

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 574 910**

51 Int. Cl.:

**G01W 1/14** (2006.01)

**G08B 19/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.10.2011** **E 11779739 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.03.2016** **EP 2628032**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo de detección anticipada de hielo sobre una pista**

30 Prioridad:

**14.10.2010 FR 1004040**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**23.06.2016**

73 Titular/es:

**AER (50.0%)**  
**106, rue du Lieutenant Petit-Leroy**  
**94550 Chevilly-Larue, FR y**  
**OFFICE NATIONAL D'ETUDES ET DE**  
**RECHERCHES AÉROSPATIALES (ONERA)**  
**(50.0%)**

72 Inventor/es:

**GUFFOND, DIDIER;**  
**SCHEGERIN, ROBERT y**  
**LACHAUD, HERVÉ**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 574 910 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**

Procedimiento y dispositivo de detección anticipada de hielo sobre una pista

La presente invención se refiere a un procedimiento y a un dispositivo de detección anticipada de hielo sobre una pista.

5 Esta se refiere, igualmente, a un dispositivo y a un procedimiento que permite anticipar y conocer con precisión la acumulación de hielo sobre una superficie móvil.

Tiene, más particularmente, como propósito la anticipación del espesor de hielo sobre una pista practicable por bicicletas o por automóviles.

10 Tiene, más particularmente, como propósito la anticipación del espesor del hielo sobre una pista de despegue y de aterrizaje de aeronaves.

Se refiere, más particularmente, pero no de forma exclusiva, a la anticipación de la presencia de hielo sobre una carretera o una autopista.

Se refiere, igualmente, a la anticipación de la presencia de hielo sobre palas de aerogeneradores o sobre mecanismos sensibles al hielo.

15 Actualmente, la aviación militar y comercial utiliza pistas de despegue y de aterrizaje que son, necesariamente, limitadas en longitud. La presencia de un cierto espesor de hielo reduce notablemente la masa máxima admisible en el despegue y/o en el aterrizaje. En efecto, las distancias de frenado en caso de necesidad se ven considerablemente aumentadas en caso de presencia de hielo sobre la pista. Esta presencia de hielo debe ser conocida por la torre de control, que la comunica a los pilotos. Por la noche, es difícil descubrir la presencia de hielo.

20 La torre de control debe, por tanto, enviar equipos a las pistas para verificar regularmente la ausencia de hielo en cantidades significativas, lo que conduce a gastos importantes.

Sobre autopistas, el problema es similar. Es vital conocer rápidamente y, si es posible, anticiparse al estado de helada de la calzada, a fin de informar a los automovilistas y de organizar el deshelado de las pistas de rodadura.

25 La experiencia demuestra que se necesita un lapso de tiempo de al menos 30 minutos para organizar la comunicación y efectuar el deshelado. Es, por tanto, imperativo poder anticiparse a la aparición de un espesor significativo de hielo sobre la pista o sobre la carretera.

Idealmente, es necesario poder anticiparse a una acumulación de hielo desde su primera aparición. Ahora bien, los sistemas de medición de hielo únicamente funcionan cuando el espesor de hielo es superior al espesor que lleva a una disminución de la adherencia sobre la pista. Es ya demasiado tarde.

30 Los accidentes debidos a un mal conocimiento del estado de helamiento de las carreteras o pistas de aterrizaje han llevado consigo un número demasiado alto de accidentes.

El objetivo de la invención que aquí se propone es resolver el problema planteado de la anticipación de la presencia de hielo sobre una pista.

35 La invención permite, igualmente, proponer una solución que haga posible mejorar la precisión de los medios de medición del espesor de hielo sobre una pista o sobre una carretera.

Existen numerosos medios de detección de hielo. Pueden citarse, a título de ejemplo, las sondas que utilizan ondas de ultrasonidos, las sondas de magnetostricción, las sondas que utilizan las variaciones de presiones, las sondas que utilizan los haces ópticos o electroópticos,... Existen, igualmente, sondas vibrantes que, al recubrirse de hielo, tienen una frecuencia propia que varía con el espesor del hielo.

40 Todas estas soluciones tienen ventajas e inconvenientes, pero no permiten anticipar la formación de hielo. Tan solo permiten descubrir la presencia de hielo una vez que la capa de hielo es lo suficiente espesa como para ser descubierta y, eventualmente, medida.

