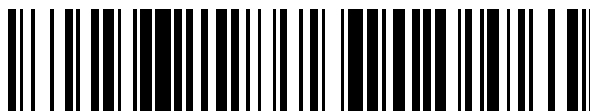


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 734 711**

51 Int. Cl.:

E01C 19/48 (2006.01)

E01C 23/01 (2006.01)

G01N 25/72 (2006.01)

G01N 33/42 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.06.2016 PCT/EP2016/062647**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.12.2016 WO16198333**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.06.2016 E 16728281 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.04.2019 EP 3307952**

54 Título: **Procedimiento para determinar la calidad de un pavimento de asfalto de nueva producción**

30 Prioridad:

10.06.2015 SE 1550776

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

11.12.2019

73 Titular/es:

**CA KONSULT (100.0%)
Krokdalsvägen 15
517 34 Bollebygd, SE**

72 Inventor/es:

ANDERSSON, CONNY

74 Agente/Representante:

GARCÍA-CABRERIZO Y DEL SANTO, Pedro María

ES 2 734 711 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 para determinar la calidad de un pavimento de asfalto de nueva producción

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a un procedimiento para determinar la calidad de un pavimento de asfalto recién tendido y, preferiblemente, también para pronosticar la vida útil de un pavimento de asfalto recién tendido.

10 En el presente contexto, el término "asfalto" pretende significar una mezcla que consiste en un agregado mineral unido junto con el asfalto.

Antecedentes

15 En el asfalto de una superficie, la homogeneidad es importante, ya que son las peores partes las que inician las medidas de mantenimiento. En la práctica, es imposible mejorar la calidad de un pavimento asfáltico a temperatura ambiente. Las fotografías termográficas revelan problemas de segregación, que pueden ser provocados por la planta de asfalto, el transporte del asfalto en carretera o medidas prácticas relacionadas con el cambio de un lote de camiones a otro. Los resultados medidos se pueden utilizar para mejoras en la planta de asfalto o para revisar rutinas. Los resultados de las mediciones termográficas pueden dar lugar a una recompensa o una remuneración reducida para la colocación de asfalto realizada.

20 El documento US 6.122.601 (Swanson y col.) divulga un sistema de medición de la densidad del material compactado y un sistema de seguimiento de la compactación, concretamente un sistema de dos componentes para obtener una densidad uniforme de los materiales compactados y rastrear la compactación de los materiales. El primer componente proporciona un medidor de densidad de compactación en tiempo real automatizado y un procedimiento de uso para medir la densidad del material compactado. El segundo componente proporciona un sistema de información geográfica (SIG) para rastrear la compactación de una superficie en ubicaciones específicas. Los dos componentes de la presente invención combinados proporcionan un sistema para medir la densidad del material compactado y registrar la ubicación de cada medición de densidad. Los componentes de la presente invención se pueden utilizar para muchas operaciones de compactación, como la compactación de hormigón con rodillo, pavimento, suelo, vertederos y pavimentos de asfalto.

25 A mediados de los años 80 se desarrolló en Suecia un sistema de documentación de compactación (SDC) (*The Geodynamic Compaction Documentation System*. Sweden: GEODYN, Inc., 1995). Este SDC proporciona un sistema conceptual para monitorizar el proceso de compactación. En este sistema, el operador introduce los datos de compactación manualmente cuando opera el compactador. Todos los registros, incluyendo el cambio de carril, el cambio de dirección, el número de pasadas, el número de capas y el inicio o la parada para operar deben introducirse manualmente. Además, no había ningún sensor para identificar la orientación y la posición de los equipos de compactación en movimiento, por lo que los operadores deben seguir la trayectoria de movimiento que se decidió previamente.

30 La tecnología de posicionamiento automatizado en tiempo real ha mejorado enormemente en los últimos años. En la actualidad, existen dos modos principales para posicionamiento, el láser y el GPS. El posicionamiento láser es extremadamente preciso (<10 cm), sin embargo, está limitado por la necesidad de colocar múltiples objetivos láser que actúen como receptores. El GPS es una tecnología basada en satélites. Es relativamente barato, sin embargo, la precisión suele ser de 3 a 5 metros, lo cual es insuficiente para esta investigación. Mediante el uso de GPS diferencial, la precisión se mejora a <1 m, lo que sigue siendo inaceptable. Sin embargo, con la aplicación de correcciones de software, las mediciones diferenciales de GPS (GNSS) pueden tener una precisión de <10 cm.

