



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 349 044**

(51) Int. Cl.:

G01V 8/10 (2006.01)

G01C 11/02 (2006.01)

G08B 17/12 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Número de solicitud europea: **05802299 .7**

(96) Fecha de presentación : **11.11.2005**

(97) Número de publicación de la solicitud: **1817613**

(97) Fecha de publicación de la solicitud: **15.08.2007**

(54) Título: **Procedimiento y satélite para la detección de puntos calientes sobre la tierra.**

(30) Prioridad: **30.11.2004 DE 10 2004 057 855**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
22.12.2010

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
22.12.2010

(73) Titular/es: **DLR Deutsches Zentrum für Luft- und
Raumfahrt e.V.
Linder Hohe
51147 Köln, DE**

(72) Inventor/es: **Oertel, Dieter;
Zhukov, Boris;
Halle, Winfried;
Terzibaschian, Thomas;
Lorenz, Eckehard;
Venus, Holger;
Jahn, Herbert y
Baerwald, Wolfgang**

(74) Agente: **Isern Jara, Jorge**

ES 2 349 044 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 Y SATÉLITE PARA LA DETECCIÓN DE PUNTOS
CALIENTES SOBRE LA TIERRA

- 5 La presente invención se refiere a un procedimiento para la detección de puntos calientes sobre la superficie de la tierra, así como, como mínimo, un satélite adecuado para ello y, como mínimo, una unidad receptora apropiada para ello.
- 10 Las situaciones de temperatura elevada sobre la superficie de la tierra provocan muy frecuentemente catástrofes en el medio ambiente. Estas situaciones de elevada temperatura son, por ejemplo, incendios de bosques y de sabanas, incendios de explotaciones de minas de
- 15 carbón, erupciones volcánicas y otras (por ejemplo, incendios de pozos de petróleo, "pipelines", etc.). Una condición esencial para la detección de parámetros de dichos eventos, tales como por ejemplo temperatura, dimensión y posición, es la detección fiable a distancia de
- 20 situaciones de temperatura elevada como "objetos calientes" desde aviones o cuerpos espaciales. La detección a distancia de objetos calientes a bordo de aviones es posible esencialmente dentro de un ámbito local o regional. Los sistemas de detección de catástrofes o situaciones de
- 25 alta temperatura a bordo de cuerpos espaciales pueden funcionar a escala regional y global. Son necesarios nuevos procedimientos de evaluación de datos a bordo para los que los sensores actualmente existentes en cuerpos espaciales y

aviones, tales como por ejemplos los conocidos por el documento US-A-5 602 543, no pueden ser utilizados.

Para la detección de puntos calientes ("Hot Spots") sobre la superficie de la tierra se conocen diferentes
5 sistemas.

Por el documento DE 198 40 873 A1 es conocido, por ejemplo, un procedimiento y dispositivo para la detección automática de incendios de bosques. Es un inconveniente de dichos sistemas estacionarios asociados al suelo, que
10 observan el fuego de forma horizontal, es decir, solamente se detecta la columna de humo de un incendio. Estos sistemas están dispuestos fundamentalmente para la detección temprana de incendios, no para conseguir informaciones con respecto a la intensidad, superficie
15 efectiva y temperatura efectiva.

Por el documento EP 0 892 286 A1 se conoce un procedimiento para el proceso adaptativo y combinado de valores de umbral para detección de fuego a lo largo del día de puntos calientes sobre la superficie de la tierra.
20 Mediante el procedimiento que se describe en aquel documento es posible una amplia posibilidad de detección de puntos calientes. Los datos IR captados preferentemente por uno o varios satélites son transferidos a una estación en tierra y en ellas son evaluados de acuerdo con un
25 procedimiento. Los datos que entonces se preparan de forma gráfica son puestos a disposición, por ejemplo, por internet, a terceros interesados. Es un inconveniente de los sistemas conocidos que se apoyan en satélites, que éstos, a causa de la necesidad del despliegue de personal y

de tipo técnico en la estación de tierra, son relativamente caros. Además, se produce un retraso de tiempo no despreciable entre la evaluación de los datos IR hasta la puesta a disposición de los datos preparados para terceros.

