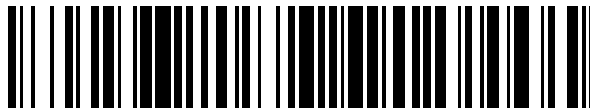


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 568 911**

51 Int. Cl.:

G05B 13/02 (2006.01)

G05B 15/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.05.2012 E 12723418 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.02.2016 EP 2707781**

54 Título: **Procedimiento de previsión del consumo energético de un edificio**

30 Prioridad:

11.05.2011 FR 1154057

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
05.05.2016

73 Titular/es:

**COMMISSARIAT À L'ÉNERGIE ATOMIQUE ET
AUX ÉNERGIES ALTERNATIVES (100.0%)
25, Rue Leblanc, Bâtiment "Le Ponant D"
75015 Paris, FR**

72 Inventor/es:

LE PIVERT, XAVIER

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 568 911 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 de previsión del consumo energético de un edificio

5 La invención se refiere a un procedimiento de gestión térmica de un edificio, así como a un sistema térmico que implementa dicho procedimiento. Esta se refiere también a un soporte que comprende un *software* que implementa dicho procedimiento. Por último, se refiere también a un edificio equipado con dicho sistema térmico.

10 Resulta útil poder prever el consumo energético de un edificio para poder anticipar el calentamiento o la climatización del edificio y conseguir en todo momento el confort deseado por sus ocupantes. Ahora bien, los fenómenos térmicos que caracterizan un edificio son complejos y difíciles de comprender.

15 Para ello, una primera solución del estado de la técnica se basa en un análisis de valores medidos y de datos memorizados en un largo periodo, de un año por ejemplo. En particular, los valores de consumo de energía y de temperatura interior del edificio se memorizan en función del tiempo, así como los datos meteorológicos correspondientes como la temperatura exterior y la exposición al sol. Un cruce a partir de un tratamiento digital mediante un método de tipo red de neuronas permite determinar un modelo matemático representativo de estos datos del pasado, que se utiliza a continuación para realizar previsiones futuras. Este método, basado en inteligencia artificial, precisa un gran número de datos para conseguir un resultado aceptable, lleva mucho tiempo elaborarlo y
20 precisa unos cálculos complejos. Por otra parte, como este no se basa en un enfoque físico de los fenómenos, queda limitado y no puede conseguir la precisión suficiente en todas las situaciones.

25 Una segunda solución del estado de la técnica se basa en una modelización de los fenómenos físicos a partir de grandes simplificaciones para no precisar unos medios de cálculo excesivamente importantes. En esta modelización, se pasan por alto los intercambios térmicos con el exterior, de tipo radiación o convección por ejemplo.

En todos los casos, los resultados siguen sin ser satisfactorios y existe la necesidad de una solución mejorada de previsión del consumo energético de un edificio.

30 El documento WO 2007/061357 describe un procedimiento de previsión del consumo energético de un edificio.

35 Para ello, la invención se basa en un procedimiento de previsión del consumo energético de un edificio, caracterizado por que comprende una etapa para tener en cuenta los intercambios térmicos de radiación solar recibida y/o de convección y/o de conducción térmica entre el edificio y el entorno exterior a partir de un modelo físico implementado por un ordenador, y por que comprende una etapa de aprendizaje para deducir de esta el valor de los parámetros del modelo físico a partir de mediciones realizadas a nivel del edificio en el pasado.

40 De manera más precisa, la invención se refiere a un procedimiento de previsión del consumo energético de un edificio, caracterizado por que comprende una etapa para tener en cuenta el calentamiento y el enfriamiento del edificio mediante un dispositivo de calefacción y/o climatización, los aportes solares pasivos, los aportes por las ganancias internas como el calentamiento por las personas y los aparatos electrodomésticos, las pérdidas térmicas como mediante convección y/o conducción térmica entre el edificio y el entorno exterior, y por que comprende una etapa de aprendizaje para deducir de esta el valor de los parámetros del modelo físico a partir de mediciones realizadas a nivel del edificio en el pasado, que comprende:

- 45
- la determinación de al menos un parámetro del modelo físico relativo a las ganancias internas y/o a las pérdidas térmicas a partir de mediciones del pasado en periodos de baja exposición solar;
 - la determinación de al menos un parámetro del modelo físico relativo a los aportes solares pasivos a partir de mediciones del pasado en periodos soleados.
- 50

La invención se refiere también a un soporte informático que comprende un programa informático que implementa las etapas del procedimiento de previsión del consumo energético de un edificio como se ha descrito con anterioridad.