35 Además, el documento US 2014/0308074 (Rutz y col.) divulga una máquina de acabado de carreteras con un dispositivo termográfico fijado de manera desmontable a una parte de la máquina para realizar un registro de datos termográficos georreferenciados de al menos una región de una capa de pavimento. El dispositivo termográfico incluye un alojamiento en el que se dispone una unidad de detección para detectar un registro de datos termográficos y una unidad de detección adicional para detectar un registro de datos espaciales para el registro de datos termográficos.

40 El documento WO/0070150A1 divulga un procedimiento para operar un vehículo pavimentador capaz de formar una esterilla de material de pavimentación sobre una superficie de base.

45 En ninguno de los procedimientos conocidos se proporciona una medición de calidad fiable que, preferiblemente, pueda relacionarse con facilidad con la vida útil real de una superficie de asfalto recién tendida.

Sumario de la invención

50

Es un objeto de acuerdo con la invención proporcionar un procedimiento que pueda usarse de manera fiable para determinar la calidad del pavimento asfáltico recién producido, tal como se define en la reivindicación 1.

5 Gracias a la invención, se logra un procedimiento por medio del cual es posible procesar una gran cantidad de datos escaneados/grabados en tiempo real y hacer una comparación adecuada de los parámetros de datos que son relevantes con respecto a la calidad, parámetros que puede ser procesados adicionalmente para establecer un valor de relación (PDI) que pueda ser utilizado fácilmente para determinar la calidad, preferiblemente también para hacer un pronóstico de la vida útil del pavimento de asfalto recién producido.

10 Otras ventajas y realizaciones preferidas de acuerdo con la invención se describirán en la siguiente descripción detallada de la invención, que no se interpretará como limitante en relación con el alcance de las reivindicaciones. Como es evidente para los expertos en la materia, los principios básicos de acuerdo con la invención se pueden usar en una variedad de etapas reales del procedimiento.

15 **Breve descripción de los dibujos**

A continuación, la invención se describirá con más detalle con referencia a las realizaciones preferidas y los dibujos adjuntos, en los que

20 La Figura 1 es una vista esquemática de una disposición de acuerdo con una realización de la invención ilustrada esquemáticamente, que muestra una máquina de acabado de carreteras y un conjunto preferido de una disposición informática.

25 La Figura 2 muestra un diagrama que presenta la temperatura máxima registrada y la temperatura mínima registrada y también el tiempo para un tramo de nuevo pavimento producido de aproximadamente 2800 metros,

La Figura 3 es una parte ampliada del diagrama de la Figura 2, que solo presenta un tramo de 2 metros,

30 La Figura 4 es un diagrama que presenta todos los intervalos de temperatura media distribuidos a lo largo del ancho de la misma parte del pavimento que en la Figura 3,

35 La Figura 5 es una presentación del valor de la relación de PDI para la parte del pavimento referida en las Figuras 3 a 4.

Descripción detallada de la invención

En la Figura 1 se muestra una máquina de acabado de carreteras 3 dispuesta con un sensor 1, para escanear la temperatura de un pavimento de asfalto 4 directamente después de tender el pavimento de asfalto. El sensor 1 preferiblemente tiene la forma de un escáner de línea que mide la radiación IR. Para cubrir todo el ancho W del pavimento que se produce, un escáner de línea 1 debe colocarse en un nivel suficientemente alto para poder escanear todo el ancho W. En la realización preferida, el escáner de línea 1 tiene una ventana de registro de 90°. En consecuencia, escanea de forma análoga la temperatura en todo el ancho W del pavimento desde un lado de la ventana de registro hasta el otro lado. Para poder escanear también pavimentos muy anchos 4, el escáner 1 preferiblemente tendrá una disposición de accesorios que permite un posicionamiento de 6 metros sobre la superficie. En una realización preferida, el sensor 1 está unido de manera ajustable en altura para poder ajustar la posición vertical del sensor 1. El escáner tiene un mecanismo sensor que gira para escanear dentro de la ventana de escaneo (90°), que normalmente girará a una Velocidad de alrededor de 10-200 revoluciones por segundo. En una realización preferida, como se usará aquí más adelante, se usa una frecuencia de 20-60 hercios, por ejemplo, 40 revoluciones por segundo.

El escáner 1 está conectado a un primer procesador 20A y una primera memoria 21A. Por cada giro que el escáner 1 realice, los valores de temperatura escaneados T_n serán manejados por el primer procesador 20A y almacenados en la memoria 21A, en la realización preferida, 512 valores/revolución, normalmente dentro del rango de 256-2048, son registrados por un procesador local (no mostrado) dentro del escáner 1. El primer procesador 20A también está conectado a un dispositivo de medición de tramo (no mostrado, por ejemplo, una rueda) que mide continuamente el tramo en el tiempo para la máquina de acabado de carreteras 3 y/o un equipo GPS que registra continuamente la posición de la máquina de acabado de carreteras 3 y/o algunos dispositivos de medición de velocidad o de medición de tramo. Por consiguiente, al primer procesador 20A también se le proporcionan datos con respecto a la ubicación de la máquina de acabado de carreteras 3 y, por lo tanto, también al sensor 1 de una manera más o menos continua para almacenar esos datos en relación con cada intervalo de temperatura análoga registrado T_i . En consecuencia, hay un almacenamiento exacto, en la primera memoria 21A, de cada intervalo de temperatura escaneado T_i y su ubicación, tanto longitudinal (al conocer la posición exacta de la máquina) como transversal (al haber registrado con exactitud en qué ángulo los diferentes valores de temperatura T_n están registrados).