5 Del artículo técnico "BIRD Detection and Analysis of High-temperature Events: First Results" ("BIRD Detección y análisis de eventos de alta temperatura: Primeros resultados"): Zhukov, y otros, proc. SPIE, 2003, vol. 4886, 160 - 171, se conoce otro procedimiento de varios canales
10 basado en umbrales para la detección de puntos calientes a cuya materia se hará referencia de manera expresa en esta descripción.

Por el documento US-A-2002/0026431 se conoce un procedimiento y un satélite para detección de puntos
15 calientes en el que se detectan puntos calientes en base a las señales captadas por un espectro IR y se relacionan geodésicamente mediante los datos de posición del satélite. Los puntos calientes son transferidos a una unidad de captación que se encuentra en tierra y se muestran
20 gráficamente en la misma.

Por el documento FR-A-2 679 779 se conoce una unidad captadora para puntos calientes detectados de manera que dicha unidad captadora está constituida en forma de captador GPS portátil, de tipo móvil, que comprende otro
25 captador HF para señales HF de un avión para detección de puntos calientes, un decodificador para las señales HF recibidas, un interfaz para software de tarjetas digitales del receptor GPS y una pantalla visualizadora de manera que dicha pantalla se incluye como parte adicional, de manera

que la unidad captadora, que es apropiada para mostrar los puntos calientes evaluados geodésicamente que han sido objeto de transferencia con intermedio de las señales HF a la unidad captadora, en el mapa digital de la zona
5 circundante, de manera que se muestra de manera adicional la longitud y latitud geográficas de los puntos calientes.

La invención se basa, por lo tanto, en el problema técnico de dar a conocer un procedimiento para la detección de puntos calientes situados sobre la superficie de la
10 tierra mediante el cual se pueden poner a disposición de manera rápida y sencilla los datos preparados sobre los puntos calientes haciendo referencia además a satélites apropiados para ello.

La solución del problema técnico se deduce del objeto
15 de las características de las reivindicaciones 1 y 9. Otras disposiciones ventajosas de la invención resultan de las reivindicaciones dependientes.

Para ello en primer lugar se lleva a cabo una corrección de sistema de los datos evaluados en los
20 diferentes canales espectrales mediante archivos de calibrado radiométricos y geométrico almacenados en el satélite. Estos archivos de calibración son generados en tierra durante el calibrado de laboratorio de los sensores y adecuados de manera continua preferentemente durante el
25 vuelo. A continuación los datos de los puntos calientes corregidos por el sistema de a bordo son transmitidos según un procedimiento de umbral de canales múltiples. Para ello se puede utilizar, por ejemplo, un procedimiento de umbral de canales múltiples tal como es conocido por el documento

EP 0 892 286 A1 o por el artículo "BIRD Detection and Analysis of High-temperature Events: First Results" a cuyo contenido se hará referencia en esta descripción. Estos puntos calientes potenciales transmitidos de esta manera
5 serán referenciados geodésicamente mediante los datos de lugar y orientación de los satélites, así como los archivos de calibración geométrica y serán almacenados. Estas "informaciones de puntos calientes" pueden ser transmitidas mediante la unidad de transmisión hacia la tierra. Este
10 conjunto de datos puede ser recibido de manera directa y decodificado por una unidad receptora, preferentemente móvil. Los datos decodificados pueden ser preparados de forma gráfica digital, de manera que se pueden introducir, por ejemplo, en un mapa digital existente de la zona
15 circundante de la estación receptora. El concepto básico de la invención consiste, por lo tanto, en que etapas parciales esenciales de la detección son llevadas a cabo a bordo de los satélites, de manera que éstos deben transmitir los puntos calientes potenciales referenciados
20 geodésicamente. Para estas pequeñas cantidades de datos se puede utilizar una transmisión de alta frecuencia con frecuencia modulada con reducida proporción de datos hacia la tierra. Puesto que los datos transmitidos están ya referenciados geodésicamente, éstos se podrán recibir y
25 evaluar directamente (sin almacenamiento intermedio en una estación de tierra fija par evaluación). Para ello se constituirá una unidad receptora de GPS portátil, móvil, con un receptor HF para la emisión HF como unidad receptora móvil. Los paquetes de datos serán decodificados en ella

mediante un decodificador y mediante un interfaz adecuado serán registrados en un mapa digital del receptor de GPS siendo visualizados de forma adecuada.

