

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 704 060**

51 Int. Cl.:

G01K 17/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.12.2014 PCT/FR2014/053571**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.07.2015 WO15101751**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.12.2014 E 14831036 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.11.2018 EP 3090240**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo de determinación del coeficiente de pérdida térmica de un local**

30 Prioridad:

30.12.2013 FR 1363712

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

14.03.2019

73 Titular/es:

**SAINT-GOBAIN ISOVER (100.0%)
18 Avenue d'Alsace
92400 Courbevoie, FR**

72 Inventor/es:

**PANDRAUD, GUILLAUME y
ALZETTO, FLORENT**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 704 060 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 determinación del coeficiente de pérdida térmica de un local

5 El presente invento trata de un procedimiento y de un dispositivo para determinar el coeficiente de pérdida térmica de un local. En el sentido del invento, un local es una casa individual o un edificio, especialmente utilizada como vivienda o con un uso terciario, o incluso una parte de tal edificio, por ejemplo, un apartamento en un inmueble de varios pisos.

El coeficiente de pérdida térmica de un local, anotado como K, es igual a la potencia de pérdida térmica del local (en Vatios) por grado (Kelvin o Celsius) de diferencia entre la temperatura del aire en el interior del local y la temperatura del aire exterior. Este coeficiente K es representativo de las prestaciones energéticas de la envoltura del local.

10 El coeficiente de pérdida térmica K de un local está influido, por una parte, por las pérdidas térmicas por transmisión a través de las paredes del local y, por otra parte, por las filtraciones de aire. Las pérdidas térmicas por transmisión están representadas por un factor $H_T = UA_T$, en el que U es el coeficiente de transmisión térmica de la envoltura del local, igualmente llamado coeficiente de pérdida específica por transmisión del local, y A_T es la superficie total de las paredes del local. Las filtraciones de aire en el local están representadas por un factor $m' \cdot C_p$, en el que m' es el caudal de renovación del aire y C_p es la capacidad calorífica del aire. En consecuencia, el coeficiente de pérdida térmica K está dado por la relación:

$$K = H_T + m' \cdot C_p = UA_T + m' \cdot C_p$$

20 El coeficiente U es utilizado, en el marco de reglamentaciones térmicas tales como la RT 2005 en Francia o el reglamento En EV en Alemania, para acceder a una estimación del consumo global de energía del local. Su determinación es útil para efectuar un diagnóstico del aislamiento térmico de un local, en particular después de su construcción, para verificar que el constructor ha respetado las normas en vigor en términos de aislamiento térmico tanto en lo que concierne a la elección de los materiales como a su utilización, o cuando se considera una rehabilitación del local, con vistas a evaluar las medidas que conviene tomar para mejorar las prestaciones térmicas.

25 WO 2012/028829 A1 describe un procedimiento de determinación del coeficiente de pérdida térmica K de un local, en el que se utilizan las variaciones transitorias de la temperatura interior del local cuando está sometido a unas sollicitaciones internas controladas y en un entorno externo medido. Para un análisis cuantitativo de la variación de la temperatura interior del local, que se obtiene con medidas in situ, es posible determinar la calidad energética del local en un periodo relativamente corto, lo que permite franquear la influencia de las condiciones de utilización del local y las variaciones de las condiciones climáticas exteriores. En la práctica, se ha demostrado que este procedimiento proporciona buenos resultados cuando es utilizado con un tiempo de las medidas correspondiente a dos noches consecutivas. En particular, ha resultado que el error sobre el valor del coeficiente de pérdida térmica K es susceptible de aumentar cuando el tiempo de las medidas disminuye.

35 Es a estos inconvenientes lo que trata de remediar de una manera más particular el invento proponiendo un procedimiento y un dispositivo que permita determinar el coeficiente de pérdida térmica de un local en un tiempo corto, especialmente en una sola noche o incluso en algunas horas, con una buena precisión, especialmente del orden de +/- 20%.

A estos efectos, el invento tiene como objetivo un procedimiento de determinación del coeficiente de pérdida térmica K de un local, caracterizado por que incluye unas etapas como las definidas en la reivindicación 1, en las cuales:

40 - se procede, en el local, en dos periodos de tiempo D_1 y D_2 sucesivos:

i. en el primer periodo de tiempo, D_1 , a la aplicación de una potencia de calefacción P_1 del local, y a una campaña de medidas de al menos una temperatura en el interior del local T_{i1} a intervalos próximos de tiempo, así como a la determinación de la temperatura del aire exterior T_{e1} a intervalos próximos de tiempo, siendo la primera potencia de

$$\alpha = 1 - \frac{\Delta T_1(0) K_{ref}}{P_1}$$

45 calefacción P_1 tal que el parámetro es inferior o igual a 0.8 con $\Delta T_1(0) = T_{i1}(t=0) - T_{em}$, en donde $t=0$ es el punto de partida del primer periodo de tiempo D_1 , T_{em} es la temperatura media del aire exterior en el conjunto de los periodos de tiempo D_1 y D_2 , y K_{ref} es un valor de referencia del coeficiente de pérdida térmica K del local, después

50 ii. en el segundo periodo de tiempo D_2 , a la aplicación de una segunda potencia de calefacción P_2 del local sensiblemente nula, de tal manera que se deja la temperatura en el interior del local T_{i1} evolucionar libremente, y a una campaña de medidas de al menos una temperatura en el interior del local T_{i2} a intervalos de tiempo próximos, así como a la determinación de la temperatura del aire exterior T_{e2} a intervalos de tiempo próximos;

- para cada uno de los primero y segundo periodos de tiempo D_1 y D_2 , se selecciona un intervalo de tiempos Δt_1 ó Δt_2 para el cual la evolución $T_{i1}(t)$ o $T_{i2}(t)$ es sensiblemente lineal, en donde los intervalos de tiempo Δt_1 y Δt_2 son tales que el intervalo de tiempo Δt_1 se extiende hasta el final del primer periodo D_1 de aplicación de la primera

potencia de calefacción P_1 y tales que, cuando se superponen los puntos de partida del primer periodo D_1 y del segundo periodo D_2 , los intervalos de tiempo Δt_1 y Δt_2 tienen el mismo punto final;

- se determina, en cada intervalo de tiempo Δt_1 y Δt_2 , la pendiente a_1 ó a_2 de la tangente a la curva $(T_a(t))_{k=1 \text{ ó } 2}$;

- se deduce el valor de K_{calc} del coeficiente de pérdida térmica K del local a partir de las pendientes a_1 y a_2 .

5 Preferentemente, los intervalos de tiempo Δt_1 y Δt_2 son de la misma duración.

Por supuesto que, el procedimiento según el invento no requiere necesariamente la utilización de una representación gráfica de la evolución de $T_a(t)$.

10 En particular, a cada intervalo de tiempo, Δt_k , la pendiente a_k de la tangente a la curva $T_a(t)$ es igual a la derivada de la evolución $T_{ik}(t)$ en el intervalo Δt_k . Desde ese momento, la etapa de determinación de la pendiente a_k de la tangente a la curva $T_{ik}(t)$ en el intervalo de tiempo Δt_k puede realizarse, en el marco del invento, calculando la derivada de la evolución $T_{ik}(t)$ en el intervalo de tiempo Δt_k , sin recurrir a una representación gráfica de la evolución $T_{ik}(t)$.

15 Las etapas de cálculo del procedimiento, en particular para la determinación de las pendientes a_k , pueden ser utilizadas con la ayuda de cualquier método de cálculo apropiado. Puede tratarse especialmente de una unidad de cálculo electrónico que está conectado a un sistema de adquisición para adquirir las medidas requeridas por el procedimiento y que incluye unos medios de cálculo para ejecutar todas o parte de las etapas de cálculo del procedimiento a partir de las medidas adquiridas.

20 En el marco del invento, se entiende por "potencia de calefacción del local" a cualquier condición operativa que genere una variación de la temperatura interior del local para unas condiciones de temperatura exterior dadas. Se entiende que la potencia de calefacción puede ser positiva, nula o negativa. Una potencia de calefacción positiva se corresponde con un aporte de calor en el local, mientras que una potencia de calefacción negativa se corresponde con un aporte de frío en el local.

25 Según el invento, está previsto que la primera potencia de calefacción P_1 es una potencia estrictamente positiva o estrictamente negativa propia para generar una evolución forzada de la temperatura en el interior del local, mientras que la segunda potencia de calefacción P_2 es una potencia sensiblemente nula. En el sentido del invento, una potencia de calefacción se dice que es sensiblemente nula cuando permite una evolución libre de la temperatura en el interior del local. En general, la segunda potencia de calefacción P_2 no es estrictamente nula, debido a que especialmente a la presencia en el local de materiales de medida o de cálculo, que son utilizados para poner en marcha el procedimiento y que generan en funcionamiento una potencia de calefacción residual. En el caso de una potencia de calefacción sensiblemente nula, la variación de la temperatura interior del local puede resultar de una diferencia entre la temperatura interior del local y la temperatura exterior, o incluso de una variación de la temperatura exterior.

30 El invento se basa en la selección de una solicitud térmica específica del local permitiendo acceder a su coeficiente de pérdida térmica con una buena precisión y en un tiempo reducido, siendo esta solicitud térmica específica la aplicación de una primera potencia de calefacción P_1 estrictamente positiva o estrictamente negativa propia para generar una evolución forzada de la temperatura en el interior del local, seguida de la aplicación de una segunda potencia de calefacción P_2 sensiblemente nula que permita una evolución libre de la temperatura en el interior del local.

35 Como se describe en WO 2012/028829 A1, la determinación del coeficiente de pérdida térmica K de un local está basada, en el marco del invento, en la modelización del local según un modelo R-C con una resistencia y una capacidad. El local está considerado como una caja isoterma caracterizada, por una parte, por su coeficiente de pérdida térmica K , que es inverso a una resistencia, y, por otra parte, por su inercia o su capacidad térmica efectiva C . La capacidad térmica efectiva C de un local, para una solicitud térmica del local a potencia constante, se corresponde con la capacidad térmica de los materiales situados en la envoltura aislante del local y es definida como la energía necesaria para aumentar la temperatura ambiente del local en 1 K a temperatura exterior constante durante la duración de la solicitud.

40 Para cada periodo de tiempo $(D_k)_{k=1 \text{ ó } 2}$ la temperatura interior del local T_{ik} se supone homogénea. La evolución de la diferencia de temperaturas entre el interior y el exterior $\Delta T_k = T_{ik} - T_{ek}$ sigue un comportamiento exponencial, según la ecuación:

50
$$C \, d\Delta T_k = (P_k - K \Delta T_k) \, dt \quad (1)$$

Con

K coeficiente de pérdida térmica del local,

C capacidad térmica efectiva del local,

P_k potencia de calefacción del local,

ΔT_k diferencia de temperaturas entre el interior y el exterior.

Según la ecuación (1), la pendiente a_k de la tangente a la curva representativa de la evolución de la magnitud $\Delta T_k = T_{ik} - T_{ek}$, en función del tiempo está dada, por lo tanto, por:

$$a_k = \frac{d\Delta T_k}{dt} = \frac{P_k - K \Delta T_k}{C}.$$

5 En la práctica, en el marco del procedimiento del invento, se busca en cada periodo de tiempo D_k un intervalo de tiempo Δt_k para el que la evolución $T_{ik}(t)$ es sensiblemente lineal. En este intervalo de tiempo Δt_k , se puede considerar que la temperatura del aire exterior T_{ek} es sensiblemente constante e igual a la temperatura media T_{em} del aire exterior en el conjunto de los periodos de tiempo D_1 y D_2 . Además, como se selecciona un intervalo de tiempo Δt_k en el periodo de calefacción D_k , se puede considerar un valor medio T_{ikm} de $T_{ik}(t)$ en el intervalo de tiempo Δt_k en la expresión de la pendiente a_k . Desde entonces, la pendiente a_k está dada por:

$$a_k = \frac{P_k - K \Delta T_{km}}{C}, \quad \text{con } \Delta T_{km} = T_{ikm} - T_{em}.$$

De esta manera, es posible acceder a un valor K_{calc} del coeficiente de pérdida térmica del local aplicando, en dos periodos de tiempo sucesivos D_1 y D_2 , dos potencias de calefacción P_1 y P_2 de valores diferentes, y midiendo la evolución de al menos una temperatura en el interior del local $T_{i1}(t)$ o $T_{i2}(t)$ en cada uno de estos dos periodos de tiempo. Para cada periodo de tiempo D_1 y D_2 , se selecciona un intervalo de tiempo Δt_1 o Δt_2 para el cual la evolución $T_{i1}(t)$ o $T_{i2}(t)$ es sensiblemente lineal, y se determina, en este intervalo de tiempo Δt_1 o Δt_2 , la pendiente a_1 o a_2 de la tangente a la curva $(T_{ik}(t))_{k=1 \text{ ó } 2}$. El valor K_{calc} del coeficiente de pérdida térmica del local está dada entonces por:

$$K_{calc} = \frac{a_1 P_2 - a_2 P_1}{a_1 \Delta T_{2m} - a_2 \Delta T_{1m}} \quad (2).$$

Ha sido constatado experimentalmente que el error en el valor K_{calc} del coeficiente de pérdida térmica determinado por una prueba en dos fases como se ha descrito anteriormente es susceptible de aumentar cuando se reduce el tiempo de medida. Con el objetivo de reducir el tiempo de medida limitando al mismo tiempo el error en el valor K_{calc} , se ha llevado a cabo un estudio para evaluar la influencia de las condiciones en las cuales se desarrolla la prueba sobre la precisión del valor K_{cal} obtenido.