55 La invención se refiere también a un sistema de previsión del consumo energético de un edificio, caracterizado por que comprende una unidad de control que implementa el procedimiento de previsión del consumo energético del edificio tal como se ha descrito con anterioridad.

60 El sistema de previsión del consumo energético de un edificio puede comprender un dispositivo de calefacción y/o climatización y la unidad de control puede implementar la regulación de la temperatura interior del edificio accionando el dispositivo de calefacción y/o climatización, en función de una temperatura de consigna deseada.

65 La invención se refiere también a un edificio caracterizado por que comprende un sistema de previsión del consumo energético de un edificio que implementa el procedimiento de previsión del consumo energético de un edificio como se ha descrito con anterioridad.

La invención se define de manera más precisa en las reivindicaciones.

5 Estos objetos, características y ventajas de la presente invención se expondrán en detalle en la siguiente descripción de una forma particular de ejecución hecha a título no limitativo en relación con la única figura adjunta que ilustra de manera esquemática un edificio y los diferentes fenómenos energéticos considerados por el procedimiento de la invención.

10 La invención se basa en una mejor consideración de los fenómenos térmicos externos a un edificio, como la radiación y/o la convección y/o la conducción. En particular, esta permite tener mejor en cuenta las influencias de algunos fenómenos meteorológicos como el viento y los aportes solares pasivos sobre un edificio. Esta se basa en un equilibrio que permite tener en cuenta fenómenos físicos conservando al mismo tiempo una simplicidad compatible con un tratamiento relativamente simple mediante un ordenador.

15 De acuerdo con una forma de realización de la invención el balance térmico en el interior de un edificio se expresa de la siguiente manera:

$$P_c = PT + PV - (P_{asp} + P_i) + S$$

donde:

- 20 P_c es la potencia necesaria para el calentamiento o enfriamiento del edificio;
 PT representa la potencia perdida por los defectos del edificio, como las paredes no aisladas que provocan unas transmisiones de calor hacia el exterior o a la inversa;
 PV representa la potencia perdida por la ventilación;
 P_{asp} representa la potencia aportada por los aportes solares pasivos;
 25 P_i representa la potencia aportada por las ganancias internas, como el calentamiento por el cuerpo humano de las personas presentes, por los aparatos electrodomésticos, etc.;
 S representa el flujo de calor acumulado en el edificio.

30 La potencia aportada por los aportes solares pasivos, que proceden principalmente de la radiación solar que penetra en un edificio, se vuelve cada vez menos insignificante a medida que el aislamiento de los edificios aumenta. Como se muestra en la figura 1, estos aportes dependen de la posición del sol, y por lo tanto de la hora y de las estaciones del año, puesto que esta radiación llega a las diferentes superficies del edificio con ángulos diferentes. A título de ejemplo, la radiación R_1 del sol en la posición P_1 representa la situación invernal a una determinada hora. En verano, la radiación R_2 del sol es muy distinta a la misma hora puesto que su posición P_2 es mucho más alta.
 35 Resulta por tanto que la radiación solar que recibe el edificio 1 es muy diferente.

Haciendo un balance energético en un periodo de un día, la anterior ecuación nos permite obtener un procedimiento de previsión de consumo energético de un edificio que considera la siguiente ecuación (1):

$$\int_{\text{día}} P_c + \int_{\text{día}} P_{asp} + \int_{\text{día}} P_i = \int_{\text{día}} (PT + PV) \quad (1)$$

