



- (51) Clasificación Internacional de Patentes: Sin clasificar
- (21) Número de la solicitud internacional: PCT/ES2011/000377
- (22) Fecha de presentación internacional: 28 de diciembre de 2011 (28.12.2011)
- (25) Idioma de presentación: español
- (26) Idioma de publicación: español
- (30) Datos relativos a la prioridad: P201001634  
28 de diciembre de 2010 (28.12.2010) ES
- (71) Solicitante (para todos los Estados designados salvo US): UNIVERSIDAD DE SEVILLA [ES/ES]; Pabellón de Brasil, Paseo de las Delicias s/n, E-41013 Sevilla (ES).
- (72) Inventor; e
- (75) Inventor/Solicitante (para US solamente): GAÑÁN CALVO, Alfonso Miguel [ES/ES]; E.T.S. de Ingeniería, C. de los Descubrimientos, s/n., Pabellón Pza. de América, E-41092 Sevilla (ES).
- (81) Estados designados (a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección nacional admisible): AE,

AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

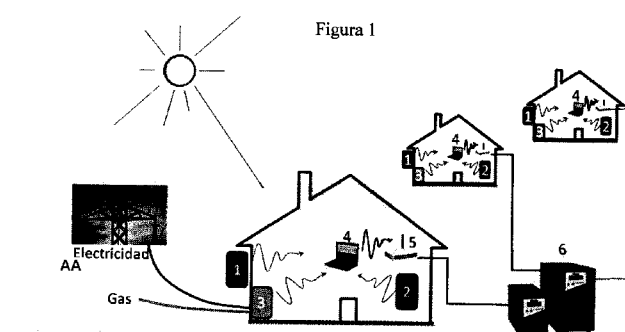
- (84) Estados designados (a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección regional admisible): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), euroasiática (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europea (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Publicada:**

- sin informe de búsqueda internacional, será publicada nuevamente cuando se reciba dicho informe (Regla 48.2(g))

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR OVERALL MONITORING AND CONTROL OF THE ENERGY EFFICIENCY OF BUILDINGS AND HOMES

(54) Título : PROCEDIMIENTO Y DISPOSITIVO PARA LA MONITORIZACIÓN GLOBAL Y CONTROL DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICACIONES Y VIVIENDAS



**CC Unidades del sistema y sus funciones:**

- 1-Posición geográfica (GPS), Temperatura ( $T_1$ ), humedad ( $H_1$ ), radiación ( $I_1$ ), ruido ( $A_1$ ); Codificación, WiFi
- 2- Temp. ( $T_2$ ), humedad ( $H_2$ ), radiación ( $I_2$ ), ruido ( $A_2$ ); Codificación, WiFi
- 3- Consumo de gas y electricidad; Codificación, WiFi
- 4- PC, WiFi
- 5- Router WiFi
- 6- Centro de procesamiento de datos

**AA Electricity**

**CC System units and the functions thereof**

- 1 Geographic position (GPS), temperature ( $T_1$ ), humidity ( $H_1$ ), radiation ( $R_1$ ), noise ( $A_1$ ); codification, WiFi
- 2 Temp. ( $T_2$ ), humidity ( $H_2$ ), radiation ( $I_2$ ), noise ( $A_2$ ); codification, WiFi
- 3 Consumption of gas and electricity; Codification, WiFi
- 5 WiFi Router
- 6 Data processing center

(57) Abstract: The invention relates to a method for reducing overall energy consumption through the use of a remote device or sensory network and of open information, which encourages reduced consumption in building units or individual homes. Said scalable and auto-configurable network carries out the overall surveillance, monitoring and control of energy efficiency and sound insulation of buildings and homes by means of self-contained systems or individual cells located in each building or home, which consist of sensors (for temperature, humidity, electromagnetic and acoustic radiation, and meters for electricity and fuel flow) and processing, storage and communication units. Said network can transmit the measurements to a data processing center (central system), and the individual cells may be owned by each of the users of said network. The invention is additionally characterized in that the aforementioned network can be decentralized and transparent to each and every one of the individual cells (point-to-point configuration), and can constitute a neural network based on a shared executable program in the respective individual cell or via an Internet site in a processing center, wherein each network user can obtain information from the individual cell of said user and can access the information from all or some of the network cells separate from that of said user.

**(57) Resumen:**

[Continúa en la página siguiente]





---

Se describe un procedimiento para reducir el consumo energético global mediante el uso de un dispositivo deslocalizado o red sensorial y de información abierta, que favorece un objetivo de reducción de consumo en unidades de edificación o viviendas individuales. Dicha red, escalable y auto-configurable, realiza la vigilancia, monitorización o control global de la eficiencia energética y el aislamiento acústico de edificaciones y viviendas mediante sistemas autónomos o células individuales localizadas en cada edificación o vivienda, constituidas por sensores (de temperatura, humedad, radiación electromagnética y acústica, y medidores de flujo eléctrico y de combustible) y unidades de proceso, almacenamiento y comunicación. Dicha red puede transmitir las medidas a un centro de procesamiento de datos (sistema central), y las células individuales pueden ser propiedad de cada uno de los usuarios de dicha red. Como característica adicional de esta invención, la red mencionada puede ser descentralizada y transparente entre todas y cada una de las células individuales (configuración punto-a-punto), y constituir una red neuronal en base a un programa compartido ejecutable en la propia célula individual o a través de un sitio de internet en un centro de procesamiento, donde cada usuario de la red puede obtener información de su célula individual y acceder a la información de todas o una parte de las células de la red distintas de la suya.

