

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 615 385**

51 Int. Cl.:

**H04Q 9/00** (2006.01)

**H02J 13/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.06.2014 PCT/EP2014/063304**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.10.2015 WO2015154824**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.06.2014 E 14733605 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.12.2016 EP 2946568**

54 Título: **Sistema de gestión de energía**

30 Prioridad:

**09.04.2014 WO PCT/EP2014/057217**  
**09.04.2014 WO PCT/EP2014/057218**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**06.06.2017**

73 Titular/es:

**SMAPPEE NV (100.0%)**  
**Evolis 100**  
**8500 Kortrijk, BE**

72 Inventor/es:

**BRUNEEL, JOOST y**  
**DELABIE, HANS**

74 Agente/Representante:

**SÁEZ MAESO, Ana**

ES 2 615 385 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**

Sistema de gestión de energía

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a un sistema de gestión de energía para monitorear aparatos electrónicos y/o eléctricos más eficientemente mediante: medir/monitorear parámetros de energía sobre un cable de electricidad principal, aplicar un algoritmo de detección de firma sobre dichos parámetros de energía y transferir un paquete de datos que comprende la salida de dicho algoritmo de detección de firma.

10

Antecedentes de la invención

15

La conciencia pública con respecto a los bajos niveles de los recursos naturales se introduce recientemente de manera más agresiva en nuestra vida diaria. Puesto que los recursos alternativos no pueden compensar completamente la falta de recursos naturales, mantener el consumo, por ejemplo, de electricidad y gas a un valor mínimo se está volviendo una necesidad. Como una consecuencia, son claves el bajo consumo individual y la eficiencia de los aparatos.

20

Los dispositivos que se dirigen a medir el consumo de los aparatos dentro de una casa se conocen en la técnica, como por ejemplo, los descritos en los documentos US20120016608 o GB2488164.

25

El documento US20120016608 define un dispositivo capaz de medir parámetros eléctricos y detectar características eléctricas de los aparatos. El dispositivo compara las características eléctricas con la información del aparato grabada en una base de datos de un sistema de extremo local. En caso de que la información del aparato no coincida, el sistema de extremo local transmite las características eléctricas a un servidor para una comparación más completa. Tal dispositivo requiere una alta energía computacional para procesar los parámetros eléctricos medidos y por lo tanto falla en ofrecer una solución eficiente con una implementación de bajo costo.

30

El documento GB2488164 define un sistema capaz de reconocer tipos y clases de aparatos y sus consumos de energía a partir de los datos en bruto de sensores de energía. El sistema comprende un componente de sensado donde tiene lugar el sensado ambiental y la recolección de datos y un componente de servidor el cual alberga los cálculos de los datos y los medios analíticos de los datos. Los datos recolectados se procesan a través de funciones matemáticas como: media, desviación estándar y media cuadrática y se envían a través de un enlace de comunicación al servidor. Tal dispositivo usa una menor energía computacional pero falla en ofrecer una solución confiable y fácil de implementar ya que este requiere un enlace de comunicación abierto continuo entre el componente de sensado y el servidor.

35

40

El documento US20120072389 define un método para monitorear y analizar el consumo de energía eléctrica. Las firmas de voltaje para dispositivos eléctricos que consumen energía a partir de una línea de suministro de energía eléctrica de AC se obtienen midiendo el voltaje de la línea de energía como una función de tiempo. La detección de eventos se usa para iniciar el análisis de patrones.

45

Por lo tanto un objetivo de la presente invención es proporcionar un sistema de gestión de energía mejorado que aumenta la eficiencia en el monitoreo del consumo de energía mientras proporciona la capacidad a un consumidor de hacer un seguimiento de la característica de consumo de energía en tiempo real desde una localización remota.

50

Otro objetivo de la presente invención es proporcionar un seguimiento de consumo de energía en tiempo real mientras se mantiene una baja energía computacional en el sensor y/o se evita la transmisión de datos extensiva.

55

Un objetivo adicional de la presente invención es proporcionar un sistema de gestión de energía que proporciona una característica de consumo exacta y mantiene, al mismo tiempo los costos de fabricación totales a un mínimo.