40 La hipótesis solo se hace en el periodo seleccionado, la energía térmica del edificio ligada a la inercia térmica es nula, es decir $\int S = 0$, considerando que la temperatura media del edificio es la misma al inicio y al final del periodo. Si ese no es el caso, se puede en una variante tener en cuenta el calor almacenado o liberado por el edificio (inercia térmica). Para calcular los aportes solares pasivos, se considera que el edificio es un conjunto de varias superficies receptoras, para las cuales se define un coeficiente A_{req} llamado "área receptora equivalente", que representa el área del cuerpo negro que representa el mismo aporte solar pasivo que la superficie receptora considerada. Con esta definición, se obtiene la siguiente fórmula para un edificio de cinco superficies receptoras:

$$\int_{\text{día}} P_{asp} = \sum_{i=1 \text{ a } 5} \int_{\text{día}} A_{req,i} \cdot G_i(t) \quad (2)$$

50 donde $G_i(t)$ representa la irradiancia (en $W \cdot m^{-2}$) recibida por la superficie i en el instante t . Esta se calcula a partir de datos meteorológicos y de cálculos geométricos teniendo en cuenta la posición del sol en el cielo.

55 En la forma de realización, el modelo físico del edificio considera una separación del edificio en cinco superficies receptoras. En una variante, se puede considerar cualquier otro número de superficies en función de la arquitectura del edificio, de manera ventajosa entre 1 y 10, de preferencia entre 3 y 6, de modo que se consiga un buen equilibrio entre la complejidad de los cálculos y la precisión del modelo.

El procedimiento de previsión de consumo energético de un edificio comprende una etapa de aprendizaje, que permite estimar los diferentes parámetros A_{req} , como se detallará a continuación.

60

Las pérdidas térmicas del edificio en un día, se estiman mediante la siguiente ecuación:

$$\int_{\text{día}} \text{Pérdidas}_t \text{érmicas} = \int_{\text{día}} \text{GV} \cdot (T_{\text{int}} - T_{\text{ext}}) = \text{GV} \cdot \int_{\text{día}} (T_{\text{int}} - T_{\text{ext}}) \quad (3)$$

5 donde GV representa un coeficiente de pérdida de calor (en W/°C), lo que permite hacer que las pérdidas térmicas dependan de la diferencia de temperatura interior T_{int} y exterior T_{ext} en el edificio.

10 Los aportes internos representan los aportes de calor de los dispositivos y de las personas en el interior del edificio. Estos son irregulares y dependen de la actividad en el interior del edificio. Se considera para simplificar que son repetitivos, y adoptan un valor medio constante para dos periodos distintos, los días entre semana y el fin de semana, en los cuales el ritmo de actividad en el edificio es diferente. En una variante, estos aportes de calor pueden depender también de las estaciones del año. Los valores medios escogidos son por último unas medias medidas en estos diferentes periodos.

15 En una variante, se pueden predefinir varios perfiles diferentes para estos aportes internos, que dependen de la ocupación de un edificio, puesto que la simple presencia de personas provoca un aporte de calor, y/o de la actividad en el interior de un edificio, como la utilización o no de un horno, de manera más general de cualquier aparato susceptible de aportar calor.

20 Las potencias de calefacción y de climatización se calculan a partir del conocimiento de los diferentes aparatos de calefacción y de climatización del edificio.

25 Un procedimiento de aprendizaje permite calcular los diferentes parámetros utilizados en las anteriores ecuaciones. La ecuación (1) se expresa de la siguiente manera, integrando las ecuaciones (2) y (3) mencionadas con anterioridad:

$$\int_{\text{día}} P_c(t) + \int_{\text{día}} P_i(t) + \int_{\text{día}} \sum_{i=1}^5 A_{\text{req},i} \cdot G_i(t) = \int_{\text{día}} \text{GV} \cdot (T_{\text{int}}(t) - T_{\text{ext}}(t)) \quad (4)$$

30 El aprendizaje va a permitir calcular los parámetros a partir de valores pasados conocidos a nivel del edificio, disociando los periodos de baja exposición solar y los periodos soleados. Estos periodos se definen, por ejemplo, por comparación entre la exposición solar medida y la exposición solar teórica con tiempo despejado.

En primer lugar, para los periodos de baja exposición solar, se pasan por alto los aportes solares pasivos y la ecuación (4) puede simplificarse de la siguiente manera:

$$\int_{\text{día}} P_c(t) + \int_{\text{día}} P_i(t) = \int_{\text{día}} \text{GV} \cdot (T_{\text{int}} - T_{\text{ext}}) \quad (5)$$

35 Se plantea la hipótesis de que los aportes internos de un día pueden adoptar dos valores constantes diferentes, el primero para los días entre semana y el segundo para el fin de semana. Las incógnitas de la ecuación (5) son, por lo tanto, GV, $\int_{\text{día1}} P_i$ o $\int_{\text{día2}} P_i$.