**Título****Procedimiento y dispositivo para la monitorización global y control de la eficiencia energética de edificaciones y viviendas****Objeto de la invención**

Es objeto de la presente invención un procedimiento y dispositivo globalizado de monitorización de la eficiencia energética de edificaciones y viviendas consistente en uno o más sistemas individuales constituidos por los siguientes elementos, que pueden ser alimentados por una o varias baterías o estar conectados a la red eléctrica:

- 1- Una o más unidades de adquisición de medidas con uno o más sensores de temperatura, uno o más sensores de humedad, uno o más sensores de radiación electromagnética (desde la frecuencia de los rayos X hasta la onda larga de radio, y preferentemente desde una longitud de onda de 10 nanómetros hasta 1 milímetro), uno o más sensores acústicos, reloj, sistema de posicionamiento geográfico por satélite (GPS), transductor analógico-digital, memoria digital, sistema de comunicación con otra unidad que puede ser por cable o de forma inalámbrica. Este tipo de unidad (unidad externa) se destina a alojarse en el exterior de la edificación o vivienda, a la intemperie.
- 2- Una o más unidades de adquisición de medidas con uno o más sensores de temperatura, uno o más sensores de humedad, uno o más sensores de radiación electromagnética (desde la frecuencia de los rayos X hasta la onda larga de radio, y preferentemente desde una longitud de onda de 10 nanómetros hasta 1 milímetro), uno o más sensores acústicos, reloj, transductor analógico-digital, memoria digital, y sistema de comunicación con otra unidad que puede ser por cable o de forma inalámbrica. Este tipo de unidad (unidad interna) se destina al interior de la edificación o vivienda.
- 3- Una unidad de medida de la potencia eléctrica consumida en acondicionamiento (refrigeración o calefacción) en la edificación o vivienda, con memoria digital y con sistema de comunicación con otra unidad que puede ser por cable o de forma inalámbrica.

- 4- Una unidad de medida del flujo de gas o líquido combustible que se consume en la edificación o vivienda para calefacción y agua caliente sanitaria, con memoria digital y con sistema de comunicación con otra unidad que puede ser por cable o de forma inalámbrica.
- 5- Una unidad de recolección de los datos obtenidos por las unidades descritas en los puntos (1-a) a (1-d), con memoria. Dicha unidad posee uno o más canales de comunicación con las unidades internas y externas, que puede ser por cable o de forma inalámbrica. Además, dicha unidad puede poseer uno o más canales de comunicación y transmisión de los datos a través de cable o de forma inalámbrica a otras unidades u otros sistemas, ya sean una unidad de almacenamiento y procesamiento, otro sistema individual, o un sistema central de recolección y procesamiento de datos. También, dicha unidad puede poseer uno o más canales de comunicación con otras unidades de recolección.

Otro objeto de la presente invención es un procedimiento y dispositivo globalizado de monitorización de la eficiencia energética de edificaciones y viviendas según lo descrito en el objeto anterior, caracterizado por que cada una de las unidades del sistema o sistemas descritos pueden ser identificables por un código que puede ser (sin restricción) luminoso, de color, acústico, alfanumérico, digital, de barras, matricial, de manera que la unidad de procesamiento del sistema pueda identificarlos. Además, el sistema o sistemas descritos pueden ser identificables por un código que puede ser (sin restricción) luminoso, de color, acústico, alfanumérico, digital, de barras, matricial.

También es objeto de esta invención un procedimiento y dispositivo globalizado de monitorización de la eficiencia energética de edificaciones y viviendas según se ha descrito en los objetos anteriores, caracterizado por que el sistema o sistemas individuales pueden poseer una unidad de almacenamiento y procesamiento de datos, como puede ser (sin restricción) un ordenador personal, que puede calcular las diferencias entre las lecturas de los sensores análogos de las unidades internas y externas realizadas en intervalos de tiempo análogos.

Además, es objeto de esta invención un procedimiento y dispositivo globalizado de monitorización de la eficiencia energética de edificaciones y viviendas según se ha descrito en los objetos anteriores, caracterizado por que el sistema o sistemas descritos

constituyen células individuales de adquisición de medidas que pueden comunicarse entre sí por cable o de forma inalámbrica.

Independientemente del objeto inmediatamente anterior, también es objeto de la presente invención un procedimiento y dispositivo globalizado de monitorización de la eficiencia energética de edificaciones y viviendas según se ha estado describiendo, caracterizado por que el sistema o sistemas descritos constituyen células individuales de adquisición de medidas que pueden comunicarse con un sistema de procesamiento central por cable o de forma inalámbrica. Además, cada sistema individual o célula de medida puede albergar un programa para

- 1- procesar tanto los datos propios como los datos de otra u otras células de medida,
- 2- calcular y representar cualquier relación, como por ejemplo pero sin restricción, la relación entre las diferencias de las medidas mencionadas en la reivindicación 4 y los flujos eléctricos y de combustible consumidos en la edificación o vivienda,
- 3- diseñar patrones espaciales o temporales de recolección de las medidas de otras células de medida por parte del usuario de dicha célula individual,
- 4- establecer capas de información geográfica a partir de los datos obtenidos.

