

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 760 460**

51 Int. Cl.:

G01C 11/02 (2006.01)

H04N 5/335 (2011.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.11.2016** **E 16197207 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.10.2019** **EP 3165875**

54 Título: **Procedimiento de adquisición de imágenes por un instrumento óptico espacial o aerotransportado con un campo de visión extendido**

30 Prioridad:

06.11.2015 FR 1502339

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

14.05.2020

73 Titular/es:

**THALES (100.0%)
Tour Carpe Diem, Esplanade Nord, Place des
Corolles
92400 Courbevoie, FR**

72 Inventor/es:

**PIGOUCHE, OLIVIER;
GAUCEL, JEAN-MICHEL y
LIOTARD, ARNAUD**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 760 460 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).

DESCRIPCION

Procedimiento de adquisición de imágenes por un instrumento óptico espacial o aerotransportado con un campo de visión extendido

5 La invención se refiere a un procedimiento de adquisición de imágenes por un instrumento óptico espacial o aerotransportado así como un instrumento óptico y a un sistema de adquisición de imágenes para la implementación de dicho procedimiento.

10 El alcance de un campo de visión de un instrumento óptico espacial está limitado por las leyes de la óptica. De hecho, los rendimientos de un instrumento óptico son óptimos en la dirección de su eje óptico (generalmente dirigido hacia el punto nadir) y se degradan a medida que nos alejamos de esta dirección. Más allá de un cierto ángulo, la calidad de la imagen se vuelve insuficiente. Por tanto, la cobertura de regiones extendidas de la superficie terrestre con la ayuda de satélites de observación en órbita baja sólo se puede efectuar por medio de múltiples pasajes. Observaciones similares aplican al caso de un instrumento aerotransportado.

El documento US 2001/0019361 describe una cámara destinada a funcionar a niveles reducidos de luz, presentando un campo de visión central y un campo de visión periférica de menor resolución espacial.

15 El documento US 2009/245688 describe un procedimiento de adquisición de imágenes a partir de una reconstrucción multitrama. Los parámetros de adquisición de imágenes dependen de las imágenes adquiridas anteriormente, lo que permite mejorar la resolución de la imagen final.

20 La invención contempla superar este inconveniente proponiendo un procedimiento de adquisición de imágenes de multi-resolución con campo de visión extendido. Para hacer esto, los inventores partieron de la observación de que, en numerosas aplicaciones, como por ejemplo la vigilancia marítima, el límite del campo de visión es más importante que la resolución espacial. Por tanto, la invención propone aumentar el campo de visión de un instrumento espacial degradando la resolución espacial en los bordes de la imagen.

Un objeto de la invención es por tanto un procedimiento de adquisición de imágenes por un instrumento espacial o aerotransportado, que comprende las etapas siguientes:

25 a) adquisición, por medio de dicho instrumento, de una primera imagen que presenta un primer campo de visión que comprende la proyección en el suelo del eje óptico del instrumento y delimitado por un primer borde de campo, dicha primera imagen que es muestreada espacialmente con un primer paso de muestreo;

30 b) adquisición, por medio de este mismo instrumento, de una segunda imagen que presenta un segundo campo de visión que se extiende más allá del primer borde de campo, dicha segunda imagen que es muestreada espacialmente con al menos un segundo paso de muestreo, dicho o cada dicho segundo paso de muestreo que es superior ha dicho primer paso de muestreo.

Según la invención:

35 - el primer paso de muestreo es elegido de manera que define una primera frecuencia espacial de Nyquist tal que la función de transferencia de modulación del instrumento, o un factor de mérito proporcional a dicha función de transferencia de modulación, en dicha primera frecuencia de Nyquist sea superior o igual a un umbral predefinido sobre todo dicho primer campo de visión; y dicho o cada dicho segundo paso de muestreo es elegido de manera que define al menos una segunda frecuencia espacial de Nyquist tal que dicha función de transferencia de modulación, o dicho factor de mérito, en dicha o cada dicha segunda frecuencia de Nyquist, sea también superior o igual a dicho umbral predefinido sobre todo dicho segundo campo de visión.

40 - Dicha etapa b) puede comprender las subetapas siguientes:

b1) adquisición de dicha segunda imagen, muestreada con un paso de muestreo igual al de dicha primera imagen;

b2) sub-muestreo de dicha segunda imagen.

