

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 603 679**

51 Int. Cl.:

**G02B 26/10** (2006.01)

**G01C 21/02** (2006.01)

**G01S 3/786** (2006.01)

**G02B 27/64** (2006.01)

**G02B 17/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.11.2014** **E 14195310 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.10.2016** **EP 2884327**

54 Título: **Sistema óptico de observación espacial por barrido**

30 Prioridad:

**13.12.2013 FR 1362608**

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

**28.02.2017**

73 Titular/es:

**AIRBUS DEFENCE AND SPACE SAS (100.0%)**  
**51-61, Route de Verneuil**  
**78130 Les Mureaux, FR**

72 Inventor/es:

**PASTERNAK, FRÉDÉRIC**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 603 679 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 óptico de observación espacial por barrido

**Campo de la invención**

5 La presente invención pertenece al campo de los sistemas ópticos para la observación espacial. Más en particular, la presente invención se refiere a los sistemas ópticos por barrido para los satélites no geoestacionarios.

**Estado de la técnica**

Un sistema óptico para la observación espacial es un sistema óptico embarcado en un satélite y que permite recoger información sobre la Tierra, las estrellas, los planetas,..., a través del registro de imágenes de alta resolución. Tal sistema óptico incluye, entre otros, un telescopio, por ejemplo, de tipo Cassegrain, Korsch, Newton...

10 Determinados sistemas ópticos, especialmente para los satélites no geoestacionarios, precisan, adicionalmente, de un sistema por barrido con el fin de realizar una imagen en una o varias bandas espectrales.

15 La figura 1 representa un ejemplo de un sistema óptico 10, por barrido, embarcado en un satélite no geoestacionario, tal como el sistema óptico "Advanced Very High Resolution Radiometer" (más conocido bajo las siglas AVHRR) embarcado en los satélites Met-Op (Meteorological Operational). El sistema óptico 10 incluye un telescopio 20, de tipo Cassegrain, que tiene un eje óptico 200 paralelo al vector velocidad  $\vec{v}$  del satélite, es decir, paralelo a una dirección D de pasada del satélite. El sistema óptico 10 incluye, además, un espejo de barrido 30, rotatorio según un eje de rotación 300 que coincide con el eje óptico 200 del telescopio 20. El espejo de barrido 30 se establece para recibir un haz incidente de rayos 11, proveniente de una porción de escena observada 90, y redirigir un haz reflejado de rayos 12 según el eje óptico 200 de dicho telescopio. A la salida del telescopio, el haz de rayos es focalizado en un plano focal 201 del telescopio 20. La imagen de la porción de escena 90 es observada en el plano focal 201 del telescopio 20 por un detector (no representado), por ejemplo de tipo cámara de transferencia de carga, llamada cámara CCD ("Charge Coupled Device").

25 El espejo de barrido 30 está inclinado respecto al eje óptico 200 del telescopio. En el ejemplo de la figura 1, dicho espejo de barrido presenta una normal orientada a 45° con respecto al eje óptico 200 del telescopio. El ángulo formado, en el espejo de barrido 30, entre el haz incidente de rayos 11 y el haz reflejado de rayos 12 es de 90°.

El espejo de barrido 30 está gobernado por un motor (no representado), por ejemplo, de movimiento alternativo o continuo. Así, tal configuración permite un barrido de línea perpendicularmente a la dirección D de pasada del satélite.

30 El inconveniente de tal sistema óptico por barrido radica en el hecho de que la rotación del espejo de barrido 30, en un ángulo  $\alpha$  alrededor del eje óptico 200 del telescopio, lleva consigo una rotación de la imagen obtenida en el plano focal 201 del telescopio 20, en un ángulo igual al ángulo  $\alpha$  de rotación del espejo de barrido. De este modo, la yuxtaposición de dos líneas de barrido sucesivas tan solo permite obtener una cobertura regular para un ángulo  $\alpha$  cercano a cero.

Existen soluciones para compensar tal rotación de la imagen en el plano focal.

35 Una solución conocida consiste en prever un juego de prismas o espejos, que hacen intervenir al menos tres superficies reflectoras, e intercalado entre el telescopio 20 y su plano focal 201. En la figura 2 se ilustra un ejemplo. La figura 2 se diferencia de la figura 1 por la interposición, en el eje óptico 200 del telescopio 20, aguas abajo de dicho telescopio y aguas arriba del plano focal 201, es decir, entre el telescopio y el plano focal, de un dispositivo óptico de rotación de imagen 40. Dicho dispositivo óptico de rotación de imagen incluye dos espejos inclinados m1 y m2, posicionados en el eje óptico 200 del telescopio, encarados transversalmente con un espejo m3 paralelo a dicho eje óptico 200 del telescopio 20. La disposición de los tres espejos m1, m2, m3 es una disposición llamada en K tendida. Tal dispositivo óptico de rotación de imagen recibe generalmente el nombre de desrotador. El paso de un haz óptico procedente del telescopio 20 a través de este dispositivo óptico de rotación de imagen genera una simetría de la imagen con relación a un plano paralelo al espejo m1.

45 El dispositivo óptico de rotación de imagen 40 es rotatorio, con un eje de rotación 400 que coincide con el eje óptico 200 del telescopio. El dispositivo óptico de rotación de imagen 40 está gobernado por un motor (no representado), de movimiento alternativo o continuo. Una rotación de dicho dispositivo óptico de rotación de imagen en un ángulo de  $\alpha$  con respecto al eje óptico 200 crea una rotación de la imagen en el plano focal 201 en un ángulo  $2\alpha$ .

50 De este modo, para compensar la rotación de la imagen en el plano focal, cuando el espejo de barrido 30 efectúa una rotación en un ángulo  $\alpha$  alrededor del eje óptico, el dispositivo óptico de rotación de imagen 40 debe efectuar una rotación en un ángulo de  $\alpha/2$  alrededor del eje óptico, de igual sentido que la rotación del espejo de barrido.

En resumen, para efectuar un barrido de línea, el dispositivo óptico de rotación de imagen 40 es accionado por un

motor giratorio a una velocidad de la mitad de la del motor 50 del espejo de barrido 30, con el fin de generar una rotación de imagen opuesta a la generada por el espejo de barrido 30.