Un objeto adicional de esta invención es un procedimiento y dispositivo globalizado de monitorización de la eficiencia energética de edificaciones y viviendas según se describe en el objeto inmediatamente anterior, caracterizado por que todas las células individuales de medida están comunicadas con un sistema de procesamiento central, de tal manera que dicho sistema

- 1- realiza el requerimiento de descarga o lectura desde cada unidad individual dentro de intervalos de tiempo que se reparten regularmente a lo largo del tiempo, como por ejemplo dentro de un intervalo de varias horas cada día, pero de manera que la petición de descarga puede efectuarse en un momento aleatorio o programado dentro del intervalo de tiempo diario en el que se realiza la lectura.

4

- 2- calcula y representa cualquier relación, como por ejemplo pero sin restricción, la relación entre las diferencias de las medidas mencionada en la reivindicación 4 y los flujos eléctricos y de combustible consumidos en la edificación o vivienda, a petición de cualquier usuario particular
- 3- permite diseñar y representar patrones espaciales o temporales de recolección de las medidas de una o más células de medida por parte de usuario de cualquier célula individual.
- 4- permite crear capas de información geográfica a partir de los datos obtenidos, bajo demanda del usuario de cada célula individual.
- 5- establece prioridades entre las peticiones de los usuarios asociadas a la reproducibilidad de los datos enviados por sus células individuales, la mayor o menor presencia de fallos de conexión con sus células, o el grado de acuerdo de las lecturas de una célula individual con los de otras células localizadas en las proximidades geográficas de aquélla.

También se debe considerar objeto de la presente invención un procedimiento de determinación de la eficiencia térmica de una edificación o vivienda utilizando el procedimiento y dispositivo descrito en todos los objetos anteriores, caracterizado por que mediante el cálculo de los siguientes coeficientes, se asocia una calificación a la edificación o vivienda según sus usos:

$$\Omega^+ = \frac{1}{A} \sum_{i=n_1^+}^{i=n_2^+} \frac{W_i^+}{\Delta T_i^+}, \quad \Omega^- = \frac{1}{A} \sum_{i=n_1^-}^{i=n_2^-} \frac{W_i^-}{\Delta T_i^-}$$

donde

- $A$  es la superficie construida de la vivienda o edificación.
- $W_i^+$  es la potencia total unificada que la vivienda o edificación consume en calefacción en el instante de la lectura  $i$ -ésima cuando la diferencia de temperatura entre el interior y el exterior resulta positiva (interior caliente).

- $W_i^-$  es la potencia total unificada que la vivienda consume en refrigeración en el instante de la lectura  $i$ -ésima cuando la diferencia de temperatura entre el interior y el exterior resulta negativa (interior frío).
- $n_1^+$  y  $n_2^+$  hacen referencia a los índices inicial y final de todas las lecturas que resultaron en una diferencia de temperatura positiva a lo largo de un año, mientras que  $n_1^-$  y  $n_2^-$  corresponden a las lecturas con diferencia negativa.
- $\Delta T_i^+$  es la diferencia de temperatura del interior menos la del exterior.
- $\Delta T_i^-$  es la diferencia de temperatura del exterior menos la del interior.

### **Antecedentes de la invención**

Esta invención pertenece a los campos de la ingeniería medioambiental, de la ingeniería energética, de las telecomunicaciones, y por extensión a la economía y la antropología.

Un horizonte en el que la población mundial llegue a  $9 \times 10^9$  individuos, con un consumo energético equiparable al que actualmente realizan los países desarrollados (unos 200 GJ/año por persona) multiplicaría por 4 el consumo global actual de 0.5 ZJ/año ( $1 \text{ ZJ} = 10^{21} \text{ J}$ ). Sabiendo que la radiación solar total anual sobre toda la superficie del planeta es de 5493 ZJ/año, este horizonte ( $2 \times 10^{21} \text{ J/año}$ ) representa un 0.0363% del total de la radiación solar que llega al año a la superficie de la Tierra.

La variación de la irradiación solar está aproximadamente entre 1365.3 y 1366.7 W/m<sup>2</sup> con fluctuaciones cuasi-periódicas de frecuencia media entre 10 y 11 años (10.7 años). Esta variación de 1.3 W/m<sup>2</sup> en períodos de unos diez u once años supone aproximadamente un 0.095% en torno a la media. El planeta, y fundamentalmente la biosfera como organismo adaptado evolutivamente, ha mostrado a lo largo de la historia que ha podido ser estudiada una evidente tolerancia o adaptación a esta fluctuación, que representa en media un  $0.095\%/10.7 = 0.0089\%$  por año.