45 En este caso, dichas primera y segunda imágenes pueden ser adquiridas por medio de captadores pixelados que presentan píxeles de iguales dimensiones, correspondientes al primer paso de muestreo, el sub-muestreo de dicha segunda imagen que es obtenido por un tratamiento de señal post-adquisición

50 - Según un aspecto de la invención, dichas primera y segunda imágenes son adquiridas por medio de captadores pixelados que presentan píxeles de dimensiones diferentes, los píxeles del o de los captadores utilizados para la adquisición de la segunda imagen que tienen dimensiones superiores a las de los píxeles de o de los captadores utilizados para la adquisición de la primera imagen, a través de los cuales el sub-muestreo de dicha segunda imagen se obtiene al mismo tiempo que su adquisición.

- Dicho segundo campo de visión puede rodear dicho primer campo de visión.

- Dichas etapas a) y b) pueden implementarse a bordo de dicha nave espacial, el procedimiento que comprende del mismo modo una etapa de transmisión al suelo de las muestras que constituyen dichas primera y segunda imágenes. En este caso, el procedimiento puede comprender del mismo modo las etapas siguientes, implementadas en el suelo:

5 c) sub-muestreo de dicha segunda imagen a un tercer paso de muestreo igual a dicho primer paso de muestreo,

d) obtención, a partir de la primera imagen y de la segunda imagen sub-muestreada, de una imagen única que presenta un paso de muestreo uniforme y que comprende una primera región correspondiente a dicha primera imagen y una segunda región correspondiente a la parte de dicha segunda imagen que no se superpone a dicha primera imagen.
10

Otro objeto de la invención es un instrumento óptico espacial o aerotransportado de adquisición de imágenes, que comprende: un sistema óptico de formación de imágenes; un captador o conjunto de captadores para adquirir las imágenes formadas por dicho sistema óptico; y un procesador para tratar las imágenes adquiridas por dicho captador o conjunto de captadores; caracterizado porque estos elementos están configurados para implementar dicho procedimiento. Los captadores pueden en particular ser de tipo CMOS y dicho procesador estar al menos en parte cointegrado con dicho o al menos uno de los captadores descritos.
15

Otro objeto de la invención es un instrumento óptico espacial o aerotransportado de adquisición de imágenes que comprende: un sistema óptico de formación de imágenes; y un conjunto de captadores pixelados para adquirir las imágenes formadas por dicho sistema óptico; caracterizado porque: estos elementos están configurados para adquirir, por medio de uno o varios primeros captadores de dicho conjunto, una primera imagen que presenta un primer campo de visión que comprende la proyección en el suelo del eje óptico del instrumento y delimitado por un primer borde de campo y, por medio de uno o varios segundos captadores, una segunda imagen que presenta un segundo campo de visión que se extiende más allá del primer borde de campo; y porque: los píxeles del o de los segundos captadores tienen dimensiones superiores a los de los píxeles del o de los captadores utilizados para la adquisición de la primera imagen.
20
25

Otro objeto más de la invención es un sistema de adquisición de imágenes adaptado para implementar un procedimiento tal como se mencionó más arriba, que comprende:

- un segmento espacial o aéreo que comprende un instrumento óptico tal como el mencionado más arriba. Así como un dispositivo de transmisión adaptado para transmitir al suelo muestreos que constituyen una primera y una segunda imágenes adquiridas por dicho instrumento, dicha segunda imagen que tiene un campo de visión que se extiende más allá del borde de campo de visión de la primera imagen y que es muestreada espacialmente con al menos un paso de muestreo superior al de la primera imagen; y
30

- un segmento de suelo que comprende un dispositivo de recepción adaptado para recibir dichos muestreos y un sistema de tratamiento de datos adaptado para: sub-muestrear dicha segunda imagen a un paso de muestreo igual al de la primera imagen, obtener, a partir de la primera imagen y de la segunda imagen sub-muestreada, una imagen única que presenta un paso de muestreo uniforme y que comprende una primera región correspondiente a dicha primera imagen y una segunda región correspondiente a la parte de dicha segunda imagen que no se superpone a dicha primera imagen.
35

Otras características, detalles y ventajas de la invención aparecerán en la lectura de la descripción hecha con referencia a los dibujos adjuntos dados a título de ejemplo y que representan, respectivamente:

- Las figuras 1A y 1B, gráficos de funciones de transferencia de modulación tangenciales y sagital es de un instrumento óptico para diferentes direcciones de observaciones con respecto al eje óptico;

- La figura 2, un esquema de un sistema de captadores para la implementación de un procedimiento según un modo de realización de la invención;

- La figura 3, un esquema de un sistema de adquisición de imágenes según un modo de realización de la invención que comprende un satélite equipado de un instrumento óptico espacial y una estación en el suelo; y
45

- La figura 4 una imagen adquirida por un procedimiento según un modo de realización de la invención.

