal 54 correspondiente.

[0061] En particular, cuando se trata de datos de observación recibidos por el segundo módulo de comunicación proximal 54 correspondiente y obtenidos del primer módulo de comunicación proximal 52 del primer conjunto de dispositivos electrónicos 31, cada módulo de tratamiento 55 es capaz de efectuar al menos una operación elegida en la lista que comprende al menos:

- el almacenamiento de dichos datos en una memoria;
- la compresión de dichos datos;
- el encriptado/desencriptado de dichos datos;
- la extracción de informaciones sintéticas;
- la detección de nubes en las imágenes;
- la elaboración de datos de configuración destinados a al menos un satélite de teledetección 30A, 30B y que permiten optimizar la observación de la Tierra.

[0062] Según un ejemplo ventajoso de realización de la invención, los módulos de tratamiento 55 de los segundos conjuntos de dispositivos electrónicos 42 diferentes son capaces de tratar los mismos datos de observación aplicando operaciones diferentes.

[0063] Como variante, cada módulo de tratamiento 55 es capaz de tratar una parte de datos de observación que todavía no ha sido tratada por otro módulo de tratamiento.

[0064] Cada módulo de tratamiento 55 se presenta, por ejemplo, en forma de un ordenador que incluye una memoria capaz de almacenar una pluralidad de programas de software y un procesador capaz de ejecutar estos programas de software.

- 5 **[0065]** Como variante o como complemento, cada módulo de tratamiento 55 se presenta al menos parcialmente en forma de un circuito lógico programable de tipo FPGA (del inglés «Field-Programmable Gate Array») o de tipo ASIC (del inglés «Application Specific Integrated Component») programado para ejecutar las funciones correspondientes de este módulo de tratamiento 55.
- 10 **[0066]** Cada módulo de comunicación remoto 56 presenta una antena o un terminal óptico y componentes electrónicos asociados capaces de establecer un enlace de comunicación con el módulo terrestre de comunicación 21. Este enlace de comunicación se presenta en forma de un enlace bidireccional óptico y/o de radiofrecuencia.
- 15 **[0067]** Según un ejemplo de realización, cada módulo de comunicación remoto 56 corresponde a un terminal de tipo TMI (acrónimo de «Telemetry Instrument») conocido de por sí.
- 20 **[0068]** Finalmente, el módulo terrestre de comunicación 21 presenta también una antena o un terminal óptico y componentes electrónicos asociados capaces de establecer un enlace bidireccional óptico y/o de radiofrecuencia con cada módulo de comunicación remoto 56 y con cualquier otro módulo de comunicación análogo a bordo de un satélite cuando este satélite es visible para la estación terrestre 12.
- 25 **[0069]** Así, por «visibilidad» de un satélite por una estación terrestre se entiende una posición respectiva de estos objetos que les permite comunicarse por medio del enlace establecido entre el módulo de comunicación remoto del satélite y el módulo terrestre de comunicación de la estación terrestre.
- 30 **[0070]** En el sistema de tratamiento y de observación 50 según otras realizaciones, al menos un primer y/o al menos un segundo conjunto de dispositivos electrónicos difieren respectivamente de los conjuntos primero y/o segundo de dispositivos electrónicos 31, 42 descritos anteriormente, por la presencia de uno o varios componentes suplementarios.
- 35 **[0071]** Así, por ejemplo, según una realización, al menos un primer conjunto de dispositivos electrónicos comprende además un módulo de comunicación remoto análogo al módulo de comunicación remoto 56 descrito anteriormente. Este módulo es capaz así de comunicarse directamente con el módulo terrestre de comunicación 21 cuando el satélite que lo lleva a bordo es visible para la estación terrestre 12.
- 40 **[0072]** Según otra realización ilustrada en la figura 5, al menos uno o cada segundo conjunto de dispositivos electrónicos comprende además un módulo de teledetección 61 análogo al módulo de teledetección 51 descrito anteriormente. Este módulo permite así generar también datos de observación relativos a la Tierra. Estos datos de observación son tratados, por ejemplo, por el módulo de tratamiento 55 del segundo conjunto de dispositivos electrónicos 42 correspondiente y a continuación son transmitidos hacia el módulo de teledetección 51 a bordo de un satélite de teledetección, en forma de datos de configuración. En este caso, este último módulo de teledetección 51 está configurado para ejecutar estos datos de configuración recibidos con el fin de optimizar su observación.
- 45 **[0073]** Así, por ejemplo, cuando los datos de observación corresponden a imágenes de la superficie terrestre, el módulo de teledetección de un satélite de teletratamiento es capaz de tomar imágenes de porciones importantes de la superficie terrestre debido a su elevada altitud. Después, el módulo de tratamiento a bordo de este satélite es capaz de tratar estas imágenes para definir, por ejemplo, puntos de interés. Las posiciones de estos puntos de interés pueden ser enviadas, por ejemplo, hacia un satélite de teledetección que sobrevuela estos puntos. El módulo de teledetección de este último satélite puede tomar así imágenes de estos puntos con una resolución superior, debido a su baja altitud.
- 50 **[0074]** Según otra realización más, el sistema de tratamiento y de observación 50 comprende varios módulos terrestres de comunicación análogos al módulo terrestre de comunicación 21 descrito anteriormente. Estos módulos están integrados, por ejemplo, en estaciones en tierra diferentes dispuestas en lugares geográficos distintos. En este caso, cada satélite que incluye un módulo de comunicación remoto es capaz de comunicarse con cada uno de estos módulos terrestres de comunicación cuando este satélite es visible para la estación correspondiente.
- 55 **[0075]** El procedimiento de observación de la Tierra implementado por la arquitectura de observación según la invención se explicará además en referencia a la figura 6 que presenta un organigrama de sus etapas.
- 60 **[0076]** Durante una etapa inicial 110, el módulo de teledetección 51 de uno de los satélites de teledetección, por ejemplo del satélite 30A, genera datos de observación relativos a la Tierra.
- 65 **[0077]** Como se dice anteriormente, estos datos pueden comprender, por ejemplo, imágenes de la superficie terrestre.
- [0078]** Después, durante la etapa siguiente 120, en el caso en que el satélite 30A esté equipado con un módulo de comunicación remoto y cuando el satélite 30A sea visible para la estación terrestre 12, este módulo de comunicación remoto envía directamente los datos de observación hacia la estación terrestre 12.