Puesto que el consumo energético de la especie humana es finalmente disipado en calor e inyectado en el medio ambiente (atmósfera e hidrosfera, fundamentalmente), sea cual sea el origen y naturaleza de las fuentes de energía empleadas, dicha inyección de

energía es invertida en un incremento de la evaporación (aumento de la concentración de vapor de agua atmosférico) y un calentamiento neto superficial del planeta, que para mantener el equilibrio térmico debe irradiarlo al exterior en forma de onda larga (infrarrojo). El horizonte de los 2 ZJ/año inyectados por nuestra especie representan 4 veces más de la variabilidad de la irradiación solar anual, y serían fundamentalmente invertidos en (1) un aumento directo de la temperatura superficial, (2) un incremento neto del vapor de agua atmosférico (principal agente de efecto invernadero), y (3) un aumento creciente de las emisiones de CO<sub>2</sub> si siguen empleándose combustibles fósiles con el consiguiente efecto multiplicador del calentamiento debido a la retención de radiación de onda larga asociado a los factores (2) y (3). Estas cifras indican que la acción humana, solo desde el punto de vista térmico (2 ZJ/año frente a la fluctuación solar de 5.22 ZJ cada 10 años), va a estar completamente fuera de los límites de las fluctuaciones e impactos naturales conocidos que no hayan resultado catastróficos para el conjunto de la biosfera.

Por otro lado, nuestra especie es la que más recursos naturales consume por individuo. La evolución histórica de la tolerancia humana general a (1) el malestar asociado a los grados de humedad y las diferencias de temperatura entre el individuo (unos 36-37°C) y el ambiente (normalmente entre -5 y 40°C, aunque puede llegar ser entre -30 y 50°C, con humedades relativas entre el 5 y el 95%), y (2) la falta de luz, muestra una tendencia claramente decreciente. En efecto, el consumo energético en el acondicionamiento e iluminación de edificios y viviendas ha ido incrementándose de manera dramática conforme el nivel de vida ha ido progresando en las sociedades desarrolladas.

Actualmente, dicho consumo en acondicionamiento e iluminación asociado a dicha limitada tolerancia humana constituye el mayor sumidero energético mundial que produce nuestra especie: la mayor parte de los 200 GJ/año que cada persona consume actualmente (de forma más o menos estabilizada desde hace unas tres décadas) en los países desarrollados se invierte en acondicionamiento e iluminación. Dicho consumo es tan importante en edificaciones públicas o comerciales (administración pública, edificios industriales, oficinas, hospitales, etc.) como en edificaciones residenciales o viviendas, aunque cada sector exhibe un grado diferente de aprovechamiento energético.

Es por tanto nuestra responsabilidad como especie autoconsciente limitar nuestro propio consumo energético, para evitar el impacto esperable y las consecuencias catastrófica de una acción fuera de los límites naturales conocidos.

Un objetivo global primordial es limitar el consumo energético relacionado con la habitabilidad de la edificación, siendo éste también el más ineficiente y mejorable de entre todos los sectores en que puede clasificarse dicho consumo. Una limitación responsable del consumo mundial en la edificación podría reducir a menos de la mitad el horizonte energético mundial (M. Raman, <http://www.di.net/articles/archive/3097/>).

Un elemento motriz primordial hacia el objetivo global antes mencionado es la información lo más abierta, transparente y cuantitativa. Idealmente, dicha información podría ser configurable y de acceso inmediato para los usuarios o responsables de todas y cada una de las unidades de edificación sobre su rendimiento energético individual, pudiendo recibir también información configurable a nivel local, regional, o global sobre el resto de la red. La presente invención se centra en un procedimiento de suministro de la información referida. Los beneficios de dicha información se analizan en lo que sigue.

### **Descripción de la invención**

Esta invención describe un procedimiento y un dispositivo para reducir el consumo energético global. El dispositivo consiste en un sistema deslocalizado o red sensorial y de información abierta, que favorece y potencia un objetivo de reducción de consumo en unidades de edificación o viviendas individuales. Dicha red realiza la vigilancia, monitorización o control global de la eficiencia energética y el aislamiento acústico de edificaciones y viviendas mediante sistemas autónomos o células individuales localizadas en cada edificación o vivienda, y puede ser escalable y auto-configurable a medida que se añaden más células a dicha red. Cada célula individual (en adelante, CI) está constituida por sensores (de temperatura, humedad, radiación electromagnética y acústica, medidores de flujo eléctrico y de combustible) y unidades de almacenamiento, proceso y comunicación. Dicha red puede transmitir las medidas a un centro de procesamiento de datos (sistema central), y las CIs pueden ser propiedad de cada uno de los usuarios de dicha red.

Dichas CIs pueden estar constituidos por cinco unidades o elementos básicos, como se indica en la figura 1: (1) Unidad de medida exterior, (2) unidad de medida interior, y (3) unidades de medida de consumo eléctrico y de combustible (gas o líquido), y (4) unidades de proceso y almacenamiento, y (5) unidad de comunicación. Las unidades de medida envían los datos de las medidas a la unidad o sistema de proceso, de manera que bien la CI (mediante software instalado localmente) o bien un sistema central (servidor, 6) con la redundancia que sea necesaria puede monitorizar la diferencia térmica entre el exterior y el interior de una edificación o vivienda y hallar su correlación con el consumo energético, así como almacenar los niveles acústicos ambientales a los que está sometida una edificación o vivienda, el nivel acústico interno, y las diferencias entre el interior y el exterior. A demanda del usuario de cualquier CI, el servidor puede generar información sobre medidas locales, parciales, temporales, globales, y cualquier tipo de correlación con variables demográficas, económicas, o geofísicas para el conocimiento global de la eficiencia energética y el aislamiento acústico de edificaciones y viviendas, y su relación con el entorno.