45 Puede parecer fácil analizar los diferentes parámetros atmosféricos para deducir de ellos una probabilidad de aparición de hielo. En la realidad, este fenómeno es mucho más complejo, y se hace muy difícil, incluso imposible, prever una acumulación de hielo sobre una pista mediante el análisis de los parámetros atmosféricos.

50 Es, por tanto, necesario concebir un dispositivo que, de una parte, acelere la acumulación de hielo, pero que, de otra parte, sea representativo de las condiciones de temperatura de la pista. En efecto, tras su estudio, los presentes inventores se han percatado de que existen grandes diferencias entre la temperatura del aire ambiental y la temperatura de la pista. Esto se debe, principalmente, al hecho de que la derivada primera de la curva de la temperatura de la pista en función del tiempo es muy diferente de la derivada primera de la curva de la temperatura del aire en función del tiempo, y, por tanto, la temperatura de la pista puede ser muy diferente de la temperatura del

aire ambiental en un instante dado. Otros parámetros, como la radiación de la pista, o la inercia térmica del sol sobre la pista, por ejemplo, acentúan aún más este fenómeno.

Se han propuesto diversos dispositivos para medir el espesor de hielo sobre una superficie, que se han hecho el objeto de las siguientes presentaciones de Patentes:

5           - La Patente coreana KR 20090096065 presenta un dispositivo que permite conocer con precisión el punto de rocío por el estudio de la vibración de un elemento de cuarzo. Este dispositivo no permite anticipar la acumulación de hielo sobre una pista.

10           - La Patente francesa FR 2.914.906, de 11 de abril de 2007, presenta un dispositivo y un procedimiento que permiten detectar la presencia de hielo sobre una aeronave en vuelo. Esta no permite anticipar la presencia de hielo sobre una pista.

15           - La Patente francesa FR 2.605.402, de 15 de octubre de 1986, presenta un dispositivo que comprende un objeto giratorio provisto de un sistema de medición del espesor de hielo por ultrasonidos. Este sistema no tiene en cuenta la temperatura de la pista, que puede ser muy diferente de la del aire ambiental. En consecuencia, el dispositivo presentado por la Patente FR 2.605.402 es totalmente inoperante y, por tanto, inutilizable cuando la temperatura de la pista es distinta de la de la atmósfera ambiental, lo que es a menudo el caso.

            - La Patente japonesa JP 6174344 presenta un dispositivo que comprende dos mediciones de temperatura en dos puntos de un intercambiador. Este dispositivo no sugiere de ningún modo la presencia de un objeto móvil en la atmósfera circundante.

20           - La Patente norteamericana US 6.758.091 presenta un dispositivo de anticipación de una acumulación de hielo, que se sirve de un objeto que se desplaza en el seno del aire ambiental, de tal manera que el dispositivo comprende, además, unos medios de convección forzada del aire ambiental sobre el objeto, de tal modo que la temperatura del objeto es regulada de manera que sea sensiblemente igual a la temperatura del aire ambiental. Este dispositivo no tiene en cuenta la temperatura de la pista.

25           La invención alcanza a resolver los problemas referidos en lo anterior proponiendo un dispositivo y un procedimiento especialmente bien concebidos, que permiten medir de forma precisa el espesor de hielo, EP, y anticipar la formación de hielo sobre una superficie tal como una pista P o una carretera.

A este efecto, propone un dispositivo que comprende:

            - un objeto que tiene una velocidad relativa no nula con respecto a la atmósfera circundante a la pista, de tal manera que dicha atmósfera circundante está a una temperatura TA,

30           - unos medios que permiten conocer el espesor de hielo presente sobre dicho objeto,

            - un detector de temperatura que permite medir la temperatura TP de la pista P,

            - unos medios de regulación de la temperatura de dicho objeto, de tal manera que la temperatura de dicho objeto sea sensiblemente igual o inferior a la temperatura de la pista,

35           - un sistema de alerta que permite comunicar a un puesto de control una alerta cuando el espesor de hielo sobre dicho objeto alcanza un valor correspondiente a un espesor de hielo significativo sobre la pista (P).