65

En la Figura 2 se muestra un diagrama que presenta diferentes gráficos. Un gráfico T_{max} que muestra la temperatura máxima medida por el sensor 1 y un segundo gráfico de temperatura T_{min} que muestra la temperatura mínima registrada por el sensor 1, donde cada valor se relaciona con una ubicación específica del tramo total que se ha escaneado. Además, se muestra un gráfico que refleja el tiempo desde el inicio t_1 de producir un tramo de pavimento 1 hasta el final t_2 de producir un tramo de pavimento. En la Figura 2, estos datos se refieren a un tramo total de 2800 metros y se muestra que se necesitaron alrededor de 10 horas para producir esos 2800 metros y además que la temperatura máxima a lo largo del tramo fue de aproximadamente de 163° y la temperatura mínima de aproximadamente 125° respectivamente.

En las Figuras 3 y 4 se muestra un tramo parcial X del tramo total presentado en la Figura 2, que varía de 1236 metros a 1238 metros, donde la temperatura máxima T_{max} fue de aproximadamente 157° y la temperatura mínima de aproximadamente 150° . En la realización preferida, cada tramo X se divide en secciones ΔX , y se utiliza el intervalo de temperatura escaneada promedio T_{im} para cada sección ΔX , para un procesamiento adicional, por lo que todos los intervalos de temperatura se almacenan en la primera memoria 21A y se procesan por el primer procesador 20A cuando se termina una sección ΔX . En la Figura 3 se muestra la imagen 8, que indica los intervalos de temperatura promedio T_{im} para cada sección ΔX distribuida a lo largo del ancho W del pavimento 4. El tono gris dentro de la imagen 8 está correlacionado con una cierta temperatura, como se muestra en la escala de temperatura 6- 7 presentada en la columna de la derecha al lado de la imagen 8. Cuando se compara con los tonos de gris dentro de la imagen 8, se puede ver que corresponde muy bien al rango de temperatura mencionado anteriormente, es decir, una variación de temperaturas en forma transversal en un rango de aproximadamente 150 - 157° .

Además, la Figura 1 muestra que hay una conexión entre el primer procesador 20A y un segundo procesador 20B, estando el segundo procesador 20B conectado a una segunda memoria 21B.

En la Figura 4 se muestra que los datos (al menos almacenados momentáneamente en la primera memoria 21A) como se muestra en la Figura 3, se han transferido al segundo procesador 20B y la segunda memoria 21B conectada allí para su posterior procesamiento. Este procesamiento adicional de los primeros datos (como se presenta en la Figura 3) se basa en determinar para cada subsección dada ΔX la distribución de las diferentes temperaturas medidas T_m en relación con su desviación de una temperatura media T_m dentro de esa subsección ΔX , como se explica más en detalle a continuación. Por consiguiente, se realiza una división del rango de temperatura medido T_{im} en donde el rango completo se divide en subrangos absolutos ΔT_{im} . Estos subrangos ΔT_{im} se clasifican a su vez en las clases $\Delta K T_m$, en relación con la distancia de la temperatura promedio T_m dentro de esa subsección ΔX en la que el subrango absoluto T_{im} está posicionado. Finalmente, todos los subrangos ΔT_{im} se clasifican en una clase respectiva $\Delta K T_m$. Como se muestra en la imagen 16 y la barra 15 en la Figura 4 a cada clase $\Delta K T_m$ se les ha dado su propia marca de primera línea, en donde, como en la Figura 3 el rango de intensidad presenta más o menos un cambio continuo. En la Figura 4 se muestra que hay un nivel 0, que representa la clase $\Delta K T_m$ que coincide con la temperatura promedio T_m dentro de cada sección transversal ΔX . Se selecciona que esta clase sea blanca. Una clase $\Delta K T_m$ situada más alejada de la temperatura media T_m dentro de cada subsección ΔX en una dirección más cálida que la temperatura media T_m se indica mediante una primera línea que marca un oscurecimiento continuo en el área superior de la barra 15, mientras que de manera opuesta la misma se aplica a las clases que representan una temperatura más baja que la temperatura promedio que se somborean continuamente en un matiz más oscuro de una marca de segunda línea. La imagen 16 presentada en la Figura 4, muestra por lo tanto para cada subsección ΔX cómo se distribuyen las diferentes clases $\Delta K T_m$ a lo largo del ancho W.