Como característica adicional de esta invención, la red mencionada puede ser descentralizada, total o parcialmente transparente entre todas y cada una de las células individuales (configuración punto-a-punto), y constituir una red neuronal con nodos autónomos (servidores) en base a un programa compartido ejecutable en la propia célula individual o a través de un sitio de internet en un centro de procesamiento, donde cada usuario de la red puede obtener información de su célula individual y acceder a la información de todas o una parte de las células de la red distintas de la suya.

Mediante esta invención, el usuario puede con un golpe visual no sólo apreciar el efecto cuantitativo de sus acciones sobre la evolución del rendimiento energético de su unidad de edificación (vivienda o edificación bajo su responsabilidad), sino que puede compararlo con su entorno local (vecinos o conciudadanos) o global, realizar estadísticas y análisis, y establecer de manera rápida planes de ahorro asistidos por un sistema o sistemas de procesamiento (servidores). El usuario puede declarar el tipo de sistema de acondicionamiento e iluminación que utiliza en su vivienda o edificación, compararlo con los de otros usuarios, y planificarlo. La información contenida en la red puede también hacerse transparente a cualquier usuario externo que desee planificar su propia vivienda o edificación sin que posea previamente una CI mediante algún

procedimiento que puede ser pero sin restringirse a un acceso previo pago o un acceso con prioridad restringida.

Más aún, el mismo sistema de acondicionamiento o iluminación de la vivienda o edificio puede configurarse óptimamente y de manera automática en base a la información de su CI y de las CIs de su entorno. De esta forma, un diseño racional autoconfigurable de los sistemas de acondicionamiento o iluminación puede llevar un conjunto de edificaciones o viviendas a evolucionar hacia estados globales optimizados por aprendizaje artificial.

### **Descripción de las figuras**

Figura 1: (1) Unidad de medida exterior, (2) unidad de medida interior, y (3) unidades de medida de consumo eléctrico y de combustible (gas o líquido), y (4) unidad de proceso y almacenamiento, (5) unidad de comunicación (router), (6) servidor o unidad central de procesamiento (centro de datos).

Figura 2: Boceto de una representación gráfica del ciclo [diferencia de temperatura]-[potencia instantánea consumida] en una vivienda a lo largo de un año.

### **Modo de realización de la invención**

#### **Ejemplos:**

Ejemplo 1 (adquisición de medidas).

En un primer ejemplo, una celda individual adquiere diariamente 24 medidas temporales, a intervalos regulares de 1 hora, del conjunto de variables (a) temperatura, (b) humedad relativa, (c) luminosidad (irradiación electromagnética en el espectro visible) y (d) intensidad acústica, del entorno exterior de una vivienda y de un punto representativo del interior, mediante los sensores (1) y (2) de la figura 1, y envía los datos codificados de dichas medidas a la unidad de almacenamiento y proceso (4, por ejemplo un ordenador personal). Simultáneamente, dicha celda adquiere 72 medidas de flujo energético consumido en la vivienda a intervalos regulares de 20 minutos, mediante la unidad (3) constituida por una pinza amperimétrica localizada en el cable de acometida eléctrica general de la vivienda y unos caudalímetros ultrasónicos de pinza

instalados en el tubo de acometida general de gas y/o de fuel de la vivienda. La unidad (4) realiza la conversión de unidades físicas adecuada, calcula la potencia total consumida asignando el valor promedio de tres lecturas consecutivas al punto temporal de medida de las unidades (1) y (2) más cercano a la segunda de las medidas que envía la unidad (3) en el intervalo de una hora, calcula la integral de la potencia (energía empleada en una hora, o número de kWh empleados) usando tres puntos, y almacena los valores de todas las medidas así como la hora a la que se han realizado. Una vez al día la unidad exterior (1) realiza una medición de su posición geográfica mediante su sistema GPS, y envía los datos a la unidad (4). El servidor (6) envía a la unidad (4) a través del router (5) una petición de lectura de las medidas una vez al día en un momento aleatorio dentro de un intervalo de tiempo de 100 minutos establecido y prefijado en el día. La unidad (4) descarga en el servidor (6) una matriz de datos codificada consistente en 24 valores de temperatura, humedad relativa, luminosidad e intensidad acústica interior y exterior a la vivienda, potencia instantánea consumida, energía consumida, así como la hora y la posición geográfica de la celda.

#### Ejemplo 2 (petición de información).

En un cierto instante, un usuario realiza una petición de información sobre la evolución de la diferencia de temperatura interior-exterior de su vivienda en relación con su consumo energético, a lo largo de un día, a un sitio de internet predeterminado. El sistema le devuelve una gráfica en la que en abscisas se representa la potencia consumida en W y en ordenadas la diferencia de temperatura (Figura 2). Dicha gráfica tendrá una forma de ciclo aproximadamente cerrado entre la misma hora de un día y el siguiente, para un cierto día interior a la semana (por ejemplo, entre un martes y un miércoles). Después, el usuario realiza una petición análoga, pero para un intervalo de una semana. El sistema le devuelve una gráfica (ver Figura 2) en la que observa la diferencia entre los ciclos correspondientes a días laborables y al fin de semana. En otro momento, el usuario hace otra petición análoga para un intervalo de tiempo de un año. Ahora observa como los ciclos diarios y semanales van desplazándose por regiones diferentes del plano, estableciendo finalmente un ciclo anual aproximadamente cerrado. El usuario se interesa ahora por comparar el ciclo diario de su vivienda con la de otros vecinos de su entorno; envía la petición al sistema estableciendo un círculo de un cierto radio elegido por él (el sistema se hace más lento cuanto mayor es dicho radio), en el

entorno de su posición geográfica en un mapa representado en una ventana del sitio de internet. El sistema le devuelve una representación en la que se refleja el promedio estadístico de los ciclos de todas las celdas individuales contenidas dentro del círculo trazado por el usuario, mediante intensidades de un cierto color correspondientes a frecuencias estadísticas determinadas, y su propio ciclo superpuesto sobre dicha representación. Así, observa la desviación de su ciclo respecto a la media de su entorno.