5 Otros ejemplos, que permiten compensar la rotación del espejo de barrido 30, más complejos que la disposición en K tendida, hacen intervenir un dispositivo óptico de rotación de imagen que incluye un mayor número de superficies reflectoras. Cabe citar, por ejemplo, la patente US 4929040, que describe un dispositivo óptico de rotación de imagen que incluye cinco espejos.

Sin embargo, estos sistemas ópticos que incluyen un dispositivo óptico de rotación de imagen, cualquiera que sea el número de espejos, presentan una ocupación de espacio y un coste nada desdeñables.

### Explicación de la invención

10 La presente invención tiene por objeto paliar estos inconvenientes y propone un sistema óptico que incluye:

- un espejo de barrido, rotatorio, establecido al objeto de recibir un haz incidente de rayos y redirigir un haz de rayos, llamado haz de entrada, según un eje dado, llamado primer eje,
- un instrumento óptico establecido al objeto de recibir el haz de entrada proveniente del espejo de barrido y de redirigir un haz de rayos, llamado haz de salida, según un eje dado, llamado segundo eje,
- 15 - un dispositivo óptico de rotación de imagen, dispuesto en el segundo eje y establecido al objeto de recibir el haz de salida.

20 De acuerdo con la invención, el instrumento óptico se establece al objeto de redirigir el haz de salida paralelamente al haz de entrada, en una dirección de propagación opuesta a dicho haz de entrada, en dirección al dispositivo óptico de rotación de imagen. El espejo de barrido se establece al objeto de presentar un eje de rotación alineado y coincidente con el primer eje. El dispositivo óptico de rotación de imagen se establece al objeto de presentar un eje de rotación alineado y coincidente con el segundo eje. El sistema óptico incluye, además, un medio de accionamiento giratorio común al espejo de barrido y al dispositivo óptico de rotación de imagen alrededor de sus respectivos ejes de rotación.

25 Tal sistema óptico permite ventajosamente la observación de una porción de escena apuntada. Una imagen de la porción de escena apuntada es observada en un plano imagen del instrumento óptico por un detector.

El espejo de barrido se orienta de modo que los rayos del haz incidente determinen, inmediatamente tras la reflexión sobre dicho espejo de barrido, un haz de rayos que tiene una primera dirección de propagación.

30 En el ámbito de la presente invención, se entiende por dirección de propagación de un haz de rayos la dirección de propagación media de sus rayos. El haz de rayos puede tener una apertura angular, especialmente cuando se trata de un haz divergente o convergente. En este caso, su dirección de propagación es la dirección de un eje longitudinal central del haz.

De este modo, por primer eje, se entiende un eje longitudinal central del haz de entrada. Y, por segundo eje, se entiende un eje longitudinal central del haz de salida.

35 De acuerdo con la invención, los ejes primero y segundo son paralelos y no coincidentes; el haz de salida vuelve a salir del instrumento óptico paralelo y no coincidente con el haz de entrada.

El dispositivo óptico de rotación de imagen está configurado para compensar una rotación, en el plano focal, de la imagen de la porción de escena apuntada, debida a la rotación del espejo de barrido.

De acuerdo con una disposición particularmente ventajosa, el dispositivo óptico de rotación de imagen incluye un juego de N espejos, siendo N impar e igual o mayor que tres.

40 Preferentemente, el espejo de barrido está configurado para efectuar una rotación en un ángulo predefinido alrededor del primer eje para realizar un barrido de una porción de escena apuntada, y el dispositivo óptico de rotación de imagen está configurado para efectuar, por su parte, una rotación, alrededor del segundo eje, en un ángulo de la mitad de rotación del espejo de barrido.

45 A diferencia de los sistemas ópticos existentes, en los que el espejo de barrido y el dispositivo óptico de rotación de imagen se posicionan a uno y otro lado del instrumento óptico, el sistema óptico de la invención presenta un dispositivo óptico de rotación de imagen posicionado en la proximidad del espejo de barrido.

50 Merced a la configuración del instrumento óptico y al posicionamiento relativo del dispositivo de rotación de imagen con relación al espejo de barrido, se reducen las dimensiones de conjunto del sistema óptico. El sistema óptico se extiende ahora en una escasa longitud, sensiblemente equivalente a una distancia focal del instrumento óptico. Consecuentemente, el sistema óptico de la invención es particularmente compacto.

Además, el sistema óptico de la invención no posee más que un solo medio de accionamiento giratorio, común al espejo de barrido y al dispositivo óptico de rotación de imagen. Esta limitación del número de medios de accionamiento contribuye a reducir la ocupación de espacio, así como la masa del conjunto del sistema óptico.