40 Seleccionando algunos días no soleados, para los cuales se miden y se conocen los demás valores P_c , T_{int} , T_{ext} de la ecuación (5), se puede calcular, o en todo caso estimar, las tres incógnitas anteriores.

45 En una variante, se pueden emplear otros modelos, y por ejemplo cualquier otro tipo de perfiles predefinidos para los aportes internos. Hay que señalar por tanto que la etapa de aprendizaje puede comprender un primer aprendizaje de los parámetros relativos a las pérdidas térmicas en los periodos de baja exposición solar, en los cuales los aportes solares pasivos son insignificantes, y de baja ocupación, en los cuales las ganancias (o aportes) internos son insignificantes. A continuación, los parámetros relativos a los aportes internos pueden ser objeto de un aprendizaje en los periodos de baja exposición solar, en los cuales los aportes solares pasivos son insignificantes, y de ocupación del edificio, en los cuales las ganancias (o aportes) internos ya no son insignificantes.

50 En la utilización posterior del modelo físico, para calcular por ejemplo el calentamiento necesario para conseguir una cierta consigna de temperatura, o para calcular una futura temperatura en el interior del edificio para un cierto calentamiento, como se detallará a continuación, el perfil para tener en cuenta los aportes internos se seleccionará entre los perfiles predefinidos en función de la ocupación del edificio y/o de la actividad en el interior del edificio. Esta elección puede estar toda o en parte automatizada, por ejemplo basada en unos sensores de presencia, en detectores de medición de la actividad, para la detección de la utilización de un horno, por ejemplo.

A continuación, se consideran algunos días soleados, para los cuales se aplica la ecuación (4). Las incógnitas de esta ecuación son, por tanto, los parámetros $A_{req,i}$. Los valores $G_i(t)$ se calculan a partir de unos datos meteorológicos medidos y de unos cálculos geométricos que incluyen la posición del sol en el cielo.

5 Con algunos días soleados, obtenemos las suficientes ecuaciones (4) (al menos n) para encontrar el conjunto de las incógnitas $A_{req,i}$.
Como nota al margen, estos parámetros así definidos mediante aprendizaje se pueden afinar con unas mediciones suplementarias a lo largo del tiempo.

10 Cuando estos parámetros de la ecuación (4) se conocen mediante aprendizaje, se puede considerar la siguiente ecuación (6), que caracteriza las fluctuaciones de temperatura en el interior del edificio:

$$C \cdot \frac{dT_{int}}{dt} = GV(T_{ext}(t) - T_{int}(t)) + P_c(t) + P_i(t) + \sum_{i=1}^5 A_{req,i} \cdot G_i(t) \quad (6)$$

15 donde C representa la capacidad térmica del edificio.

Para utilizar esta ecuación, se implementa una nueva etapa de aprendizaje para estimar el valor del parámetro C.

Para un día nublado, los aportes solares pasivos son insignificantes, y en cada instante se puede expresar:

20

$$\hat{C}(t) = \frac{GV(T_{ext}(t) - T_{int}(t)) + P_c(t) + \int_{\text{periodo}} P_i / \text{periodo}}{\frac{dT_{int}}{dt}} \quad (7)$$

Se hace entonces la aproximación de que $P_i(t) = (\int_{\text{día}} P_i) / 24h$, es decir que no se tienen en cuenta las fluctuaciones de aporte interno en el día y se considera que su valor medio para resolver la anterior ecuación (7). En una variante, también se pueden determinar unos perfiles medios de los aportes internos $P_i(t)$ en unos periodos más pequeños que el día, y actualizar regularmente esta medición para tener en cuenta las variaciones estacionales u otras variaciones.

25

Todas las demás magnitudes de la ecuación (7) o bien se miden, o bien se conocen de los aprendizajes anteriores. Finalmente, se obtiene C mediante el valor medio en el día de los $\hat{C}(t)$ calculados con anterioridad con la ecuación (7).