Ejemplo 3 (coeficientes térmicos de una vivienda o edificación).

Otro usuario realiza una petición sobre la eficiencia energética de su vivienda a un sitio de internet predeterminado. Está interesado en un número global, para compararlo con la media de su comunidad. Para ello, declara el número  $N$  de personas que habitan su vivienda y su superficie construida  $A$ , y el sistema calcula los siguientes coeficientes:

$$\Theta^+ = \frac{1}{N \cdot A} \sum_{i=n_1^+}^{i=n_2^+} \frac{W_i^+}{\Delta T_i^+}, \quad \Theta^- = \frac{1}{N \cdot A} \sum_{i=n_1^-}^{i=n_2^-} \frac{W_i^-}{\Delta T_i^-}$$

donde

- $W_i^+$  es la potencia total unificada que la vivienda consume en calefacción en el instante de la lectura  $i$ -ésima cuando la diferencia de temperatura entre el interior y el exterior resulta positiva (interior caliente).
- $W_i^-$  es la potencia total unificada que la vivienda consume en refrigeración en el instante de la lectura  $i$ -ésima cuando la diferencia de temperatura entre el interior y el exterior resulta negativa (interior frío).
- $n_1^+$  y  $n_2^+$  hacen referencia a los índices inicial y final de todas las lecturas que resultaron en una diferencia de temperatura positiva a lo largo de un año, mientras que  $n_1^-$  y  $n_2^-$  corresponden a las lecturas con diferencia negativa.
- $\Delta T_i^+$  es la diferencia de temperatura del interior menos la del exterior.
- $\Delta T_i^-$  es la diferencia de temperatura del exterior menos la del interior.

Los coeficientes  $\Theta^+$  y  $\Theta^-$  reflejan el grado de eficiencia energética del uso de la vivienda por parte de sus habitantes. El usuario puede comparar sus dos coeficientes con los de su entorno, y determinar cuantitativamente si su vivienda es “fría” o “caliente” en función de que  $\Theta^+$  sea más alto que el promedio de su entorno (y  $\Theta^-$  más bajo) o que  $\Theta^-$  sea más alto que el promedio de su entorno (y  $\Theta^+$  más bajo), respectivamente. Dichos coeficientes estarían asociados a la calificación energética de la vivienda de forma cuantitativa e irrefutable y podrían influir en su precio. De esta forma, el usuario podría exigir por contrato unos coeficientes  $\Omega^+ = N \cdot \Theta^+$  y  $\Omega^- = N \cdot \Theta^-$  máximos a la hora de la adquisición de una vivienda en función de su precio.

**Reivindicaciones**

- 1- Procedimiento y dispositivo globalizado de monitorización de la eficiencia energética de edificaciones y viviendas consistente en uno o más sistemas individuales constituidos por los siguientes elementos, que pueden ser alimentados por una o varias baterías o estar conectados a la red eléctrica:
  - a. Una o más unidades de adquisición de medidas con uno o más sensores de temperatura, uno o más sensores de humedad, uno o más sensores de radiación electromagnética (desde la frecuencia de los rayos X hasta la onda larga de radio, y preferentemente desde una longitud de onda de 10 nanómetros hasta 1 milímetro), uno o más sensores acústicos, reloj, sistema de posicionamiento geográfico por satélite (GPS), transductor analógico-digital, memoria digital, sistema de comunicación con otra unidad que puede ser por cable o de forma inalámbrica. Este tipo de unidad (unidad externa) se destina a alojarse en el exterior de la edificación o vivienda, a la intemperie.
  - b. Una o más unidades de adquisición de medidas con uno o más sensores de temperatura, uno o más sensores de humedad, uno o más sensores de radiación electromagnética (desde la frecuencia de los rayos X hasta la onda larga de radio, y preferentemente desde una longitud de onda de 10 nanómetros hasta 1 milímetro), uno o más sensores acústicos, reloj, transductor analógico-digital, memoria digital, y sistema de comunicación con otra unidad que puede ser por cable o de forma inalámbrica. Este tipo de unidad (unidad interna) se destina al interior de la edificación o vivienda.
  - c. Una unidad de medida de la potencia eléctrica consumida en acondicionamiento (refrigeración o calefacción) en la edificación o vivienda, con memoria digital y con sistema de comunicación con otra unidad que puede ser por cable o de forma inalámbrica.
  - d. Una unidad de medida del flujo de gas o líquido combustible que se consume en la edificación o vivienda para calefacción y agua caliente

sanitaria, con memoria digital y con sistema de comunicación con otra unidad que puede ser por cable o de forma inalámbrica.