En la Figura 5 se muestra un gráfico $R \sum K T$ en el que todos los datos presentados en la Figura 4 se han compilado en un diagrama que presenta un valor de calidad para el tramo de pavimento X de la Figura 3 y 4. En consecuencia, toda la población de valores clasificados $\Delta K T_m$ se ha resumido y al eliminar un valor de población elegido 2Y de dicha compilación se presenta un valor adecuado que puede establecerse en relación con la calidad real del asfalto producido para el tramo X. Por lo tanto, quitando una cantidad elegida de la población total, por ejemplo, 5 % y simplemente usando esos valores de la población en la parte restante de la población, que se ubica más cerca del promedio de la población, se puede establecer un valor fiable, aquí llamado PDI. En la realización preferida, este valor de proporción de la población Y está en el intervalo de 1-4 %, pero, por supuesto, puede ser más pequeño y más grande si se desea. En el ejemplo mostrado, se obtiene un valor de aproximadamente 4,6 para PDI, que es una indicación de la alta calidad del pavimento para el tramo comprobado X. Los datos empíricos y las pruebas han demostrado que, en promedio, se espera un PDI de aproximadamente 10 para un pavimento que dure la vida útil prevista, por ejemplo, 10 años. Un valor más bajo indica una calidad más alta y un valor por encima de 10 indica una calidad peor, V.

A continuación, se hará referencia a un ejemplo que presenta las diferentes etapas con más detalle.

Cuando se lleva a cabo el procedimiento de acuerdo con la invención, es decir, para determinar la calidad de una parte X seleccionada de un pavimento asfáltico 4, el procedimiento puede comprender en la realización preferida las siguientes etapas:

a) Conectar el escáner de línea 1 a la disposición del procesador 2, para estar listo/en espera cuando la máquina 3 comience a moverse, es decir, a producir un pavimento de asfalto 4. En una realización preferida,

la disposición del procesador 2 comprende un primer procesador local 20A y una memoria 21A dispuestos en la máquina 3 y un segundo procesador remoto 20B y memoria 21B, por ejemplo, una unidad de servidor remoto 20B/21B que recibe continuamente datos de la unidad local 20A/21A, por ejemplo, datos de posición X', tiempo t, velocidad, etc. En la Figura 3 se muestra que la parte X seleccionada es una fracción del tramo total que se muestra en la Figura 2, es decir, la parte X seleccionada se extiende desde X'1 1236 metros hasta X'2 casi 1238 metros. De ahí un tramo de pavimento X de unos 2 metros.