En modos de realización no limitativos, el dispositivo de acuerdo con la invención podrá presentar los elementos y/o las características suplementarias que se describen en lo que sigue de esta memoria, de forma aislada o en combinación, de manera ventajosa, de tal modo que el dispositivo que permite la anticipación de una acumulación de hielo de espesor EP sobre una pista P, comprende:

40           - unos medios de cálculo que permiten predefinir, en el tiempo t0, un espesor EP de hielo en el tiempo t1 de la pista P, en función de la derivada primera con respecto al tiempo (dEO/dt), a partir del espesor EO de la curva de evolución del espesor de hielo presente sobre el objeto en el tiempo t0.

Es igualmente ventajoso:

45           - que la temperatura TO de dicho objeto, regulada por los medios de regulación MR, sea muy ligeramente inferior a la temperatura TP de la pista P,

            - y/o que la diferencia entre la temperatura de la pista y la temperatura regulada del objeto sea igual a un valor predeterminado,

50           - que el dispositivo comprenda, además, unos medios que permitan verificar su buen funcionamiento antes de la puesta en marcha y/o durante su funcionamiento, o a partir de que la temperatura de la pista o de la atmósfera circundante sea inferior a un valor predeterminado,

- que el objeto sea móvil en el seno de la atmósfera circundante, a fin de obtener dicha velocidad no nula con respecto a la atmósfera circundante de la pista,

5 - y/o que dicho objeto sea móvil a rotación alrededor de un eje fijo  $XX'$ , de tal modo que dicho objeto comprende un eje longitudinal  $YY'$ , situado en un plano perpendicular al eje de rotación, estando montado dicho objeto móvil en un brazo giratorio (B) que tiene un eje longitudinal  $ZZ'$ , de tal manera que los ejes  $YY'$  y  $ZZ'$  forman un ángulo ALFA, a fin de que el hielo formado sobre el objeto no sea eyectado por la fuerza centrífuga,

- y/o que el objeto se coloque dentro de un dispositivo de convección forzada de la atmósfera circundante de la pista, a fin de obtener una velocidad relativa no nula con respecto a la atmósfera circundante de la pista,

10 - y/o que el objeto únicamente se ponga en movimiento si la temperatura de la pista es inferior a un valor de umbral predefinido,

- y/o que el movimiento de convección forzada de la atmósfera circundante únicamente se active si la temperatura de la pista es inferior a un valor de umbral predefinido,

- y/o que el dispositivo comprenda varios brazos que giran a velocidades diferentes,

15 - y/o que unos medios permitan gobernar la velocidad de rotación del objeto en función de las condiciones medioambientales,

- y/o que una orden de «restablecimiento» permita quitar el hielo del objeto a voluntad (por ejemplo, tras un deshelado de las pistas), a fin de tener en cuenta el estado de la superficie de la pista.

En modos de realización no limitativos, la invención propone, igualmente, un procedimiento que permite la puesta en práctica del dispositivo anteriormente descrito, que comprende, al menos:

20 - un objeto que tiene una velocidad relativa no nula con respecto a la atmósfera circundante de la pista, de tal manera que dicha atmósfera circundante se encuentra a la temperatura  $T_A$ ,

- unos medios que permiten conocer el espesor de hielo,  $EO$ , presente sobre dicho objeto móvil,

- un detector de temperatura,  $CT$ , que permite medir la temperatura  $TP$  de la pista  $P$ ,

25 - unos medios de regulación  $MR$  de la temperatura  $TO$  de dicho objeto móvil, de tal manera que la temperatura  $TO$  de dicho objeto móvil sea sensiblemente igual a la temperatura  $TP$  de la pista,

- un sistema de alerta que permite comunicar a un puesto de control  $PC$  la presencia de un espesor significativo de hielo,  $EG$ , presente en sobre dicho objeto móvil,

y que comprende las etapas consistentes en:

- medir la temperatura  $TP$  de la pista  $P$ ,

30 - regular la temperatura del objeto en una temperatura sensiblemente igual a la de la pista  $P$ ,

- medir el espesor de hielo presente sobre el objeto,

- enviar un mensaje de alerta a un puesto de control una vez que el espesor de hielo sobre el objeto sobrepasa un valor predefinido.