- 5 **[0079]** En caso contrario, el satélite 30A es visible para uno de los satélites de teletratamiento, por ejemplo para el satélite 40A. En este caso, el primer módulo de comunicación proximal 52 envía los datos de observación hacia el segundo módulo de comunicación proximal 54 del satélite 40A.
- 10 **[0080]** Durante la etapa siguiente 125, el módulo de tratamiento 55 del satélite de teletratamiento 40A trata los datos de observación recibidos por el segundo módulo de comunicación proximal 54. Este tratamiento se efectúa especialmente usando una de las operaciones descritas anteriormente.
- 15 **[0081]** Como variante, durante esta etapa, este módulo de tratamiento 55 trata solo una parte de datos de observación o no efectúa ningún tratamiento de los datos de observación recibidos.
- [0082]** Durante la etapa siguiente 130, el módulo de comunicación remoto 56 del satélite 40A transmite los datos de observación tratados hacia el módulo terrestre de comunicación 21 cuando la estación 12 es visible para el satélite 40A.
- 20 **[0083]** En caso contrario, el módulo de tratamiento 55 almacena los datos de observación tratados en su memoria hasta que la estación terrestre 12 se convierta en visible para el satélite 40A.
- [0084]** Como variante, durante esta etapa, el segundo módulo de comunicación proximal 54 del satélite 40A transmite los datos de observación tratados hacia el segundo módulo de comunicación proximal 54 de otro satélite de teletratamiento, por ejemplo del satélite 40B, que es visible para la estación terrestre o que será visible para esta estación en un intervalo temporal más corto que el del satélite 40A.
- 25 **[0085]** En este caso, cuando el segundo módulo de comunicación proximal 54 del satélite 40B recibe estos datos de observación, el módulo de tratamiento 55 de este satélite trata opcionalmente estos datos antes de transmitirlos a la estación terrestre o al segundo módulo de comunicación proximal 54 de otro satélite de teletratamiento.
- 30 **[0086]** En particular, el módulo de tratamiento 55 del satélite 40B trata, por ejemplo, los datos de observación aplicando una operación que todavía no se ha aplicado a estos datos y/o trata una parte de datos de observación que todavía no ha sido tratada por ningún otro módulo de tratamiento.
- 35 **[0087]** Como variante, durante esta etapa, el módulo de tratamiento 55 del satélite 40B trata el conjunto de los datos de tratamiento especialmente cuando todavía no han sido tratados por el módulo de tratamiento 55 del satélite 40A.
- 40 **[0088]** Durante la etapa siguiente 140, el módulo terrestre de comunicación 21 de la estación terrestre 12 recibe los datos de observación y los transmite, por ejemplo, hacia el centro de misión por medio de la red informática terrestre.
- 45 **[0089]** Cuando al menos uno de los satélites de teletratamiento comprende además un módulo de teledetección, el procedimiento comprende además una etapa opcional 150 de precisión durante la cual los datos de observación adquiridos por este módulo son usados por el módulo de teledetección de un satélite de teledetección como se explica anteriormente.
- 50 **[0090]** Por otra parte, el procedimiento comprende además una etapa opcional 160 de configuración durante la cual la estación terrestre 12 transmite a uno de los satélites de teledetección datos de configuración que toman entonces el camino inverso al de los datos de observación.
- [0091]** Se entiende así que la invención presenta un cierto número de ventajas.
- 55 **[0092]** En primer lugar, la invención permite asegurar una visibilidad suficientemente larga de la estación terrestre bien por un satélite de teledetección directamente o bien por medio de un satélite de teletratamiento para aumentar el volumen total de datos que pueden ser transmitidos a tierra.
- [0093]** Además, estos datos pueden ser tratados directamente por un satélite de teletratamiento, lo que permite reducir el volumen de estos datos, por ejemplo, comprimiéndolos o suprimiendo datos inútiles.
- 60 **[0094]** Además, los satélites de teletratamiento pueden suministrar a los satélites de teledetección datos que optimicen su observación, lo que permite reducir también el volumen de datos transmitidos a tierra.
- [0095]** La reactividad del sistema se encuentra también mejorada especialmente por la reducción del tiempo de anticipación necesario para programar una misión y del tiempo de transmisión de los datos hacia el usuario.
- 65