A estos efectos, los inventores han utilizado un modelo difuso simplificado, en el cual se considera una capa de material homogéneo de espesor e , que incluye una cara externa y una cara interna. Esta capa está sometida a una prueba en dos fases, que incluye una primera fase, en la cual se somete a la cara interna de la capa a una primera potencia de calefacción P_{h1} constante durante un tiempo de calefacción que va de 0 a t_h , y una segunda fase, en la cual se somete a la cara interna de la capa a una segunda potencia de calefacción P_{h2} constante diferente P_{h1} durante un tiempo de calefacción que va de t_h a $2t_h$. La cara externa de la capa se mantiene a una temperatura constante durante la duración de la prueba. Si la capa está en un estado inicial estático con una diferencia de temperaturas $\Delta T(0) = T_{int}(t=0) - T_{ext}(T=0)$, la evolución de la temperatura de la cara interna está dada por:

$$T_{int}(t) = \begin{cases} \forall 0 \leq t \leq t_h, P_1 R - (P_1 - \Delta T(0)K) \sum_{j \geq 0} R_j e^{-t/\tau_j} \\ \forall t_h < t \leq 2t_h, P_2 R - (P_1 - \Delta T(0)K) \sum_{j \geq 0} R_j e^{-t/\tau_j} - (P_2 - P_1) \sum_{j \geq 0} R_j e^{-(t-t_h)/\tau_j} \end{cases} \quad (3),$$

con τ_j las constantes de tiempo intrínsecas de la capa tales que:

$$\forall j \geq 0, \tau_j = RC \frac{4}{\pi^2 (2j+1)^2},$$

35 R_j los pesos asociados, homogéneos con una resistencia térmica, tales que:

$$\forall j \geq 0, R_j = R \frac{8}{\pi^2 (2j+1)^2},$$

donde $R = \frac{e}{S\lambda}$ y $C = e S\rho C_p$, con λ la conductividad térmica de la capa, ρ la densidad de la capa, S la superficie de la capa y C_p la capacidad calorífica del aire.

Con el fin de comprender de qué manera las diferentes constantes de tiempo afectan al valor de K_{calc} del coeficiente de pérdida térmica determinado por una prueba en dos fases tal como se ha descrito anteriormente, los inventores han inyectado la ecuación (3) en la ecuación (2), lo que da:

$$K_{calc} = K \frac{1}{1 - \beta \frac{f_B(t_h)}{\frac{P_{h1}(P_{h1} - \Delta T(0)K)}{P_{h1}^2 - P_{h2}\Delta T(0)K} g_B(t_h)}} \quad (4)$$

$$\beta = \frac{(P_{h1} - \Delta T(0)K)^2}{P_{h1}^2 - P_{h2}\Delta T(0)K} ; f_B(t_h)$$

donde β es un parámetro adimensional tal que $f_B(t_h)$ y $g_B(t_h)$ son funciones que dependen únicamente del local y del tiempo de calefacción t_h , que son unas funciones monótonas, decrecientes cuando el tiempo de calefacción aumenta, y tales que $0 < f_B(t_h)$ y $0 < g_B(t_h) \leq 1$.

5 Los inventores han constatado de esta manera que, a partir de la expresión (4), que el valor K_{calc} del coeficiente de pérdida térmica determinado por una prueba en dos fases tal como se ha descrito anteriormente es igual al coeficiente de pérdida térmica K de la capa multiplicado por un factor de corrección que depende del parámetro β . En particular, el error en el valor de K_{calc} se minimiza cuando el parámetro β tiende a 0.

10 Por razones prácticas, los inventores se han interesados en las configuraciones en las que una de las potencias de calefacción P_{h1} y P_{h2} es nula.

En la primera configuración en la que la potencia de calefacción P_{h1} es nula, el parámetro adimensional que interviene en la expresión de K_{calc} es:

$$\beta = -\frac{\Delta T(0)K}{P_{h2}}$$

15 En esta primera configuración, la prueba en dos fases conduce a un valor de K_{calc} sobrevalorado si β es positivo y sub-valorado si β es negativo. Además, el parámetro β disminuye en valor absoluto, y, por lo tanto, la precisión sobre K_{calc} aumenta, cuando la diferencia de temperaturas inicial $\Delta T(0)$ disminuye o cuando la segunda potencia de calefacción P_{h2} aumenta.

20 En la práctica, estas condiciones experimentales no son fáciles de utilizar para un edificio real, pues sufre las condiciones experimentales que han precedido a la prueba y que pueden perturbar las medidas. Es por eso por lo que se coloca antes en la segunda configuración en la que se fuerza la solicitud con una primera potencia de calefacción P_{h1} no nula, mientras que la segunda potencia de calefacción P_{h2} es nula.

En esta segunda configuración en la que la segunda potencia de calefacción P_{h2} es nula, el parámetro adimensional que interviene en la expresión de K_{calc} es:

$$\alpha = \sqrt{\beta} = 1 - \frac{\Delta T(0)K}{P_{h1}}$$

25 El valor K_{calc} del coeficiente de pérdida térmica determinado en la segunda configuración, por una prueba en dos fases con una primera potencia de calefacción P_{h1} positiva y constante y una segunda potencia de calefacción P_{h2} está dada entonces por:

$$K_{calc} = K \frac{1}{1 - \alpha^2 \frac{f_B(t_h)}{1 - \alpha g_B(t_h)}} \quad (5).$$

$$\frac{1}{1 - \alpha^2 \frac{f_B(t_h)}{1 - \alpha g_B(t_h)}}$$

30 En esta segunda configuración, como el factor correctivo $\frac{1}{1 - \alpha^2 \frac{f_B(t_h)}{1 - \alpha g_B(t_h)}}$ es superior o igual a 1, la prueba en dos fases nos conduce siempre a un valor de K_{calc} sobrevalorado con respecto al coeficiente de pérdida térmica K de la capa. La expresión (5) permite igualmente ver que el factor de corrección disminuye, y, por lo tanto, la precisión sobre K_{calc} aumenta, cuando el tiempo de calefacción t_h aumenta y cuando el parámetro α disminuye. Para mejorar la precisión sobre el valor de K_{calc} conviene, por lo tanto, o bien aumentar el tiempo de calefacción t_h , o bien disminuir el parámetro α .

35 Los inventores han establecido experimentalmente, procediendo a unas series de pruebas en dos fases con una primera potencia de calefacción P_1 positiva y constante y una segunda potencia de calefacción P_2 sensiblemente nula en diferentes tipos de locales y haciendo variar el valor del parámetro α de una prueba a otra, que es posible, para todos los tipos de locales, obtener una buena precisión sobre el valor de K_{calc} , es decir una precisión tal que el valor de K_{calc} se encuentra en una horquilla de +/- 20% alrededor de K , teniendo al mismo tiempo un tiempo de

calefacción inferior o igual a 4 horas, con la condición de que el parámetro α permanezca inferior o igual a 0,8. El tiempo de calefacción o el error pueden reducirse todavía más disminuyendo el parámetro α .

Partiendo de esta constante experimental, el invento propone determinar el coeficiente de pérdida térmica de un local en un tiempo reducido, preservando al mismo tiempo una buena precisión sobre el resultado, teniendo en cuenta las siguientes medidas:

5

$$\alpha = 1 - \frac{\Delta T_1(0) K_{ref}}{P_1}$$

- La primera potencia de calefacción P_1 se elige no nula y tal que el parámetro sea inferior o igual a 0,8 en donde $\Delta T_1(0) = T_{i1}(t=0) - T_{em}$, con $t=0$ el punto de partida del primer periodo de tiempo D_1 T_{em} es la temperatura media del aire exterior en el conjunto de los periodos de tiempo D_1 y D_2 y K_{ref} es un valor de referencia del coeficiente de pérdida térmica K del local. Se considera aquí que la temperatura del aire exterior es estable en los periodos de tiempo D_1 y D_2 de tal manera que la temperatura inicial del aire exterior es sensiblemente igual a la temperatura media T_{em} del aire exterior en el conjunto de los periodos de tiempo D_1 y D_2 . Hay que observar que la primera potencia de calefacción P_1 puede ser una potencia positiva, cuando la diferencia de temperaturas inicial $\Delta T_1(0)$ del local es positiva, o una potencia negativa, cuando la diferencia de temperaturas inicial $\Delta T_1(0)$ del local es negativa.

10

15

- El intervalo de tiempo Δt_2 utilizado para el tratamiento de los datos obtenidos en el segundo periodo de tiempo D_2 , se elige con un punto final tal que la duración entre el punto de partida del periodo D_2 y el punto final del intervalo Δt_2 es igual a la duración del primer periodo de tiempo D_1 . Se ha constatado experimentalmente en efecto que tal simetría de tratamiento de los datos mejora la precisión del valor de K_{calc} . Esto se corresponde con las condiciones del modelo difuso simplificado descrito anteriormente, en el que las dos fases de calefacción tienen la misma duración.

20

De una manera ventajosa, aplicando los dos criterios listados anteriormente, el primer periodo de tiempo D_1 sobre el que se aplica la primera potencia de calefacción P_1 puede tener una duración inferior o igual a 4 horas sin que eso penalice la precisión del valor de K_{calc} , que permanece del orden de +/-20% alrededor de K .

25

Según una característica ventajosa, la primera potencia de calefacción P_1 del local incluye una potencia de calefacción P_{imp1} impuesta al medio de una fuente de potencia controlada. Si ninguna fuente de potencia distinta que la utilizada para aplicar la potencia de calefacción impuesta P_{imp1} está activa en el local en el transcurso del primer periodo de tiempo D_1 , la primera potencia de calefacción P_1 del local es igual a la potencia de calefacción impuesta P_{imp1} . Si por el contrario, existe en el transcurso del periodo D_1 una potencia suplementaria P_{sup1} en el local además de la potencia P_{imp1} , la primera potencia de calefacción P_1 es igual a $P_{imp1} + P_{sup1}$. En particular, en el caso en el que la radiación solar en el primer periodo de tiempo D_1 sea importante, la contribución de la radiación solar al calentamiento del local forma parte de la potencia suplementaria P_{sup1} .

30

En la práctica, las condiciones de utilización del procedimiento están adaptadas para limitar los aportes de potencias suplementarias P_{sup1} distintas que la potencia de calefacción impuesta P_{imp1} . Preferentemente, el procedimiento es utilizado mientras que el local está desocupado.

35

De una manera ventajosa, el procedimiento es utilizado en los periodos de tiempo D_1 y D_2 para los cuales la radiación solar es pequeña, preferentemente nula. De una manera preferida, el procedimiento es utilizado en los periodos de tiempo D_1 y D_2 elegidos durante la noche, o eventualmente en la jornada de la mañana o de la tarde. De esta manera, es posible reducir la contribución de la radiación solar y limitar las fluctuaciones de la temperatura del aire exterior.

40

Los periodos de tiempo D_1 y D_2 pueden ser disjuntos, o bien inmediatamente sucesivos. En este último caso, se puede considerar que el procedimiento se realiza en su globalidad en un periodo de tiempo continuo, formado por una sucesión de periodos de tiempo D_1 y D_2 . De una manera preferida, con vistas a limitar el tiempo de utilización del procedimiento, reduciendo al mismo tiempo la contribución de la radiación solar, el procedimiento se realiza en su globalidad en continuo en un solo periodo de tiempo nocturno.

45

Preferentemente, en cada uno de los periodos de tiempo D_1 y D_2 , cualquier sistema de ventilación que equipe al local se desactiva y todas las tomas de ventilación están cerradas o tapadas, de tal manera que se limiten los intercambios de aire con el exterior.