35 En modos de realización no limitativos, el procedimiento de acuerdo con la invención podrá presentar las etapas suplementarias que se describen en lo que sigue de esta memoria, tomadas de forma aislada o en combinación, de manera ventajosa:

- medir la temperatura  $TP$  de la pista  $P$ ,

- regular la temperatura del objeto en una temperatura ligeramente inferior a la de la pista  $P$ ,

- medir el espesor de hielo presente sobre el objeto,

40 - enviar un mensaje de alerta a un puesto de control una vez que el espesor de hielo sobre el objeto sobrepasa un valor predefinido.

En otro modo de realización no limitativo, el procedimiento de acuerdo con la invención podrá presentar las etapas suplementarias que se describen en lo que sigue de esta memoria, tomadas de forma aislada o en combinación, de manera ventajosa:

45 - medir la temperatura  $TP$  de la pista  $P$ ,

- regular la temperatura del objeto en una temperatura igual o ligeramente inferior a la de la pista P,
  - medir el espesor de hielo presente sobre el objeto en el instante  $t_1$ ,
  - medir el espesor de hielo presente sobre el objeto en el instante  $t_1 + dt$ ,
- 5
- calcular, a partir de las informaciones relativas al espesor de hielo presente sobre el objeto en el instante  $t_1$ , y de las informaciones relativas al espesor de hielo presente sobre el objeto en el instante  $t_1 + dt$ , en qué lapso de tiempo DELTA el espesor de hielo sobre la pista alcanzará un espesor crítico EC,
  - enviar un mensaje de alerta a un puesto de control que indique en cuánto tiempo el espesor de hielo sobre la pista sobrepasará un valor crítico EC.
- 10
- En lo que sigue de esta memoria se describirá, a título de ejemplo no limitativo, un modo de realización de la invención, haciendo referencia a los dibujos que se acompañan, en los cuales:
- La Figura 1 representa esquemáticamente un ejemplo de dispositivo de acuerdo con la invención, en el que el objeto es móvil a rotación con respecto a la atmósfera ambiental.
- La Figura 2a representa esquemáticamente, en una vista desde arriba, el dispositivo de acuerdo con la invención.
- 15
- La Figura 2b representa esquemáticamente, en una vista desde arriba, una variante del dispositivo de acuerdo con la invención.
- La Figura 3 representa esquemáticamente otro ejemplo de dispositivo de acuerdo con la invención, en el que el objeto se coloca dentro de un dispositivo de convección forzada de la atmósfera circundante.
- 20
- La Figura 1 representa esquemáticamente un fragmento de pista P que comprende una sonda CT de temperatura y que se encuentra a la temperatura TP. Un brazo giratorio B es arrastrado a rotación por un motor M en torno al eje XX'. Un objeto 1 es arrastrado a rotación por el brazo B y es mantenido a una temperatura TO por el regulador de temperatura, MR. El objeto 1 comprende unos medios de medición del espesor del hielo sobre el objeto 1. Si el espesor de hielo descubierto sobre el objeto 1 es superior a un valor predeterminado, se envía entonces un mensaje de alerta al puesto de control PC.
- 25
- La Figura 2a representa de forma esquemática una vista desde arriba del brazo giratorio B. Aquí, existe un ángulo ALFA entre el eje ZZ' del brazo giratorio y el eje YY' del objeto 1.
- La Figura 2b representa de forma esquemática una vista desde arriba del brazo giratorio B. Aquí, una estructura 2 sensiblemente perpendicular al objeto 1, colocada en el extremo de dicho objeto, impide que el hielo sea impulsado al exterior por efecto de la fuerza centrífuga.
- 30
- La Figura 3 representa de forma esquemática otro ejemplo de realización de conformidad con la invención. El objeto 1 se coloca dentro de un conducto que aquí tiene forma cilíndrica. Un ventilador VR, colocado, aquí, aguas abajo del objeto, aspira la atmósfera circundante, creando así una velocidad no nula del aire ambiental con respecto al objeto. El objeto comprende unos medios de medición del espesor de hielo presente sobre su parte delantera. La temperatura del objeto es regulada por los medios de regulación MR en una temperatura TO que es sensiblemente igual a la temperatura de la pista, aquí, a una temperatura inferior en  $0,5^\circ\text{C}$  a la temperatura TP de la pista P. La información correspondiente al espesor de hielo sobre el objeto en función del tiempo es tratada por un dispositivo
- 35
- calculador, teniendo en cuenta el espesor de la capa de hielo situada sobre el objeto y la variación de este espesor en función del tiempo, a fin de deducir de ello, de forma anticipada, la presencia significativa de hielo sobre la pista. Esta información es seguidamente enviada al puesto de control PC.
- 40
- Un procedimiento de acuerdo con la invención consiste en efectuar la sucesión de etapas siguiente:
- medir regularmente la temperatura TP de la pista,
  - hacer rotar el brazo giratorio B si la temperatura TP es inferior a un valor predeterminado, por ejemplo,  $+5^\circ\text{C}$ ,
- 45
- regular la temperatura del objeto móvil en una temperatura ligeramente inferior a la temperatura TP (por ejemplo,  $TP - 0,4^\circ\text{C}$ ),
  - medir el espesor de hielo presente sobre el objeto 1 en el instante  $t_0$ ,
  - medir la variación del espesor de hielo sobre el objeto en un instante próximo a  $t_0$ ,
  - determinar, por medio de un dispositivo calculador, el espesor de hielo que estará presente en un futuro próximo sobre la pista (por ejemplo, en 30 minutos) mediante el análisis de la medida del