- 5 Tal sistema óptico puede ser utilizado fácilmente a bordo de un satélite no geoestacionario, por ejemplo, planetario o terrestre, para la observación espacial por barrido. Puede entonces posicionarse el sistema óptico sobre el satélite de manera tal que el plano imagen del instrumento óptico, en el que se encuentra el detector de imagen, sea perpendicular a una dirección de pasada del satélite. Además, por su compacidad, el sistema óptico de la invención resulta particularmente adecuado para ser instalado dentro de un volumen de alojamiento restringido a bordo del satélite.
- 10 Según unas formas preferidas de realización, la invención obedece además a las siguientes características, puestas en práctica por separado o en cada una de sus combinaciones técnicamente operativas.
- De acuerdo con una disposición particularmente ventajosa, el instrumento óptico es un telescopio que incluye al menos tres espejos de redirección.
- 15 En un modo de realización preferido, en interés de la compacidad y de la facilidad de realización del sistema óptico, el telescopio incluye tres espejos de redirección.
- Los espejos de redirección están situados sucesivamente en un camino de los rayos entre el espejo de barrido y el dispositivo óptico de rotación de imagen, con un primer espejo de redirección posicionado en el primer eje para recibir el haz de entrada y un último espejo de redirección posicionado en el segundo eje para focalizar el haz de salida a lo largo de dicho segundo eje.
- 20 De acuerdo con una característica ventajosa, el sistema óptico incluye un medio de acoplamiento en rotación del espejo de barrido y del dispositivo óptico de rotación de imagen, asociado al medio de accionamiento giratorio común. El espejo de barrido y el dispositivo óptico de rotación de imagen están acoplados entre sí de modo que uno arrastra en su giro al otro. De esta manera, una velocidad angular de rotación del dispositivo óptico de rotación de imagen y una velocidad angular de rotación del espejo están sincronizadas entre sí para asegurar una perfecta corrección de la rotación de imagen en el plano imagen.
- 25 De acuerdo con una disposición particularmente ventajosa, el medio de accionamiento giratorio común está asociado al espejo de barrido. De este modo, el dispositivo óptico de rotación de imagen recibe el arrastre giratorio del medio de accionamiento giratorio del espejo de barrido.
- 30 De acuerdo con una característica ventajosa, el medio de acoplamiento en rotación presenta una relación de transmisión entre la velocidad angular de rotación del espejo de barrido y la velocidad angular de rotación del dispositivo óptico de rotación de imagen de 2.
- De acuerdo con una característica ventajosa, para reducir los pares perturbadores inducidos por la rotación del espejo de barrido y la del dispositivo óptico de rotación de imagen, el sistema óptico incluye un dispositivo de compensación de par, acoplado al medio de acoplamiento en rotación de uno al otro.
- 35 De acuerdo con una realización particularmente ventajosa, el medio de acoplamiento en rotación es un sistema de roldanas - correa. Una roldana queda asociada al eje de rotación del espejo de barrido, una roldana queda asociada al eje de rotación del dispositivo óptico de rotación de imagen y una correa coopera con las dos roldanas para transmitir el movimiento de rotación.
- 40 De acuerdo con otra realización particularmente ventajosa, el medio de acoplamiento incluye un sistema de engranajes.

#### **Presentación de las figuras**

La siguiente descripción de la invención se lleva a cabo haciendo referencia a las figuras, en las que idénticas referencias designan elementos idénticos o análogos, las cuales representan, sin carácter limitativo:

- figura 1: ya descrita, una vista esquemática en perspectiva de un sistema óptico de la técnica anterior,
- 45 figura 2: ya descrita, una representación esquemática de un sistema óptico de la técnica anterior, que incluye un dispositivo óptico de rotación de imagen,
- figura 3a: una representación esquemática de un sistema óptico según la invención,
- figura 3b: una vista del sistema óptico de la figura 3a, según un corte CC,
- figura 4: una vista en perspectiva de un medio de acoplamiento en rotación según una forma de realización,
- 50 figura 5: una vista de conjunto en perspectiva del medio de acoplamiento en rotación según la forma de realización

de la figura 4, asociado a un dispositivo óptico de rotación de imagen,

figura 6: una representación esquemática del medio de acoplamiento en rotación, según la forma de realización de la figura 4, acoplado a un dispositivo de compensación de par,

5 figura 7: una representación esquemática de un medio de acoplamiento en rotación acoplado a un dispositivo de compensación de par, según otra forma de realización,

figura 8: una representación esquemática de la propagación de un haz de rayos a través de un sistema óptico según una forma de realización y que incluye un dispositivo óptico de rotación de imagen que incluye un juego de 5 espejos, y

10 figura 9: una representación en perspectiva de la propagación de un haz de rayos a través del sistema óptico de la figura 8.

Idénticas referencias en diferentes figuras designan elementos idénticos.

### Descripción detallada de formas de realización de la invención

La presente invención se refiere a un sistema óptico 100.

15 La presente invención es de aplicación en cualquier sistema óptico, en particular en los sistemas ópticos puestos en práctica para la observación espacial (observación terrestre, planetaria, estelar...) y embarcados a bordo de vehículos espaciales, tales como satélites no geostacionarios.

La figura 3a ilustra esquemáticamente un sistema óptico 100 que permite un adecuado barrido de línea de una porción de escena observada 90, según una forma de realización particular.

20 El satélite no geostacionario, a bordo del cual está instalado el sistema óptico, avanza según un eje y una dirección de pasada, ilustrada mediante la flecha D, a una velocidad predefinida.

Por motivos de claridad, en las figuras 3a a 9 no se han representado los componentes del sistema óptico, especialmente los soportes de los espejos, que no son necesarios para la comprensión de la invención.

El sistema óptico 100 incluye:

- un espejo de barrido 30,
- 25 - tres espejos de redirección, llamados primer M1, segundo M2 y tercer M3 espejo de redirección, que conjuntamente determinan un instrumento óptico del tipo telescopio 20, por ejemplo un telescopio de Korsch,
- un detector de imagen, llamado detector (no representado).

30 Primero, un haz de rayos, llamado haz incidente 11, proveniente de puntos de una porción de escena 90 apuntada, es reflejado por el espejo de barrido 30 y, luego, sucesivamente, por cada uno de los tres espejos de redirección M1, M2, M3.

El detector está posicionado tras el tercer espejo de redirección para captar la imagen final que se forma de la porción de escena. Preferiblemente, el detector presenta una superficie de detección establecida en un plano imagen 202 del telescopio 20.

35 El espejo de barrido 30 está inclinado respecto a un eje longitudinal central 111 y una dirección de propagación del haz incidente 11. El espejo de barrido 30 se establece de modo que el haz incidente 11 que proviene de la porción de escena 90 es reflejado por dicho espejo de barrido, según un eje longitudinal central 121 y una dirección de propagación dados, diferentes del eje longitudinal central 111 y de la dirección de propagación del haz incidente 11.

40 El haz de rayos reflejado por el espejo de barrido 30 es llamado haz de entrada 12. Su eje longitudinal central 121 y su dirección de propagación son llamados primer eje 121 y primera dirección de propagación.

El primer eje 121 es paralelo al eje de pasada del satélite, y la primera dirección de propagación es opuesta a la dirección D de pasada del satélite, tal como se ilustra en la figura 3a.

El espejo de barrido 30 es, preferentemente, un espejo plano que presenta una primera superficie, llamada superficie reflectora 31, de eje óptico 33.

45 En el ejemplo no limitativo ilustrado en la figura 3, el espejo de barrido 30 está orientado de modo que el eje longitudinal central 111 del haz incidente 11 forma un ángulo de sensiblemente 90° con el primer eje 121. El eje longitudinal central 111 del haz incidente 11 forma un ángulo de sensiblemente 45° con el eje óptico 33 del espejo

de barrido 30, tras la reflexión sobre dicho espejo de barrido, y el primer eje 121 del haz de entrada 12 forma un ángulo de sensiblemente  $45^\circ$  con el eje óptico 33 del espejo de barrido.