La invención será descrita con referencia al caso de un instrumento espacial, pero aplica del mismo modo a un instrumento aerotransportado.

50 La figura 1A muestra gráficos de la función de transferencia de modulación (FTM) tangencial, expresada en función de la frecuencia espacial, para un instrumento óptico espacial; la curva T0 corresponde a la FTM tangencial medida por un objeto situado sobre el eje óptico del instrumento; las curvas T1-T5 corresponden a valores crecientes del ángulo formado por la dirección del punto objeto y el eje óptico (0,87°, 1,31°, 1,52°, 1,74° y 1,96° respectivamente). La figura 1B muestra gráficos correspondientes S0-S5 de la FTM sagital.

Tanto en el caso tangencial como en el sagital, la FTM vale 1 para una frecuencia espacial nula (eso se desprende de la propia definición de FTM), y decrece de manera monótona cuando la frecuencia espacial aumenta. La disminución es por tanto más rápida que el ángulo entre la dirección del punto objeto y el eje óptico es grande. Esto se traduce en el hecho de que las imágenes son menos claras a medida que nos alejamos del centro de campo de visión.

Una imagen formada por un sistema óptico es generalmente adquirida por un captador pixelado, que puede típicamente ser del tipo de carga acoplada (CCD del inglés "Coupled Charge Device") o CMOS, que realiza un muestreo espacial. En las figuras, la referencia f_N designa la frecuencia de Nyquist asociada a este muestreo que, en aras de la simplicidad, es considerada idéntica en las direcciones sagital y tangencial, aunque este no sea necesariamente el caso en la práctica. De manera convencional, el límite del campo visual "útil" es fijado de tal manera que en la función de transferencia de modulación a la frecuencia de Nyquist sea superior o igual a un umbral predefinido TH (aquí también, se considera un umbral idéntico en las dos direcciones, aunque no sea esencial). Por tanto, por ejemplo, en el caso de las figuras 1A y 1B se considera una función de Nyquist de 38 ciclos/mm y un umbral TH=0,13. En estas condiciones la anchura de campo, limitada por la FTM sagital, vale aproximadamente 0,87°. A veces, el umbral no se define directamente por la FTM, sino por un factor de mérito que es proporcional a la misma, por ejemplo, el producto de la FTM y de la desviación de señal de ruido; esto no cambia fundamentalmente el principio de la invención.

Una idea en la base de la invención es que el límite de campo visual puede empujarse hacia ángulos más elevados a condición de bajar la frecuencia de Nyquist. Por tanto, por ejemplo, si se toma una frecuencia f_N de Nyquist de 27 ciclos/mm, la anchura de campo visual que permite respetar el criterio $FTM(f_N) \geq TH$ alcanza 1,96°.

Más precisamente, la invención propone adquirir dos imágenes parciales:

- una primera imagen, muestreada espacialmente de manera precisa, con una frecuencia de Nyquist f_N , y correspondiente a un campo visual "central" (0° - 0,87° en el caso del ejemplo) que incluye la proyección en el suelo del eje óptico del instrumento (correspondiente a un ángulo de 0°) y que se extiende hasta un primer borde de campo (círculo a 0,87° en el ejemplo) que corresponde a la condición de umbral $FTM(f_N)=TH$; y

- al menos una segunda imagen, muestreada espacialmente de manera menos precisa, con una frecuencia $f'_N < f_N$ de Nyquist, y que corresponde a un campo visual "extendido" o "periférico" que se extiende más allá del primer borde del campo y hasta un segundo borde de campo (0,87° - 1,96° en el caso del ejemplo). Con preferencia, esta segunda imagen no incluye la proyección en el suelo del eje óptico del instrumento.

La segunda frecuencia f'_N de Nyquist es elegida de tal manera que la FTM (o el factor de mérito) sea superior al umbral TH en la segunda imagen, por ejemplo, que la condición $FTM(f'_N)$ de umbral sea satisfecha en correspondencia con el segundo borde de campo.

Las condiciones de umbral pueden ser impuestas por la FTM tangencial únicamente, o por la FTM sagital únicamente, o bien por las dos FTM a la vez, con un mismo umbral o umbrales diferentes. Lo mismo aplica si se utiliza un factor de mérito proporcional a la FTM.

Del mismo modo es posible adquirir más de dos imágenes parciales con frecuencias de Nyquist decrecientes, y por tanto resoluciones espaciales menos buenas cuando nos alejamos del eje óptico (como recordatorio, la resolución espacial al suelo es dada por el paso de muestreo en el plano focal multiplicado por la altitud del satélite y dividido por la longitud focal del instrumento).