espesor de hielo presente sobre el objeto 1 en el instante  $t_0$ , y de la medida de la variación del espesor de hielo sobre el objeto en un instante próximo a  $t_0$ ,

- transmitir el resultado obtenido por el dispositivo calculador a un puesto de control.

Otro procedimiento de acuerdo con la invención consiste en efectuar la sucesión de etapas siguiente:

- 5 - medir regularmente la temperatura TP de la pista,
- hacer moverse la atmósfera circundante en torno al objeto si la temperatura TP es inferior a un valor predeterminado, por ejemplo,  $+5^{\circ}\text{C}$ ,
- regular la temperatura del objeto en una temperatura ligeramente inferior a la temperatura de la pista, TP (por ejemplo,  $\text{TP} - 0,4^{\circ}\text{C}$ ),
- 10 - medir el espesor de hielo presente sobre el objeto 1 en el instante  $t_0$ ,
- medir la variación del espesor de hielo sobre el objeto en un instante próximo a  $t_0$ ,
- determinar, por parte de un dispositivo calculador, el espesor de hielo que estará presente en un futuro próximo sobre la pista (por ejemplo, en 30 minutos), mediante el análisis de la medida del espesor de hielo presente sobre el objeto 1 en el instante  $t_0$ , y de la medida de la variación del espesor de hielo
- 15 sobre el objeto en un instante próximo a  $t_0$ ,
- transmitir el resultado obtenido por el dispositivo de cálculo a un puesto de control.

Se observa, por tanto, que es posible realizar de forma industrial un dispositivo, así como concebir un procedimiento, que permiten anticipar el espesor hielo que estará presente sobre una pista.

- 20 El experto de la técnica podrá aplicar este concepto a otros numerosos sistemas similares sin abandonar el ámbito de la invención definido en las reivindicaciones que se acompañan. Por ejemplo, el dispositivo o el procedimiento definido en las reivindicaciones que se acompañan permitirá anticipar el nivel de hielo sobre una pala de aerogenerador o sobre un mecanismo cuyo funcionamiento puede verse alterado por la presencia de hielo.