Preferentemente, los datos IR serán captados como
5 mínimo en las bandas espectrales MIR (banda media de infrarrojos), TIR (banda de infrarrojos térmicos), y VNIR (banda de infrarrojos visible próxima). El canal MIR se encuentra en la zona espectral de 3-5 μm , preferentemente en la zona de 3,5-4,2 μm . El canal TIR se encuentra en la
10 zona de 8-13 μm , preferentemente en la zona de 8,5-9,3 μm . El canal VNIR se encuentra en la zona de 0,4-1,0 μm , preferentemente en la zona de 0,5-0,7 μm .

En otra forma de realización preferente, los datos IR captados serán asociados a una marca de tiempo en el
15 satélite, que será transmitida en la transmisión por radio.

En otra forma de realización preferente se utiliza para la detección de puntos calientes un procedimiento con las siguientes etapas, tal como se describe en el documento EP 0 892 286 A1:

20 - Detección de los puntos calientes por una formación de valor de umbral adaptativo en la banda media de infrarrojos (MIR), rechazándose los píxeles sin brillo con la radiación MIR específica por debajo del valor de umbral según un algoritmo de ventana de ondas progresivas para la
25 detección de los puntos calientes para los datos de imagen de canal MIR por cálculo de la mediana g_{med}^{MIR} y de la desviación:

$$d^{MIR} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |g_i^{MIR} - g_{med}^{MIR}| \quad (M1)$$

para cada caja de ventana de ondas progresivas de las imágenes MIR, siendo N el número de píxeles en la caja,

5 $|g_i^{MIR}|$ sus señales de radiación e identificándose un píxel como un punto caliente cuando:

$$g_i^{MIR} > g_{med}^{MIR} + \Delta g^{MIR}, \quad (M2)$$

de manera que el valor de umbral Δg^{MIR} es adaptado con intermedio de la mediana g_{med}^{MIR} de la desviación d^{MIR} y siendo proporcional a ésta:

$$10 \quad \Delta g^{MIR} = \alpha^{MIR} \cdot d^{MIR}, \quad (M3)$$

escogiéndose el parámetro α^{MIR} con la condición de que un valor de umbral de la relación de referencia de radiación MIR/VNIR combinado sea utilizado posteriormente para el rechazo de una falsa alarma (etapa 1);

15 - llevar a cabo tres procedimientos de tratamiento consecutivos para cada punto caliente, tal como se obtiene en la etapa precedente S1 de la escena multiespectral co-registrada, preveyéndose tantas operaciones de formación de valor de umbral fijas como adaptativas con sus valores de
20 datos radiométricos en el canal de infrarrojos térmico (TIR) en combinación con una operación de valor de umbral utilizando una relación entre los datos radiométricos en el canal MIR y los datos radiométricos en un canal de la banda de infrarrojos visible/próxima (VNIR) (etapa S2), de manera

que estos procedimientos combinados se componen de las sub-etapas siguientes:

- Sub-etapa SS2.1: formación de un valor umbral fijo en TIR, exigiendo que la temperatura de radiación calculada a partir de los datos de captador corregidos por el sistema para todos los puntos calientes sea la radiación correspondiente a una temperatura de valor umbral con la finalidad de eliminar píxeles de nubes;
- Sub-etapa SS2.2: un valor de umbral de relación MIR/VNIR adaptativa $\text{thres}_{\text{MIR/VNIR}}$ es aplicado a todos los puntos calientes restantes, lo que conduce a que todos los puntos calientes con una relación de radiación de canal MIR/VNIR más pequeño que $\text{thres}_{\text{MIR/VNIR}}$ es separado por filtrado como falsa alarma;
- Sub-etapa SS2.3: una operación de valor umbral TIR adaptativo se aplica a todos los puntos calientes restantes en un procedimiento de ventana de ondas progresivas, por la formación de un valor umbral TIR adaptativo, siendo rechazados los píxeles de falsa alarma sin brillo con una radiación TIR por debajo de un valor de umbral, determinado por el cálculo para cada caja de ventana de ondas progresivas de la imagen TIR, la mediana g_{med}^{TIR} y la desviación

$$d^{TIR} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |g_i^{TIR} - g_{med}^{TIR}| \quad (T1)$$

- siendo N el número de píxeles en la caja, g_i^{TIR} son sus señales de radiación y un píxel es identificado como un punto caliente si

$$g_i^{TIR} > g_{med}^{TIR} + \Delta g^{TIR}, \quad (T2)$$

en la que el valor de umbral Δg^{TIR} es escogido con intermedio de la mediana, de manera que se evite un rechazo adicional de pequeños puntos objetivo
5 calientes.