De forma ventajosa, las imágenes parciales pueden corresponder a regiones adyacentes de la superficie terrestre, de manera que formen una imagen compuesta continua. En la práctica, se puede tener un recubrimiento parcial entre imágenes parciales, que es eliminado durante la constitución de la imagen compuesta.

Muy a menudo, los instrumentos ópticos espaciales adquieren imágenes línea a línea, en una dirección perpendicular a la dirección de avance del satélite, por medio de detectores de tipo de una fila de diodos. El desplazamiento del satélite permite la adquisición de imágenes bidimensionales por escaneado en dicha dirección de avance. La figura 2 ilustra dicha disposición, en el caso de un detector de tres filas de diodos B1, B2 y B3 que están ligeramente desplazadas en la dirección de avance del satélite (opuesta a la dirección DS de desplazamiento del suelo) y se recubre ligeramente (zona entre-filas de diodos ZIB) para evitar los agujeros de cobertura. A título de ejemplo, la fila de diodos B2 central puede utilizarse para adquirir la primera imagen parcial, correspondiente a la región central del campo visual, y las filas de diodos B1, B3 laterales para adquirir dos imágenes parciales de resolución reducida correspondiente a regiones laterales del campo visual. Según la técnica anterior, sólo la primera imagen parcial será adquirida (sin embargo, hace falta comprender que la presentación de la figura 2 es simplificada, en realidad varias filas de diodos serán utilizadas generalmente para adquirir cada imagen parcial).

El sub-muestreo de imágenes parciales laterales podrá obtenerse utilizando filas de diodos B1, B3 que presentan píxeles de dimensiones más grandes que las de la fila de diodos B2. Sin embargo, es generalmente preferible utilizar filas de diodos idénticas y reducir la resolución espacial de las filas de diodos B1 y B3 procediendo a un sub-muestreo de imágenes. Este sub-muestreo puede realizarse, por ejemplo, mediante el reagrupamiento de