**REIVINDICACIONES**

- 1.- Un dispositivo de anticipación de una acumulación de hielo de espesor (EP) sobre una pista (P), que comprende:
- 5 un objeto (1) que tiene una velocidad relativa no nula ( $V_C$ ) con respecto a la atmósfera circundante de la pista (P), estando dicha atmósfera circundante a una temperatura (TA),
- unos medios que permiten conocer el espesor (EO) de hielo presente sobre dicho objeto,
- un sistema de alerta que permite comunicar a un puesto de control (PC) una alerta cuando el espesor (EO) de hielo sobre dicho objeto alcanza un valor correspondiente a un espesor (EP) de hielo significativo sobre la pista (P), caracterizado por que comprende, además,
- 10 - un detector (CT) de temperatura, que permite medir la temperatura (TP) de la pista (P),
- unos medios de regulación (MR) de la temperatura (TO) de dicho objeto (1), de tal manera que la temperatura (TO) de dicho objeto (1) sea sensiblemente igual o ligeramente inferior a la temperatura (TP) de la pista.
- 2.- Un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende, además, unos medios de cálculo que permiten predefinir en el tiempo  $t_0$  un espesor (EP) de hielo en el tiempo  $t_1$ , sobre la pista (P), a partir de la derivada primera con respecto al tiempo ( $dEO/dt$ ) de la curva de evolución del espesor (EO) de hielo presente sobre el objeto en el tiempo  $t_0$ .
- 15 3.- Un dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, caracterizado por que la temperatura (TO) de dicho objeto, regulada por los medios de regulación (MR), es ligeramente inferior a la temperatura (TP) de la pista (P).
- 20 4.- Un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 3, caracterizado por que la diferencia entre la temperatura (TP) de la pista (P) y la temperatura regulada de dicho objeto es igual a un valor predeterminado.
- 5.- Un dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que comprende, además medios que permiten verificar el buen funcionamiento del sistema a partir de que la temperatura de la pista es inferior a un valor de umbral predefinido.
- 25 6.- Un dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que el objeto (1) es móvil en el seno de la atmósfera circundante con el fin de obtener dicha velocidad no nula con respecto a la atmósfera circundante de la pista (P).
- 7.- Un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 6, caracterizado por que dicho objeto móvil es móvil a rotación en torno a un eje fijo  $XX'$ , de tal forma que dicho objeto móvil comprende un eje longitudinal  $YY'$ , situado en un plano perpendicular al eje de rotación, de modo que dicho objeto móvil está montado en un brazo giratorio (B) que tiene un eje longitudinal  $ZZ'$ , de tal manera que los ejes  $YY'$  y  $ZZ'$  forman un ángulo ALFA, a fin de que el hielo formado sobre el objeto móvil no sea eyectado por la fuerza centrífuga.
- 30 8.- Un dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que comprende un dispositivo de convección forzada de la atmósfera circundante de la pista (P), dentro del cual se coloca el objeto para obtener dicha velocidad ( $V_C$ ) no nula con respecto a la atmósfera circundante de la pista (P).
- 35 9.- Un procedimiento de detección anticipada de una acumulación de hielo de espesor (EP) sobre una pista (P), que comprende:
- un objeto (1) que tiene una velocidad no nula con respecto a la atmósfera circundante de la pista (P), de tal manera que la mencionada atmósfera circundante se encuentra a una temperatura (TA),
- 40 - unos medios que permiten conocer el espesor (EO) de hielo presente sobre dicho objeto,
- un detector (CT) de temperatura, que permite medir la temperatura (TP) de la pista (P),
- unos medios de regulación (MR) de la temperatura (TO) de dicho objeto (1), de tal manera que la temperatura (TO) de dicho objeto (1) sea sensiblemente igual a la temperatura (TP) de la pista,
- un sistema de alerta que permite comunicar a un puesto de control (PC) una alerta cuando el espesor (EO) de hielo sobre dicho objeto alcanza un valor correspondiente a un espesor (EP) de hielo significativo sobre la pista (P),
- 45 caracterizado por que comprende las etapas consistentes en:
- medir la temperatura (TP) de la pista (P),

## ES 2 574 910 T3

- regular la temperatura de dicho objeto en una temperatura igual o ligeramente inferior a la de la pista (P),

- medir el espesor de hielo presente sobre dicho objeto,

- enviar un mensaje de alerta a un puesto de control a partir de que el espesor de hielo sobre el objeto sobrepasa un valor predefinido.

5 10.- Un procedimiento de detección anticipada de una acumulación de hielo de espesor (EP) sobre una pista (P) de acuerdo con la reivindicación 9, caracterizado por que la etapa consistente en medir el espesor de hielo presente sobre dicho objeto consiste en:

- medir el espesor de hielo presente sobre dicho objeto en el instante  $t_0$ ,

10 - medir el espesor de hielo presente sobre dicho objeto en el instante  $t_1 = t_0 + dt$ , a fin de calcular, a partir de las informaciones relativas al espesor de hielo presente sobre dicho objeto en los instantes  $t_0$  y  $t_1$ , en qué lapso de tiempo DELTA el espesor de hielo sobre la pista alcanzará un espesor crítico,

y por que, en la etapa consistente en enviar un mensaje de alerta a un puesto de control, el mensaje de alerta indica en cuánto tiempo el espesor de hielo sobre la pista sobrepasará dicho valor crítico.