- 5
- b) Hacer que el sensor 1 esté continuamente escaneando y registrando un número P de rangos de temperatura individuales TIn para un número P de subsección $\Delta X'$ dentro de una sección predeterminada ΔX . En las pruebas que se han realizado, se ha utilizado un escáner de línea 1 como sensor 1 que funciona a 40 Hz y cada subsección $\Delta X'$ ha sido seleccionada para que corresponda a 2 segundos (lo que normalmente corresponde a unos 200 mm) lo que implica que P será igual a 80. Por lo tanto, 80 rangos análogos de temperatura TIn analizados subsecuentemente se almacenarán en la memoria 21A.
- 10
- c) Compilar dichos rangos de temperatura TIn para dicha sección ΔX distribuidos a lo largo de dicho ancho W, por medio de recuperarlos de la memoria 21A y procesarlos en el procesador 20A,
- 15
- d) Determinar y almacenar en la memoria 21A un rango de temperatura promedio TIm (véase la superficie sombreada de color gris 8 en la Figura 3) que presenta un rango de temperatura promedio TIm para dicho número P de rangos de temperatura compilados TIn, distribuidos a lo largo de dicho ancho W de dicha sección ΔX . En la realización preferida, cuando la disposición de procesador 2 comprende una segunda unidad de procesador remoto 20B/21B, estos datos se suministran a la segunda unidad de procesador remoto 20B/21B en esta etapa del proceso, es decir, almacenándose en la unidad de procesador remoto 20B/21B cada rango de temperatura promedio compilado TIm junto con otros datos suministrados deseados, es decir, la ubicación de la sección ΔX , etc. En la Figura 3 en el lado derecho, se muestra una escala de temperatura 6 que se extiende verticalmente desde 120-165 C°, que también se transforma en una escala de sombreado gris posicionada en paralelo 7, desde la sombra más oscura (120 C°) hasta la sombra más clara (165 C°), a través de un campo de sombra intermedio central (145 C°) y sombreando entre sí las zonas intermedias. Por lo tanto, la imagen 8 presenta que cada subvalor ΔTIm recibe un tono gris específico en correspondencia con lo anterior. En la Figura 3 esto se ejemplifica al mostrar un subvalor ΔTIm en una ubicación X' dentro de una sección de ejemplo ΔX y en el que el tono gris del mismo se corresponde con una temperatura TIm de aproximadamente 157 C°.
- 20
- 25
- 30
- e) Luego las etapas b a d se repiten hasta que se produce toda el tramo X de pavimento, y la segunda unidad remota 20B/21B tiene todos los datos tal como se presentan en la Figura 3 almacenados en la misma.
- 35
- f) Determinar y almacenar un valor de temperatura promedio Tm para cada uno de dichos rangos de temperatura promedio TIm, que preferiblemente se logra mediante procesado y almacenaje en la unidad remota 20B/21B.
- 40
- g) Dividir cada rango de temperatura promedio TIm en sub-valores ΔTIm clasificando cada subvalor ΔTIm en una subclase ΔKTn , en donde todas las subclases cubren el rango completo de temperatura TIm para cada sección ΔX , y almacenar la posición X', ΔW y la subclase ΔKTn para cada subvalores ΔTIm .
- 45
- h) Determinar y almacenar un tramo relativo R, preferiblemente como un porcentaje, a la temperatura promedio Tm de cada subvalor ΔTIm para cada sección ΔX . En la Figura 5, hay una escala 9 que se extiende verticalmente de -1 a +1, que representa ese tramo relativo R, que también se transforma en una escala 15 colocada en paralelo, que va desde la intensidad alta de la marca de la segunda línea (por ejemplo, que representa -1 en la Figura 5) a la intensidad alta de la marca de la primera línea (por ejemplo, que representa +1 en la Figura 5), a través de un cero central (0 que es igual a la temperatura promedio Tm) que es blanca y que se sombrean entre sí en las zonas intermedias. Esto se ejemplifica en la Figura 5, al mostrar el mismo subvalor ΔKTm que en la Figura 4 y que la marca de eso (marca de segunda línea de baja intensidad) corresponde a un tramo relativo R de aproximadamente - 0,2°. Al presentar todos los datos almacenados como una imagen 16, como en la Figura 5, se muestra para cada subvalor ΔTIm cuánto y en qué dirección (más frío = marca de segunda línea, más caliente = marca de primera línea) se desvía de la temperatura promedio Tm y también su ubicación. Dado que la calidad está muy relacionada con la dispersión de la temperatura a lo largo del ancho W, esta imagen 16 proporciona información muy útil para el experto en la materia con respecto a la calidad del tramo X de pavimento de asfalto mostrado. Como es evidente para el experto, un tramo corto X (como los 2 metros en la Figura 5) probablemente presentará un rango relativamente pequeño de tramo relativo R, es decir, aproximadamente 2 como se muestra en la Figura. 5, mientras que es probable que se obtenga un rango mayor (por ejemplo, de aproximadamente 5 a 15) si se investiga una distancia mayor.
- 50
- 55
- 60
- 65
- Ahora la calidad puede determinarse aún más determinando un valor de calidad V para dicho tramo de pavimento X lo que es fácil de entender para cualquier persona. Dicho valor de calidad (V) está de acuerdo con el modo preferido de la invención basado en un valor de relación PDI que está relacionado con la

dispersión de los subvalores ΔT_{Im} a lo ancho de dicho tramo de pavimento X, incluyendo preferiblemente las etapas adicionales.

- 5 i) Clasificar la población de todos los subvalores ΔT_{Im} en función de la subclase $\Delta K T_n$ para el tramo del pavimento X en relación con el tramo relativo R de cada subvalor ΔT_{Im} y determinar las proporciones relativas $R_{\sum KT}$, preferiblemente en porcentaje, del número de subvalores ΔT_{Im} en cada tramo relativo R para dicho tramo de pavimento X.
- 10 k) Sumar las proporciones relativas acumuladas $R_{\sum KT}$ dentro de dicho tramo de pavimento X, desde la clase más baja $\Delta K T_{min}$ hasta la clase más alta $\Delta K T_{max}$. Como se muestra en la Figura 5 esto puede representarse en una gráfica, donde las cifras acumuladas $R_{\sum KT}$ se presentan en el eje Y (0-100) y el tramo relativo R en el eje X (-15 a +15).
- 15 l) Determinar un valor de proporción de la población Y.
- m) Usar dicho valor de proporción de la población Y para determinar un primer valor parcial YKT que constituye un valor parcial inferior S1 y para determinar un segundo valor parcial KT-YKT que constituye un valor parcial superior S2 de la suma de las proporciones relativas acumuladas $R_{\sum KT}$.
- 20 n) Determinar la distancia PDI entre dicho valor parcial inferior S1 y dicho valor parcial superior S2. En la Figura 5 se muestra que se obtiene un PDI de aproximadamente 3,2.