- 5 píxeles adyacentes (“binning” en inglés), lo que obliga a utilizar una relación f_N/f_N entera. De manera más general, se puede proceder a un filtrado espacial en un plano focal seguido de un sub-muestreo, lo que permite librarse de esta limitación. Del mismo modo es posible utilizar un paso de sub-muestreo en el plano focal variable, con preferencia de manera continua; las imágenes parciales laterales presentan por tanto varios pasos de muestreo diferentes, todos más grandes que el de la imagen parcial central. La idea es hacer disminuir la frecuencia de Nyquist a medida que nos acercamos al borde del campo de tal manera que la FTM o el factor de mérito sea siempre superior, pero tan próximo como sea posible, al umbral TH. En este caso, hace falta proceder a un re-muestreo en el suelo que permite volver a un paso constante para obtener la imagen final.
- 10 Puede ser ventajoso utilizar filas de diodos detectores de tipo CMOS, ya que entonces es posible cointegrar la electrónica de sub-muestreo espacial, incluso del mismo modo otras funciones electrónicas (filtrado, conversión analógica-digital, etc.).
- 15 El sub-muestreo de imágenes adquiridas por las filas de diodos B1 y B3 se efectúa preferiblemente a bordo del satélite (más generalmente de la nave espacial, e incluso de forma más general del portador - nave espacial o aeronave en el caso de un instrumento aerotransportado) sobre el cual se embarca el instrumento óptico, con el fin de minimizar el volumen de datos a transmitir a una estación en el suelo, donde se reconstruye la imagen compuesta final. Con el fin de que esta imagen final sea homogénea, y en particular presente una escala constante, es necesario sub-muestrear las imágenes parciales que provienen de las filas de diodos B1, B3 de manera que se vuelve al mismo paso de muestreo que para la imagen parcial que proviene de la fila de diodos B2, lo que resulta en un aumento que compensa exactamente la contracción introducida por el sub-muestreo.
- 20 La figura 4 ilustra dicha imagen ImF compuesta final. Se distingue fácilmente la primera imagen I1 a “alta” resolución y la segunda imagen I2 a más baja resolución (sub-muestreo de un factor 4, después de sub-muestreo de un mismo factor). Según la técnica anterior, sólo la imagen I1 parcial estará disponible. Sin embargo, está claro que la imagen I2 parcial, que permite además doblar el campo visual, puede ser útil en numerosas aplicaciones, a pesar de su resolución degradada.
- 25 La figura 3 representa muy esquemáticamente un sistema de adquisición de imágenes para la implementación de un procedimiento según un modo de realización en la invención. El segmento espacial comprende una nave espacial portadora (típicamente un satélite) VS equipada de un instrumento óptico IOS que comprende:
- 30 - Un sistema SO óptico de formación de imágenes, por ejemplo, un telescopio. Como ya se ha explicado más arriba, la invención implica un aumento del campo de visión, que habrá que tener en cuenta durante la concepción del sistema SO óptico. En particular, ciertas componentes, tales como filtros espectrales, espejos, y más generalmente todos los componentes en el plano focal, deberán ser adaptados a esta anchura de campo más grande, y serán por tanto de dimensiones más grandes con respecto a los componentes correspondientes en un instrumento que no implementa la invención. Típicamente este aumento de las componentes se hace en una sola dirección, perpendicular a la dirección de avance del portador.
 - 35 - Un conjunto de captadores B1; B2, B3 para adquirir las imágenes formadas por dicho sistema óptico (véase la figura 2).
 - 40 - Un procesador PE embarcado para tratar las imágenes adquiridas por estos captadores, en particular para-sub-muestrear las imágenes adquiridas por los captadores B1 y B3, y para convertir los muestreos analógicos que provienen de los captadores en señales digitales. Como ya se ha mencionado más arriba, este procesador puede estar totalmente o parcialmente (en particular en lo que se refiere a las funciones de sub-muestreo) cointegrado con uno o varios detectores. El término “procesador” debe ser interpretado en el sentido amplio del sistema electrónico que permite tratar señales; puede ser analógico, digital o híbrido digital-analógico. Se puede tratar de un circuito dedicado o de un microprocesador que ejecuta un programa específico, almacenado en una memoria no volátil.
 - 45 - Un emisor TX para transmitir al suelo las señales representativas de imágenes adquiridas por los captadores y tratadas por el procesador.
- El procesador puede estar ausente si el sub-muestreo se obtiene al mismo tiempo que la adquisición de imágenes laterales gracias a la utilización de captadores B1, B3 que presentan píxeles de dimensiones más grandes que los de la fila de diodos B2.
- 50 El segmento de suelo comprende un receptor RX para recibir las señales emitidas por el emisor TX y un sistema STD de tratamiento de datos (típicamente un ordenador, o un sistema informático que comprende varios ordenadores, programado de manera oportuna) para constituir la imagen ImF final de resolución múltiple a partir de estas señales.
- 55 En el caso de un sistema aerotransportado, evidentemente, no se hablará de “segmento espacial” sino más bien de “segmento aéreo”.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de adquisición de imágenes por un instrumento (IOS) óptico espacial o aerotransportado, que comprende las etapas siguientes:

5 a) adquisición, por medio de dicho instrumento, de una primera imagen (I1) que presenta un primer campo de visión y delimitado por un primer borde de campo, dicha primera imagen que es muestreada espacialmente con un primer paso de muestreo;

10 b) adquisición, por medio de este mismo instrumento, de una segunda imagen (I2) que presenta un segundo campo de visión que se extiende más allá del primer borde de campo, dicha segunda imagen que es muestreada espacialmente con al menos un segundo paso de muestreo, dicho o cada dicho segundo paso de muestreo que es superior ha dicho primer paso de muestreo,

15 **caracterizado porque** el primer campo de visión comprende la proyección en el suelo del eje óptico del instrumento y porque el primer paso de muestreo es elegido de manera que define una primera frecuencia (f_N) espacial de Nyquist tal que la función de transferencia de modulación del instrumento o un factor de mérito proporcional a dicha función de transferencia de modulación, en dicha primera frecuencia de Nyquist sea superior o igual a un umbral (TH) predefinido sobre todo dicho primer campo de visión;

y dicho o cada dicho segundo paso de muestreo es elegido de manera que define al menos una segunda frecuencia (f'_N) espacial de Nyquist tal que dicha función de transferencia de modulación, o dicho factor de mérito, en dicha o cada dicha segunda frecuencia de Nyquist, sea también superior o igual a dicho umbral predefinido sobre todo dicho segundo campo de visión.

20 2. Procedimiento según la reivindicación 1 en el cual dicha etapa b) comprende las subetapas siguientes:

b1) adquisición de dicha segunda imagen, muestreada con un paso de muestreo igual al de la primera imagen;

b2) sub-muestreo de dicha segunda imagen.