El primer espejo de redirección M1 se establece en el primer eje 121, en la primera dirección de propagación, al objeto de redirigir el haz de entrada 11 en dirección al segundo espejo de redirección M2.

- 5 El segundo espejo de redirección M2 se halla dispuesto en el trayecto del haz de rayos redirigido por el primer espejo de redirección M1, y el tercer espejo de redirección M3 se halla dispuesto en el trayecto del haz de rayos redirigido por el segundo espejo de redirección M2.

Los espejos de redirección segundo M2 y tercero M3 se establecen con relación al primer espejo de redirección M1 al objeto de orientar el haz de rayos según un eje longitudinal central y una dirección de propagación definida.

- 10 El tercer espejo de redirección M3 se establece y orienta al objeto de redirigir un haz de rayos, llamado haz de salida 13, según un eje longitudinal central, llamado segundo eje 131, sensiblemente paralelamente al primer eje 121. El tercer espejo de redirección M3 se establece asimismo al objeto de redirigir el haz de salida 13 con una dirección de propagación, llamada segunda dirección de propagación, opuesta a la primera dirección de propagación.

- 15 Dicho de otro modo, los tres espejos de redirección M1, M2, M3 están configurados de modo que el primer eje 121 y el segundo eje 131 son paralelos entre sí y no coincidentes.

- 20 Aunque el telescopio 20 esté ilustrado en la figura 3 y descrito con tres espejos de redirección, el número de estos espejos de redirección no queda limitado al descrito e ilustrado. Así, es posible, sin apartarse del ámbito de la invención, realizar un telescopio con un número de espejos de redirección superior a tres, toda vez que el haz de salida 13, a la salida del telescopio 20, es paralelo al haz de entrada 12, a la entrada del telescopio 20, con una dirección de propagación opuesta.

A la salida del telescopio 20, el haz de salida 13 es focalizado en el plano imagen 202 de dicho telescopio.

El detector está posicionado en el segundo eje 131. Dicho detector presenta una superficie de detección orientada perpendicularmente a dicho segundo eje y posicionada en el plano imagen 202 del telescopio 20.

- 25 El detector es, en un ejemplo preferido de realización, una cámara de transferencia de carga, llamada cámara CCD.

Preferentemente, tal como se ilustra en la figura 3a, la superficie de detección del detector está situada en la proximidad del espejo de barrido 30.

De acuerdo con la invención, el espejo de barrido 30 es arrastrado giratoriamente, a una velocidad  $V_{30}$  predeterminada, alrededor de un eje de rotación 300 coincidente con el primer eje 121.

- 30 La rotación de dicho espejo de barrido permite realizar un barrido de línea, perpendicularmente al eje de pasada del satélite, y cubrir, en un sector angular determinado, una sucesión de porciones de escena.

El espejo de barrido 30 recibe el arrastre giratorio, alrededor del primer eje vertical, de un medio de accionamiento giratorio 50, tal como, por ejemplo, un motor de accionamiento eléctrico.

- 35 Para compensar la rotación de la imagen inducida por la rotación del espejo de barrido 30 alrededor del primer eje 121, el sistema óptico 100 incluye, además, un dispositivo óptico de rotación de imagen 40. Dicho dispositivo óptico de rotación de imagen se halla dispuesto en el segundo eje 131, entre el tercer espejo M3 y la superficie de detección del detector. El dispositivo óptico de rotación de imagen 40 se establece al objeto de recibir la totalidad del haz de salida 13.

- 40 El dispositivo óptico de rotación de imagen 40 incluye un juego de N espejos, siendo N impar y mayor o igual que tres.

En ejemplos de realización preferidos, el dispositivo óptico de rotación de imagen 40 incluye un juego de tres espejos o de cinco espejos, tales como se han descrito anteriormente. Las figuras 8 y 9 ilustran un sistema óptico que incluye un dispositivo óptico de rotación de imagen que incluye un juego de 5 espejos.

- 45 Preferentemente, el dispositivo óptico de rotación de imagen 40 se halla contenido en un bloque de soporte, llamado bloque desrotador 41, tal como se ilustra en la figura 5. Dicho bloque desrotador está dimensionado para posicionar y mantener los espejos unos con relación a otros.

Según la invención, el dispositivo óptico de rotación de imagen 40 está posicionado en la proximidad del espejo de barrido 30.

- 50 Las figuras 8 y 9 representan a título ilustrativo el funcionamiento de un sistema óptico según una forma de realización de la invención. El telescopio incluye tres espejos de redirección, y el dispositivo óptico de rotación de

imagen incluye un juego de cinco espejos. En estas figuras, se han representado varios rayos, que provienen de varios puntos de una porción de escena situada en una dirección de apuntamiento del telescopio. Estos rayos ilustran el funcionamiento óptico del sistema óptico, de una manera que es habitual para un experto en la materia.

5 El dispositivo óptico de rotación de imagen 40 es arrastrado giratoriamente, por intermedio de una rotación del bloque desrotador 41, a una velocidad  $V_{40}$  predeterminada, alrededor de un eje de rotación 400 coincidente con el segundo eje 131.

De este modo, los ejes de rotación del dispositivo óptico de rotación de imagen 40 y del espejo de barrido 30 son paralelos y no coincidentes.

10 Ventajosamente, la rotación del dispositivo óptico de rotación de imagen 40 y del espejo de barrido 30 se realiza a partir del mismo medio de accionamiento giratorio.

De acuerdo con una disposición preferida, para no perturbar la propagación del haz de salida que tiene que atravesar de parte a parte el dispositivo óptico de rotación de imagen 40, el medio de accionamiento giratorio 50 está asociado al espejo de barrido.

15 El medio de accionamiento giratorio 50 está situado preferiblemente en el primer eje 121, por el lado de una superficie 32 opuesta a la superficie reflectora 31 del espejo de barrido 30.