25 Ahora, la distancia PDI se puede comparar fácilmente con una distancia de correlación empíricamente predeterminada PDI_j , en el entendimiento de que si $PDI = PDI_j$ se indica un valor de calidad aceptable V_a y si $PDI < PDI_j$ se indica un mejor valor de calidad V que dicho valor de calidad aceptable V_a indicado. Las pruebas han demostrado que se puede usar un PDI_j de aproximadamente 10 en la mayoría de los casos. En consecuencia, un PDI de aproximadamente 3, 2 indica una calidad muy alta.

30 Para hacer el procedimiento aún más sofisticado, es posible calcular adicionalmente un valor de calidad relativa V_r , en el que $V_r = k (PDI_j - PDI_n / PDI_j)$ donde k indica un multiplicador seleccionado, y un valor de calidad relativa positivo V_r que demuestra un valor relativo de calidad V que es mejor que el valor de calidad aceptable V_a y al aumentar el valor de calidad V_r , cuanto mayor sea el valor, respectivamente, mayor será el valor de calidad relativa negativo V_r que indica un valor de calidad relativa que no es aceptable y de menor calidad.

35 Además, se puede determinar un supuesto valor de vida útil Q de dicho pavimento asfáltico para dicho tramo de pavimento X relacionando dicho valor de calidad relativa V_r con un valor de vida útil promedio Q_a .

40 La invención no se limita a lo que se define anteriormente, sino que puede variarse dentro del alcance de las reivindicaciones. Por ejemplo, es evidente que el sensor 1 puede colocarse en un vehículo separado, es decir, no en la máquina de acabado de carreteras, por ejemplo, en un rodillo que sigue a la máquina de acabado de carreteras. Además, es evidente que muchas de las expresiones utilizadas no son limitantes, por ejemplo, que el valor de la relación puede tomar otros formatos que el ejemplificado anteriormente.

45

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para determinar la calidad de un pavimento asfáltico, comprendiendo el procedimiento las etapas de:

- 5 a) proporcionar e inicializar al menos un sensor (1) conectado a una disposición de procesador (2) que comprende al menos un procesador (20A, 20B) conectado a al menos una memoria (21A, 21B), para registrar al menos los valores de temperatura (T_n), hora (t) y/o posición (X) momentáneamente para todo el ancho (W) de un pavimento asfáltico (4) en relación con su producción a lo largo de un tramo del pavimento (X)
- 10 b) escanear y registrar un número (P) de rangos de temperatura individuales (T_{In}) para un número (P) de los rangos de sección ($\Delta X'$) en una sección (ΔX)
- c) compilar dichos rangos de temperatura individuales (T_{In}) en dicha sección (ΔX) distribuidos a lo largo de dicho ancho (W)
- 15 d) determinar y almacenar en dicha al menos una memoria (21A, 21B) un rango de temperatura promedio (T_{Im}) que presenta un rango de temperatura promedio (T_{Im}) para dicho número (P) de rangos de temperatura individuales compilados (T_{In}) distribuidos a lo largo de dicho ancho (W) de dicha sección (ΔX),
- e) repetir los etapas b) a d) hasta que se produzca la totalidad de dicho tramo del pavimento (X), en donde dichos rangos de temperatura promedio almacenados (T_{Im}), en dicha memoria (21), son procesados por dicho procesador (20A, 20B) determinando un valor de calidad (V) para dicho tramo de pavimento (X) basado en un valor de relación (PDI_n) que está relacionado con la dispersión de los rangos de temperatura promedio (T_{Im}) a lo ancho de dicho tramo de pavimento (X), en donde dicha determinación de la calidad comprende lo siguiente etapas;
- 20 f) determinar y almacenar un valor promedio de temperatura (T_m) para cada uno de dichos rangos de temperatura promedio (T_{Im}),
- 25 g) determinar y almacenar el tramo relativo (R), preferiblemente como un porcentaje, a la temperatura promedio (T_m) de los subvalores (ΔT_{Im}) obtenidos al dividir cada rango de temperatura promedio (T_{In}) dentro de cada sección (ΔX) en dicho sub -valores (ΔT_{Im}), y en donde dicha determinación de calidad también comprende los siguientes etapas;
- 30 h) clasificar la población de todos los subvalores (ΔT_{Im}) en clases (ΔKT_n) para el tramo del pavimento (X) y determinar las proporciones relativas ($R_{\sum KT}$), preferiblemente en porcentaje, del número de subvalores (ΔT_{Im}) en cada tramo relativo (R) para dicho tramo de pavimento (X),
- i) sumar las proporciones relativas acumuladas ($R_{\sum KT}$) dentro de dicho tramo del pavimento (X), desde la clase más baja (ΔKT_{min}) hasta la clase más alta (ΔKT_{max})
- 35 j) determinar un valor de proporción de la población (Y),
- k) usar dicho valor de proporción de la población (Y) para determinar un primer valor parcial (YKT) que constituye un valor parcial inferior (S_1) y para determinar un segundo valor parcial ($KT YKT$) que constituye un valor parcial superior (S_2) de la suma de las proporciones relativas acumuladas ($R_{\sum KT}$),
- n) determinar la distancia PDI entre dicho valor parcial inferior (S_1) y dicho valor parcial superior (S_2),
- 40 o) comparar las distancias PDI con una distancia de correlación empíricamente predeterminada PDI_j , en el entendimiento de que si $PDI = PDI_j$ se indica un valor de calidad aceptable (V_a) y si $PDI < PDI_j$ se indica un valor de calidad mejor (V) que dicho valor de calidad aceptable (V_a).