60

Un objetivo adicional de la presente invención es proporcionar un dispositivo que mejora la conciencia pública con respecto al consumo de energía en un momento particular en el tiempo o dentro de un período de tiempo definido. El dispositivo que es capaz de proporcionar las características eléctricas y la evolución del consumo de una pluralidad de aparatos dentro del período de tiempo definido y ayuda al usuario a identificar los aparatos que ya no están funcionando dentro del intervalo de consumo óptimo.

65

La presente invención satisface al menos uno de los objetivos anteriores proporcionando un sistema de gestión de energía y un método como se describe adicionalmente en la descripción de la invención.

Resumen de la invención

La presente invención se dirige a un sistema de gestión de energía que comprende una unidad de procesamiento in situ que comprende: (a) una unidad de medición capaz de medir un conjunto de parámetros relacionados con la energía en un cable de electricidad principal; (b) una primera unidad de procesamiento capaz de procesar dichos parámetros relacionados con la energía aplicando un algoritmo de detección de firma, para detectar un evento relacionado con

encender o apagar un aparato electrónico y/o eléctrico y para caracterizar dicho evento; (c) medios para transferir a un servidor un paquete de datos que comprende una salida de dicho algoritmo de detección de firma; caracterizado porque, la unidad de procesamiento activa la transferencia de un paquete de datos solamente en caso que dicho evento se detecte.

5

Preferentemente, la unidad de procesamiento in situ comprende: (A) una unidad de medición capaz de medir y monitorear un conjunto de parámetros relacionados con la energía, X, como una función de tiempo, t, en un cable de electricidad principal; (B) una primera unidad de procesamiento capaz de procesar dichos parámetros relacionados con la energía aplicando un algoritmo de detección de firma que comprende: (a) calcular un valor de energía,  $P_i$ , a partir de los valores del conjunto de parámetros relacionados con la energía,  $X_i$ , medidos dentro de un intervalo de tiempo,  $\Delta t_i$  comprendido entre  $[t_i, t_{i+1}]$ ; (b) calcular una variación de energía,  $\Delta P_i = P_j - P_i$ , entre el valor de energía,  $P_j$ , en el intervalo de tiempo  $\Delta t_j = [t_j, t_{j+1}]$ , y el valor de energía  $P_i$  en el intervalo de tiempo  $\Delta t_i = [t_i, t_{i+1}]$ , en donde  $t_j > t_i$ ; (c) comparar el valor de la variación de energía,  $\Delta P_i$ , con un valor de referencia,  $\Delta P_{ref}$ , y definir que ocurrió un evento entre los tiempos  $t_i$  y  $t_{j+1}$  en caso que  $\Delta P_i > \Delta P_{ref}$ , de lo contrario el conjunto de parámetros de la energía,  $X_i$ , se considera como constante entre los tiempos  $t_i$  y  $t_{j+1}$ ; Si y sólo si ocurrió un evento entre  $t_i$  y  $t_{j+1}$ , entonces dicha unidad de procesamiento procesa además los datos como sigue: (a) definir un intervalo de eventos  $[t_{h,0}, t_{h,N+1}]$  con  $t_{h,0} < t_i < t_{j+1} < t_{h,N+1}$ , que comprende un intervalo preevento  $\Delta t_{h,0} = [t_{h,0}, t_{h,1}]$  y un intervalo postevento  $\Delta t_{h,N} = [t_{h,N}, t_{h,N+1}]$ , de manera que el conjunto de parámetros de la energía,  $X_{h,0}$  y  $X_{h,N}$  son constantes en el intervalo preevento y el intervalo postevento, respectivamente; (b) calcular los valores de energía,  $P_{h,0}$  y  $P_{h,N}$  dentro de los intervalos de tiempo respectivos,  $\Delta t_{h,0}$  y  $\Delta t_{h,N}$ , y calcular la variación  $\Delta P_{h,0N} = P_{h,N} - P_{h,0}$ ; (C) medios para transferir un paquete de datos que comprende dicha variación,  $\Delta P_{h,0N}$ , a un servidor.

10

15

20

Preferentemente el conjunto de parámetros relacionados con la energía, X comprende los datos seleccionados de cualquiera o más de: voltaje, U, corriente, I, diferencia de fase U,I,  $\cos \phi$ .