En una forma de realización alternativa, el procedimiento de umbral de varios canales tiene lugar de acuerdo con el procedimiento descrito en "BIRD Detection and Analysis of High-temperature Events: First Results,
10 chapter 2: HOTSPOT DETECTION AND ANALYSIS ALGORITHM" ("detección BIRD y análisis de eventos de alta temperatura: Primeros resultados, capítulo 2: DETECCIÓN DE PUNTOS CALIENTES Y ALGORITMO DE ANÁLISIS"). Este procedimiento es preferente a causa de la reducida potencia de cálculo
15 necesaria.

En otra forma de realización preferente, la intensidad de los puntos calientes es captada mediante una evaluación de la potencia de radiación procedente de la señal del canal MIR.

20 En otra forma de realización preferente, se evalúan la temperatura efectiva y la superficie efectiva de los puntos calientes, de manera que posteriormente se calcula a base de estos valores la potencia. Esto tiene lugar, por ejemplo, tal como se describe en el documento EP 0 892 286
25 A1 en (OS3). Tiene lugar preferentemente un cálculo de la temperatura efectiva y de las superficies efectivas de los puntos calientes cuando la intensidad evaluada anteriormente es mayor que un valor límite predeterminado.

Alternativamente, se puede utilizar también en este caso los procesos descritos en "BIRD Detection and Analysis of High-temperature Events: First Results".

La invención se describirá de manera más detallada de acuerdo con un ejemplo preferente de realización. Las 5 figuras muestran:

La figura 1 un diagrama esquemático de bloques de un dispositivo situado a bordo de satélites para la detección de puntos calientes sobre la superficie de la tierra y

10 La figura 2 un diagrama de bloques esquemático de la unidad receptora portátil de tipo móvil.

El dispositivo (1) para la detección de puntos calientes sobre la superficie de la tierra es una parte componente de varios satélites o de un satélite que, por ejemplo, se encuentra en una órbita alrededor de la tierra 15 de tipo polar, sincrónica con el sol, a una altura aproximada de 700 km. El dispositivo (1) comprende un dispositivo sensor IR (2) que está constituido, por ejemplo, en forma de cámara IR, una unidad de evaluación (3), un sistema de navegación de a bordo (4), un 20 dispositivo de cálculo de tiempo no mostrado, una memoria (5) con archivos de calibración radiométrica y geométrica, una memoria de datos (6) y una unidad de emisión (7).

El dispositivo sensor IR (2) capta datos IR en las 25 zonas espectrales MIR, TIR y VNIR, de manera que los datos captados son alimentados a la unidad de evaluación (3), donde, mediante los archivos de calibración de la memoria (5), es llevada a cabo una corrección de sistema. La unidad de evaluación (3) recibe además una información de tiempo

(t) y datos de situación y de orientación procedentes del dispositivo de navegación de a bordo (4). En la unidad de evaluación (3) tiene lugar entonces la detección en tiempo real en un procedimiento de umbral de canales múltiples que
5 comprende un filtrado de falsas alarmas. A continuación tiene lugar, para los puntos calientes detectados, una evaluación cuantitativa de la intensidad de los puntos calientes mediante la evaluación de la potencia de radiación a base de una señal del canal MIR. En caso de que
10 la intensidad evaluada de esta manera supere un valor límite predeterminado, se determinará adicionalmente la temperatura efectiva y la superficie efectiva del punto caliente, así como el cálculo de la potencia de radiación del punto caliente a base de esta temperatura efectiva y
15 superficie efectiva. A continuación, los datos calculados del punto caliente serán referenciados geodésicamente, de manera que para ello se utilizarán los datos del sistema de navegación de a bordo (4), así como los de los archivos de calibración geométrica. Los datos referenciados
20 geodésicamente serán registrados en la memoria de datos (6) y leídos sucesivamente por la unidad emisora (7). La unidad de emisión (7) lleva a cabo entonces una modulación de frecuencia y transfiere los datos en forma de transmisión por radio HF con reducida proporción de datos a la tierra.