En una disposición ventajosa del sistema óptico 100, el medio de accionamiento giratorio 50 y el dispositivo óptico de rotación de imagen 40 se mantienen solidarios entre sí mediante una estructura de soporte única 64, tal como se ilustra en la figura 5. Tal disposición permite mantener una distancia entre centros entre el eje de rotación 400 del dispositivo óptico de rotación de imagen 40 y el eje de rotación 300 del espejo de barrido 30.

20 El medio de accionamiento giratorio 50 está asociado a un medio de acoplamiento en rotación 60 del espejo de barrido 30 y del dispositivo óptico de rotación de imagen 40.

En una primera forma de realización del medio de acoplamiento en rotación 60, dicho medio de acoplamiento en rotación incluye un sistema de poleas - correa, tal como se ilustra en las figuras 3a, 3b, 4 y 5, que incluye:

- 25
- una primera roldana, llamada roldana conductora 61, de diámetro  $d$ , solidaria en rotación de un árbol de salida del medio de accionamiento giratorio 50, de eje el eje de rotación 300 del espejo de barrido 30,
  - una segunda roldana, llamada roldana conducida 62, solidaria en rotación del bloque desrotador 41,
  - una correa 63 cooperante con la roldana conductora 61 y la roldana conducida 62.

La roldana conducida 62 está relacionada mediante la correa 63 con la roldana conductora 61 para arrastrar giratoriamente el dispositivo óptico de rotación de imagen 40 en un mismo sentido que el del espejo de barrido 30.

30 Según se ha descrito anteriormente, para compensar la rotación de la imagen en el plano imagen, debido a la rotación del espejo de barrido 30, cuando el espejo de barrido 30 efectúa una rotación en un ángulo  $\alpha$  alrededor de su eje de rotación 300, el dispositivo óptico de rotación de imagen 40 debe efectuar una rotación en un ángulo de  $\alpha/2$  alrededor del segundo eje, de igual sentido que la rotación del espejo de barrido 30.

35 Dicho de otro modo, para efectuar un barrido de línea, el dispositivo óptico de rotación de imagen 40 debe girar a una velocidad  $V_{40}$  de la mitad de la del espejo de barrido, con el fin de generar una rotación de imagen opuesta a la generada por el espejo de barrido.

40 Consecuentemente, el diámetro de las roldanas se define de modo que la relación de impulsión de las velocidades angulares de rotación  $V_{30}$ ,  $V_{40}$  del espejo de barrido 300 y del dispositivo óptico de rotación de imagen 40 es de un factor dos, lo cual lleva a una relación de diámetros de las roldanas también de un factor dos. Dicho de otro modo, el diámetro de la roldana conducida 62 es el doble del diámetro  $d$  de la roldana conductora 61.

Tal configuración permite una sincronización de las velocidades angulares de rotación  $V_{30}$ ,  $V_{40}$  del espejo de barrido 30 y del dispositivo óptico de rotación de imagen 40.

45 En un modo de realización del medio de acoplamiento de rotación 60, para evitar el resbalamiento de la correa 63 sobre las roldanas conductora 61 y conducida 62 y asegurar así una perfecta corrección de rotación de imagen, la correa 63 está fijada mecánicamente a al menos una de las dos roldanas. En el ejemplo no limitativo ilustrado en las figuras 4 y 5, la correa 63 está fijada a la roldana conductora 61. Sin embargo, tal modo de realización presenta el inconveniente de un margen limitado de rotación angular, lo cual dicta un movimiento de vaivén para el espejo de barrido 30 y el dispositivo óptico de rotación de imagen 40.

50 En un ejemplo mejorado de realización, asociado a esta primera forma de realización del medio de acoplamiento en rotación 60, con el fin de compensar los pares perturbadores inducidos por la rotación del espejo de barrido 30 y del dispositivo óptico de rotación de imagen 40, el sistema óptico 100 incluye un dispositivo de compensación de par 70,

tal como se ilustra en la figura 6.

5 El dispositivo de compensación de par 70 incluye una correa 71 cooperante con, bien la roldana conductora 61, o bien la roldana conducida 62, y una tercera roldana 72. La tercera roldana 72 es solidaria en rotación de un árbol de una parte móvil (no representada) en rotación, de eje paralelo y no coincidente con los ejes primero y segundo. La parte móvil en rotación es solidaria de la estructura única de soporte 64.

En el ejemplo de la figura 6, la correa 71 coopera con la roldana conductora 61.

La tercera roldana 72 está relacionada mediante la correa 71 con la roldana conductora 61 o con la roldana conducida 62 y es arrastrada giratoriamente en un sentido opuesto al del espejo de barrido 30 o del dispositivo óptico de rotación de imagen 40.

10 La tercera roldana 72 está configurada al objeto de proporcionar una inercia de rotación equivalente a la suma de las inercias de rotación del espejo de barrido 30, del dispositivo óptico de rotación de imagen 40 y del medio de accionamiento giratorio 50. De este modo, el par de compensación creado por el dispositivo de compensación compensa el efecto de los pares perturbadores inducido a la vez por la rotación del espejo de barrido 30, la del dispositivo óptico de rotación de imagen 40 y la del medio de accionamiento giratorio 50.

15 El cálculo de la inercia de rotación de la tercera roldana 72 está al alcance de un experto en la materia. La tercera roldana 72 está dimensionada (masa, diámetro, velocidad de rotación,...) en función de la inercia deseada.

En una segunda forma de realización del medio de acoplamiento en rotación 60, dicho medio de acoplamiento incluye un sistema de engranajes, tal como se ilustra en la figura 7.

El sistema de engranajes incluye:

- 20
- una primera rueda dentada, llamada rueda conductora 61b, solidaria en rotación del árbol de salida del medio de accionamiento giratorio 50, de eje el eje de rotación 300 del espejo de barrido 30,
  - una segunda rueda dentada, llamada rueda conducida 62b, solidaria en rotación del bloque desrotador 41,
  - una tercera rueda dentada, llamada rueda intermedia 63b, cooperante con las ruedas conductora 61b y conducida 62b, por la acción de dientes en contacto sucesivo.