25

Adicionalmente, dichos valores de energía  $P_i$ ,  $P_j$  están en la forma de un vector de dimensión n, donde los n valores en el vector modelan la curva de energía durante un ciclo de voltaje completo.

30

Preferentemente, la comparación del valor de la variación de energía  $\Delta P_i = P_j - P_i$  para definir si ocurrió un evento entre los tiempos  $t_i$  y  $t_{j+1}$  se determina por una prueba T,  $T(\Delta t_i, \Delta t_j)$ , definida como la diferencia entre los medios aritméticos,  $\frac{P_{\Delta t_i} + P_{\Delta t_j}}{2}$ , de los valores de energía medidos en diferentes tiempos en los intervalos  $\Delta t_i$  y  $\Delta t_j$ , respectivamente, dividida por la raíz cuadrada de la suma de las variaciones de dichos valores de energía, dividido por el número total, n, de los valores de energía medidos en ambos intervalos  $\Delta t_i$  y  $\Delta t_j$ :

35

$$T(\Delta t_i, \Delta t_j) = \frac{P_{\Delta t_i} - P_{\Delta t_j}}{\sqrt{\frac{\sigma_{\Delta t_i}^2 + \sigma_{\Delta t_j}^2}{n}}}$$

40

Preferentemente los intervalos de tiempo  $\Delta t_i$  y  $\Delta t_j$  son consecutivos, es decir,  $t_{i+1} = t_j$ .

45

Preferentemente, el intervalo de eventos  $[t_{h,0}, t_{h,N+1}]$  se divide en N+2 subintervalos de eventos consecutivos:  $\Delta t_{h,0}$ ,  $\Delta t_{h,1}, \dots, \Delta t_{h,i}, \Delta t_{h,i+1}, \dots, \Delta t_{h,N}, \Delta t_{h,N+1}$ , de igual tiempo de duración.

Preferentemente, el sistema comprende un servidor, dicho servidor que comprende además una interfaz de comunicación para recibir paquetes de datos transferidos por la unidad de procesamiento in situ.

50

Preferentemente, el servidor comprende además una segunda unidad de procesamiento capaz de asignar un aparato electrónico y/o eléctrico específico a cada paquete de datos recibido desde la unidad de procesamiento in situ como una función de varios parámetros característicos de cada uno de dichos paquetes de datos tales como:  $\Delta P_{h,0N}$ ,  $P_{pico}$ ,  $\Delta t_{pico}$ .

55

Preferentemente la salida de dicho algoritmo de detección de firma comprende una cadena de números que representan los parámetros del pico tales como la amplitud del pico,  $P_{pico}$ , y/o la duración del pico,  $\Delta t_{pico}$  y/o la salida de la comparación (definida como la característica transitoria).

60

Preferentemente dicha segunda unidad de procesamiento comprende además medios para clasificar diferentes paquetes de datos que tienen parámetros característicos similares en un cluster y preferentemente medios para enviar dicho cluster a dicha primera unidad de procesamiento de la unidad de procesamiento in situ.

Preferentemente dicho conjunto de parámetros relacionados con la energía, X, se miden/monitorean a una frecuencia de muestreo comprendida entre 1-16 kHz.

Preferentemente dicho evento se detecta cada vez que se detecta el valor absoluto de la prueba T de al menos 35.

Preferentemente, la firma del evento comprende una cadena de 120 números.

5 Preferentemente dicho servidor realiza además un análisis del consumo de energía en el tiempo. La presente invención se dirige además a un método para monitorear el uso de aparatos electrónicos y/o eléctricos que comprende las siguientes etapas: medir/monitorear los parámetros relacionados con la energía en un cable de electricidad principal, dicha medición/monitorización que se realiza por una parte de la unidad de medición de un sistema de gestión de energía de acuerdo con la presente invención, procesar dichos parámetros relacionados con la energía en dicha primera  
10 unidad de procesamiento, aplicando un algoritmo de detección de firma para detectar si ocurrió un evento relacionado con encender o apagar un aparato electrónico y/o eléctrico y para caracterizar dicho evento, iniciar una transferencia de datos a un servidor, transferir a un servidor un paquete de datos que comprende una salida de dicho algoritmo de detección de firma, caracterizado porque dicho método comprende además activar la transferencia de un paquete de datos solamente en caso de que se detecte tal evento.