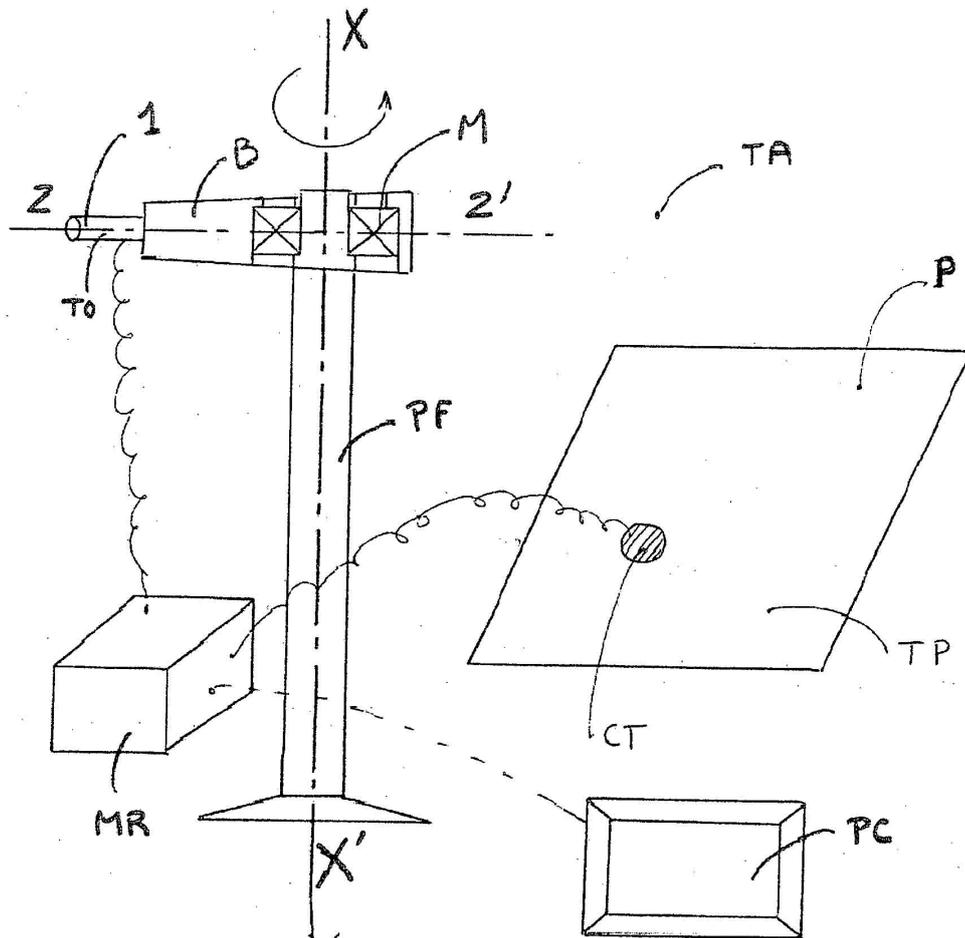


Fig 1

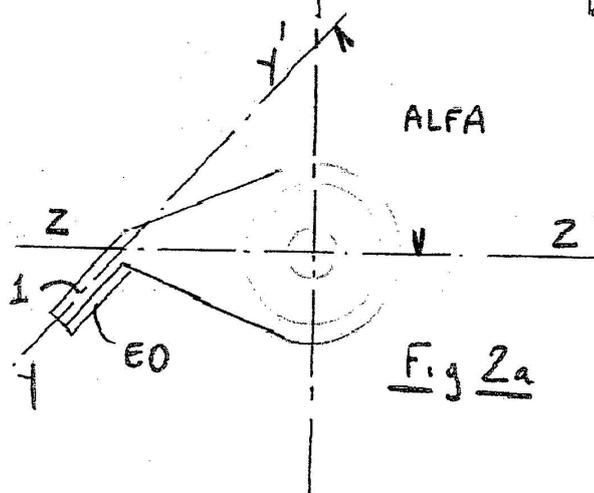


Fig 2a