25 3. Procedimiento según la reivindicación 2 en el cual dicha primera y segunda imágenes son adquiridas por medio de captadores (B1, B2, B3) pixelados que presentan píxeles de las mismas dimensiones, correspondiente al primer paso de muestreo, el sub-muestreo de dicha imagen que es obtenido por un tratamiento de señal post- adquisición.

30 4. Procedimiento según la reivindicación 1 en el cual dichas primera y segunda imágenes son adquiridas por medio de captadores (B1, B2, B3) pixelados que presentan píxeles de dimensiones diferentes, siendo los píxeles del o de los captadores utilizados para la adquisición de la segunda imagen que tienen dimensiones superiores a la de los píxeles del o de los captadores utilizados para la adquisición de la primera imagen, a través de los cuales el sub-muestreo de dicha segunda imagen es obtenido al mismo tiempo que su adquisición.

5. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores en el cual dicho segundo campo de visión rodea a dicho primer campo de visión.

35 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores en el cual dicho instrumento óptico está embarcado a bordo de una nave espacial (VS) y dichas etapas a) y b) son implementadas a bordo de dicha nave espacial, el procedimiento que comprende del mismo modo una etapa de transmisión al suelo de los muestreos que constituyen dichas primera y segunda imágenes.

7. Procedimiento según la reivindicación 6 que comprende del mismo modo las etapas siguientes, implementadas en el suelo:

c) sub-muestreo de dicha segunda imagen a un tercer paso de muestreo igual a dicho primer paso de muestreo,

40 d) obtención, a partir de la primera imagen y de la segunda imagen sub-muestreada, y una imagen (ImF) única que presenta un paso de muestreo uniforme y que comprende una primera región correspondiente a dicha primera imagen y una segunda región correspondiente a la parte de dicha segunda imagen que no se superpone a dicha primera imagen.

8. Instrumento óptico espacial o aerotransportado de adquisición de imágenes, que comprende:

45 - un sistema (SO) óptico de formación de imágenes;

- un captador o conjunto de captadores (B1, B2, B3) para adquirir las imágenes formadas por dicho sistema óptico; y

- un procesador (PE) para tratar las imágenes adquiridas por dicho captador o conjunto de captadores;

50 **caracterizado porque** estos elementos están configurados para implementar un procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores.

9. Instrumento según la reivindicación 8 en el cual dicho o dichos captadores son de tipo CMOS y dicho procesador está al menos en parte cointegrado con dicho o al menos dichos captadores.

10. Instrumento óptico espacial o aerotransportado de adquisición de imágenes para implementar un procedimiento según la reivindicación 4, que comprende:

- 5 - un sistema (SO) óptico de formación de imágenes; y
- un conjunto de captadores (B1, B2, B3) pixelados para adquirir las imágenes formadas por dicho sistema óptico que comprende uno o varios primeros captadores de dicho conjunto (B2) y uno o varios segundos captadores de dicho conjunto (B1, B3);

caracterizado porque:

- 10 - estos elementos están configurados para adquirir por medio de uno o varios primeros captadores de dicho conjunto (B2), una primera imagen (I1) que presenta un primer campo de visión que comprende la proyección en el suelo del eje óptico del instrumento y delimitado por un primer borde de campo, y por medio de uno o varios segundos captadores (B1, B3) de dicho conjunto, una segunda imagen (I2) que presenta un segundo campo de visión que se extiende más allá del primer borde de campo, y porque:

- 15 - los píxeles de o de los segundos captadores tienen dimensiones superiores a las de los píxeles del o de los captadores utilizados para la adquisición de la primera imagen.

11. Sistema de adquisición de imágenes adaptado para implementar un procedimiento según una de las reivindicaciones 6 o 7, que comprende:

- 20 - un segmento espacial o aéreo que comprende un instrumento óptico según una de las reivindicaciones 8 a 10, así como un dispositivo (TX) de transmisión adaptado para transmitir al suelo muestreos que constituyen una primera y una segunda imágenes adquiridas por dicho instrumento, dicha segunda imagen que tiene un campo de visión que se extiende más allá del borde de campo de visión de la primera imagen y que es muestreada espacialmente con al menos un paso de muestreo superior al de la primera imagen; y

- 25 - un segmento de suelo que comprende un dispositivo (RX) de recepción adaptado para recibir dichos muestreos y un sistema (STD) de tratamiento de datos adaptado para:

- sub-muestrear dicha segunda imagen a un paso de muestreo igual al de la primera imagen,
- obtener, a partir de la primera imagen y de la segunda imagen sub-muestreada, una imagen (ImF) única que presenta un paso de muestreo uniforme que comprende una primera región correspondiente a dicha primera imagen y una segunda región correspondiente a la parte de dicha imagen que no se superpone a dicha primera imagen.
- 30