50

Como variante, los sistemas de ventilación fijos del local pueden funcionar en el transcurso del procedimiento en cada uno de los periodos de tiempo D_1 y D_2 . Esto introduce sin embargo un término suplementario de renovación de aire en la expresión del coeficiente de pérdida térmica K :

$$K = H_{\square} + m_1 \cdot Cp + m_2 \cdot Cp,$$

en donde m_1 es el caudal de renovación del aire por filtración y m_2 es el caudal de renovación del aire debido a que los sistemas de ventilación fijos están correlacionados, dependiendo el valor de uno del valor de otro.

El análisis de los resultados experimentales permite definir unos criterios preferentes para la primera potencia de calefacción P_1 a aplicar en el local.

En particular, según un aspecto del invento, la primera potencia de calefacción P_1 es preferentemente tal que el

parámetro $\alpha = 1 - \frac{\Delta T_1(0)K_{ref}}{P_1}$ es inferior o igual a 0,75, incluso preferentemente inferior o igual a 0,7.

$$\alpha = 1 - \frac{\Delta T_1(0)K_{ref}}{P_1}$$

5 Preferentemente, la primera potencia de calefacción P_1 es tal que el parámetro α es superior o igual a 0,25, incluso preferentemente superior o igual a 0,3. En efecto, para edificios bien aislados, cuando el parámetro α es inferior a 0,25 ó 0,3, la sensibilidad de los detectores de medida clásicos no permite obtener datos satisfactorios concernientes a la evolución de la temperatura en el interior del local T_{i1} en el primer periodo de tiempo D_1 , de ahí el aumento en del error en el valor de K_{calc} .

10 Según una característica preferida, la primera potencia de calefacción P_1 es tal que el parámetro

$$\alpha = 1 - \frac{\Delta T_1(0)K_{ref}}{P_1}$$

es sensiblemente igual a 0,5. El análisis de los resultados experimentales muestra en efecto que este valor del parámetro α permite, para todos los tipos de locales, obtener una buena precisión del valor K_{calc} en una horquilla +/- 20% alrededor de K . Los inventores han constatado experimentalmente de igual manera que la necesidad de disminuir el parámetro α para obtener una buena precisión del valor de K_{calc} es tanto más pronunciada cuanto más importante es la inercia C del local y que el tiempo de calefacción, es decir la duración del primer periodo de calefacción D_1 disminuye. En la práctica, cuanto más próximo está el parámetro α a 0,5, mayor es la precisión sobre el valor de K_{calc} y menos depende de la inercia del local y del tiempo de calefacción.

Cuando el parámetro α es sensiblemente igual a 0,5, la precisión sobre el valor de K_{calc} es tanto mejor cuanto más largo es el tiempo de calefacción. En particular, al elegir la primera potencia de calefacción P_1 tal que el coeficiente

$$\alpha = 1 - \frac{\Delta T_1(0)K_{ref}}{P_1}$$

20 es sensiblemente igual a 0,5 y un tiempo de calefacción del orden de 4 horas, es posible alcanzar una precisión del orden de +/-15% sobre el valor de K_{calc} .

La necesidad de disminuir el parámetro α para obtener una buena precisión sobre el valor de K_{calc} con un tiempo de calefacción corto está igualmente aconsejada para los locales que presentan un aislamiento por el exterior tanto como para los locales que presentan un aislamiento por el interior.

25 De una manera ventajosa, en el marco del procedimiento del invento, a continuación de la determinación del valor de K_{calc} del coeficiente de pérdida térmica K del local a partir de las pendientes a_1 y a_2 , se calcula el valor del

$$\alpha_{calc} = 1 - \frac{\Delta T_1(0)K_{calc}}{P_1}$$

parámetro α_{calc} y se verifica que α_{calc} está bien dentro de la gama de los valores predefinidos para el parámetro α .

30 Se observa que la determinación del valor de la primera potencia de calefacción P_1 a aplicar en el primer periodo de tiempo D_1 para satisfacer los criterios sobre el parámetro α impone conocer un valor de referencia K_{ref} del coeficiente de pérdida térmica K del local.

Un primer método para acceder a un valor de referencia K_{ref} del coeficiente de pérdida térmica K del local es la utilización de una magnitud procedente de un análisis térmico del local, especialmente la utilización del coeficiente de transmisión o de transferencia térmica de la envoltura del local.

35 Según el invento, se determina el coeficiente de transferencia térmica H de la envoltura del local utilizando la norma ISO 13789;2007 "Performance thermique des bâtiments – Coefficients de transfert thermique par transmission et par renouvellement d'air- Methode de calcul", y a continuación se deduce el valor de referencia K_{ref} del coeficiente de pérdida térmica por la relación:

$$K_{ref} = H_T + H_V$$

40 en donde H_T es el coeficiente de transferencia térmica por transmisión y H_V es el coeficiente de transferencia térmica por ventilación. Preferentemente, el coeficiente de transferencia térmica de la envoltura del local está determinado, según la norma ISO 13789;2007 en ausencia de ventilación en el local. Como variante, la ventilación puede estar activa en el local, debiendo entonces antes de nada medir o estimar el caudal de ventilación.

45 La utilización de la norma ISO 13789;2007 es un método preferido para acceder a un valor de referencia de K_{ref} del coeficiente de pérdida térmica K del local. Sin embargo, se pueden considerar igualmente otros métodos,

especialmente cuando no se dispone de todas las informaciones sobre el local necesarias para aplicar la norma ISO 13789;2007.

5 Un segundo método para acceder a un valor de referencia K_{ref} del coeficiente de pérdida térmica K del local cuando no se dispone de todas las informaciones del local necesarias para aplicar la norma ISO 13789:2007 es someter al local a una prueba cuasi-estática, tal como una prueba de “coheating”.

10 El “coheating” es un método cuasi-estático cuyo objetivo es el de medir la pérdida térmica total de un local no ocupado. Una prueba de “coheating” pone en juego un calentamiento del local durante varios días, generalmente durante de una a tres semanas, a una temperatura constante y homogénea, gracias a unos radiadores eléctricos acoplados a unos ventiladores y conectados a un sistema de regulación. La temperatura de consigna debe ser bastante elevada, del orden de 25°C, de tal manera que exista una diferencia de temperatura entre el interior y el exterior de al menos 10°C. Cuando se alcanza la saturación, es decir cuando se alcanza un estado cuasi-estático, se mide la potencia P necesaria para mantener el local a una temperatura de 25°C, la temperatura interior T_{int} y la temperatura exterior T_{ext} . La temperatura interior T_{int} puede ser medida especialmente con la ayuda de unos termopares o termistancias, mientras que la temperatura exterior T_{ext} puede ser medida gracias a una estación meteorológica. El tratamiento de los datos permite obtener entonces un valor K_{ref} del coeficiente de pérdida térmica.

De una manera más precisa, el procedimiento es el siguiente:

En primer lugar, tiene lugar una primera prueba de presurización, que permite medir las pérdidas debidas a la ventilación y las filtraciones.

20 A continuación, las aberturas tales como las chimeneas o las bocas de aireación se cierran, de tal manera que las pérdidas debidas a la ventilación no son accesibles a la medida.

Entonces, se calienta el local eléctricamente y de manera homogénea, hasta que se alcance una temperatura de consigna elevada, del orden de 25°C.

Se mide entonces la potencia P , la temperatura interior T_{int} y la temperatura exterior T_{ext} . El tratamiento de estas medidas da acceso a las pérdidas por transmisión y por filtración.

25 Finalmente, se realiza una segunda prueba de presurización, de tal manera que se conozcan las pérdidas térmicas debidas a las filtraciones únicamente, manteniendo cerradas las aberturas del edificio.

30 Para el tratamiento de las medidas, se realiza cada día, durante veinticuatro horas, la media de la potencia necesaria para mantener al edificio a la temperatura de consigna y la media de la diferencia e temperaturas entre el interior y el exterior. Estos datos medios son entonces añadidos a un gráfico que da la potencia en función de la diferencia de temperaturas. Se añade una corrección, debida a la radiación solar que participa también en el calentamiento del local. La pendiente de la recta que pasa por el origen se da por regresión lineal, corresponde al coeficiente de pérdida térmica K_{ref} .

35 Este método de “coheating” es relativamente sencillo de utilizar y proporciona directamente un valor de referencia K_{ref} del coeficiente de pérdida térmica K del local. Según una variante ventajosa, para edificios ligeros, se pueden realizar las pruebas de “coheating” por la noche, no teniendo que hacer entonces las correcciones debidas a los aportes solares.

40 Un tercer método para acceder a un valor de referencia K_{ref} de coeficiente de pérdida térmica K del local cuando no se dispone de todas las informaciones sobre el local necesarias para aplicar la norma ISO 13789;2007 es la utilización de una magnitud procedente de un estudio de consumo energético del local. En particular, el valor de referencia K_{ref} puede ser determinado como la relación de la energía consumida por el local durante un periodo de tiempo dado y el producto de la duración del periodo de tiempo dado y de la diferencia de temperatura media entre el interior y el exterior del local en el periodo de tiempo dado.

45 En un modo de realización del procedimiento según el invento, se determina, en cada intervalo de tiempo Δt_1 o Δt_2 , la pendiente a_1 o a_2 de la tangente a la curva $(T_{ik}(t))_{k=1 \text{ ó } 2}$ calculando la media de las pendientes en cada punto del intervalo de tiempo Δt_1 o Δt_2 , siendo la media ponderada sobre la falta de certeza asociada a cada punto.

50 En otro modo de realización del procedimiento según el invento, se determina, en cada intervalo de tiempo Δt_1 o Δt_2 , la pendiente a_1 o a_2 de la tangente a la curva $(T_{ik}(t))_{k=1 \text{ ó } 2}$ identificando al menos una función matemática usual que regularice la curva $(T_{ik}(t))_{k=1 \text{ ó } 2}$ en el intervalo de tiempo Δt_i y calculando la derivada de esta punto en el punto final del intervalo de tiempo Δt_i . La o cada función matemática que regularice la curva $(T_{ik}(t))_{k=1 \text{ ó } 2}$ en el intervalo de tiempo Δt_i puede ser, especialmente, una función exponencial o polinomial.

Según un aspecto ventajoso pero no obligatorio, para cada uno de los periodos de tiempo D_1 y D_2 , la campaña de medidas de la temperatura interior del local T_{ik} se realiza durante un periodo de tiempo suficiente para obtener una variación de la temperatura interior T_{ik} de al menos 1°C, preferentemente comprendida entre 1°C y 10°C.

5 Según una característica ventajosa, la fuente de potencia controlada para el calentamiento del local puede ser un equipo fijo del local, es decir un medio de calefacción instalado en el local independientemente de la utilización del procedimiento, con la reserva de que este medio de calefacción sea poco inerte y ajustable de tal manera que asegure un calentamiento rápido del local. Puede tratarse especialmente de una bomba de calor cuyo coeficiente de prestaciones (COP) es conocido.

Como variante, la fuente de potencia controlada para el calentamiento del local puede ser una fuente añadida al local específicamente para la utilización del procedimiento.

10 Los elementos de calefacción del local pueden ser de tipo convectivo, conductivo o radiativo, o combinar varias de estas tecnologías. Preferentemente, los elementos de calefacción son aparatos eléctricos, lo que permite determinar la potencia de calefacción de manera directa y precisa. Unos ejemplos de aparatos de calefacción eléctricos incluyen especialmente aparatos de tipo convectivo que ponen en juego el soplado de aire caliente por medio de resistencias eléctricas; alfombrillas o películas calientes; parasoles radiantes. Como variante, los elementos de calefacción pueden ser aparatos que funcionen con gas o con fuel, siempre que los rendimientos de los quemadores y los consumos de combustible puedan ser estimados de manera suficientemente precisa para acceder a la potencia de calefacción.

15 En un modo de realización ventajoso, los elementos de calefacción del local son alfombrillas calientes eléctricas, que se reparten por todo el local y a las que se posiciona verticalmente y enrolladas sobre sí mismas, de tal manera que toda la potencia térmica se disipe en el aire. Esta disposición permite un calentamiento rápido y homogéneo del local, asegurando que la temperatura ambiente es lo suficientemente próxima a la temperatura de las paredes en el interior del local.