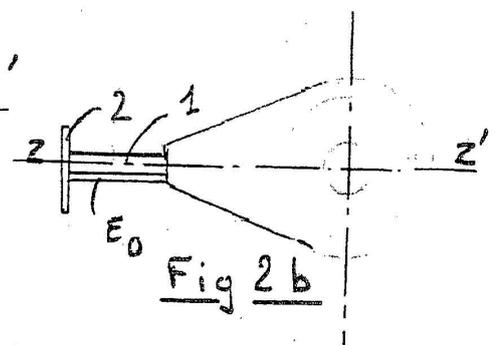


Fig 2b

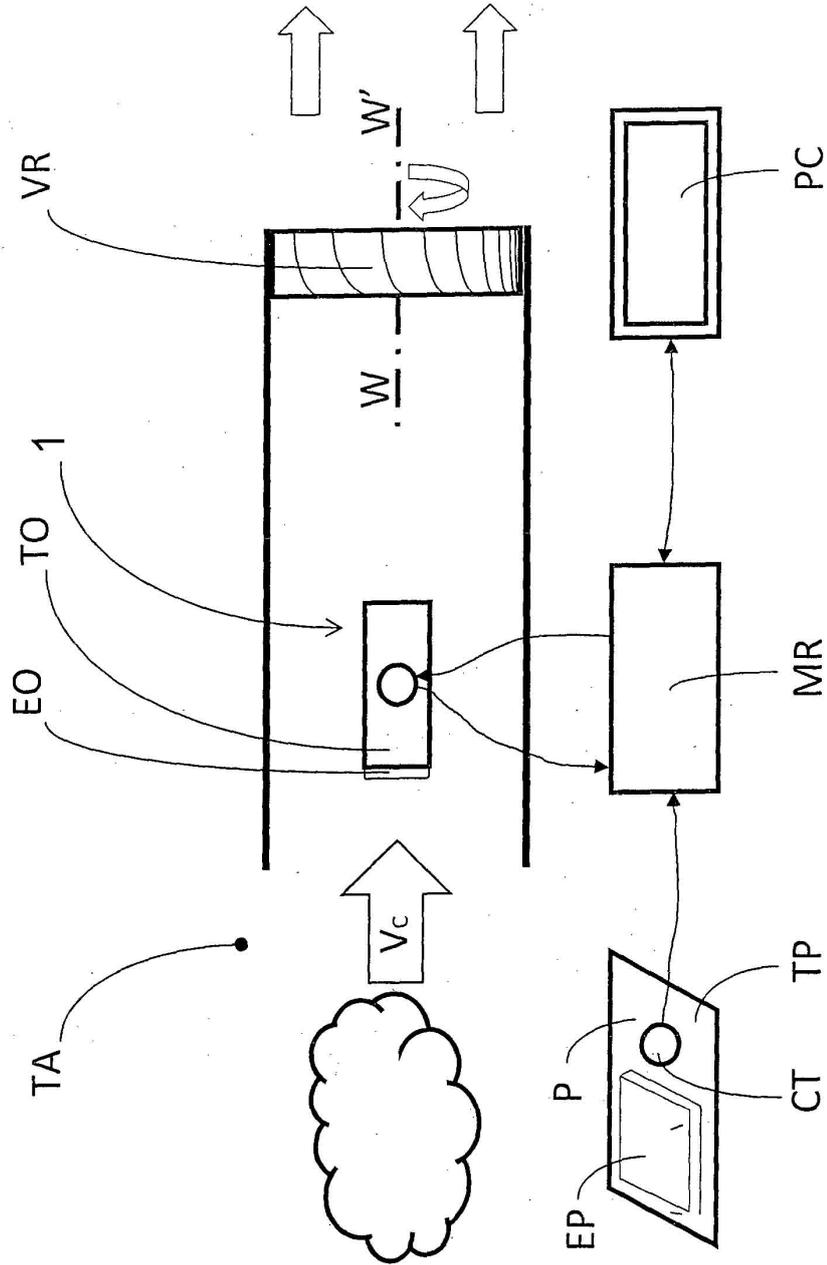


Fig. 3