[0096] Finalmente, el servicio de telecomunicación y de teletratamiento puede ofrecerse opcionalmente a un satélite ya existente en una órbita media de un operador tercero.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de tratamiento y de observación (50) para la implementación de la observación de la Tierra, comprendiendo el sistema (50):

- 5
- al menos un módulo terrestre de comunicación (21) instalado en una estación terrestre (12);
 - un primer conjunto de dispositivos electrónicos (31) a bordo de un satélite de teledetección (30A, 30B) dispuesto en una órbita terrestre baja y que incluye un módulo de teledetección (51) capaz de observar la Tierra y de generar datos de observación relativos a esta observación y destinados a la estación terrestre (12);
 - 10 - al menos dos segundos conjuntos de dispositivos electrónicos (42), de manera que cada segundo conjunto (42) a bordo de un satélite de teletratamiento (40A, 40B) está dispuesto en una órbita terrestre media heliosíncrona e incluye un módulo de comunicación remoto (56) capaz de comunicarse con el módulo terrestre de comunicación (21);
 - 15 incluyendo además el primer conjunto de dispositivos electrónicos (31) un primer módulo de comunicación proximal (52) e incluyendo además cada segundo conjunto de dispositivos electrónicos (42) un segundo módulo de comunicación proximal (54), tales que dichos módulos de comunicación proximal son capaces de comunicarse entre sí;
 - siendo el primer módulo de comunicación proximal (52) capaz de transmitir los datos de observación generados por el módulo de teledetección (51) hacia el segundo módulo de comunicación proximal (54) al menos de uno de
 - 20 los segundos conjuntos de dispositivos electrónicos (42);
 - siendo el segundo módulo de comunicación proximal (54) al menos de uno de los segundos conjuntos de dispositivos electrónicos (42) capaz de transmitir los datos de observación recibidos al segundo módulo de comunicación proximal (54) del otro segundo conjunto de dispositivos electrónicos (42);
 - 25 incluyendo además cada segundo conjunto de dispositivos electrónicos (42) un módulo de tratamiento (55) capaz de tratar los datos de observación recibidos por el segundo módulo de comunicación proximal (54) de este conjunto de dispositivos electrónicos (42) para transmitirlos al módulo terrestre de comunicación (21) por medio del módulo de comunicación remoto (56) de este conjunto de dispositivos electrónicos (42) o al segundo módulo de comunicación proximal (54) del otro segundo conjunto de dispositivos electrónicos (42) por medio del segundo
 - 30 módulo de comunicación proximal (54) de este conjunto de dispositivos electrónicos (42);
 - en el que al menos uno de los segundos conjuntos de dispositivos electrónicos (42) incluye además un módulo de teledetección (61) capaz de observar la Tierra y de generar datos de observación relativos a esta observación;
 - siendo el módulo de tratamiento (55) de este segundo conjunto de dispositivos electrónicos (42) capaz de tratar estos datos de observación para elaborar datos de configuración destinados a al menos un satélite de teledetección (30A, 30B) y tal que permite optimizar la observación de la Tierra;
 - 35 siendo el segundo módulo de comunicación proximal (54) de este segundo conjunto de dispositivos electrónicos (42) capaz de transmitir estos datos de configuración al primer módulo de comunicación proximal (52) del primer conjunto de dispositivos electrónicos (31), siendo el módulo de teledetección (51) del primer conjunto de dispositivos electrónicos (31) capaz de ejecutar estos datos de configuración recibidos por el primer módulo de comunicación proximal (52) para optimizar la observación de la Tierra.

2. Sistema (50) según la reivindicación 1, en el que el módulo de tratamiento (55) de cada segundo conjunto de dispositivos electrónicos (42) es capaz de tratar los datos de observación realizando al menos una operación elegida en la lista que comprende al menos:

- 45
- el almacenamiento de dichos datos en una memoria;
 - la compresión de dichos datos;
 - el encriptado/desencriptado de dichos datos;
 - la extracción de informaciones sintéticas;
 - la detección de nubes cuando los datos de observación corresponden a imágenes de la superficie terrestre;
 - 50 - la elaboración de datos de configuración destinados a al menos un satélite de teledetección (30A, 30B) y que permiten optimizar la observación de la Tierra.

3. Sistema (50) según la reivindicación 2, en el que el módulo de tratamiento (55) de cada segundo conjunto de dispositivos electrónicos (42) es capaz de tratar datos de observación ya tratados por el módulo de

55 tratamiento (55) del otro segundo conjunto de dispositivos electrónicos (42), aplicando una operación diferente.

4. Sistema (50) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el módulo terrestre de comunicación (21) es capaz de transmitir datos de configuración destinados al satélite de teledetección (30A, 30B), siendo el módulo de comunicación remoto (56) de cada segundo conjunto de dispositivos electrónicos (42) capaz de

60 recibir estos datos de configuración para transmitirlos al primer módulo de comunicación proximal (52) o al segundo módulo de comunicación proximal (54) del otro segundo conjunto de dispositivos electrónicos (42), por medio del segundo módulo de comunicación proximal (54).