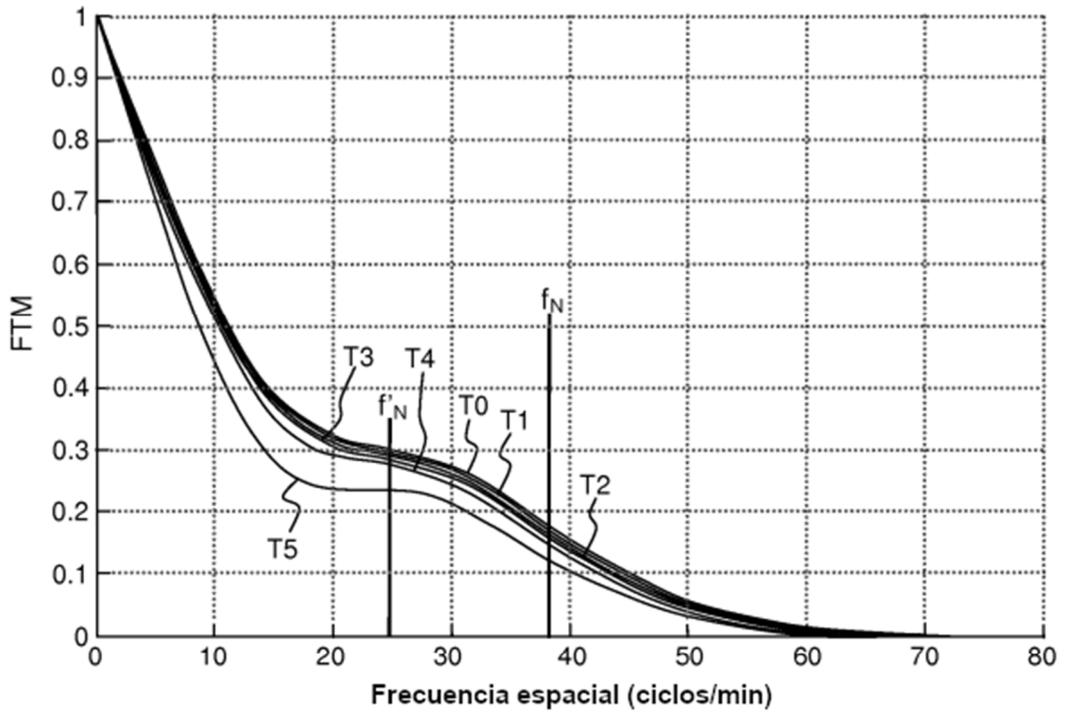


FIG.1A

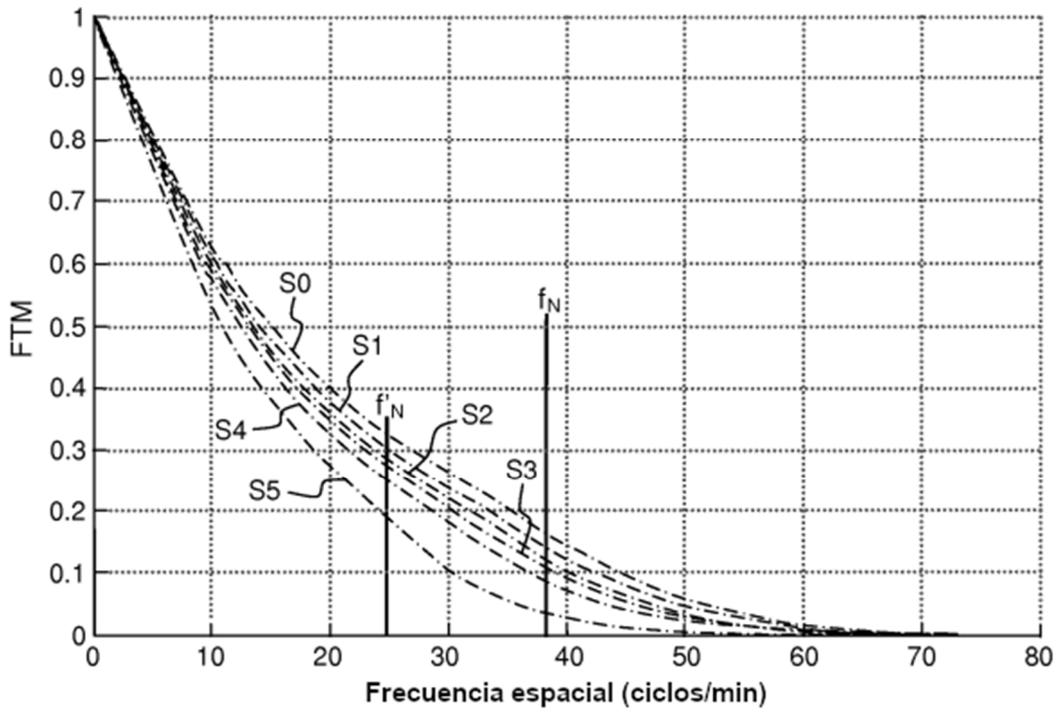


FIG.1B