15 En una modalidad adicional, dicha unidad de procesamiento in situ realiza al menos las siguientes etapas:  
(A) Medir y monitorear el conjunto de parámetros relacionados con la energía,  $X$ , como una función de tiempo,  $t$ , en un cable de electricidad principal a través de una unidad de medición;

(B) Procesar dichos parámetros relacionados con la energía aplicando un algoritmo de detección de firma en una unidad de procesamiento, mediante al menos: (a) calcular un valor de energía,  $P_i$ , a partir de los valores del conjunto de parámetros relacionados con la energía,  $X_i$ , medidos dentro de un intervalo de tiempo,  $\Delta t_i$  comprendido entre  $[t_i, t_{i+1}]$ ; (b) calcular una variación de energía,  $\Delta P_i = P_j - P_i$ , entre el valor de energía,  $P_j$ , en el intervalo de tiempo  $\Delta t_j = [t_j, t_{j+1}]$ , y el valor de energía  $P_i$  en el intervalo de tiempo  $\Delta t_i = [t_i, t_{i+1}]$   $t_j$ , en donde  $t_j > t_i$ ; (c) comparar el valor de la variación de energía,  $\Delta P_i$ , con un valor de referencia,  $\Delta P_{ref}$ , y definir que ocurrió un evento entre los tiempos  $t_i$  y  $t_{j+1}$  en caso que  $\Delta P_i > \Delta P_{ref}$ , de lo contrario el conjunto de parámetros de la energía,  $X_i$ , se considera constante entre los tiempos  $t_i$  y  $t_{j+1}$ ; Si y sólo si ocurrió un evento entre  $t_i$  y  $t_{j+1}$ , entonces dicha unidad de procesamiento procesa además los datos como sigue:  
20 (d) definir un intervalo de eventos  $[t_{h,0}, t_{h,N+1}]$  con  $t_{h,0} < t_i < t_{j+1} < t_{h,N+1}$ , que comprende un intervalo preevento  $\Delta t_{h,0} = [t_{h,0}, t_{h,1}]$  y un intervalo postevento  $\Delta t_{h,N} = [t_{h,N}, t_{h,N+1}]$ , de manera que el conjunto de parámetros de la energía,  $X_{h,0}$  y  $X_{h,N}$  son constantes en el intervalo preevento y el intervalo postevento, respectivamente; (e) calcular los valores de energía,  $P_{h,0}$   
30 y  $P_{h,N}$  dentro de los intervalos de tiempo respectivos,  $\Delta t_{h,0}$  y  $\Delta t_{h,N}$ , y calcular la variación  $\Delta P_{h,0N} = P_{h,N} - P_{h,0}$ ;

(C) Transferir un paquete de datos que comprende dicha variación,  $\Delta P_{h,0N}$ , a un servidor.

35 Preferentemente dicho servidor comprende además una segunda unidad de procesamiento capaz de realizar la etapa de asignar un aparato electrónico y/o eléctrico específico a cada paquete de datos recibido desde la unidad de procesamiento in situ, como una función de varios parámetros característicos de cada uno de dichos paquetes de datos tales como:  $\Delta P_{h,0N}$ ,  $P_{pico}$ ,  $\Delta t_{pico}$ .

40 Preferentemente la salida de dicho algoritmo de detección de firma comprende una cadena de números que representan los parámetros del pico tales como la amplitud del pico,  $P_{pico}$ , y/o la duración del pico,  $\Delta t_{pico}$  y/o la salida de la comparación (definida como la característica transitoria).

45 Además, dicha segunda unidad de procesamiento comprende además una etapa de clasificar diferentes paquetes de datos que tienen parámetros característicos similares en un cluster y preferentemente una etapa de enviar dicho cluster a dicha primera unidad de procesamiento de la unidad de procesamiento in situ.

La presente invención se dirige además a un conjunto de partes que comprende una unidad de procesamiento in situ como se define en la presente invención y un servidor como se define en la presente invención.