2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además calcular un valor de calidad relativa V_r , en el que $V_r = k (PDI_j - PDI) / PDI_j$ donde k indica un multiplicador seleccionado, y un valor de calidad relativa positivo V_r que demuestra un valor de calidad relativa (V) que es mejor que el valor de calidad aceptable (V_a) y al aumentar el valor de calidad V_r , cuanto mayor sea el valor, respectivamente, mayor será el valor de calidad relativa negativo V_r que indica un valor de calidad relativa que no es aceptable y de menor calidad .

3. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-2, que comprende además determinar un supuesto valor de vida útil (Q) de dicho pavimento asfáltico, y determinar un valor de vida útil (Q_n) de dicho tramo de pavimento (X) relacionando dicho valor de calidad relativa V_r con un valor de vida promedio (Q_a).

4. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en el que dicha sección ($\Delta X'$) está en el rango de 50-600 mm, preferiblemente de 100-300 mm.

5. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en el que el número (P) de intervalos individuales escaneados y registrados (ΔI_n) dentro de dicha sección (ΔX) está entre 50 y 500, preferiblemente de 60 a 200, más preferido de 70 a 100.

6. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en el que dicho valor de proporción de población (Y) está en el intervalo de 0,01 a 0,04, preferiblemente de 0,02 a 0,03.

7. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en el que cada una de dichas clases (ΔKT_n) constituye un valor de rango absoluto (ΔTI) en el rango de 0.0005- 0.002 del rango de temperatura promedio registrado (T_{Im}) de dicha sección (X).

ES 2 734 711 T3

8. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-7, en el que dicho sensor (1) es un escáner de línea infrarroja dispuesto para escanear dicho rango de temperatura (ΔI_n).
- 5 9. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8, en el que dicho sensor (1) comprende un miembro giratorio que escanea los valores de IR dentro de un cierto rango de ángulo (α), que está preferiblemente en el rango $60 < \alpha < 120^\circ$, preferiblemente $80 < \alpha < 100^\circ$.
- 10 10. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8 o 9, en el que dicho sensor (1) está dispuesto 2-6 m por encima de la superficie de dicho pavimento asfáltico
- 11 11. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-7, en el que dicho sensor (1) es una cámara de infrarrojos dispuesta para escanear dicho rango de temperatura (T_{I_n}).
- 15 12. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-11, en el que dicha disposición de procesador (2) comprende al menos un primer procesador (20A) y una primera memoria (21A) adaptados para procesar dichos rangos de temperatura promedio (T_{I_m}) y un segundo procesador (20B) y una segunda memoria (21A) dispuestos para determinar el valor relativo PDIn.
- 20 13. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 12, en el que dichos segundo procesador (20B) y segunda memoria (21A) constituyen una unidad de servidor, preferiblemente colocada en un lugar remoto en relación con dicho sensor (1).
- 25 14. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las anteriores reivindicaciones, en el que la posición para cada medición está determinada por un receptor GPS.
- 30 15. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las anteriores reivindicaciones, que comprende, además:
directamente después de la compactación del pavimento asfáltico, medir continuamente una densidad del pavimento asfáltico compactado y registrar los datos de densidad, en donde preferiblemente, la densidad se estima a partir de una medición de la temperatura de la superficie del pavimento asfáltico compactado.