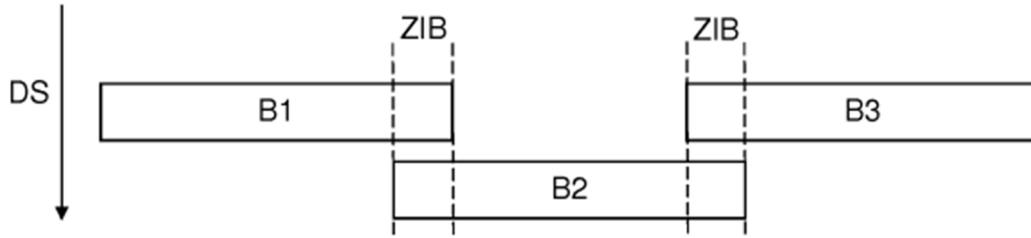


FIG. 2

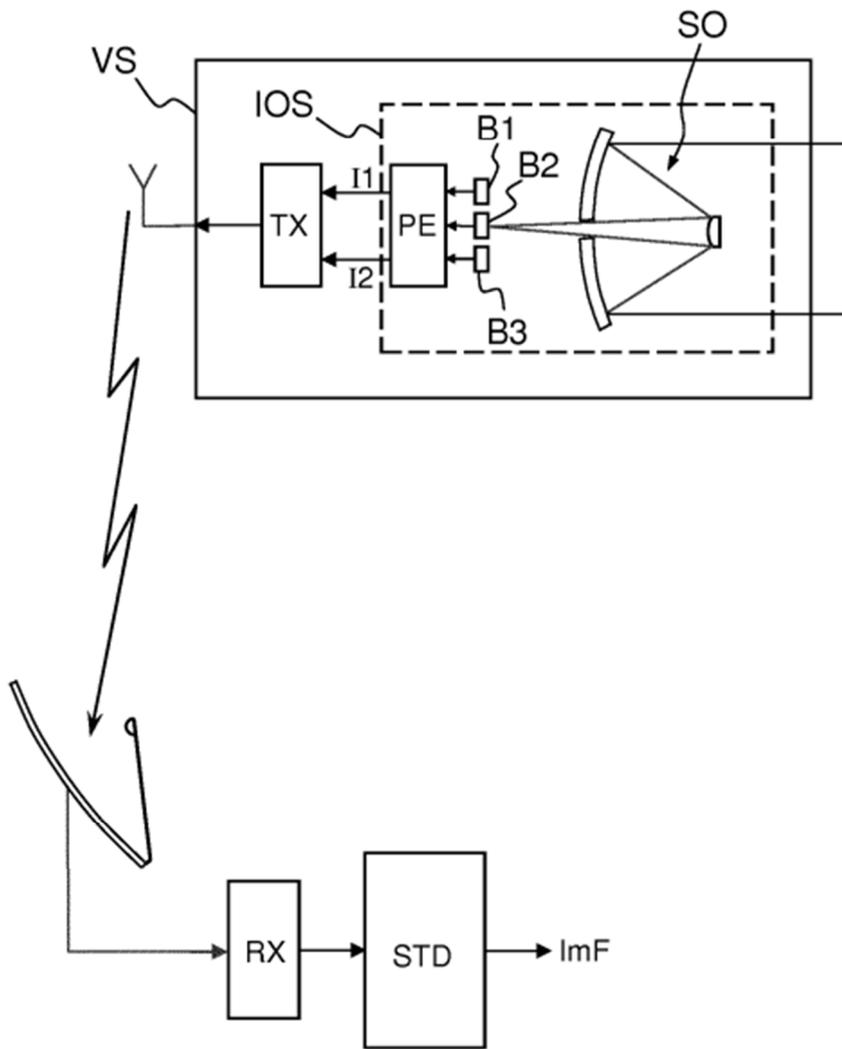


FIG. 3



FIG.4