20 Según una característica ventajosa, cada campaña de medidas de la temperatura en el interior del local incluye unas medidas de la temperatura ambiente en el interior del local, unas medidas de la temperatura de las paredes del local y/o unas medidas de la temperatura media radiante en el interior del local. En la práctica, cualquier método de medidas conocido puede ser utilizado para acceder a estas temperaturas, en particular los métodos de medida descritos en la norma NF EN ISO 7726. A título de ejemplo, las medidas de la temperatura ambiente en el interior del local y de la temperatura de las paredes del local pueden ser realizadas con la ayuda de termopares del tipo K o de sondas Pt100. Para las medidas de la temperatura media radiante en el interior del local, puede utilizarse un termómetro de globo negro.

25 De una manera ventajosa, cuando el calentamiento del local asegura que la temperatura ambiente está lo suficientemente próxima a la temperatura de las paredes en el interior del local, se mide la temperatura ambiente en el interior del local.

Si el calentamiento del local es bien homogéneo, de tal manera que la temperatura interior es la misma en todo el local, o en todas las piezas o zonas del local, si éste se compone de tabiques internos, entonces las medidas de la temperatura en el interior del local pueden limitarse a unas medidas en el interior de una sola pieza o zona del local.

35 Si el procedimiento del invento es utilizado en un local en el que el calentamiento es menos homogéneo, puede considerarse medir la temperatura en varias piezas o zonas del local y considerar que la temperatura en el interior del local en cada momento, t es la media de las medidas de temperatura obtenidas en el instante t en las diferentes piezas o zonas del local, con la condición de que éstas no sean demasiado diferentes, lo que indicaría una falta de ventilación del local. Es igualmente posible prever varias medidas de temperaturas diferentes en cada pieza o zona del local. De esta manera, se puede prever realizar en cada pieza o zona a la vez una medida de la temperatura ambiente y/o una medida de la temperatura de una pared de la envoltura del local y/o una medida de la temperatura media radiante.

40 Otra posibilidad en caso de un calentamiento menos homogéneo es la de medir la potencia y la temperatura en cada pieza o zona del local, de tal manera que se determine el coeficiente de pérdida térmica de cada pieza o zona del local, y a continuación sumar los valores obtenidos para las diferentes piezas o zonas con el fin de obtener el coeficiente de pérdida térmica total del local.

45 En este texto, se define una pieza de un local como un espacio del local encuadrado por paredes. Se define, por otra parte, una zona de un local como un espacio formado por varias piezas del local que pueden ser tratadas de manera unitaria, es decir que, en el marco del procedimiento del invento, puede preverse un solo detector de medida de la potencia y un solo detector de medida de la temperatura para cada zona del local.

Según una característica, la determinación de la temperatura del aire exterior T_{ext} se opera, en el marco del procedimiento del invento, por la perspectiva de una campaña de medidas a intervalos de tiempo próximos. Las medidas de la temperatura del aire exterior T_{ext} pueden ser simultáneas con las medidas de la temperatura interior del local T_{int} , es decir efectuadas en los mismos tiempos próximos.

55 Como variante, la determinación de la temperatura del aire exterior T_{ext} a intervalos de tiempo próximos puede obtenerse por interpolación de datos meteorológicos del lugar del local.

Preferentemente, el procedimiento según el invento se utiliza en un periodo de tiempo para el cual la temperatura del aire exterior T_{ek} es estable.

El coeficiente de pérdida térmica K determinado conforme al invento integra las contribuciones de las pérdidas térmicas por transmisión y por las filtraciones del aire, es decir.

$$K = H_{\square} + m' \cdot Cp = UA_{\square} + m' \cdot Cp$$

Si se desea acceder al coeficiente de transmisión térmica U del local, es posible desacoplar la contribución de las pérdidas térmicas por transmisión, por una parte, y la de las filtraciones de aire, por otra, evaluando el caudal de renovación del aire m' en el local.

10 Cuando no está activado ningún sistema de ventilación del local en el transcurso del procedimiento de determinación del coeficiente K , el caudal m' es igual al caudal de renovación del aire por filtración. Este caudal m' puede ser determinado por cualquier método apropiado, especialmente por un método de detección por gases trazadores o por una prueba de infiltrometría con puerta soplante, como está descrito en WO 2012/028829 A1.

15 Otra posibilidad para desacoplar la contribución de las pérdidas térmicas por transmisión y la contribución de las filtraciones de aire es llevar al local un sistema de ventilación cuyo caudal esté impuesto por el usuario en el transcurso de la utilización del procedimiento según el invento. Este sistema de ventilación añadido puede ser, especialmente, un sistema de presurización o de despresurización del local del tipo puerta soplante.

20 Otro objetivo del invento es el de un soporte de registro de las informaciones, que incluya las instrucciones para la utilización de todas o parte de las etapas de cálculo de un procedimiento de determinación del coeficiente de pérdida térmica K de un local tal como se ha descrito anteriormente cuando estas instrucciones son ejecutadas por una unidad de cálculo electrónico, incluyendo las etapas de cálculo especialmente:

- el cálculo de la primera potencia de calefacción P_1 a aplicar en el primer periodo de tiempo D_1 , a partir de los valores de α , $\Delta T_1(0)$ y K_{ref} ,

- el cálculo, en cada intervalo de tiempo Δt_1 o Δt_2 , de la pendiente a_1 o a_2 a partir de las medidas de las temperaturas en el interior del local T_{i1} o T_{i2} ,

25 - el cálculo del valor de K_{calc} del coeficiente de pérdida térmica K del local a partir de las pendientes a_1 y a_2 y de las potencias P_1 y P_2

Según una característica ventajosa, el soporte del registro de las informaciones incluye además las instrucciones para el control, en función de los datos de entrada de una fuente de potencia controlada utilizada para aplicar la primera potencia de calefacción de calefacción P_1 en el local.

30 El invento tiene como objetivo igualmente un dispositivo para la utilización de un procedimiento tal como el descrito anteriormente, que incluye:

- al menos un elemento de calefacción que incluye una fuente de potencia controlada,

- al menos un detector de temperatura que mide una temperatura en el interior del local T_{ik} ,

- al menos un detector de potencia que mide la potencia de calefacción P_k suministrada al local,

35 - al menos un módulo de adquisición para adquirir las medidas de la temperatura en el interior del local T_{ik} , las medidas de la potencia de calefacción P_k suministrada al local, la temperatura del aire exterior T_{ek}

- una unidad de cálculo electrónico, y

40 - un soporte del registro de las informaciones que incluye las instrucciones destinadas a ser ejecutadas por la unidad de cálculo electrónico, para la utilización de todas o parte de las etapas de cálculo del procedimiento que son: el cálculo de la primera potencia de calefacción P_1 a aplicar en el primer periodo de tiempo D_1 , a partir de los valores de α , $\Delta T_1(0)$ y K_{ref} ; el cálculo en cada intervalo de tiempo Δt_1 o Δt_2 de la pendiente a_1 o a_2 a partir de las medidas de la temperatura interior del local T_{i1} o T_{i2} ; el cálculo del valor K_{calc} del coeficiente de pérdida térmica K del local a partir de las pendientes a_1 o a_2 y de las potencias P_1 y P_2 .

45 Según una característica ventajosa, cada elemento de calefacción del dispositivo calienta el aire del local, lo que permite un calentamiento rápido del local. Tal es el caso, especialmente, con las alfombrillas calientes eléctricas como se ha descrito anteriormente, que están dispuestas verticalmente en el local y enrolladas sobre sí mismas, de tal manera que se disipa toda la potencia térmica en el aire.

50 Según otra característica ventajosa, cada detector de temperaturas mide la temperatura del aire en el interior del local. En este caso, para cada pieza o zona del local, puede bastar una sola medida en el volumen de aire sensiblemente en el centro de la pieza o zona para obtener un valor representativo de la temperatura media en la pieza o zona, con la condición de que el calentamiento sea lo suficientemente homogéneo.

- La medida de la temperatura del aire en el interior del local es más sencilla que la medida de la temperatura de las paredes. En efecto, si se elige realizar las medidas de la temperatura de las paredes, es necesario, para obtener una buena estimación de la temperatura media en una pieza o zona, realizar las medidas de las temperaturas en varias paredes de la pieza o zona, y a continuación, determinar una media de estas temperaturas de las paredes siempre sea homogéneo el calentamiento. La medida de la temperatura del aire permite, por lo tanto, reducir el número de medidas a efectuar en el marco del procedimiento según el invento, siempre que sea realizada en una pieza o en una zona calentada de manera globalmente homogénea. Mediante la combinación de un calentamiento homogéneo del local y una medida de la temperatura del aire en el interior del local, la utilización del procedimiento según el invento se sencilla y su duración limitada.
- 5
- 10 El o cada detector de potencia puede ser un detector de tensión (voltímetro) y/o un detector de corriente (amperímetro). Preferentemente, el o los detectores de potencia es (son) un vatímetro (s), provisto (s) a la vez de un detector de tensión y de un detector de corriente. Esto permite una medida precisa de la potencia en el local, superando eventuales fluctuaciones de la tensión del sector o de la determinación de la resistencia del o de cada elemento de calefacción.
- 15 En un modo de realización, el dispositivo incluye al menos una cajera que está situada en una pieza o zona del local y que incluye:
- un módulo de gestión de la potencia, al que está conectada la fuente de potencia del o de cada elemento de calefacción situado en la citada pieza o zona del local,
- 20
- un módulo de medida de la temperatura, al que está conectado cada detector de temperaturas situado en la citada pieza o zona del local,
 - un detector de potencia, que mide la potencia de calefacción suministrada en la citada pieza o zona del local,
 - unos medios de conexión entre la cajera y la unidad de cálculo electrónico, de tal manera que la unidad de cálculo electrónico está preparada para recibir las medidas de temperatura y de potencia y para controlar el módulo de gestión de la potencia.
- 25 El módulo de gestión de la potencia de cada cajera está destinado a regular la potencia de calefacción aplicada en la pieza o zona del local. Se puede tratar de un módulo de gestión de la potencia por conmutación, que hace pasar al o a los elementos de calefacción entre su estado encendido y su estado apagado, o de un módulo de gestión de la potencia preparado para hacer variar el valor de la potencia emitida por el o los elementos de calefacción.
- De una manera ventajosa, el dispositivo incluye una cajera en cada pieza o zona del local.
- 30 Preferentemente, los medios de conexión entre la o cada cajera y la unidad de cálculo electrónico son unos medios de conexión sin hilos.
- Según una característica ventajosa, la unidad de cálculo electrónico incluye unos medios de control automático de la fuente de potencia del o de cada elemento de calefacción del dispositivo. En particular, la unidad de cálculo electrónico está configurada de una manera ventajosa para calcular el valor de la primera potencia de calefacción P_1 a aplicar en el primer periodo de tiempo D_1 , a partir de los valores de α , $\Delta T_1(0)$ y K_{ref} , y para controlar la fuente de potencia del o de cada elemento de calefacción de tal manera que genere en el local el valor calculado de la primera potencia de calefacción P_1 en el primer periodo de tiempo D_1 .
- A título de ejemplo, según una primera variante, una prueba susceptible de ser lanzada de manera autónoma por tal dispositivo de control automático incluye la siguiente secuencia de etapas:
- 40
- lanzamiento del procedimiento,
 - cálculo del valor de la primera potencia de calefacción P_1 a aplicar en el primer periodo de tiempo D_1 a partir de unos valores de α , $\Delta T_1(0)$ y K_{ref} .
- 45
- puesta en funcionamiento del o de los elementos de calefacción de tal manera que se alcance el valor calculado de la primera potencia de calefacción P_1 , registro de la curva de calentamiento $T_{i1}(t)$ durante una duración preestablecida, especialmente del orden de 4 horas, y a continuación parada del o de los elementos de calefacción.
 - registro de la curva de enfriamiento $T_{i2}(t)$ durante una duración preestablecida especialmente del orden de 4 horas,
 - cálculo de los valores de las pendientes a_1 y a_2 de las tangentes a las curvas de enfriamiento $T_{i1}(t)$ y $T_{i2}(t)$ y, a partir de los valores de las pendientes a_1 y a_2 y de las potencias P_1 y P_2 , cálculo del valor K_{calc} del coeficiente de pérdida térmica del local.
- 50 Según una segunda variante, una prueba susceptible de ser lanzada de manera autónoma por tal dispositivo de control automático incluye la siguiente secuencia de etapas:
- lanzamiento del procedimiento,

- cálculo del valor de la primera potencia de calefacción P_1 a aplicar en el primer periodo de tiempo D_1 a partir de unos valores de α , $\Delta T_1(0)$ y K_{ref} ,

- puesta en funcionamiento del o de los elementos de calefacción de tal manera que se alcance el valor calculado de la primera potencia de calefacción P_1

5 - cuando la evolución $T_{i1}(t)$ de la temperatura medida en el interior del local en el transcurso del calentamiento del local es sensiblemente lineal y la temperatura del aire exterior T_{e1} es estable de acuerdo con criterios predefinidos, cálculo y almacenamiento del valor de la pendiente a_1 de la tangente a la curva de calentamiento $T_{i1}(t)$ y parada del o de los elementos de calefacción;

10 - cuando la evolución $T_{i2}(t)$ de la temperatura medida en el interior del local en el transcurso del enfriamiento del local es sensiblemente lineal y la temperatura del aire exterior T_{e2} es estable de acuerdo con unos criterios predefinidos, cálculo y almacenamiento del valor de la pendiente a_2 de la tangente a la curva de enfriamiento $T_{i2}(t)$;

- a partir de los valores almacenados de las pendientes a_1 y a_2 y de los valores de las potencias P_1 y P_2 , cálculo del valor K_{calc} del coeficiente de pérdida térmica del local.