50 En una modalidad adicional de acuerdo con la presente invención, el conjunto de partes comprende una unidad de procesamiento in situ que comprende: una unidad de medición que comprende un sensor adecuado para medir los parámetros de energía en un cable de electricidad principal, dicho sensor que se adapta para sujetarse alrededor de dicho cable de electricidad, una placa principal que comprende una unidad de procesamiento en comunicación con dicho sensor y capaz de recibir los datos desde dicho sensor, dicha placa principal que comprende además una interfaz  
55 inalámbrica para la comunicación con dicho servidor, una unidad de control para controlar la transmisión de inicio y final de los datos de energía procesados a través de la interfaz inalámbrica.

60 En una modalidad adicional de acuerdo con la presente invención, el conjunto de partes comprende una unidad de procesamiento in situ que comprende: un sensor adecuado para medir los parámetros de energía en un cable de electricidad principal, dicho sensor que se adapta para sujetarse alrededor de dicho cable de electricidad, un sensor adecuado para medir los parámetros de energía en un segundo cable de electricidad principal, dicho sensor que se adapta para sujetarse alrededor de un cable de energía, una placa principal que comprende una unidad de procesamiento y una interfaz inalámbrica, dicha placa principal que recibe los datos desde dichos sensores. Preferentemente, dicho segundo cable de electricidad principal se usa para transportar la energía desde los paneles  
65 solares.

Breve descripción de los dibujos

La Fig. 1 representa esquemáticamente un sistema de acuerdo con la presente invención

La Fig. 2 representa esquemáticamente un sistema de fase doble de acuerdo con la presente invención

5 La Fig. 3 representa un pico de energía que caracteriza un evento con relación a encender un dispositivo electrónico y/o eléctrico

La Fig. 4 ilustra esquemáticamente un algoritmo de detección de evento de acuerdo con la presente invención

Descripción de la invención

10

La presente invención (Fig. 1) se dirige hacia un sistema de gestión de energía que comprende una unidad de procesamiento in situ (1) que comprende: (a) una unidad de medición (2,3,5) capaz de medir un conjunto de parámetros relacionados con la energía en un cable de electricidad principal; (b) una primera unidad de procesamiento (6) capaz de procesar dichos parámetros relacionados con la energía aplicando un algoritmo de detección de firma, para detectar un evento con relación a encender o apagar un aparato electrónico y/o eléctrico y para caracterizar dicho evento; (c) medios para transferir a un servidor un paquete de datos que comprende una salida de dicho algoritmo de detección de firma. Con el fin de optimizar el volumen de la transmisión de datos entre la unidad de procesamiento in situ (1) y el servidor (4), la unidad de procesamiento activa la transferencia de un paquete de datos solamente en caso que se detecte tal evento.

15

20

La unidad de medición (2,3,5) es capaz de medir/monitorear los parámetros de energía en un cable de electricidad principal a través de un sensor (2) colocado en el cable de electricidad principal y conectado directamente a una carcasa principal. Preferentemente tal sensor (2) se sujeta alrededor del cable de electricidad principal y mide/monitorea continuamente los parámetros de energía en dicho cable. Sin embargo, debe entenderse que tal sensor (2) puede montarse además en contacto físico directo con el cable de electricidad. La carcasa principal alberga una placa electrónica principal que comprende medios para procesar dichos parámetros relacionados con la energía medidos aplicando un algoritmo de detección de firma y medios para transferir un paquete de datos que comprende la salida de dicho algoritmo de detección de firma.

25

30

Preferentemente, la carcasa principal comprende un cable que puede conectarse a un enchufe de electricidad convencional (3).

35

En el contexto de la presente invención un cable de electricidad principal debe entenderse como un cable que suministra energía eléctrica a una multitud de aparatos tal como el cable de electricidad que transporta la energía desde una línea de energía principal a un edificio, o una casa o un apartamento.

40

En el contexto de la presente invención la firma debe entenderse como una recolección de los parámetros de energía durante un período de tiempo limitado y representa un cambio en el consumo de energía típico de un aparato o una combinación de aparatos. Tal cambio típico puede ser un pico y/o cambios transitorios después del pico y/o el consumo de energía típico característico antes y/o después y/o durante el pico, o combinaciones de estos. El cambio en el consumo de energía puede determinarse a través de un cambio de los parámetros de energía tales como: corriente, voltaje,  $\cos \phi$  (donde  $\phi$  es el ángulo de fase entre la corriente y el voltaje), energía real, energía reactiva, una energía real/reactiva normalizada, o similares.