5. Sistema (50) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el primer módulo de comunicación proximal (52) y cada segundo módulo de comunicación proximal (54) son capaces de formar un enlace

bidireccional óptico y/o de radiofrecuencia para comunicarse entre sí.

6. Sistema (50) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el módulo terrestre de comunicación (21) y el módulo de comunicación remoto (56) son capaces de formar un enlace bidireccional óptico y/o de radiofrecuencia para comunicarse entre sí.

7. Sistema (50) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que incluye además otro primer conjunto de dispositivos electrónicos análogo a dicho primer conjunto de dispositivos electrónicos (31), estando este otro primer conjunto de dispositivos electrónicos a bordo de un satélite de teledetección (30A, 30B) dispuesto en una órbita terrestre baja y diferente de dicho satélite de teledetección (30A, 30B).

8. Sistema (50) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las órbitas de los satélites de teletratamiento (40A, 40B) son tales que se cumple al menos una de las condiciones siguientes:

- 15 - la hora local de cada órbita es diferente y está comprendida entre 9 horas y 15 horas;
- la fase entre las órbitas se ajusta para asegurar una visibilidad constante del o de cada satélite de teledetección (30A, 30B).

9. Procedimiento de observación de la Tierra implementado por una arquitectura (10) de observación de la Tierra, comprendiendo dicha arquitectura:

- al menos una estación terrestre (12) que incluye un módulo terrestre de comunicación (21);
- un satélite de teledetección (30A, 30B) dispuesto en una órbita terrestre baja y que incluye un primer conjunto de dispositivos electrónicos (31) que incluye un módulo de teledetección (51) capaz de observar la Tierra y de generar datos de observación relativos a esta observación y destinados a la estación terrestre (12);

- dos satélites de teletratamiento (40A, 40B), de manera que cada satélite de teletratamiento (40A, 40B) está dispuesto en una órbita terrestre media heliosíncrona e incluye un segundo conjunto de dispositivos electrónicos (42) que comprende un módulo de comunicación remoto (56) capaz de comunicarse con el módulo terrestre de comunicación (21);

incluyendo además el primer conjunto de dispositivos electrónicos (31) un primer módulo de comunicación proximal (52) e incluyendo además cada segundo conjunto de dispositivos electrónicos (42) un segundo módulo de comunicación proximal (54), tales que dichos módulos de comunicación proximal son capaces de comunicarse entre sí;

siendo el primer módulo de comunicación proximal (52) capaz de transmitir los datos de observación generados por el módulo de teledetección (51) hacia el segundo módulo de comunicación proximal (54) al menos de uno de los segundos conjuntos de dispositivos electrónicos (42);

siendo el segundo módulo de comunicación proximal (54) al menos de uno de los segundos conjuntos de dispositivos electrónicos (42) capaz de transmitir los datos de observación recibidos al segundo módulo de comunicación proximal (54) del otro segundo conjunto de dispositivos electrónicos (42);

incluyendo además cada segundo conjunto de dispositivos electrónicos (42) un módulo de tratamiento (55) capaz de tratar los datos de observación recibidos por el segundo módulo de comunicación proximal (54) de este conjunto de dispositivos electrónicos (42) para transmitirlos al módulo terrestre de comunicación (21) por medio del módulo de comunicación remoto (56) de este conjunto de dispositivos electrónicos (42) o al segundo módulo de comunicación proximal (54) del otro segundo conjunto de dispositivos electrónicos (42) por medio del segundo módulo de comunicación proximal (54) de este conjunto de dispositivos electrónicos (42);

en el que al menos uno de los segundos conjuntos de dispositivos electrónicos (42) incluye además un módulo de teledetección (61) capaz de observar la Tierra y de generar datos de observación relativos a esta observación;

siendo el módulo de tratamiento (55) de este segundo conjunto de dispositivos electrónicos (42) capaz de tratar estos datos de observación para elaborar datos de configuración destinados a al menos un satélite de teledetección (30A, 30B) y tal que permite optimizar la observación de la Tierra;

siendo el segundo módulo de comunicación proximal (54) de este segundo conjunto de dispositivos electrónicos (42) capaz de transmitir estos datos de configuración al primer módulo de comunicación proximal (52) del primer conjunto de dispositivos electrónicos (31), siendo el módulo de teledetección (51) del primer conjunto de dispositivos electrónicos (31) capaz de ejecutar estos datos de configuración recibidos por el primer módulo de comunicación proximal (52) para optimizar la observación de la Tierra,

incluyendo el procedimiento las etapas siguientes:

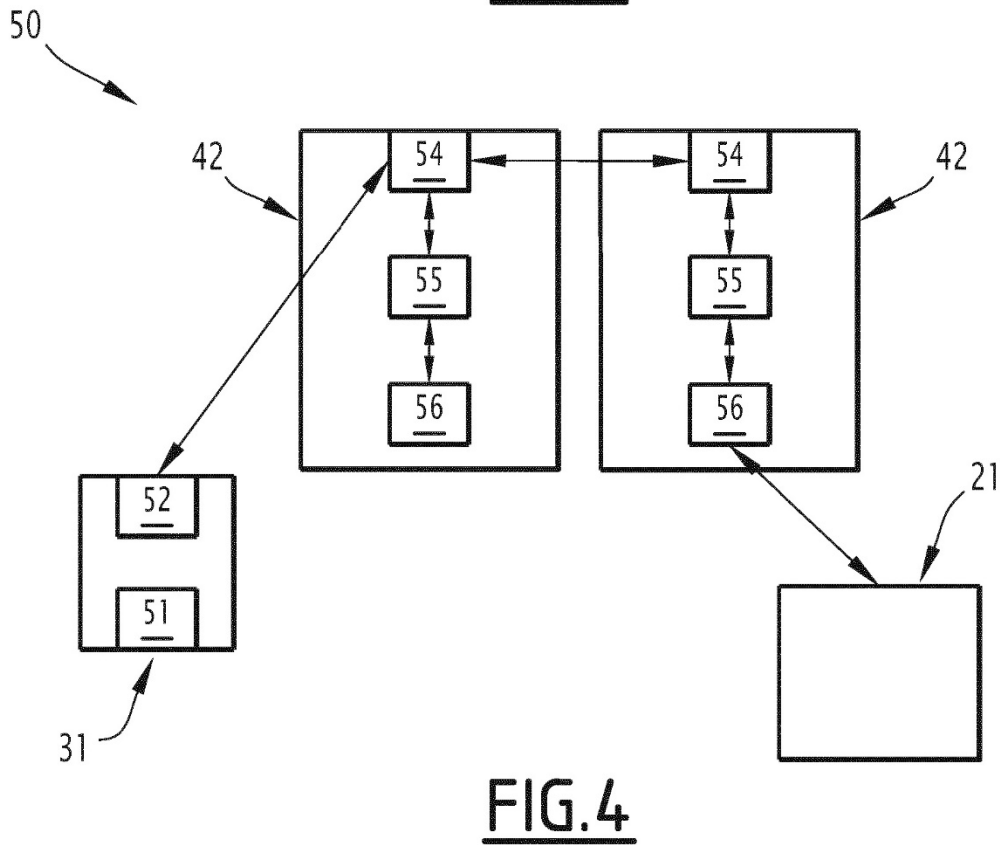
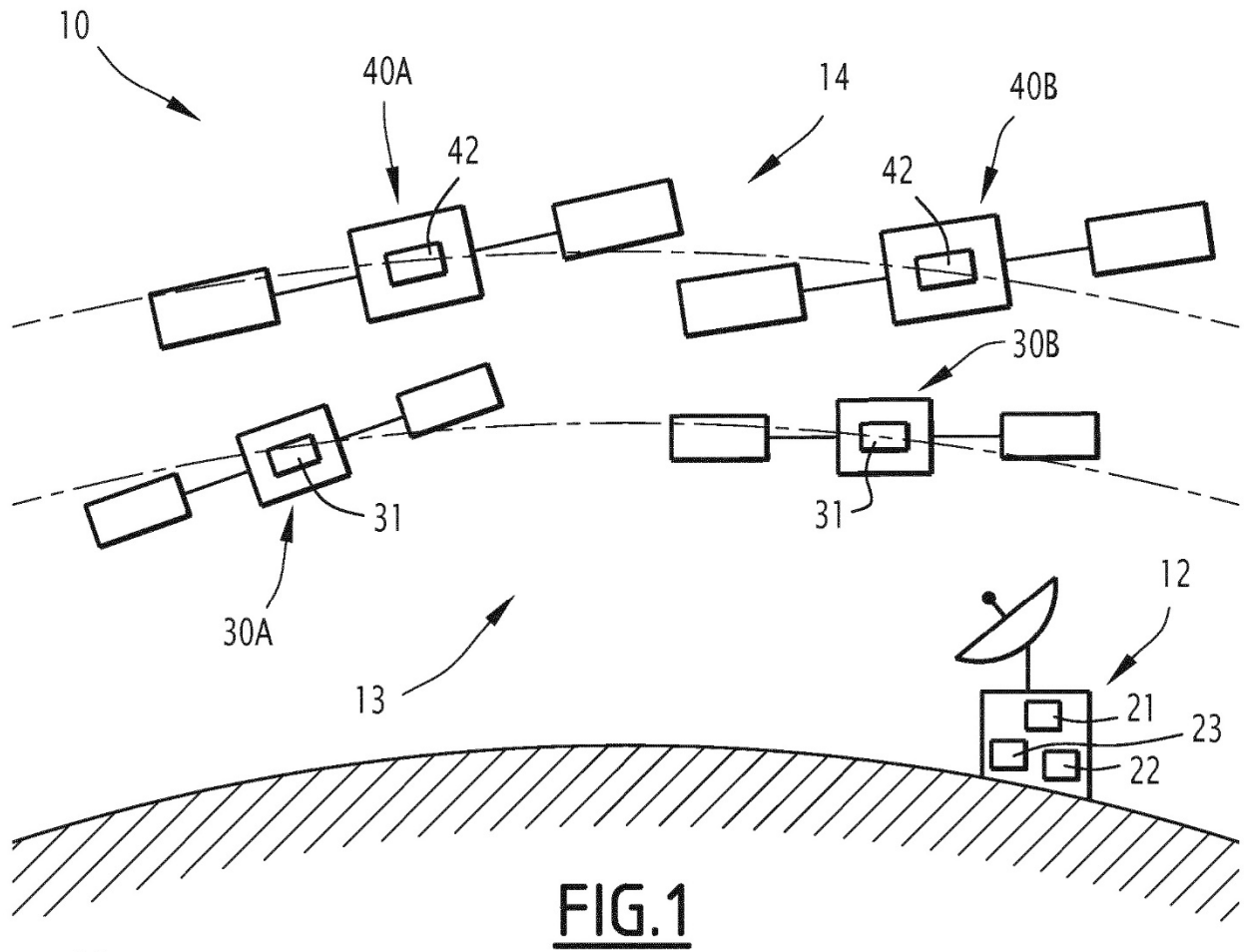
- generación de datos de observación relativos a la Tierra por el módulo de teledetección (51) del segundo conjunto de dispositivos electrónicos (42);