15 En estas dos variantes, el o los elementos de calefacción del dispositivo puede ser un elemento de calefacción ligado al local testado o un elemento de calefacción adjunto específicamente para la realización de los ensayos. Incluso, los detectores de medida de la temperatura del dispositivo pueden estar ligados al local o ser adicionales.

20 Según una característica ventajosa, la lógica de control interno al dispositivo está concebida de tal manera que cada prueba lanzada de manera autónoma por el dispositivo de control automático está lanzado, preferentemente, de noche, y, si las medidas precedentes han sido realizadas, el dispositivo de control automático optimiza el ciclo de cada prueba de tal manera que minimiza su duración y maximiza la precisión de caracterización.

Preferentemente, los criterios del procedimiento utilizados por el dispositivo de control automático tienen en cuenta la precisión de la medida de la temperatura, es decir la precisión de la determinación de la pendiente de la evolución de la temperatura. Cuando menor es la precisión de la medida, más largo debe ser el tiempo de medida para asegurar una determinación de la pendiente correcta.

25 Las características y ventajas del invento aparecerán con la descripción que viene a continuación de varios modos de realización de un procedimiento y de un dispositivo según el invento, dado únicamente a título de ejemplo y hecho refiriéndose a las figuras 1 a 6 anexas en las cuales:

- la figura 1 es un esquema de principios de un dispositivo para la utilización de un procedimiento de acuerdo con el invento para la determinación del coeficiente de pérdida térmica K de un local,

30 - la figura 2 es una vista en perspectiva de una alfombrilla caliente eléctrica que puede ser utilizada para calentar el local en el marco del procedimiento según el invento, que está mostrado en una posición vertical, estando enrollado sobre sí mismo, lo que permite disipar toda la potencia térmica en el aire,

35 - la figura 3 es una vista esquemática de una casa individual de la que se desea determinar el coeficiente de pérdida térmica K según el invento, estando asegurado el calentamiento de la casa por unas alfombrillas calientes eléctricas tales como las mostradas en la figura 2, que son añadidas a la casa,

- la figura 4 es una curva representativa de la evolución de la temperatura T_{ik} en el interior de la casa de la figura 3 en función del tiempo en el transcurso de la utilización del procedimiento según el invento, mostrando un primer periodo de tiempo D_1 en el transcurso del cual se aplica en la casa una primera potencia de calefacción P_1 , donde P_1

$$\alpha = 1 - \frac{\Delta T_1(0)K_{ref}}{P_1}$$

40 es tal que el parámetro $\frac{\Delta T_1(0)K_{ref}}{P_1}$ de la casa es sensiblemente igual a 0.5, seguido de un segundo periodo de tiempo D_2 en el transcurso del cual se aplica una segunda potencia de calefacción P_2 sensiblemente nula en la casa de tal manera que deja a la casa en enfriamiento libre, siendo igualmente mostrada a evolución de la temperatura del aire exterior T_{ek} en esta figura;

45 - la figura 5 es una vista esquemática de un bungalow del que se desea determinar el coeficiente de pérdida térmica K según el invento, estando asegurado el calentamiento del bungalow por unas alfombrillas calientes eléctricas tales como las mostradas en la figura 2, que están añadidas al bungalow; y

- la figura 6 es una curva representativa de la evolución de la temperatura T_{ik} en el interior del bungalow de la figura 5 en función del tiempo en el transcurso de la utilización del procedimiento de acuerdo con el invento, mostrando un primer periodo de tiempo D_1 en el transcurso del cual se aplica en el bungalow una primera potencia de calefacción

$$\alpha = 1 - \frac{\Delta T_1(0)K_{ref}}{P_1}$$

50 P_1 , donde P_1 es tal que el parámetro $\frac{\Delta T_1(0)K_{ref}}{P_1}$ del bungalow es sensiblemente igual a 0,5, seguido de un segundo periodo de tiempo D_2 en el transcurso del cual se aplica en el bungalow una segunda potencia de

calefacción P_2 sensiblemente nula de tal manera que deja al bungalow en enfriamiento libre, estando mostrada igualmente la evolución de la temperatura del aire exterior T_{ek} en esta figura.

La figura 1 muestra un esquema de principios de un dispositivo 1 para la determinación del coeficiente de pérdida térmica K de un local de acuerdo con el invento.

5 El dispositivo 1 incluye:

- una pluralidad de elementos de calefacción $2_1, 2_2, \dots, 2_m$ que son, por ejemplo, unas alfombrillas calientes eléctricas, cuyo ejemplo está mostrado en la figura 2;

- una pluralidad de detectores de temperatura $3_1, 3_2, \dots, 3_n$ que son, por ejemplo, unos termopares del tipo K o unas sondas Pt100, para la medida de la temperatura interior del local;

10 - una pluralidad de cajeras $4_1, 4_2, \dots, 4_p$;

- una unidad de cálculo electrónico 5 que es, por ejemplo, un ordenador del tipo PC portátil y que integra un módulo de comunicación sin hilos;

15 - una aplicación lógica 6 que incluye unas instrucciones, destinadas a ser ejecutadas por la unidad de cálculo electrónico 5, para la utilización de todas o parte de las etapas de cálculo del procedimiento que son: el cálculo de la primera potencia de calefacción P_1 a aplicar en el primer periodo de tiempo D_1 a partir de unos valores de $\alpha, \Delta T_1(0)$ y K_{ref} ; el cálculo, en cada intervalo de tiempo Δt_1 o Δt_2 de la pendiente a_1 o a_2 a partir de las medidas de la temperatura en el interior del local T_{i1} o T_{i2} ; el cálculo del valor de K_{calc} del coeficiente de pérdida térmica K del local a partir de las pendientes a_1 y a_2 y de las potencias P_1 y P_2 .

20 Los elementos de calefacción $2_1, 2_2, \dots, 2_m$ están destinados a ser repartidos por las diferentes piezas o zonas del local del que se desea determinar el coeficiente de pérdida térmica K , estando adaptado el número de los elementos de calefacción en función del valor de la primera potencia de calefacción P_1 a aplicar. Se prevé al menos un elemento de calefacción 2_i y al menos un detector de temperatura 3_i en cada pieza o zona del local.

25 De una manera ventajosa, una cajera 4_i está asociada a cada pieza o zona del local. Cada cajera 4_i incluye una alimentación eléctrica 7, unas tomas 8 de conexión con el o los elementos de calefacción 2_i de la pieza o zona, y un módulo 9 de conmutación de la potencia que permita hacer bascular a los elementos de calefacción 2_i entre su estado encendido y su estado apagado. Cada cajera 4_i está destinada a ser conectada al sector de tal manera que alimente eléctricamente al o a los elementos de calefacción 2_i de la pieza o zona.

30 Cada cajera 4_i incluye igualmente un detector 10 de potencia, que es, por ejemplo, un vatímetro, y unas tomas 11 de conexión con el o los detectores de temperatura 3_i de la pieza o zona. El detector de potencia 10 y las tomas 11 de conexión con los detectores de temperatura 3_i de la pieza o zona, están conectados a un módulo 12 de adquisición de las medidas de la temperatura interior y de la potencia efectuadas en la pieza o zona. La alimentación eléctrica 7 sirve para alimentar al módulo de conmutación 9 y al módulo de adquisición 12.

35 Además, cada cajera 4_i incluye un módulo 13 de comunicación sin hilos, que permite establecer una conexión entre la cajera 4_i y la unidad de cálculo electrónico 5 para la transmisión de las informaciones de uno a otro, como está mostrado con las flechas F_1 y F_2 . En particular, el módulo de comunicación sin hilos 13 permite el envío de instrucciones de control desde la unidad de cálculo electrónico 5 hacia el módulo de conmutación de potencia 9 para el pilotaje del o de los elementos de calefacción 2_i de la pieza o zona, así como la transmisión de las medidas de la temperatura y de la potencia realizadas en la pieza o zona desde el módulo de adquisición 12 hacia la unidad de cálculo electrónico 5.

40 Cuando se efectúa la determinación de la temperatura del aire exterior, en el marco del procedimiento, mediante una campaña de medidas a intervalos de tiempo próximos, el dispositivo 1 incluye igualmente al menos un detector (no representado) para la medida de la temperatura del aire exterior, Este detector de medida de la temperatura exterior está conectado entonces a una toma de una de las cajeras 4_i , de tal manera que las medidas de la temperatura del aire exterior son recibidas por el módulo de adquisición 12 de esta cajera.

45 Ejemplo 1

50 Con referencia a la figura 3, el procedimiento según el invento se utiliza para la determinación del coeficiente de pérdida térmica K de una casa individual 50 de construcción reciente, que presenta un aislamiento por el interior compuesto por un salón, una cocina, una sala de baño y dos habitaciones, repartidas en dos pisos. El sistema de ventilación es una ventilación de doble flujo acoplada a unos pozos climáticos. El procedimiento se utiliza mientras que la casa está desocupada y el sistema de ventilación está inactivado, estando tapadas todas las tomas de ventilación.

El calentamiento de la casa 50 está asegurada por unas alfombrillas calientes eléctricas 2, de las cuales se muestra un ejemplo en la figura 2, en la que cada alfombrilla caliente tiene una potencia de unos 110W. Las alfombrillas calientes 2 están repartidas por las diferentes piezas de la casa estando colocadas verticalmente y enrolladas sobre

sí mismas, como se muestra en la figura 2. De esta manera, toda la potencia térmica se disipa en el aire, lo que permite un calentamiento rápido y homogéneo de la casa. Las alfombrillas calientes 2 constituyen una fuente de potencia controlada bien adaptada para generar el impulso de calentamiento de la casa requerido por el procedimiento durante el primer periodo de tiempo D_1 .

- 5 El procedimiento se utiliza en continuo en su globalidad en un solo periodo de tiempo, como es visible en la figura 4 en la que el segundo periodo de tiempo D_2 , correspondiente a una potencia de calefacción P_2 sensiblemente nula, es inmediatamente consecutivo del primer periodo de tiempo D_1 , correspondiendo a una potencia de calefacción de la casa P_1 estrictamente positiva.

- 10 En el ejemplo de la figura 4, el procedimiento tiene lugar en un periodo de tiempo continuo que tiene una duración de unas 8 horas, que comienza al principio de la noche hacia las 21h y se termina hacia las 5h, En estas condiciones, la contribución de la radiación solar al calentamiento de la casa es nula.

- 15 Además, ninguna fuente de potencia distinta que las alfombrillas calientes 2 está activa en la casa 50 en el transcurso del procedimiento. De esta manera, para cada periodo de tiempo D_k , la potencia P_k aplicada es sensiblemente igual a la potencia de calefacción impuesta por las alfombrillas calientes 2, cerca de las potencias residuales, que proceden especialmente del material de medida y de cálculo presentes en la casa para la utilización del procedimiento. Durante la utilización del procedimiento, unos detectores de potencia, bajo la forma de bucles amperimétricos miden la potencia suministrada en las diferentes piezas de la casa.

- 20 En una primera etapa del procedimiento, que corresponde al primer periodo de tiempo D_1 , se procede al calentamiento de la casa 50 con la ayuda de las alfombrillas calientes 2. En este ejemplo, de acuerdo con el invento, la primera potencia de calefacción P_1 aplicada en el primer periodo de tiempo D_1 es elegida de tal manera que el

$$\alpha = 1 - \frac{\Delta T_1(0) K_{ref}}{P_1}$$

parámetro es sensiblemente igual a 0,5. En este ejemplo, el valor de referencia K_{ref} obtenido en el marco de un estudio térmico de la casa, es igual a 94 W/K, la temperatura interior inicial interior de la casa T_{i1d} es 21,2°C, y la temperatura inicial del aire exterior T_{e1d} es 2,2°C, lo que corresponde a un valor de la primera potencia de calefacción P_1 de unos 3738,9 W.