45

Preferentemente la unidad de procesamiento in situ (1) comprende un sensor (2) el cual se monta en el cable de electricidad principal en la entrada de una casa o un apartamento o un edificio, inmediatamente después que el cable entra en la casa o apartamento o edificio, entre el contador de electricidad y la caja de fusibles.

50

Debido a que la transferencia de los datos al servidor (4) se inicia tras la detección de la firma, la eficiencia del sistema de acuerdo con la presente invención mejora significativamente, ya que solamente la cantidad de datos necesarios para el análisis y procesamiento adicional se envía al servidor (4) y no una cadena de valores continuos. Además, en caso de que no se detecte un cambio en los parámetros de energía y por lo tanto en el consumo de energía de la casa, la unidad de procesamiento in situ (1) no iniciará un enlace de comunicación con dicho servidor (4). Tal característica hace al sistema de acuerdo con la presente invención eficiente en cuanto a la energía, ya que solamente usa recursos mínimos y proporciona al mismo tiempo un conjunto de datos exacto y completo.

55

60

Los sistemas de distribución convencional de electricidad usados dentro de residencias convencionales como casas o apartamentos son sistemas de distribución de una sola fase. Debe entenderse que un sistema de acuerdo con la presente invención puede usarse además en sistemas de distribución de dos fases o tres fases. En caso que se use un sistema de distribución de una sola fase, la unidad de procesamiento in situ (1) usa un sensor (2) sujetado alrededor del cable de electricidad. En caso que se use un sistema de distribución de dos fases o tres fases, el sistema de acuerdo con la presente invención usará preferentemente un sensor (2) para cada fase y sujetado alrededor de cada cable de electricidad tal como dos sensores (2) para el sistema de distribución de dos fases (Fig. 2) y tres sensores (2) para el sistema de distribución de tres fases.

65

En una modalidad de acuerdo con la presente invención, la unidad de procesamiento in situ (1) comprende un convertidor

análogo digital (ADC) (5) que recibe los datos en bruto desde el sensor (2) y convierte dichos datos. Tal ADC (5) tiene una resolución entre 6 y 24 bits, preferentemente entre 12 y 24, aún con mayor preferencia el ADC (5) tiene una resolución de 24 bits.

5 Las muestras del ADC (5) se envían preferentemente a una primera unidad de procesamiento (6), en el nivel de la unidad de procesamiento in situ (1) y se usan para aplicar un algoritmo de detección de evento y/o una función de detección de firma como se explicará adicionalmente.

10 Comúnmente se encuentra que inmediatamente después que un aparato electrónico y/o eléctrico se enciende, se mide una demanda de energía alta temporal, que se referenciará además como un "pico" y se considerará además como un pico positivo. Después de una corta cantidad de tiempo el consumo de energía cae y se mueve a una característica estacionaria relativamente constante. Tal pico positivo se define por la amplitud máxima de la señal medida ( $P_{pico}$ ) y la duración,  $\Delta t_{pico}$ , desde el punto de inicio del consumo de energía alto  $t_{pm}$  hasta que se alcanza el consumo constante,  $t_{pM}$ , en donde  $\Delta t_{pico}$ , es  $t_{pM} - t_{pm}$  (Fig. 3).

15 Se considera además en la presente invención que cuando ciertos aparatos se apagan, se mide una demanda de energía baja temporal, que se referenciará además como un "pico" y se considerará además como un pico negativo. Después de una corta cantidad de tiempo el consumo de energía sube y se mueve a una característica estacionaria relativamente constante. Tal pico negativo se define por una amplitud mínima de la señal medida y la duración ( $\Delta t_{pico}$ ) desde el punto de inicio del consumo de energía bajo hasta que se alcanza el consumo constante.

Para determinar la aparición de un pico positivo/negativo y finalmente la aparición de un evento, el sistema de acuerdo con la presente invención realiza un análisis matemático en las muestras recibidas desde el ADC (5).

25 En el contexto de la presente invención un evento debe entenderse como encender o apagar un aparato electrónico y/o eléctrico.