30

$$C = \text{media}_{\text{día}}(\hat{C}(t))$$

Como nota al margen, para un día soleado, se pueden realizar unos cálculos similares, pero teniendo en cuenta los aportes solares pasivos.

35

Los anteriores cálculos forman parte, por lo tanto, de una etapa de aprendizaje, que permite determinar los parámetros de la modelización térmica seleccionada para el edificio. A continuación, se puede implementar un procedimiento de estimación del futuro consumo energético del edificio, con el fin de poder garantizar el confort térmico de sus ocupantes en el futuro. Como complemento, este cálculo permite también prever las necesidades de producción energética en un territorio dado para una entidad de producción de energía, teniendo en cuenta todos los edificios presentes en este territorio.

40

Para definir su deseo de confort, los ocupantes del edificio definen un perfil de temperatura interior deseada en el futuro. Un sistema de regulación de temperatura, interno al edificio, calcula las necesidades energéticas en todo momento, de manera más precisa determina el funcionamiento de los diferentes aparatos de calefacción o climatización internos con el fin de poder conseguir la temperatura de consigna en todo momento.

45

Para ello, la ecuación (6) mencionada con anterioridad, para la cual ahora se conocen todos los parámetros, se utiliza de nuevo para deducir de esta el consumo energético interno al edificio en todo momento mediante:

50

$$P_c(t) = C \cdot \frac{dT_{int}}{dt} - GV(T_{ext}(t) - T_{int}(t)) - P_i(t) - \sum_{i=1}^5 A_{req,i} \cdot G_i(t)$$

donde $T_{int}(t)$ es la consigna de temperatura interior deseada, $T_{ext}(t)$ es la temperatura exterior calculada a partir de las previsiones meteorológicas, $G_i(t)$ es la irradiancia calculada a partir de las previsiones meteorológicas y de los cálculos geométricos que incluyen la posición del sol en el cielo. Como nota al margen, cuando se realiza este cálculo en tiempo casi real o para previsiones a muy corto plazo, y no a medio o largo plazo, no es obligatorio recurrir a los datos meteorológicos, que se puede sustituir por simples datos medidos.

55

5 La invención se refiere también a un sistema de previsión de las necesidades energéticas de un edificio, que comprende un ordenador que permite implementar el procedimiento descrito con anterioridad. Este sistema está de manera ventajosa conectado a los dispositivos de calefacción y de climatización de un edificio para implementar su regulación térmica, basado en el perfil de consumo energético calculado para conseguir un confort deseado por sus ocupantes. Este sistema comprende, por ejemplo, una unidad de control que comprende el ordenador que implementa el procedimiento descrito con anterioridad. Este procedimiento lo implementan unos medios de software almacenados en un soporte informático.

10 Por último, un edificio puede estar equipado con un sistema de previsión del consumo energético de un edificio que implementa el procedimiento descrito con anterioridad para la regulación o de forma más amplia la gestión de sus dispositivos de calefacción y/o climatización.

15 De este modo, la solución escogida responde perfectamente a los objetivos de la invención y presenta las siguientes ventajas:

- permite controlar el consumo energético y conseguir una mejor regulación térmica de un edificio, con unos cálculos lo suficientemente simples pero que tienen en cuenta los fenómenos térmicos más importantes;
- permite conseguir una mayor precisión mediante la definición de parámetros térmicos específicos para cada edificio, en una fase de aprendizaje.

20 Por último, la solución descrita representa un equilibrio ventajoso entre las dos soluciones del estado de la técnica mencionadas con anterioridad, puesto que combina una modelización física ingeniosa de un edificio con el conocimiento de mediciones pasadas.

25 La forma de realización se ha descrito teniendo en cuenta unos aportes solares pasivos. En una variante, los aportes solares pasivos se pueden modelizar mediante otro enfoque diferente al descrito. Además, de acuerdo con otra variante, también se podría tener en cuenta la convección y/o la conducción térmica, por ejemplo para tener en cuenta el efecto del viento, en particular si el edificio se encuentra en una zona ventosa. El mismo principio de aprendizaje permite por tanto definir los parámetros del modelo que representa estos fenómenos físicos.