- 25 La temperatura ambiente en el interior de la casa T_{i1} se mide entonces todos los minutos en cada una de las cinco piezas de la casa, a saber, el salón, la cocina, la sala de baño, y las dos habitaciones. A estos efectos, un detector de temperatura, que es en este ejemplo un termómetro de resistencia de platina Pt100, está instalado en cada una de estas piezas, en el aire ambiente a unos 200 cm de altura, encima de las puertas.

- 30 En este ejemplo, la evolución medida de la temperatura interior es casi idéntica para las cinco piezas de la casa 50 pues el calentamiento de la casa es particularmente bien homogéneo. En la figura 4, solo está representada la evolución de la temperatura ambiente en el interior del salón, bien entendido que la evolución de la temperatura ambiente en el interior de las otras piezas de la casa tiene un perfil similar.

- 35 La curva representativa de la evolución de la temperatura interior de la casa T_{i1} en función del tiempo durante el primer periodo de tiempo D_1 se muestra en la figura 4. Como se ve en esta figura, la curva de ascenso en la temperatura de la casa 50 presenta una parte sensiblemente lineal en el intervalo de tiempo Δt_1 . La puesta en ecuación de esta parte lineal de la curva da: $T_{i1} = 22,1^\circ\text{C} + 0,00531 t$, con t en minutos.

- 40 La figura 4 hace aparecer igualmente la evolución de la temperatura del aire exterior T_{e1} durante el primer periodo de tiempo D_1 . La temperatura del aire exterior T_{e1} en el intervalo de tiempo Δt_1 es lo suficientemente estable como para que se pueda considerar sensiblemente constante e igual a la temperatura media en el intervalo de tiempo Δt_1 , a saber en este ejemplo, $T_{e1m} = 1,9^\circ\text{C}$.

- 45 En una segunda etapa del procedimiento, que corresponde al segundo periodo de tiempo D_2 , se aplica una segunda potencia de calefacción P_2 sensiblemente nula en la casa 50, a partir de una temperatura de partida de $T_{i2d} = 23,3^\circ\text{C}$, es decir que las alfombrillas calientes 2 no funcionan durante este segundo periodo de tiempo D_2 . Como en la primera etapa, la temperatura ambiente en el interior de la casa T_{i2} se mide entonces todos los minutos, por medio de cinco detectores de temperatura, que son unos termómetros de resistencia de platina Pt100, instalados en cada pieza de la casa, y cada vez en el aire ambiente a 200 cm de altura. Aquí, incluso, las medidas muestran que la evolución de la temperatura interior es casi idéntica para las cinco piezas de la casa.

- 50 La figura 4 muestra la curva representativa de la evolución de la temperatura interior de la casa T_{i2} en función del tiempo durante el segundo periodo de tiempo D_2 . Como se ve en esta figura, la curva de descenso de la temperatura de la casa 50 presenta una parte sensiblemente lineal Δt_2 . La introducción en la ecuación de esta parte lineal de la curva da: $T_{i2} = 22,1^\circ\text{C} - 0,00703 t$, con t en minutos.

- 55 La evolución de la temperatura del aire exterior T_{e2} durante el segundo periodo de tiempo D_2 se muestra igualmente en la figura 4. Como en la primera etapa, la temperatura del aire exterior T_{e2} en el intervalo de tiempo Δt_2 es lo suficientemente estable como para que se pueda considerarla sensiblemente constante e igual a la temperatura media en el intervalo de tiempo Δt_2 , a saber en este ejemplo $T_{e2m} = 2,0^\circ\text{C}$.

$$K_{calc} = \frac{a_1 P_2 - a_2 P_1}{a_1 \Delta T_{2m} - a_2 \Delta T_{1m}}$$

Como según la ecuación (2) precedente, tomando $\Delta T_{1m} = 21,0^\circ\text{C}$, $\Delta T_{2m} = 19,0^\circ\text{C}$, $P_1 = 3738,9 \text{ W}$, $P_2 = 153,5 \text{ W}$, se obtiene el valor del coeficiente de pérdida térmica K de la mansión 50:

$$K_{calc} = 109,0 \text{ W.}$$

- 5 El procedimiento del invento permite igualmente acceder al valor de la inercia o capacidad térmica efectiva C de la casa 50, tal como se ha definido anteriormente, a saber la energía necesaria para aumentar la temperatura ambiente de la casa de 1K a la temperatura exterior constante durante la duración de la solicitud:

$$C = 17,7 \text{ MJ/K.}$$

Ejemplo 2.

- 10 Haciendo referencia a las figuras 5 y 6, el procedimiento según el invento se utiliza para la determinación del coeficiente de pérdida térmica K de un bungalow 60 que presenta una superficie en el suelo de $12,4 \text{ m}^2$, una altura interior de $2,4 \text{ m}$, un volumen de $29,76 \text{ m}^3$ y una superficie total de la envoltura de $62,7 \text{ m}^2$. La pared externa del bungalow 60 está constituida por unos paneles tipo sandwich aislantes que incluyen una capa de poliuretano de espesor 4 cm insertada entre dos placas de metal, de una puerta y de dos ventanas de cristal triple.

Se ha añadido un aislamiento suplementario a la envoltura, que incluye los siguientes materiales:

- 15 - 6 cm de lana de vidrio, una placa de yeso de 13 mm y una capa de alrededor de 1 cm de yeso proyectado por los muros;
 - 3 cm de poliestireno expandido por el suelo y el techo, estando recubierto el suelo también de un panel de madera de pequeñas láminas orientadas (OSB).

El procedimiento se utiliza mientras que el bungalow está desocupado.

- 20 Un estudio térmico del bungalow 60 prevé un valor de referencia K_{ref} de $32,7 \text{ W/K}$. El bungalow es un edificio muy ligero, su constante de tiempo es de algunas horas.

- 25 Como en el Ejemplo 1, el calentamiento del bungalow 60 está asegurado por unas alfombrillas caliente eléctricas 2, tales como las mostradas en la figura 2, en donde cada alfombrilla caliente tiene una potencia de unos 110 W . Las alfombrillas calientes 2 están repartidas por el bungalow y están colocadas verticalmente y enrolladas sobre sí mismas, como se muestra en la figura 2, lo que permite el calentamiento rápido y homogéneo del bungalow.

- 30 El procedimiento según el invento se utiliza en continuo en su globalidad en un solo periodo de tiempo nocturno, con el fin de evitar la contribución de la radiación solar en el calentamiento del bungalow 60. Se procede en primer lugar a un calentamiento del bungalow D_1 de 23 h a 3 h , lo que corresponde a la aplicación de una primera potencia de calefacción P_1 estrictamente positiva, y a continuación a un enfriamiento libre del bungalow en un segundo periodo de tiempo D_2 de 3 h a 7 h , lo que corresponde a la aplicación de una segunda potencia de calefacción P_2 sensiblemente nula. El segundo periodo de tiempo D_2 es así inmediatamente consecutivo del primer periodo de tiempo D_1 .

- 35 Ninguna fuente distinta de las alfombrillas calientes 2 están activadas en el bungalow 60 en el transcurso del procedimiento. De esta manera, para cada periodo de tiempo D_k , la potencia P_k aplicada es sensiblemente igual a la potencia de calefacción impuesta por las alfombrillas calientes 2, cerca de las potencia residuales, que provienen especialmente del material de medida y de cálculo presentes en la casa para la utilización del procedimiento, Unos detectores de potencia, bajo la forma de unos bucles amperimétricos, miden la potencia suministrada en el bungalow durante la utilización del procedimiento.

- 40 En una primera etapa del procedimiento, que corresponde con el primer periodo de tiempo D_1 se procede al calentamiento del bungalow 60 con la ayuda de las alfombrillas calientes 2. En este ejemplo, de acuerdo con el invento, la primera potencia de calefacción P_1 aplicada en el primer periodo de tiempo D_1 se elige de tal manera que

$$\alpha = 1 - \frac{\Delta T_1(0) K_{ref}}{P_1}$$

el parámetro sea sensiblemente igual a $0,5$. En este ejemplo, el valor de referencia K_{ref} es igual a $32,7 \text{ W/K}$, la temperatura interior inicial en el interior del bungalow T_{i1d} es de $10,4^\circ\text{C}$, y la temperatura inicial del aire exterior T_{e1d} es de $4,1^\circ\text{C}$, lo que corresponde a un valor de la primera potencia de calefacción P_1 cerca de $432,8 \text{ W}$.

- 45 La temperatura ambiente en el interior del bungalow T_{i1} se mide entonces cada diez segundos. A estos efectos, un detector de temperatura, que es en el ejemplo un termómetro del tipo K está instalado en el bungalow, en el aire ambiente a 180 cm de altura.

La curva representativa de la evolución de la temperatura interior del bungalow T_{i1} en función del tiempo durante el primer periodo de tiempo D_1 se muestra en la figura 6. Como se ve en esta figura, la curva de ascenso de la

temperatura del bungalow 60 presenta una parte sensiblemente lineal en el intervalo de tiempo Δt_1 , La introducción en la ecuación de esta parte lineal de la curva da: $T_{i1} = 13,4^\circ\text{C} + 0,00413 t$, con t en segundos.

5 La figura 6 hace aparecer igualmente la evolución de la temperatura del aire exterior T_{e1} durante el primer periodo de tiempo D_1 . La temperatura del aire exterior T_{e1} en el intervalo de tiempo Δt_1 es lo suficientemente estable como para que se la pueda considerar sensiblemente constante e igual a la temperatura media en el intervalo de tiempo Δt_1 , a saber en este ejemplo $T_{e1m} = 3,8^\circ\text{C}$.

10 En una segunda etapa del procedimiento, que corresponde al segundo periodo de tiempo D_2 se aplica la segunda potencia de calefacción P_2 sensiblemente nula en el bungalow 60, a partir de una temperatura de partida $T_{i2d} = 14,4^\circ\text{C}$, es decir que las alfombrillas calientes 2 no funcionan durante este segundo periodo D_2 . Como en la primera etapa, la temperatura ambiente en el interior del bungalow T_{i2} se mide entonces cada diez segundos, por medio de un termopar del tipo K colocado en el centro del bungalow, en el aire ambiente a 180 cm de altura.

15 La figura 6 muestra la curva representativa de la evolución de la temperatura interior del bungalow T_{i2} en función del tiempo durante el segundo periodo de tiempo D_2 . Como se ve en esta figura, la curva de descenso de la temperatura del bungalow 60 presenta una parte sensiblemente lineal en el intervalo de tiempo Δt_2 . La introducción en la ecuación de esta parte lineal de la curva da: $T_{i2} = 11^\circ\text{C} - 0,0000871 t$, con t en segundos.

La evolución de la temperatura del aire exterior T_{e2} durante el mismo periodo de tiempo D_2 está mostrada igualmente en la figura 6. Como en la primera etapa, la temperatura del aire exterior T_{e2} en el intervalo de tiempo Δt_2 es lo suficientemente estable como para que se pueda considerarla sensiblemente constante e igual a la temperatura media en el intervalo de tiempo Δt_2 , a saber en este ejemplo $T_{e2m} = 3,4^\circ\text{C}$.

20 Como $K_{calc} = \frac{a_1 P_2 - a_2 P_1}{a_1 \Delta T_{2m} - a_2 \Delta T_{1m}}$ según la ecuación (2) precedente, tomando $\Delta T_{1m} = 10,5^\circ\text{C}$, $\Delta T_{2m} = 5,7^\circ\text{C}$, $P_1 = 432,8 \text{ W}$, $P_2 = 11,0 \text{ W}$, se obtiene el valor del coeficiente de pérdida térmica K del bungalow 60:

$$K_{calc} = 33,2 \text{ W/K.}$$

25 El procedimiento del invento permite acceder igualmente al valor de la inercia o capacidad térmica efectiva C del bungalow 60, tal como se ha definido precedentemente, a saber, la energía necesaria para aumentar la temperatura ambiente del bungalow 1 K con la temperatura exterior constante durante la sollicitación:

$$C = 1,3 \text{ MJ/K}$$

30 En la práctica, en los dos ejemplos anteriores, las etapas de selección de los intervalos de tiempo Δt_k para el tratamiento de los datos, y para el cálculo del valor K_{calc} del coeficiente de pérdida térmica a partir de las pendientes a_k , son ventajosamente realizados por medio de una unidad de cálculo electrónico que pertenece a un dispositivo tal como el descrito haciendo referencia a la figura 1.