25 El sistema de navegación de a bordo (4) comprende, preferentemente, un aparato receptor de GPS utilizable en el satélite, una unidad de medición inercial, así como, como mínimo, un detector de estrellas. El detector de estrellas que está constituido preferentemente en forma de

cámara evalúa el panorama de estrellas que será comparado con los mapas de estrellas almacenados en el sensor de estrellas. Con ayuda de los cuaterniones generados en el sensor de estrellas se actualizará la orientación del satélite y el dispositivo sensor multiespectral IR en el sistema de navegación de a bordo (4). De esta manera, se puede calibrar el IMU, en especial en una nueva conexión después de una desconexión del sistema. Además, el sistema de navegación de a bordo (4) comprende una unidad de cálculo para la conducción conjunta de los datos individuales de navegación, así como una unidad de telemetría/instrucciones de recepción y emisión, mediante las cuales el satélite puede comunicar con una estación de tierra y con los que se pueden adecuar también, por ejemplo, los archivos de calibración dispuestos en la memoria (5). No obstante, en el sistema de navegación de a bordo (4) se llevará a cabo básicamente una comprobación de orientación y de posición.

En la figura 2 se ha mostrado un esquema de bloques esquemático de una unidad receptora portátil, de tipo móvil (10) para las comunicaciones por radio HF de los satélites. La unidad receptora (10) comprende un receptor GPS (11), un receptor HF (12) para las emisiones HF de los satélites, un decodificador (13), un procesador (14), una memoria (15) para mapas digitales, así como una pantalla de visualización (16). Con intermedio del receptor GPS (11) se captarán, de modo conocido, señales de los satélites GPS y en base a estas señales se determinará la posición en el lugar de la unidad receptora. Esta posición será

transmitida al procesador (14), así como las transmisiones de radio HF decodificadas. En la memoria (15) se encuentra un mapa digital de la zona circundante, de manera que se pueden disponer los datos en forma de un soporte de datos o bien "online" a disposición. La visualización de los puntos calientes tiene lugar sobre la pantalla de visualización (16) que está integrada, o bien en la unidad receptora (10), o es conectable como unidad adicional. Los puntos calientes referenciados geodésicamente serán mostrados a continuación sobre el mapa digital de la zona circundante. Preferentemente, se mostrarán las siguientes informaciones:

- longitud y latitud geográficas (con tolerancias dependientes de los errores de datos del sistema de navegación de a bordo, de la altura del tipo de recepción momentáneo sobre el nivel del mar y otros factores),
- tiempo de registro,
- intensidad y en caso de intensidad elevada también la superficie y temperatura efectivas (con tolerancias dependientes de la magnitud y la intensidad de los puntos calientes),
- longitud y latitud del punto de permanencia momentáneo del receptor, es decir, de la unidad receptora.

Lista de referencias

- 1 dispositivo
- 25 2 sensor IR
- 3 unidad de evaluación
- 4 sistema de navegación de a bordo
- 5 memoria del archivo de calibración
- 6 memoria de datos

- 7 unidad emisora
- 10 unidad receptora
- 11 receptor GPS
- 12 receptor HF
- 5 13 decodificador
- 14 procesador
- 15 memoria de los mapas digitales
- 16 pantalla de visualización

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la detección de puntos calientes sobre la superficie de la tierra por medio de, como mínimo, un satélite, cuyo satélite comprende, como mínimo, un sensor para la captación de diferentes canales espectrales en el espectro IR, un sistema de navegación de a bordo para detectar los datos de posición y orientación del satélite y una unidad de transmisión para transmitir datos a unidades receptoras sobre la superficie de la tierra, caracterizado por las siguientes etapas:

a) llevar a cabo una corrección de sistema de los datos captados en los diferentes canales espectrales por medio de los archivos de calibrado radiométrico y geométrico almacenados en el satélite;

b) detección de a bordo de los puntos calientes utilizando umbrales de canales múltiples;

c) referenciado geodésico de los puntos calientes detectados en base a los datos de posición y de orientación del satélite y los archivos de calibrado geométrico;

d) almacenamiento temporal en el satélite de los puntos calientes referenciados geodésicamente;

e) transmisión de los puntos calientes almacenados temporalmente por la unidad de transmisión; y

f) recibir, demodular, decodificar y representar gráficamente los puntos calientes transmitidos, como mínimo, en una unidad receptora que integra la longitud y latitud geográfica de la localización instantánea de estas unidades en una representación gráfica de los puntos calientes.