30

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de previsión del consumo energético de un edificio, implementado por un ordenador y que utiliza un modelo físico que tiene en cuenta el calentamiento y enfriamiento (P_c) del edificio mediante un dispositivo de calefacción y/o climatización, los aportes solares pasivos (P_{asp}), los aportes por las ganancias internas (P_i) como el calentamiento por las personas y los aparatos electrodomésticos, y las pérdidas térmicas ($P_{pérdidas_térmicas}$) de tipo convección y/o conducción térmica entre el edificio y el entorno exterior, caracterizado por que comprende una etapa de aprendizaje para deducir de esta el valor de los parámetros del modelo físico a partir de mediciones realizadas a nivel del edificio en el pasado, que comprende:

- la determinación de al menos un parámetro del modelo físico relativo a las ganancias internas y/o a las pérdidas térmicas a partir de mediciones del pasado en periodos de baja exposición solar;
- la determinación de al menos un parámetro del modelo físico relativo a los aportes solares pasivos a partir de mediciones del pasado en periodos soleados.

2. Procedimiento de previsión del consumo energético de un edificio de acuerdo con la reivindicación anterior, caracterizado por que la etapa de aprendizaje comprende las siguientes etapas:

- determinación de al menos un parámetro del modelo físico relativo a las pérdidas térmicas a partir de mediciones del pasado en periodos de baja exposición solar y de baja ocupación del edificio; y/o
- determinación de al menos un parámetro del modelo físico relativo a las ganancias internas a partir de mediciones del pasado en periodos de baja exposición solar y de ocupación del edificio.

3. Procedimiento de previsión del consumo energético de un edificio de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que comprende una etapa de utilización del modelo físico tras la etapa de aprendizaje para calcular el consumo energético futuro para el calentamiento o el enfriamiento de un edificio en función de una temperatura de consigna $T_{int}(t)$.

4. Procedimiento de previsión del consumo energético de un edificio de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la energía recibida por los aportes solares pasivos por el edificio en un periodo dado se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\int_{\text{periodo}} P_{asp} = \sum_{i=1 \text{ a } n} \int_{\text{periodo}} A_{req,i} \cdot G_i(t)$$

donde P_{asp} representa la potencia de los aportes solares pasivos, $A_{req,i}$ representa el área receptora equivalente de la superficie i de las n superficies del edificio, $G_i(t)$ representa la irradiancia (en $W.m^{-2}$) que recibe la superficie i en el instante t , calculada a partir de datos meteorológicos o de mediciones y de un cálculo geométrico que tiene en cuenta la posición del sol en el cielo; y caracterizado por que la etapa de aprendizaje comprende el cálculo de los diferentes valores $A_{req,i}$ considerando unas mediciones realizadas a nivel del edificio en el pasado en periodos soleados.

5. Procedimiento de previsión del consumo energético de un edificio de acuerdo con la reivindicación anterior, caracterizado por que el modelo físico considera n comprendido entre 1 y 10 para el cálculo de la energía recibida por los aportes solares pasivos.

6. Procedimiento de previsión del consumo energético de un edificio de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el modelo físico calcula el balance energético del edificio en un periodo dado mediante la siguiente ecuación:

$$\int_{\text{periodo}} P_c + \int_{\text{periodo}} P_{asp} + \int_{\text{periodo}} P_i = \int_{\text{periodo}} (PT + PV)$$

dónde:

- P_c es la potencia necesaria para el calentamiento o enfriamiento del edificio;
- PT representa la potencia perdida por los fenómenos de transmisión hacia el exterior;
- PV representa la potencia perdida por la ventilación;
- P_{asp} representa la potencia aportada por los aportes solares pasivos;
- P_i representa la potencia aportada por las ganancias internas, como el calentamiento por las personas y los aparatos electrodomésticos.

7. Procedimiento de previsión del consumo energético de un edificio de acuerdo con la reivindicación anterior, caracterizado por que comprende una etapa que consiste en considerar que en el periodo seleccionado, la energía térmica del edificio ligada a la inercia térmica es nula, es decir $\int S = 0$.