35 El invento no está limitado a los ejemplos descritos anteriormente. En particular, como ya se ha recordado, el procedimiento según el invento puede ser utilizado indiferentemente con unos medios de calefacción que equipen al local de una manera fija o con unos medios de calefacción que son añadidos al local de una manera específica para la utilización del procedimiento, siempre que la potencia suministrada por estos medios de calefacción para los impulsos requeridos por el procedimiento pueda ser determinada de una manera precisa.

40 Por otra parte, en el caso de un local de gran tamaño, tal como un inmueble de varios pisos, el procedimiento del invento puede ser utilizado o bien para la determinación del coeficiente de pérdida térmica K del local en su integridad, en cuyo caso el calentamiento del aire debe ser asegurado en todo el local, o bien para la determinación del coeficiente de pérdida térmica K de una parte solamente del local. De esta manera, en el caso de un inmueble, de pueden hacer las pruebas nada más que en un solo apartamento. Para ello, es preferible que las partes medianeras del apartamento medido estén en un estado térmico representativo de su estado de ocupación normal, en particular que las partes medianeras normalmente habitadas estén a una temperatura ambiente del orden de 20°C . Es igualmente preferible minimizar tanto como sea posible las pérdidas térmicas, por ejemplo, sobre-aislando las paredes medianeras por medio de un aislamiento añadido, o incluso acondicionando las partes medianeras de la misma manera que el apartamento medido de tal manera que se asegure una diferencia de temperaturas a ambos lados de la pared medianera tan próxima a cero como sea posible.

45 Sin embargo, una ventaja del procedimiento según el invento es que limita las transferencias térmicas entre el apartamento medido y las partes medianeras, gracias a la reducción del tiempo de medida. De esta manera, hay menos necesidad de aportar correcciones al valor K_{calc} del coeficiente de pérdida térmica obtenido. El procedimiento según el invento está, de esta manera, muy bien adaptado para determinar el coeficiente de pérdida térmica de partes de los inmuebles de alojamiento colectivo.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de determinación del coeficiente de pérdida térmica K de un local, caracterizado por que incluye unas etapas en las cuales:

-se procede, en el local, en dos periodos de tiempo D₁ y D₂ sucesivos:

5 i. en el primer periodo de tiempo D₁ a la aplicación de una potencia de calefacción P₁ al local, y a una campaña de medidas de al menos una temperatura en el interior del local T_{i1} a intervalos de tiempo próximos, así como a la determinación de la temperatura del aire exterior T_{e1} a intervalos de tiempo próximos, siendo la primera potencia de

$$\alpha = 1 - \frac{\Delta T_1(0) K_{ref}}{P_1}$$

calefacción P₁ tal que el parámetro es inferior o igual a 0,8 con $\Delta T_1(0) = T_{i1}(t=0) - T_{em}$, en donde t= 0 es el punto de partida del primer periodo de tiempo D₁, T_{em} es la temperatura media del aire exterior en el conjunto de los periodos de tiempo D₁ y D₂ y K_{ref} es el valor de referencia del coeficiente de pérdida térmica K del local determinado a partir del coeficiente de transferencia térmica de la envoltura del local obtenido según la norma ISO 13789;2007, y a continuación

10

15 ii. en el segundo periodo de tiempo D₂, a la aplicación de una segunda potencia de calefacción P₂ al local sensiblemente nula, y a una campaña de medidas de al menos una temperatura en el interior del local T_{i2} a intervalos de tiempo próximos, así como a la determinación de la temperatura del aire exterior T_{e2} a intervalos de tiempo próximos;

15

-para cada uno de los primero y segundo periodos de tiempo D₁ y D₂, se selecciona un intervalo de tiempo Δt_1 y Δt_2 para el cual la evolución T_{i1}(t) o T_{i2}(t) es sensiblemente lineal, en donde los intervalos de tiempo Δt_1 y Δt_2 son tales que el intervalo de tiempo Δt_1 se extiende hasta el final de primer periodo D₁ de aplicación de la primera potencia de calefacción P₁ y tales que cuando se superponen los puntos de partida del primer periodo D₁ y del segundo periodo D₂, los intervalos de tiempo Δt_1 y Δt_2 tienen el mismo punto final;

20

- se determina, en cada intervalo de tiempo Δt_1 o Δt_2 , la pendiente a₁ o a₂ de la tangente a la curva (T_{ik}(t))_{k=1 ó 2};

- se deduce el valor K_{calc} del coeficiente de pérdida térmica K del local a partir de las pendientes a₁ y a₂.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que los intervalos de tiempo Δt_1 y Δt_2 tienen la misma duración.

25

3. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 ó 2, caracterizado por que el primer periodo de tiempo D₁ en el que se aplica la primera potencia de calefacción P₁ tiene una duración inferior o igual a 4 horas.

4. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que la primera

$$\alpha = 1 - \frac{\Delta T_1(0) K_{ref}}{P_1}$$

potencia de calefacción P₁ es tal que el parámetro es inferior o igual a 0.75.

30 5. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que la primera

$$\alpha = 1 - \frac{\Delta T_1(0) K_{ref}}{P_1}$$

potencia de calefacción P₁ es tal que el parámetro es inferior o igual a 0,7.

6. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que la primera

$$\alpha = 1 - \frac{\Delta T_1(0) K_{ref}}{P_1}$$

potencia de calefacción P₁ es tal que el parámetro es superior o igual a 0,25, preferentemente superior o igual a 0,3.

35 7. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que, a continuación a la determinación del valor K_{calc} del coeficiente de pérdida térmica K del local a partir de las pendientes a₁ y a₂, se

$$\alpha_{calc} = 1 - \frac{\Delta T_1(0) K_{calc}}{P_1}$$

calcula el valor del parámetro y se verifica que α_{calc} está dentro de la gama de valores predefinido para el parámetro α .

40 8. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que la primera potencia de calefacción P₁ incluye una potencia de calefacción P_{imp1} por medio de una fuente de potencia controlada.

9. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que el procedimiento se utiliza cuando el local está desocupado.

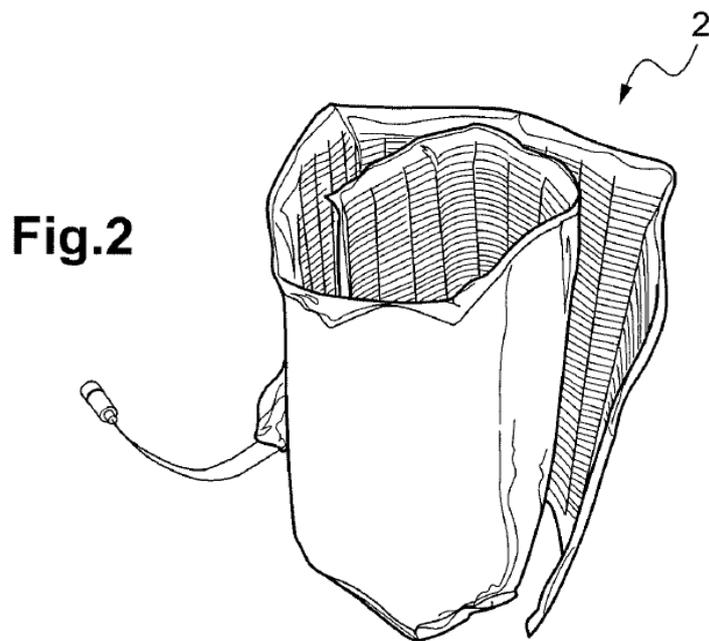
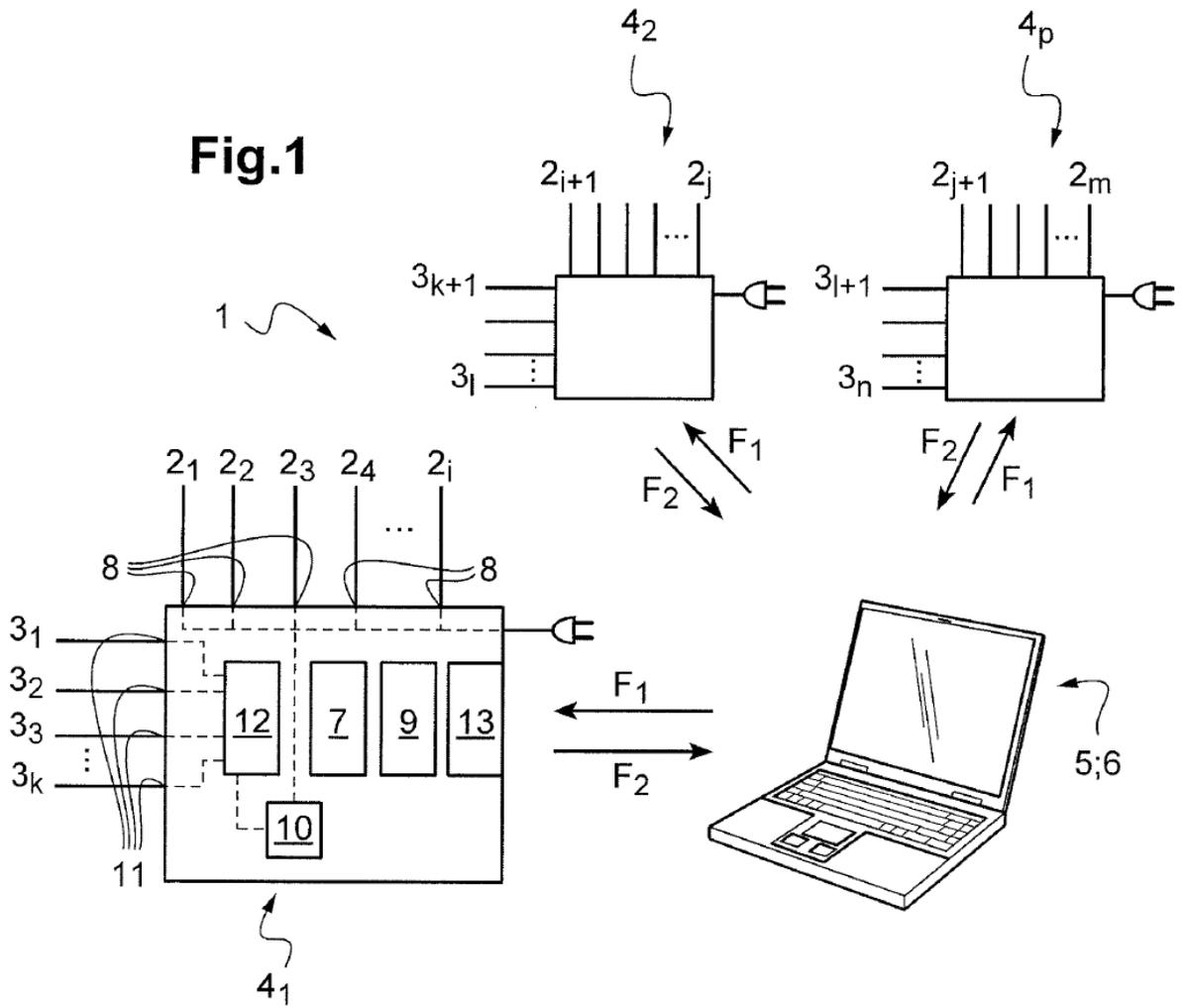
10. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que, en cada uno del primero y segundo periodos de tiempo D_1 y D_2 , la temperatura del aire exterior T_{e1} o T_{e2} es estable.
11. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que, en cada uno del primero y segundo periodos de tiempo D_1 y D_2 , la radiación solar es pequeña, preferentemente nula.
- 5 12. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que se realiza en su globalidad en un solo periodo nocturno.
13. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que en cada uno del primero y segundo periodos de tiempo D_1 y D_2 , todos los sistemas de ventilación fijos que equipan al local están desactivados.
- 10 14. Soporte de registro de las informaciones, caracterizado por que incluye unas instrucciones para la utilización de las etapas de cálculo de un procedimiento de determinación del coeficiente de pérdida térmica K de un local según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes cuando estas instrucciones son ejecutadas por una unidad de cálculo electrónico, incluyendo las etapas de cálculo:
- 15 - el cálculo de la primera potencia de calefacción P_1 a aplicar en el primer periodo de tiempo D_1 , a partir de los valores de α , $\Delta T_1(0)$ y K_{ref} ,
- el cálculo, en cada intervalo de tiempo Δt_1 o Δt_2 , de la pendiente a_1 o a_2 a partir de las medidas de la temperatura interior del local T_{i1} o T_{i2} ,
- el cálculo del valor de K_{calc} del coeficiente de pérdida térmica K del local a partir de las pendientes a_1 y a_2
- 20 15. Soporte de registro de las informaciones según la reivindicación 14, caracterizado por que incluye además unas instrucciones para el control, en función de unos datos de entrada, de una fuente de potencia controlada utilizada para aplicar la primera potencia de calefacción P_1 en el local.
16. Dispositivo para la utilización de un procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, caracterizado por que incluye:
- al menos un elemento de calefacción que incluye a su vez una fuente de potencia controlada,
- 25 - al menos un detector de temperatura que mide una temperatura en el interior del local T_{ik} ,
- al menos un detector de potencia que mide la potencia de calefacción P_k suministrada al local,
- al menos un módulo de adquisición para adquirir las medidas de la temperatura interior del local T_{ik} , las medidas de la potencia de calefacción P_k suministrada al local, la temperatura del aire exterior T_{ek} ,
- una unidad de cálculo electrónico,
- 30 - un soporte de registro de unas informaciones que incluye unas instrucciones, destinadas a ser ejecutadas por la unidad de cálculo electrónico, para la puesta en marcha de las etapas de cálculo de cálculo del procedimiento que son: el cálculo de la primera potencia de calefacción P_1 a aplicar en el primer periodo de tiempo D_1 , a partir de los valores de α , $\Delta T_1(0)$ y K_{ref} ; el cálculo, en cada intervalo de tiempo Δt_1 o Δt_2 , de la pendiente a_1 o a_2 a partir de las medidas de la temperatura interior del local T_{i1} o T_{i2} ; el cálculo del valor K_{calc} del coeficiente de pérdida térmica K del local a partir de las pendientes a_1 o a_2 .
- 35 17. Dispositivo según la reivindicación 16, caracterizado por que el o cada elemento de calefacción está configurado para calentar el aire del local.
18. Dispositivo según una de las reivindicaciones 16 ó 17, caracterizado por que el o cada detector de temperaturas está configurado para medir la temperatura del aire en el interior del local.
- 40 19. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 16 a 18, caracterizado por que la unidad de cálculo electrónico incluye unos medios de control de la fuente de potencia del o de cada elemento de calefacción.
20. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 16 a 19, caracterizado por que incluye al menos una cajera que está situada en una pieza o zona del local y que incluye:
- 45 - un módulo de gestión de la potencia, al cual está conectada la fuente de potencia del o de cada elemento de calefacción situado en la citada pieza o zona del local,
- un módulo de medida de a temperatura, al cual está conectado el o cada detector de temperatura situado en el citada pieza o zona del local,
- un detector de potencia, que mide la potencia de calefacción suministrada a la citada pieza o zona del local,