25 Según se ha descrito anteriormente, a la vista del posicionamiento relativo del dispositivo óptico de rotación de imagen 40 con relación al espejo de barrido, dicho dispositivo óptico de rotación de imagen debe efectuar una rotación alrededor del segundo eje 131, de igual sentido que la rotación del espejo de barrido 30 alrededor del primer eje 121. De este modo, para arrastrar giratoriamente el dispositivo óptico de rotación de imagen 40 en un mismo sentido que el del espejo de barrido 30, la rueda intermedia 63b efectúa una rotación según un sentido de rotación opuesto a la rotación de las ruedas conductora y conducida 61b, 62b.

30

Igualmente, para compensar la rotación de la imagen en el plano imagen, debido a la rotación del espejo de barrido 30, un diámetro de la rueda conducida 62b es el doble de un diámetro de la rueda conductora 61b.

35 Los diámetros de la rueda conductora 61b y de la rueda conducida 62b quedan definidos de modo que la relación de impulsión de las velocidades angulares de rotación  $V_{30}$ ,  $V_{40}$  del espejo de barrido 300 y del dispositivo óptico de rotación de imagen 40 es de un factor dos.

Ventajosamente, asociando una inercia de rotación a la rueda intermedia 63b equivalente a la suma de las inercias de rotación del espejo de barrido 30 y del dispositivo óptico de rotación de imagen 50, la rueda intermedia 63b hace las funciones de dispositivo de compensación de par.

40 La rueda intermedia 63b está configurada al objeto de proporcionar una inercia de rotación equivalente a la suma de las inercias de rotación del espejo de barrido 30, del dispositivo óptico de rotación de imagen 40 y del medio de accionamiento giratorio 50.

El cálculo de la inercia de rotación de la rueda intermedia está al alcance de un experto en la materia. La rueda intermedia está dimensionada (masa, diámetro, velocidad de rotación,...) en función de la inercia deseada.

45 Tal sistema de engranajes ofrece una limitada ocupación de espacio, así como una complejidad y costes de fabricación razonables.

De acuerdo con una forma de realización de la invención, para controlar la posición y la velocidad angular de rotación del espejo de barrido 30 así como del dispositivo óptico de rotación de imagen, el sistema óptico 100 incluye, además, un codificador óptico 80, solidario en rotación del árbol de salida del medio de accionamiento giratorio 50.

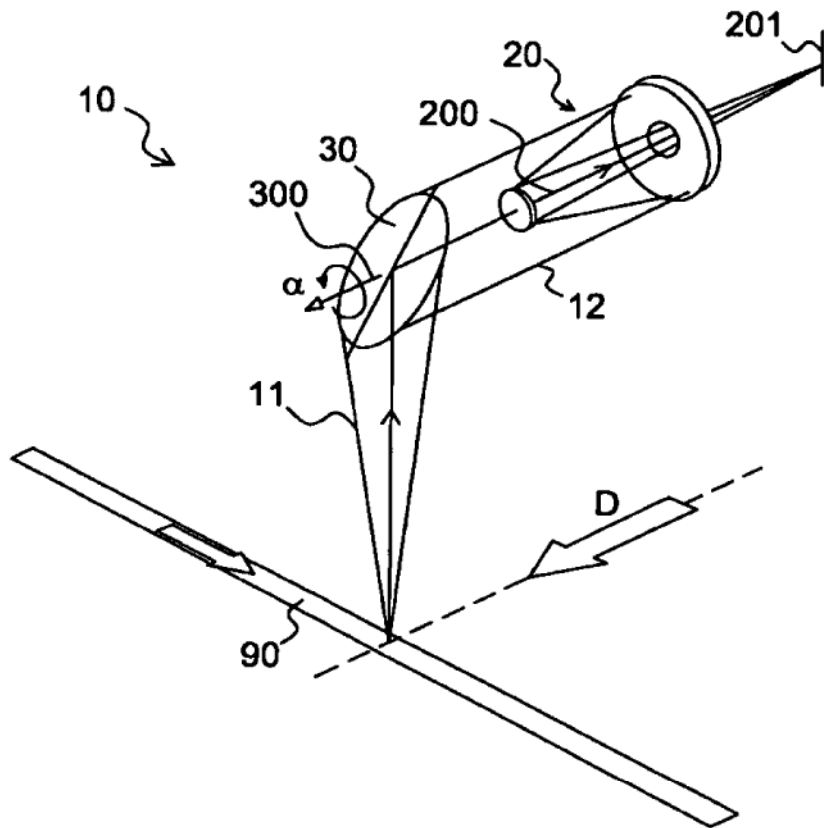
50 La descripción que antecede ilustra claramente que, por sus diferentes características y sus ventajas, la presente



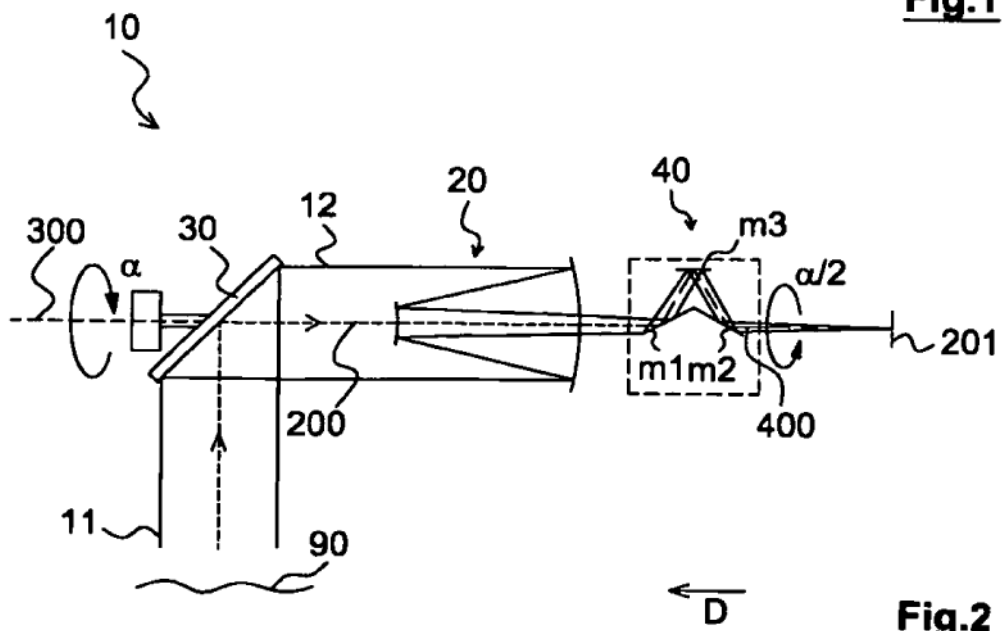
5 invención logra los objetivos que se había fijado. En particular, propone un sistema óptico para la observación espacial que permite un adecuado barrido de la escena apuntada sin rotación de la imagen en el plano imagen, al propio tiempo que presenta una menor ocupación de espacio con respecto a los sistemas ópticos existentes, y mejorando la sincronización de la rotación del espejo de barrido y del dispositivo óptico de rotación de imagen mediante la utilización de un medio de accionamiento giratorio común a dicho espejo de barrido y a dicho dispositivo óptico de rotación de imagen.