5 8. Procedimiento de previsión del consumo energético de un edificio de acuerdo con la reivindicación 6 o 7, caracterizado por que las pérdidas térmicas en un periodo dado del edificio se calculan mediante las siguientes ecuaciones:

$$\int_{\text{periodo}} \text{Pérdidas}_t \text{érmicas} = \int_{\text{periodo}} PT + PV$$

$$\int_{\text{periodo}} \text{Pérdidas}_t \text{érmicas} = \int_{\text{periodo}} GV \cdot (T_{\text{int}} - T_{\text{ext}}) = GV \int_{\text{periodo}} (T_{\text{int}} - T_{\text{ext}})$$

10 donde GV representa un coeficiente de pérdidas de calor (en W/°C), T_{int} la temperatura interior del edificio y T_{ext} la temperatura exterior al edificio.

15 9. Procedimiento de previsión del consumo energético de un edificio de acuerdo con una de las reivindicaciones 6 a 8, caracterizado por que las ganancias internas se consideran como iguales a una constante en un periodo dado, que es un valor medio del periodo dado, teniendo en cuenta la ocupación y/o la actividad en el interior del edificio.

10. Procedimiento de previsión del consumo energético de un edificio de acuerdo con una de las reivindicaciones 8 o 9, caracterizado por que la etapa de aprendizaje comprende una primera subetapa de determinación de los parámetros GV y $\int_{\text{periodo}} P_i$ considerando unas mediciones realizadas a nivel del edificio en el pasado en unos periodos de baja exposición solar y de aportes solares pasivos insignificantes.

11. Procedimiento de previsión del consumo energético de un edificio de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que las fluctuaciones de temperatura en el interior de un edificio se tienen en cuenta mediante la siguiente ecuación:

$$C \cdot \frac{dT_{\text{int}}}{dt} = GV(T_{\text{ext}}(t) - T_{\text{int}}(t)) + P_c(t) + P_i(t) + \sum_{i=1}^5 A_{\text{req},i} \cdot G_i(t)$$

donde C representa la capacidad térmica del edificio y se puede estimar durante la etapa de aprendizaje.

30 12. Procedimiento de previsión del consumo energético de un edificio de acuerdo con la reivindicación anterior, caracterizado por que la etapa de aprendizaje comprende una subetapa de cálculo de un valor de C(t) en un instante dado a partir de mediciones realizadas a nivel del edificio en el pasado en un periodo no soleado mediante la siguiente fórmula:

$$\hat{C}(t) = \frac{GV(T_{\text{ext}}(t) - T_{\text{int}}(t)) + P_c(t) + \int_{\text{periodo}} P_i}{\frac{dT_{\text{int}}}{dt}}$$

35 y porque por último se calcula C mediante la media de los valores C(t) en el periodo dado: $C = \text{media}_{\text{día}}(\hat{C}(t))$.

13. Procedimiento de previsión del consumo energético de un edificio de acuerdo con la reivindicación anterior, caracterizado por que calcula el consumo energético futuro para el calentamiento o el enfriamiento de un edificio en función de una temperatura de consigna $T_{\text{int}}(t)$ mediante la siguiente ecuación:

$$P_c(t) = C \cdot \frac{dT_{\text{int}}}{dt} - GV(T_{\text{ext}}(t) - T_{\text{int}}(t)) - P_i(t) - \sum_{i=1}^5 A_{\text{req},i} \cdot G_i(t)$$

45 donde $T_{\text{ext}}(t)$ es la temperatura exterior calculada a partir de las previsiones meteorológicas o a partir de mediciones, $G_i(t)$ representa la irradiancia (en $W \cdot m^{-2}$) que recibe la superficie i en el instante t calculada a partir de las previsiones meteorológicas o a partir de mediciones, y a partir de cálculos geométricos que incluyen la posición del sol en el cielo.

14. Soporte informático que comprende un programa informático que implementa las etapas del procedimiento de previsión del consumo energético de un edificio de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores.
- 5 15. Sistema de previsión del consumo energético de un edificio, caracterizado por que comprende una unidad de control que implementa el procedimiento de previsión del consumo energético del edificio de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 13.
- 10 16. Sistema de previsión del consumo energético de un edificio de acuerdo con la reivindicación anterior, caracterizado por que comprende un dispositivo de calefacción y/o climatización y porque la unidad de control implementa la regulación de la temperatura interior del edificio accionando el dispositivo de calefacción y/o climatización, en función de una temperatura de consigna deseada.
- 15 17. Edificio caracterizado por que comprende un sistema de previsión del consumo energético de un edificio que implementa el procedimiento de previsión del consumo energético de un edificio de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 13.