- e. Una unidad de recolección de los datos obtenidos por las unidades descritas en los puntos (1-a) a (1-d), con memoria. Dicha unidad posee uno o más canales de comunicación con las unidades internas y externas que puede ser por cable o de forma inalámbrica. Además, dicha unidad puede poseer uno o más canales de comunicación y transmisión de los datos a través de cable o de forma inalámbrica a otras unidades u otros sistemas, ya sean una unidad de almacenamiento y procesamiento, otro sistema individual, o un sistema central de recolección y procesamiento de datos. También, dicha unidad puede poseer uno o más canales de comunicación con otras unidades de recolección.
- 2- Procedimiento y dispositivo globalizado de monitorización de la eficiencia energética de edificaciones y viviendas según la reivindicación 1, caracterizado por que cada una de las unidades del sistema o sistemas descritos pueden ser identificables por un código que puede ser (sin restricción) luminoso, de color, acústico, alfanumérico, digital, de barras, matricial.
  - 3- Procedimiento y dispositivo globalizado de monitorización de la eficiencia energética de edificaciones y viviendas según las reivindicaciones 1 y 2, caracterizado por que el sistema o sistemas descritos pueden ser identificables por un código que puede ser (sin restricción) luminoso, de color, acústico, alfanumérico, digital, de barras, matricial.
  - 4- Procedimiento y dispositivo globalizado de monitorización de la eficiencia energética de edificaciones y viviendas según las reivindicaciones 1, 2 y 3 caracterizado por que el sistema o sistemas individuales pueden poseer una unidad de almacenamiento y procesamiento de datos, como puede ser (sin restricción) un ordenador personal, que puede calcular las diferencias entre las lecturas de los sensores análogos de las unidades internas y externas realizadas en intervalos de tiempo análogos.

- 5- Procedimiento y dispositivo globalizado de monitorización de la eficiencia energética de edificaciones y viviendas según las reivindicaciones 1, 2, 3 y 4 caracterizado por que el sistema o sistemas descritos constituyen células individuales de adquisición de medidas que pueden comunicarse entre sí por cable o de forma inalámbrica.
- 6- Procedimiento y dispositivo globalizado de monitorización de la eficiencia energética de edificaciones y viviendas según las reivindicaciones 1, 2, 3 y 4 caracterizado por que el sistema o sistemas descritos constituyen células individuales de adquisición de medidas que pueden comunicarse con un sistema de procesamiento central por cable o de forma inalámbrica.
- 7- Procedimiento y dispositivo globalizado de monitorización de la eficiencia energética de edificaciones y viviendas según las reivindicaciones 1, 2, 3, 4 y 5 caracterizado por que cada sistema individual o célula de medida puede albergar un programa para
  - a. procesar tanto los datos propios como los datos de otra u otras células de medida,
  - b. calcular y representar cualquier relación, como por ejemplo pero sin restricción, la relación entre las diferencias de las medidas mencionadas en la reivindicación 4 y los flujos eléctricos y de combustible consumidos en la edificación o vivienda,
  - c. diseñar patrones espaciales o temporales de recolección de las medidas de otras células de medida por parte del usuario de dicha célula individual,
  - d. establecer capas de información geográfica a partir de los datos obtenidos.
- 8- Procedimiento y dispositivo globalizado de monitorización de la eficiencia energética de edificaciones y viviendas según las reivindicaciones 1, 2, 3, 4 y 6 caracterizado por que todas las células individuales de medida están

comunicadas con un sistema de procesamiento central, de tal manera que dicho sistema

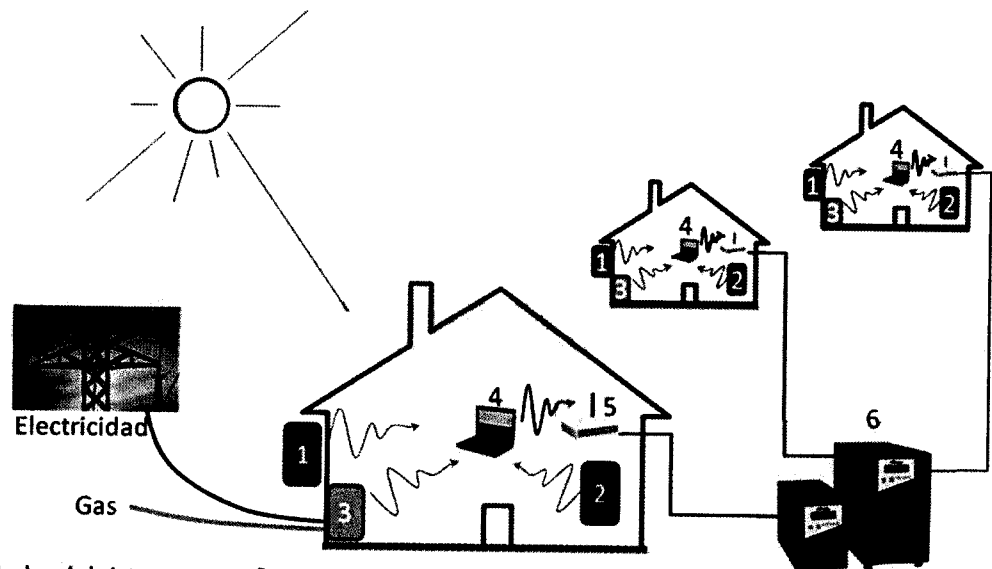
- a. realiza el requerimiento de descarga o lectura desde cada unidad individual dentro de intervalos de tiempo que se reparten regularmente a lo largo del tiempo, como por ejemplo dentro de un intervalo de varias horas cada día, pero de manera que la petición de descarga puede efectuarse en un momento aleatorio o programado dentro del intervalo de tiempo diario en el que se realiza la lectura.
  - b. calcula y representa cualquier relación, como por ejemplo pero sin restricción, la relación entre las diferencias de las medidas mencionadas en la reivindicación 4 y los flujos eléctricos y de combustible consumidos en la edificación o vivienda, a petición de cualquier usuario particular
  - c. permite diseñar y representar patrones espaciales o temporales de recolección de las medidas de una o más células de medida por parte del usuario de cualquier célula individual.
  - d. permite crear capas de información geográfica a partir de los datos obtenidos, bajo demanda del usuario de cada célula individual.
  - e. establece prioridades entre las peticiones de los usuarios asociadas a la reproducibilidad de los datos enviados por sus células individuales, la mayor o menor presencia de fallos de conexión con sus células, o el grado de acuerdo de las lecturas de una célula individual con los de otras células localizadas en las proximidades geográficas de aquélla.
- 9- Procedimiento de determinación de la eficiencia térmica de una edificación o vivienda utilizando el procedimiento y dispositivo descrito en las reivindicaciones 1 a 8 caracterizado por que mediante el cálculo de los siguientes coeficientes, se asocia una calificación a la edificación o vivienda según sus usos:

$$\Omega^+ = \frac{1}{A} \sum_{i=n_1^+}^{i=n_2^+} \frac{W_i^+}{\Delta T_i^+}, \quad \Omega^- = \frac{1}{A} \sum_{i=n_1^-}^{i=n_2^-} \frac{W_i^-}{\Delta T_i^-}$$

donde

- $A$  es la superficie construida de la vivienda o edificación.
- $W_i^+$  es la potencia total unificada que la vivienda o edificación consume en calefacción en el instante de la lectura  $i$ -ésima cuando la diferencia de temperatura entre el interior y el exterior resulta positiva (interior caliente).
- $W_i^-$  es la potencia total unificada que la vivienda consume en refrigeración en el instante de la lectura  $i$ -ésima cuando la diferencia de temperatura entre el interior y el exterior resulta negativa (interior frío).
- $n_1^+$  y  $n_2^+$  hacen referencia a los índices inicial y final de todas las lecturas que resultaron en una diferencia de temperatura positiva a lo largo de un año, mientras que  $n_1^-$  y  $n_2^-$  corresponden a las lecturas con diferencia negativa.
- $\Delta T_i^+$  es la diferencia de temperatura del interior menos la del exterior.
- $\Delta T_i^-$  es la diferencia de temperatura del exterior menos la del interior.

## Figuras



Unidades del sistema y sus funciones:

- 1- Posición geográfica (GPS), Temperatura ( $T_1$ ), humedad ( $H_1$ ), radiación ( $I_1$ ), ruido ( $A_1$ ); Codificación, WiFi
- 2- Temp. ( $T_2$ ), humedad ( $H_2$ ), radiación ( $I_2$ ), ruido ( $A_2$ ); Codificación, WiFi
- 3- Consumo de gas y electricidad; Codificación, WiFi
- 4- PC, WiFi
- 5- Router WiFi
- 6- Centro de procesamiento de datos

Figura 1

2/2

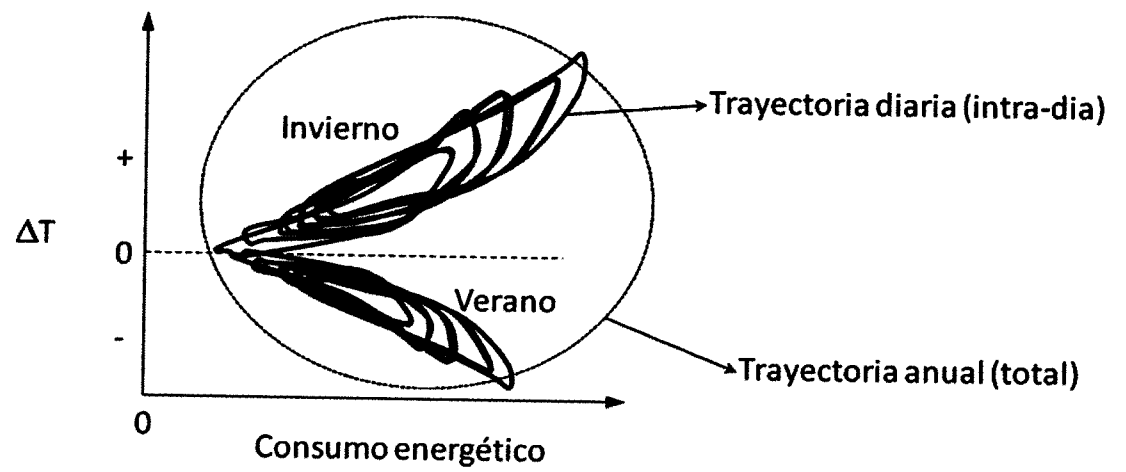


Figura 2