35

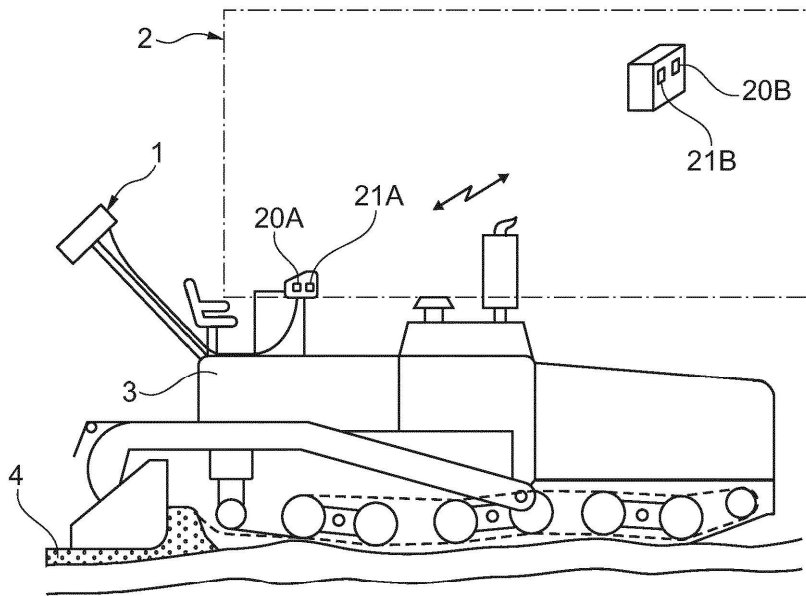


Fig. 1

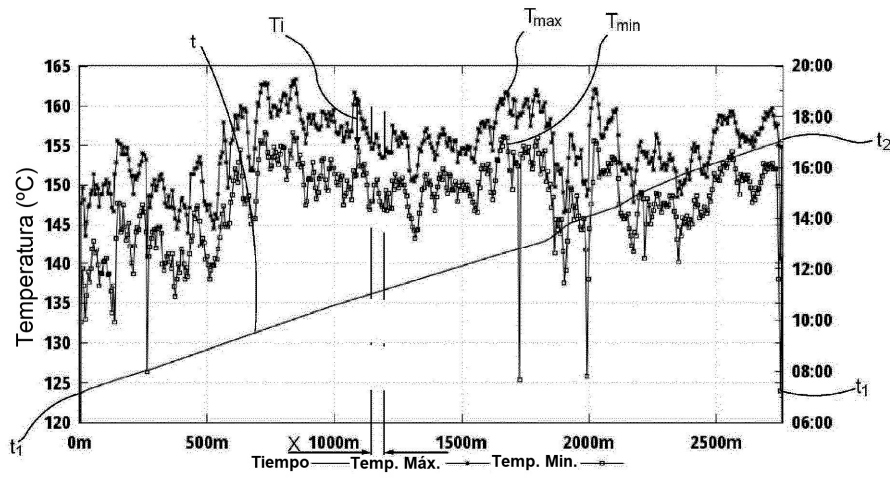


Fig. 2

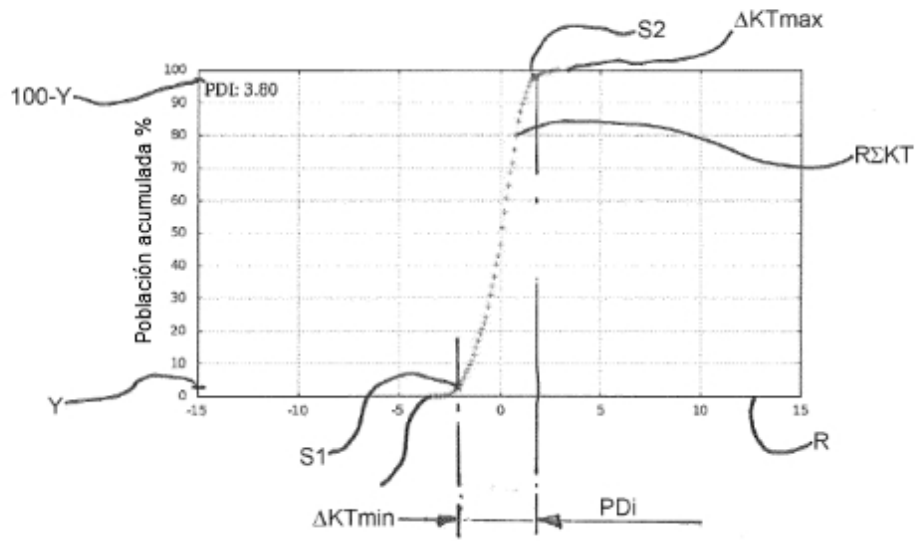


Fig. 5