2. Procedimiento, según la reivindicación 1, caracterizado porque se captan, como mínimo, datos en los canales espectrales MIR, TIR y VNIR.

3. Procedimiento, según la reivindicación 2, que
5 comprende, como mínimo:

- a) un canal MIR el rango espectral de 3 - 5 μm ;
- b) un canal TIR el rango espectral de 8 - 13 μm ; y
- c) un canal VNIR el rango espectral de 0,4 - 1,0 μm .

4. Procedimiento, según la reivindicación 3, que
10 comprende, como mínimo:

- a) un canal MIR el rango espectral de 3,5 - 4,2 μm ;
- b) un canal TIR el rango espectral de 8,5 - 9,3 μm ; y
- c) un canal VNIR el rango espectral de 0,5 - 0,7 μm .

5. Procedimiento, según una de las reivindicaciones
15 anteriores, caracterizado porque se asigna una marca de tiempo de detección a los puntos calientes captados.

6. Procedimiento, según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la detección de puntos calientes comprende la aplicación de las siguientes etapas
20 a datos de imagen digitales que contienen potenciales puntos calientes:

- a) detección de los puntos calientes por una formación de valor de umbral adaptativo en la banda media de infrarrojos (MIR), rechazándose los píxeles sin brillo con
25 la radiación MIR específica por debajo del valor de umbral según un algoritmo de ventana de ondas progresivas para la detección de los puntos calientes para los datos de imagen

de canal MIR, por cálculo de la mediana g_{med}^{MIR} y de la desviación:

$$d^{MIR} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |g_i^{MIR} - g_{med}^{MIR}| \quad (M1)$$

para cada caja de ventana de ondas progresivas de las
5 imágenes MIR, siendo N el número de píxeles en la caja,
 g_i^{MIR} sus señales de radiación e identificándose un píxel
como un punto caliente cuando:

$$g_i^{MIR} > g_{med}^{MIR} + \Delta g^{MIR}, \quad (M2)$$

de manera que el valor de umbral Δg^{MIR} es adaptado con
10 intermedio de la mediana g_{med}^{MIR} de la desviación d^{MIR} y siendo
proporcional a ésta:

$$\Delta g^{MIR} = \alpha^{MIR} \cdot d^{MIR}, \quad (M3)$$

escogiéndose el parámetro α^{MIR} con la condición de que un
valor de umbral de la relación de referencia de radiación
15 MIR/VNIR combinado sea utilizado posteriormente para el
rechazo de una falsa alarma (etapa 1);

b) llevar a cabo tres procedimientos de tratamiento
consecutivos para cada punto caliente, tal como se obtiene
en la etapa precedente S1 de la escena multiespectral co-
20 registrada, preveyéndose tantas operaciones de formación de
valor de umbral fijas como adaptativas con sus valores de
datos radiométricos en el canal de infrarrojos térmico
(TIR) en combinación con una operación de valor de umbral
utilizando una relación entre los datos radiométricos en el
25 canal MIR y los datos radiométricos en un canal de la banda

de infrarrojos visible/próxima (VNIR) (etapa S2) de manera que estos procedimientos combinados se componen de las sub-etapas siguientes:

- 5 b1) Sub-etapa SS2.1: formación de un valor umbral fijo en TIR, exigiendo que la temperatura de radiación calculada a partir de los datos de captador corregidos por el sistema para todos los puntos calientes sea la radiación correspondiente a una temperatura de valor umbral con la finalidad de eliminar píxeles de nubes;
- 10 b2) Sub-etapa SS2.2: un valor de umbral de relación MIR/VNIR adaptativa $\text{thres}_{\text{MIR/VNIR}}$ es aplicado a todos los puntos calientes restantes, lo que conduce a que todos los puntos calientes con una relación de radiación de canal MIR/VNIR más pequeño que $\text{thres}_{\text{MIR/VNIR}}$ es separado
- 15 por filtrado como falsa alarma;
- 20 b3) Sub-etapa SS2.3: una operación de valor umbral TIR adaptativo se aplica a todos los puntos calientes restantes en un procedimiento de ventana de ondas progresivas, por la formación de un valor umbral TIR adaptativo, siendo rechazados los píxeles de falsa alarma sin brillo con una radiación TIR por debajo de un valor de umbral, determinado por el cálculo para cada caja de ventaja de ondas progresivas de la imagen TIR, la mediana g_{med}^{TIR} y la desviación