**REIVINDICACIONES**

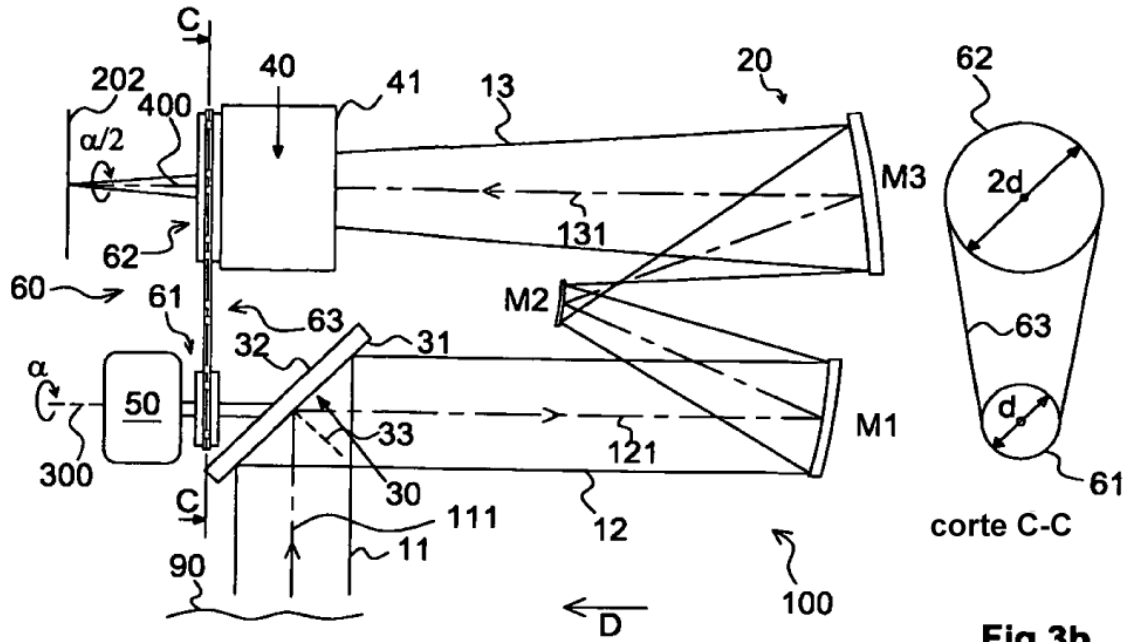
1. Sistema óptico (100) que incluye:
    - un espejo de barrido (30), rotatorio, establecido al objeto de recibir un haz incidente de rayos (11) y redirigir un haz de rayos, llamado haz de entrada (12), según un eje dado, llamado primer eje (121),
  - 5 - un instrumento óptico (20) establecido al objeto de recibir el haz de entrada (12) proveniente del espejo de barrido (30) y de redirigir un haz de rayos, llamado haz de salida (13), según un eje dado, llamado segundo eje (131),
  - un dispositivo óptico de rotación de imagen (40), dispuesto en el segundo eje (131) y establecido al objeto de recibir el haz de salida (13),
- 10 caracterizado por que el instrumento óptico (20) se establece al objeto de redirigir el haz de salida (13) paralelamente al haz de entrada (12), en una dirección opuesta a dicho haz de entrada, en dirección al dispositivo óptico de rotación de imagen (40), por que el espejo de barrido (30) se establece al objeto de presentar un eje de rotación (300) alineado a lo largo del primer eje (121), por que el dispositivo óptico de rotación de imagen (40) se establece al objeto de presentar un eje de rotación (400) alineado a lo largo del segundo eje (131) y por que el
- 15 sistema óptico (100) incluye un medio de accionamiento giratorio (50) común al espejo de barrido (30) y al dispositivo óptico de rotación de imagen (40) alrededor de sus respectivos ejes de rotación (300, 400).
2. Sistema óptico según la reivindicación 1, que incluye un medio de acoplamiento en rotación (60) del espejo de barrido (30) y del dispositivo óptico de rotación de imagen (40), asociado al medio de accionamiento giratorio (50) común.
- 20
3. Sistema óptico según la reivindicación 2, en el que el medio de acoplamiento en rotación (60) presenta una relación de transmisión entre una velocidad angular de rotación del espejo de barrido (30) y una velocidad angular de rotación del dispositivo óptico de rotación de imagen (40) de 2.
4. Sistema óptico según una de las reivindicaciones 2 ó 3, que incluye un dispositivo de compensación de par (70) acoplado al medio de acoplamiento en rotación (60).
- 25
5. Sistema óptico según una de las reivindicaciones 2 a 4, en el que el medio de acoplamiento en rotación (60) es un sistema de roldanas - correa (61, 62, 63).
6. Sistema óptico según una de las reivindicaciones 2 a 4, en el que el medio de acoplamiento (60) incluye un sistema de engranajes (61b, 62b, 63b).
- 30
7. Sistema óptico según una de las anteriores reivindicaciones, en el que el instrumento óptico (20) es un telescopio que incluye al menos tres espejos (M1, M2, M3).