- tratamiento, por el módulo de tratamiento (55) del segundo conjunto de dispositivos electrónicos (42), de los datos de observación generados;

- transmisión de los datos de observación tratados, en forma de datos de configuración, hacia el módulo de teledetección (51) a bordo de un satélite de teledetección (30A, 30B);

- generación (110) de datos de observación relativos a la Tierra por el módulo de teledetección (51) de uno de los satélites de teledetección (30A, 30B);

- 5
- envío (120) por el primer módulo de comunicación proximal (52) de los datos de observación hacia el segundo módulo de comunicación proximal (54) de uno de los segundos conjuntos de dispositivos electrónicos (42);
 - tratamiento (125) por el módulo de tratamiento (55) de los datos de observación recibidos por el segundo módulo de comunicación proximal (54) de dicho segundo conjunto de dispositivos electrónicos (42);
 - transmisión (130) de los datos de observación tratados por el módulo de tratamiento (55) de dicho segundo conjunto de dispositivos electrónicos (42) hacia el módulo terrestre de comunicación (21) o hacia el segundo módulo de comunicación proximal (54) del otro segundo conjunto de dispositivos electrónicos (42).



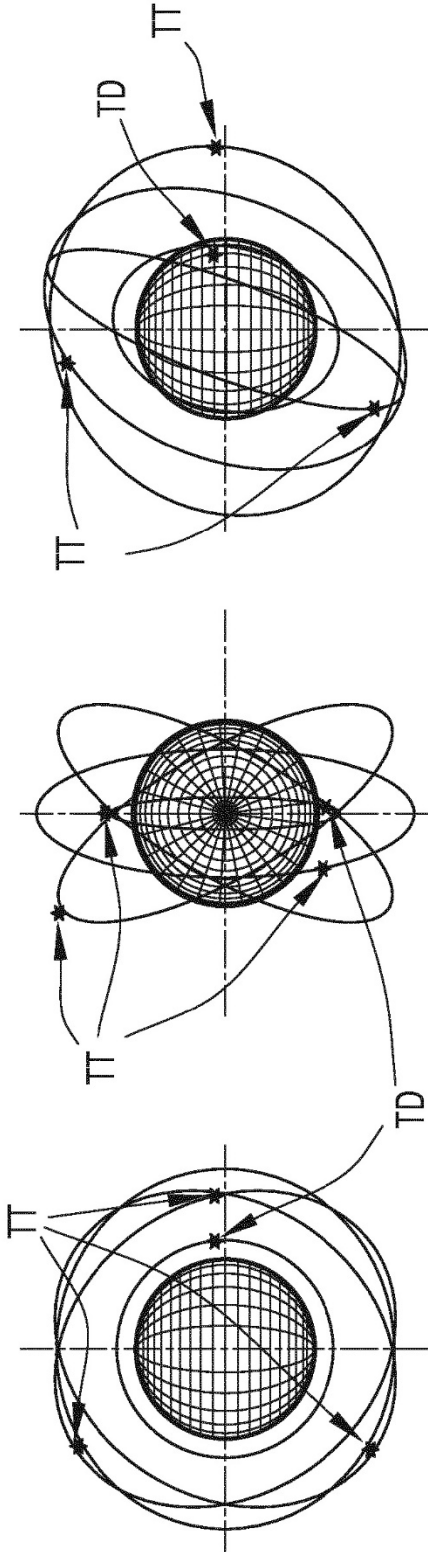


FIG.2

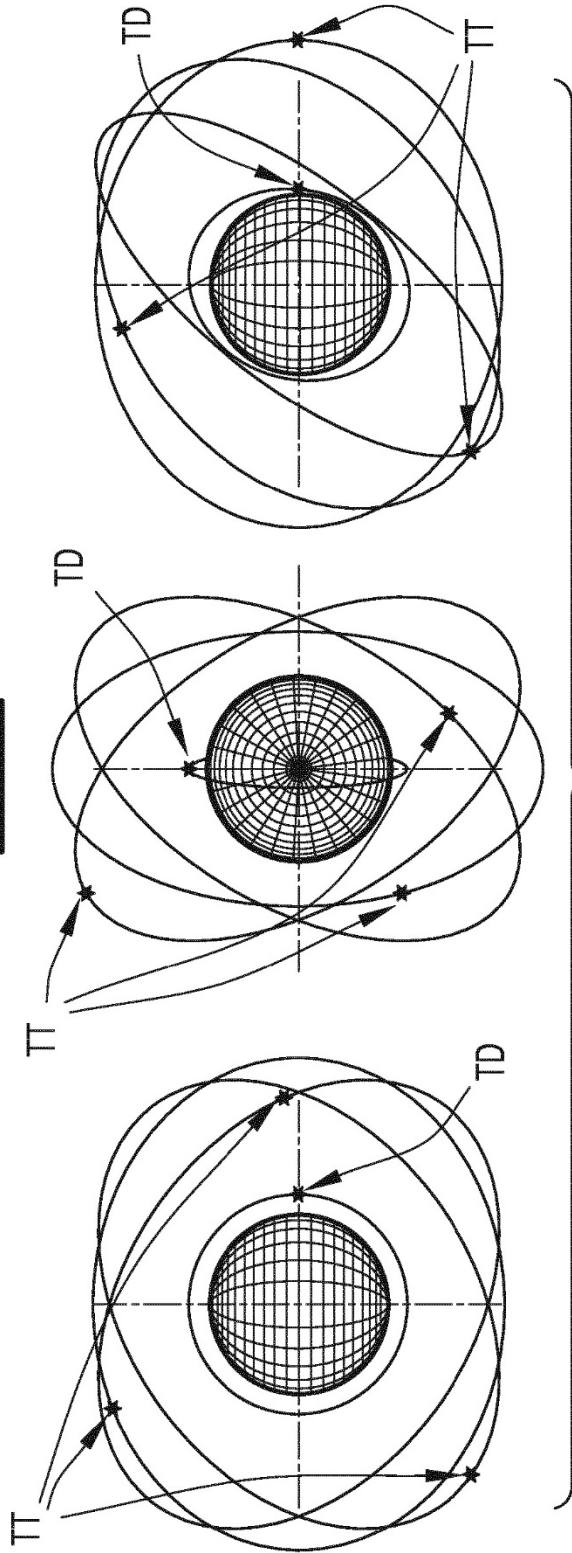


FIG.3

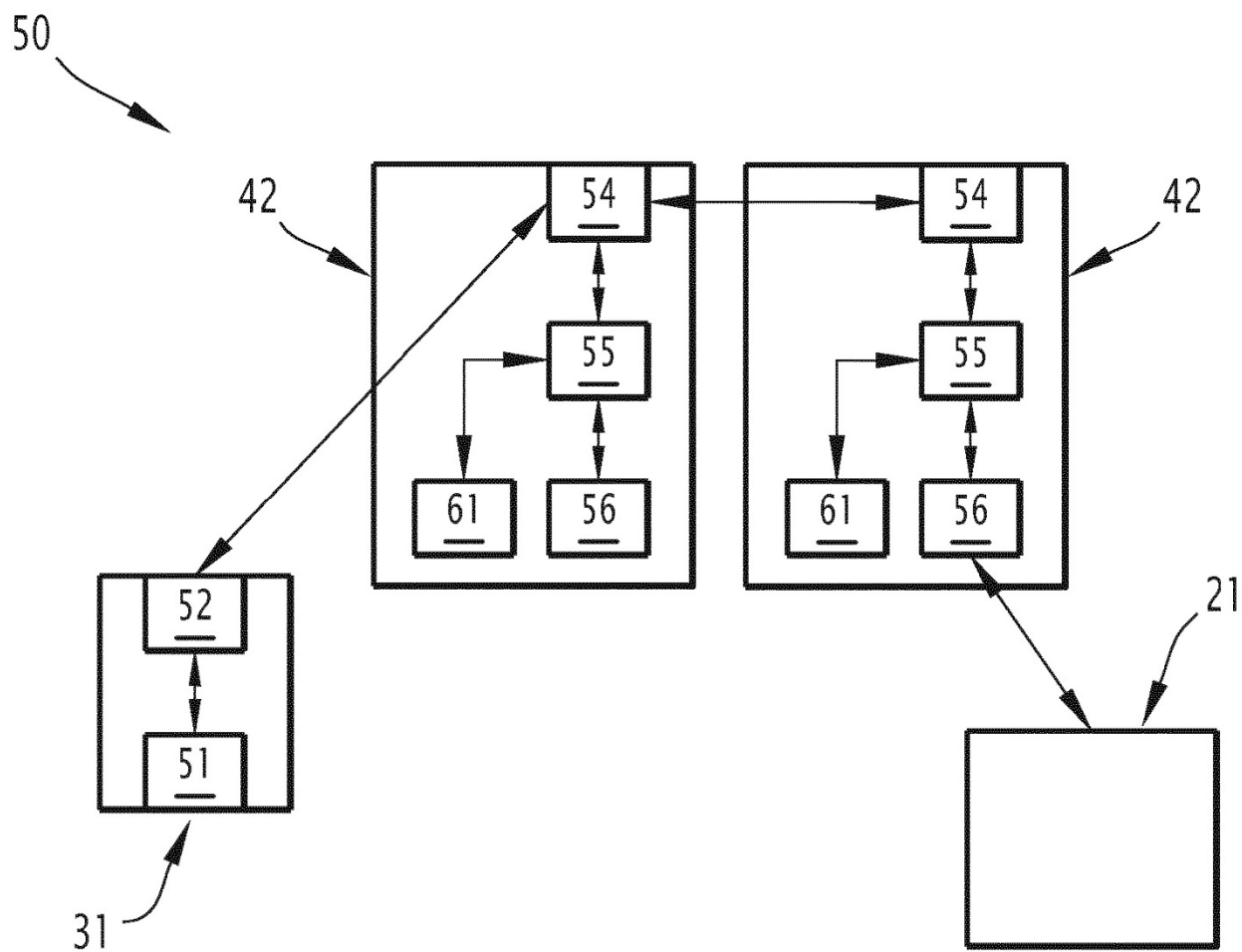


FIG.5

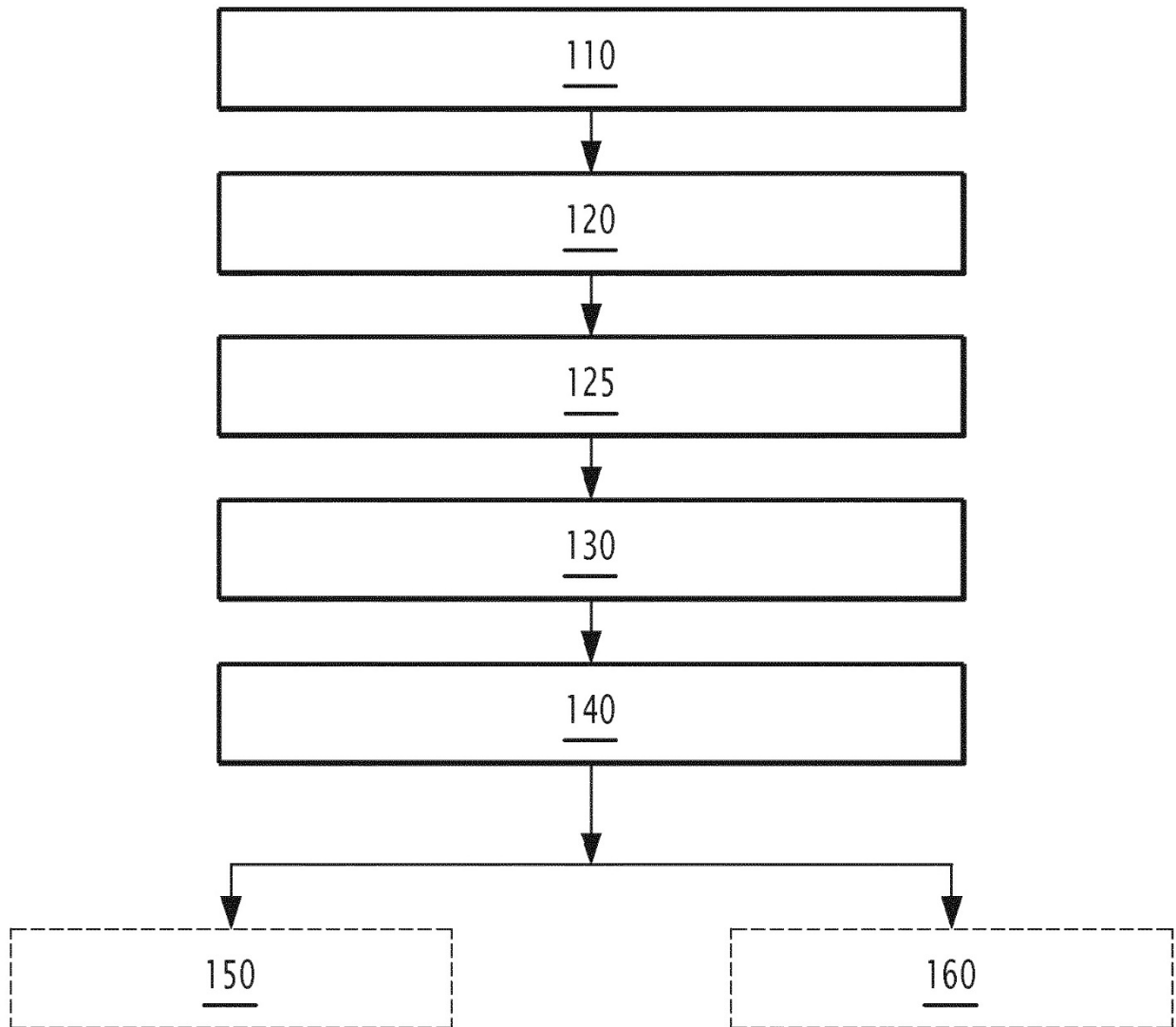


FIG.6