$$d^{TIR} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |g_i^{TIR} - g_{med}^{TIR}| \quad (T1)$$

siendo N el número de píxeles en la caja, g_i^{TIR} son sus señales de radiación y un píxel es identificado como un punto caliente si

$$g_i^{TIR} > g_{med}^{TIR} + \Delta g^{TIR}, \quad (T2)$$

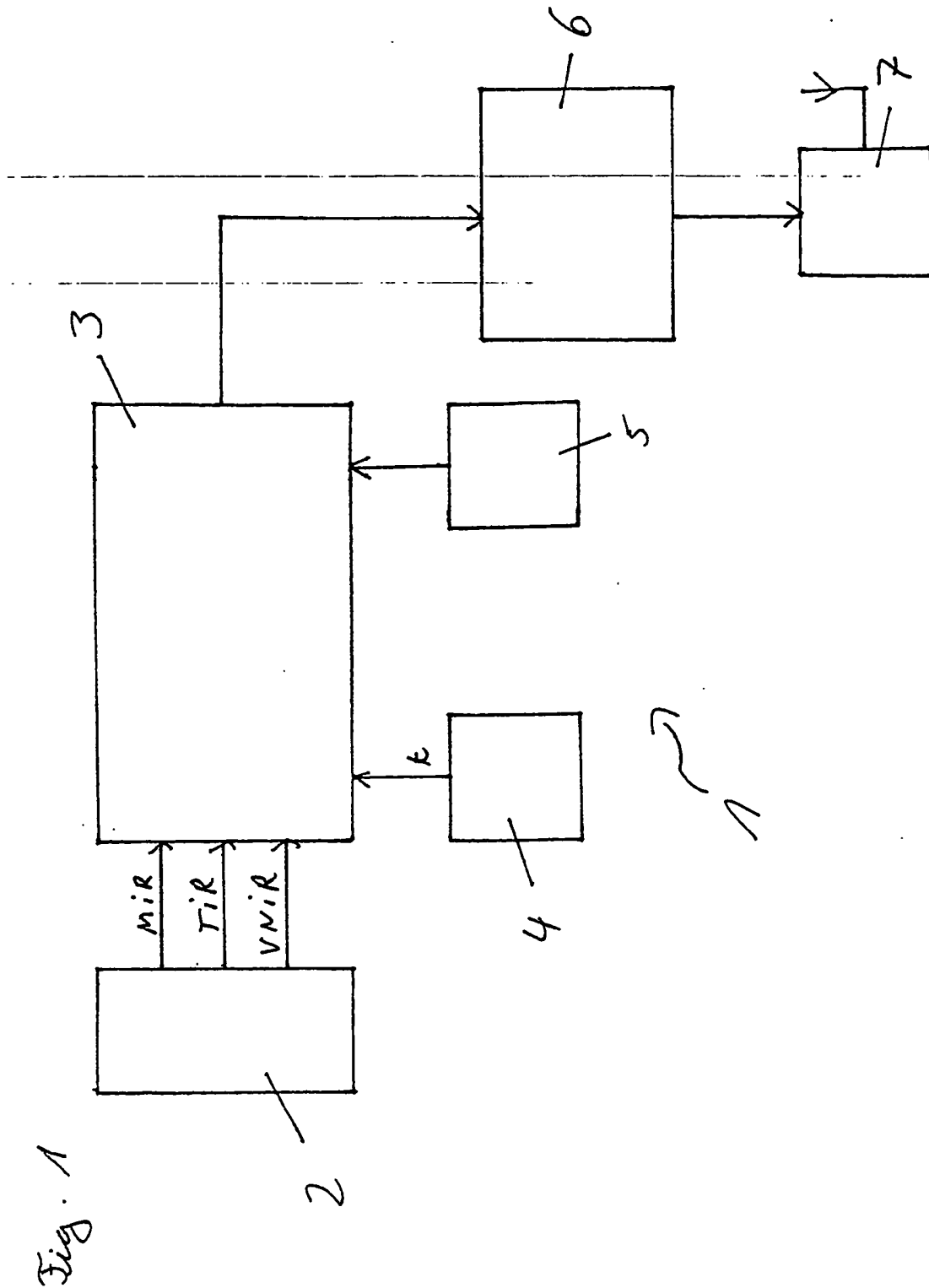
5 en la que el valor de umbral Δg^{TIR} es escogido con intermedio de la mediana, de manera que se evite un rechazo adicional de pequeños puntos objetivo calientes.