**Fig.1**

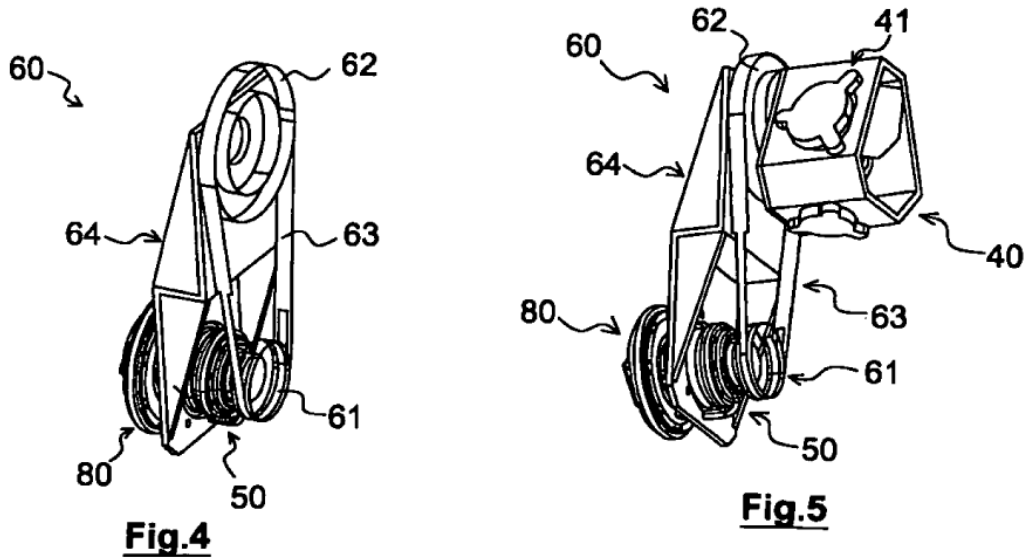


**Fig.2**



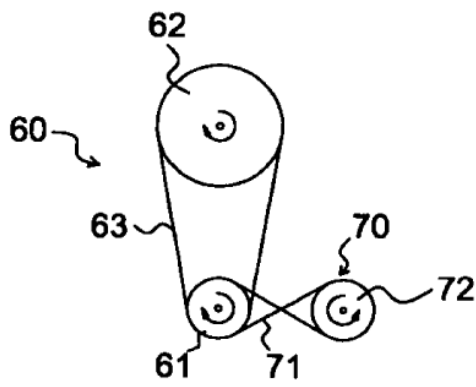
**Fig.3a**

**Fig.3b**

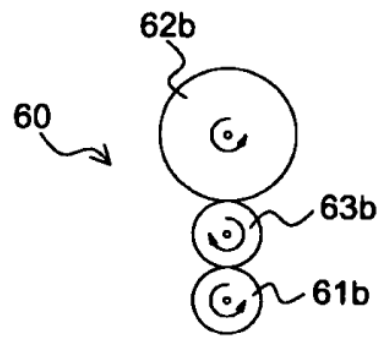


**Fig.4**

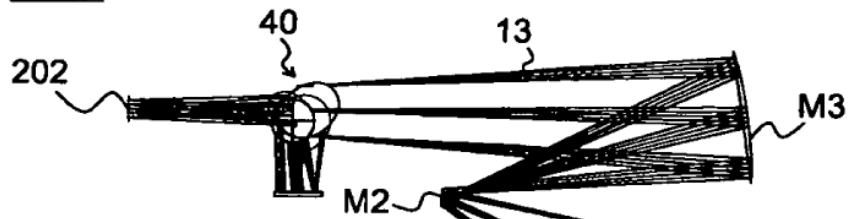
**Fig.5**



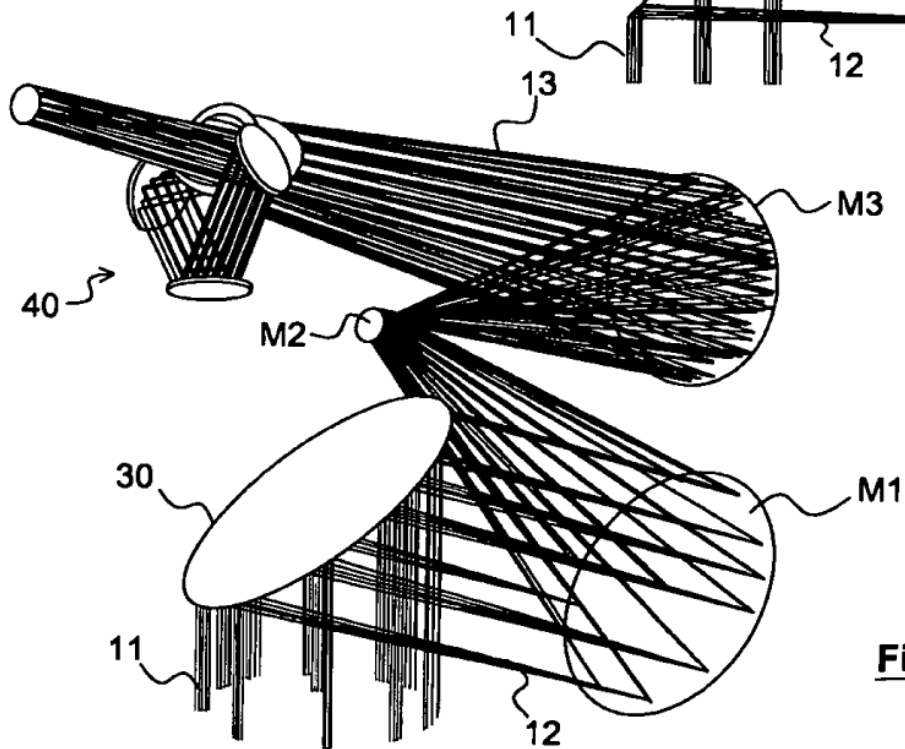
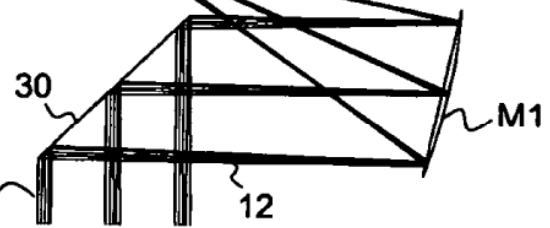
**Fig.6**



**Fig.7**



**Fig.8**



**Fig.9**