ES 2 704 060 T3

- unos medios de conexión entre la cajera y la unidad de cálculo electrónico, de tal manera que la unidad de cálculo electrónico esté preparada para recibir las medidas de temperatura y de potencia y para controlar el módulo de gestión de la potencia.

21. Dispositivo según la reivindicación 20, caracterizado por que incluye una cajera en cada pieza o zona del local.

- 5 22. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 20 ó 21, caracterizado por que los medios de conexión entre la o cada cajera y la unidad de cálculo electrónico son unos medios de conexión sin hilos.



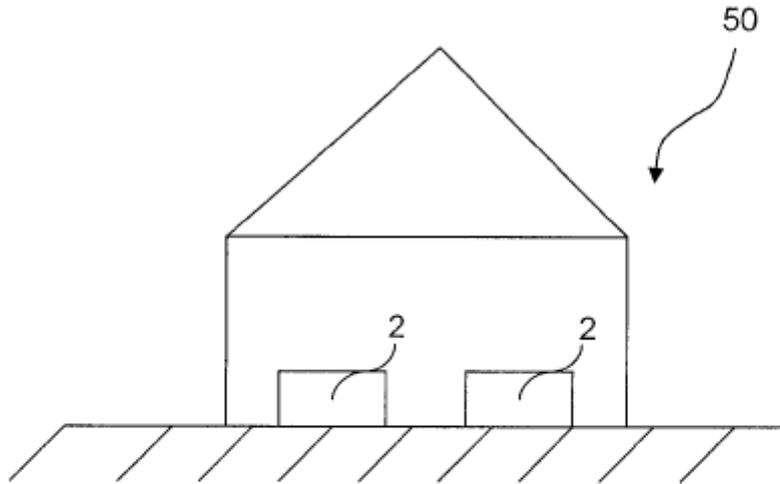


Fig. 3

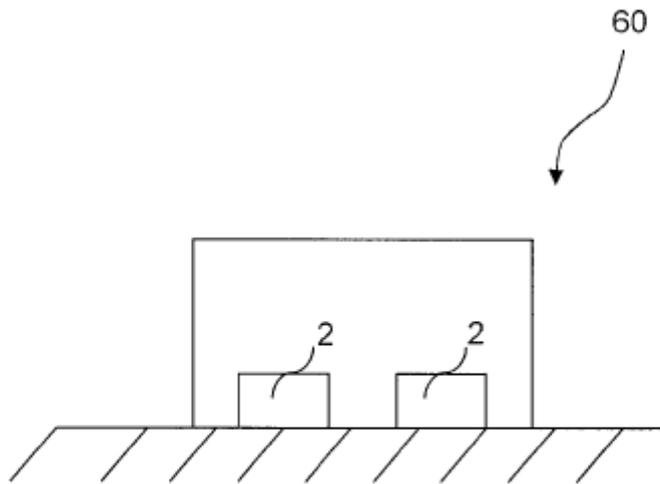


Fig. 5

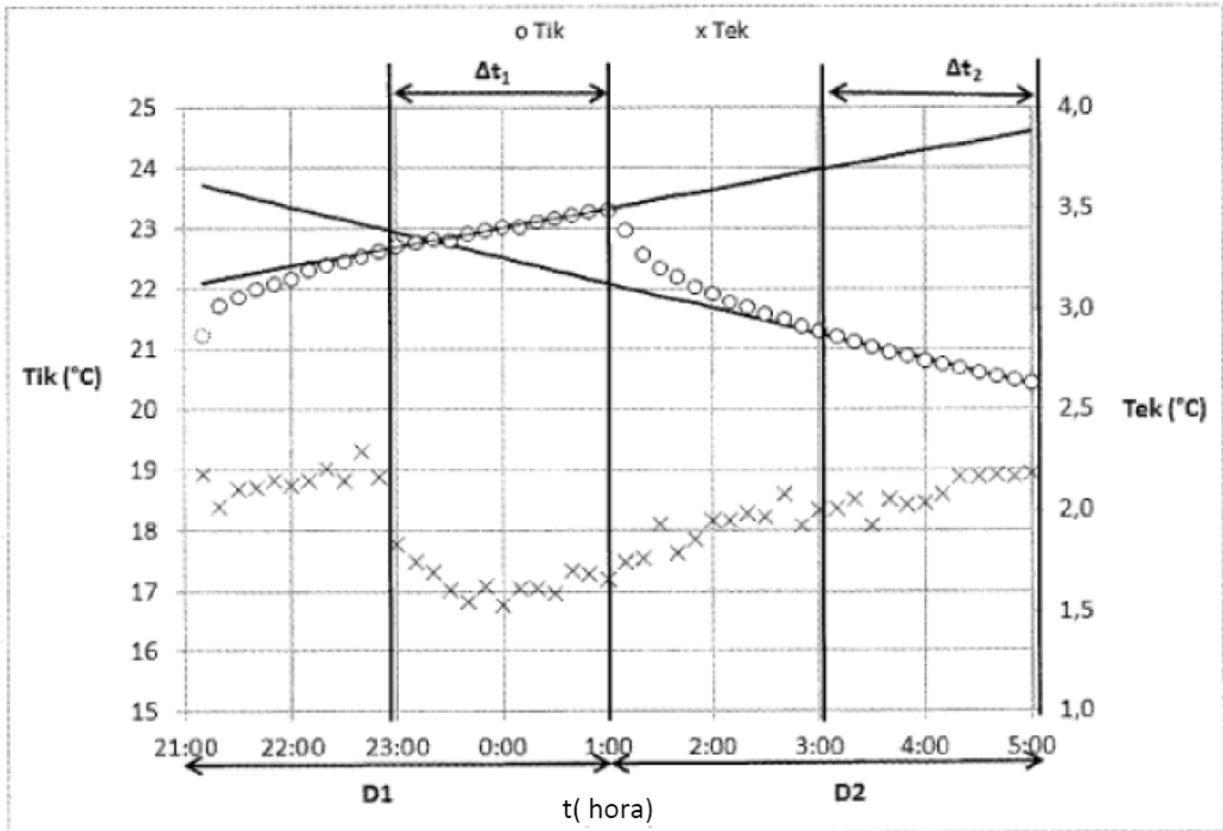


Fig. 4

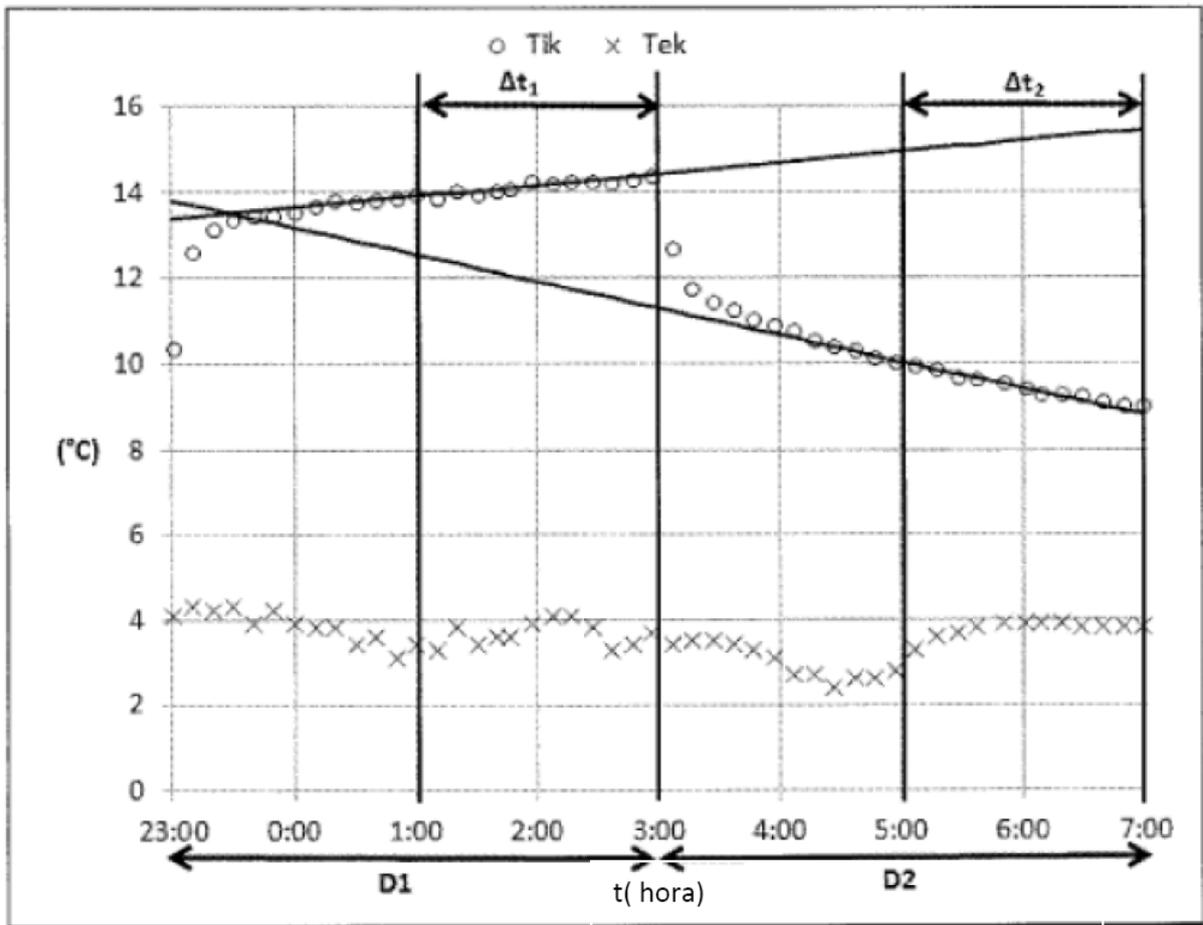


Fig. 6