7. Procedimiento, según una de las reivindicaciones
10 anteriores, caracterizado porque la intensidad de los puntos calientes se obtiene por estimación de la potencia de radiación a partir de la señal del canal MIR.

8. Procedimiento, según una de las reivindicaciones
15 anteriores, caracterizado porque se determina la temperatura efectiva y el área efectiva de los puntos calientes calculándose la potencia radiante de los puntos calientes a partir de estos valores.

9. Satélite para la detección de puntos calientes, que comprende, como mínimo, un sensor para detectar varios
20 canales espectrales en un espectro IR, un sistema de navegación a bordo que es utilizado para detectar los datos de posición y orientación del satélite, una unidad de evaluación (3) y una unidad de transmisión para transmitir datos a una estación receptora situada sobre la superficie
25 de la Tierra, caracterizado porque se puede llevar a cabo una corrección de sistema por la unidad de evaluación (3) para los datos captados en los diferentes canales espectrales por medio de archivos de calibrado

radiométricos y geométricos almacenados en el satélite, siendo disponibles los datos corregidos por el sistema para la unidad de evaluación (3), en el que los puntos calientes son detectables a bordo por medio de formación de umbrales de canales múltiples y se pueden referenciar geodésicamente por medio de los datos del sistema de navegación de a bordo (4) y los archivos de calibrado geométrico, almacenándose temporalmente los puntos calientes captados y referenciados geodésicamente en el satélite en un memoria de datos (6) y siendo transmitidos a la tierra en secuencia por medio de la unidad de transmisión (7), que adopta forma de señales moduladas HF.



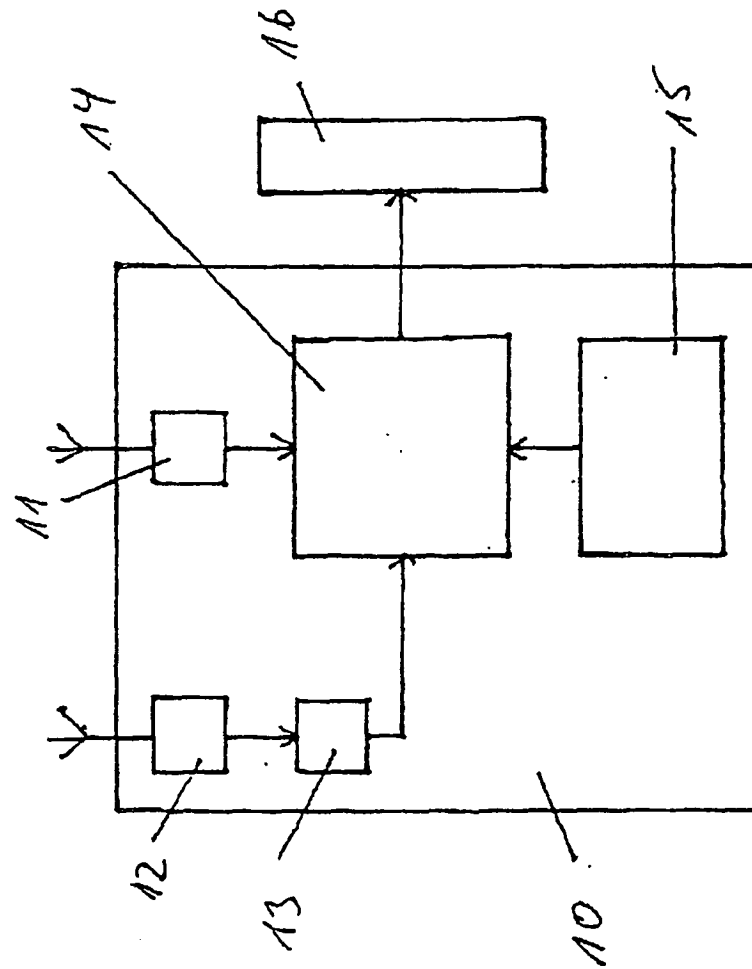


Fig. 2