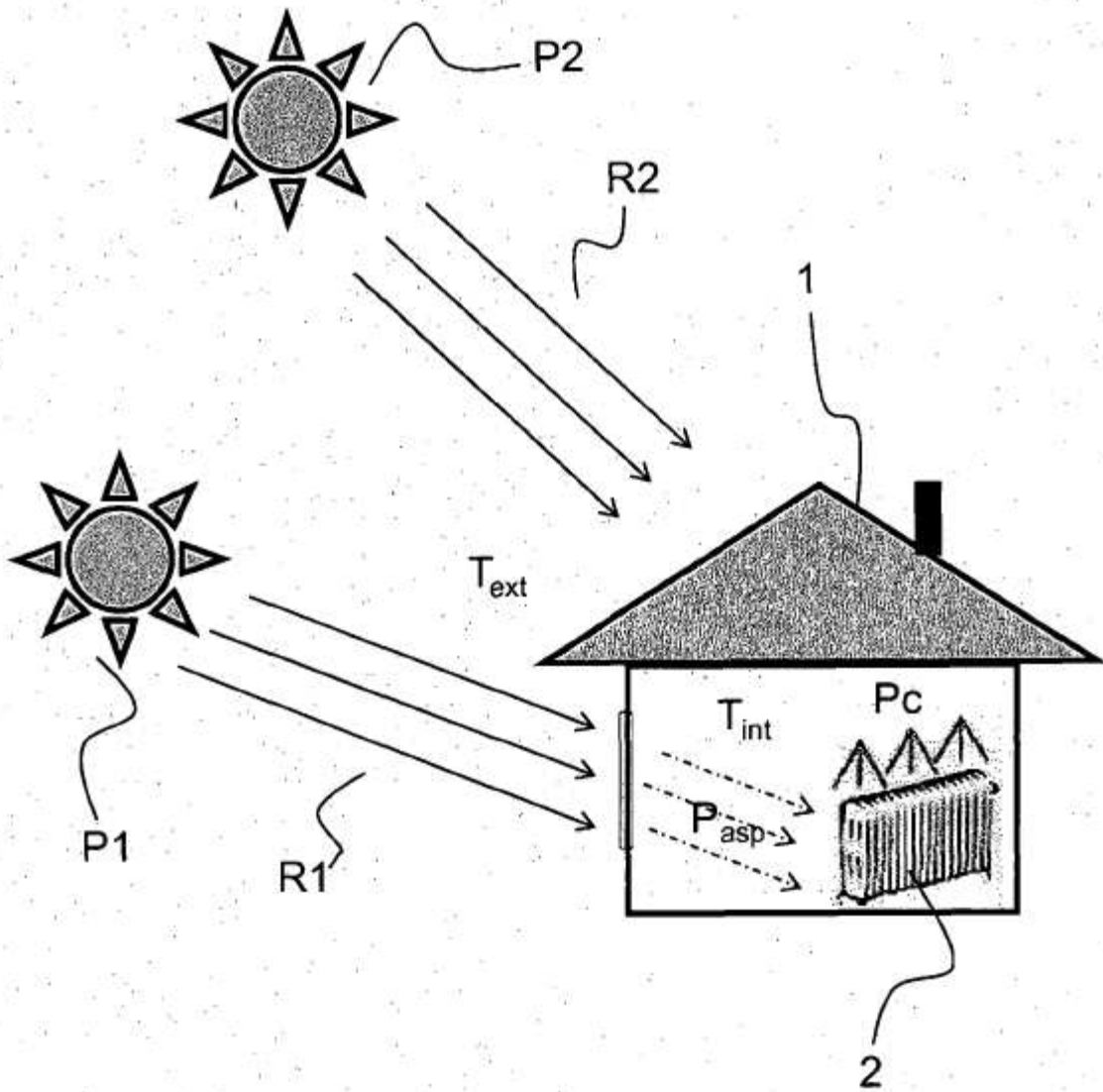


Fig. 1