30 En una modalidad preferida de acuerdo con la presente invención y como se ilustra en la Fig. 4, dicha unidad de procesamiento in situ (1) comprende: (A) una unidad de medición (2, 3, 5) capaz de medir y monitorear un conjunto de parámetros relacionados con la energía,  $X$ , como una función de tiempo,  $t$ , en un cable de electricidad principal; (B) una primera unidad de procesamiento (6) capaz de procesar dichos parámetros de energía aplicando un algoritmo de detección de firma que comprende: (a) Calcular un valor de energía,  $P_i$ , a partir de los valores del conjunto de parámetros relacionados con la energía,  $X_i$ , medidos dentro de un intervalo de tiempo,  $\Delta t_i$  comprendido entre  $[t_i, t_{i+1}]$ ; (b) calcular una variación de energía,  $\Delta P_i = P_j - P_i$ , entre el valor de energía,  $P_j$ , en el intervalo de tiempo  $\Delta t_j = [t_j, t_{j+1}]$ , y el valor de energía  $P_i$  en el intervalo de tiempo  $\Delta t_i = [t_i, t_{i+1}]$ , en donde  $t_j > t_i$ ; (c) comparar el valor de la variación de energía,  $\Delta P_i$ , con un valor de referencia,  $\Delta P_{ref}$ , y definir que ocurrió un evento entre los tiempos  $t_i$  y  $t_{j+1}$  en caso de que  $\Delta P_i > \Delta P_{ref}$ , de lo contrario el conjunto de parámetros de la energía,  $X_i$ , se considera constante entre los tiempos  $t_i$  y  $t_{j+1}$ . En una etapa adicional si y sólo si ocurrió un evento entre  $t_i$  y  $t_{j+1}$ , entonces dicha unidad de procesamiento procesa además los datos como sigue: (a) definir un intervalo de eventos  $[t_{h,0}, t_{h,N+1}]$  con  $t_{h,0} < t_i < t_{j+1} < t_{h,N+1}$ , que comprende un intervalo preevento  $\Delta t_{h,0} = [t_{h,0}, t_{h,1}]$  y un intervalo postevento  $\Delta t_{h,N} = [t_{h,N}, t_{h,N+1}]$ , de manera que el conjunto de parámetros de la energía,  $X_{h,0}$  y  $X_{h,N}$  son constantes en el intervalo preevento y el intervalo postevento, respectivamente; (b) calcular los valores de energía,  $P_{h,0}$  y  $P_{h,N}$  dentro de los intervalos de tiempo respectivos,  $\Delta t_{h,0}$  y  $\Delta t_{h,N}$ , y calcular la variación  $\Delta P_{h,0N} = P_{h,N} - P_{h,0}$ ; (c) medios para transferir dicha variación,  $\Delta P_{h,0N}$ , a un servidor (4).

45 Preferentemente, el servidor (4) se coloca en un lugar diferente al de la unidad de procesamiento in situ (1) y comprende al menos medios para recibir paquetes de datos transferidos por la unidad de procesamiento in situ (4), a través de una interfaz de comunicación (8). Tales paquetes de datos que comprenden además la salida de dicho algoritmo de detección de firma.

50 Preferentemente, el sistema de acuerdo con la presente invención se aplica en tiempo real o inmediatamente después de recuperar las muestras de un algoritmo de dos ventanas como sigue: la cadena de muestras recibidas desde el ADC (5) se divide en ventanas consecutivas de 4 segundos, preferentemente 3 segundos, aún con mayor preferencia de 2 segundos. Para identificar la aparición de un pico y por lo tanto la aparición de un evento, se analizan dos ventanas consecutivas aplicando una prueba estadística  $T$  a las muestras comprendidas dentro de las dos ventanas, cf. por ejemplo, [http://en.wikipedia.org/wiki/Student%27s t-test](http://en.wikipedia.org/wiki/Student%27s_t-test).

55 Preferentemente, para determinar el resultado de la prueba  $T$ , se calcula además un valor promedio de las muestras dentro de las dos ventanas:  $\Delta t_i$  calculado con las muestras comprendidas entre  $[t_i, t_{i+1}]$  y  $\Delta t_j$  calculado con las muestras comprendidas entre  $[t_j, t_{j+1}]$ . En una etapa adicional, el valor de la variación de energía  $\Delta P_i = P_j - P_i$  para definir si ocurrió un evento entre los tiempos  $t_i$  y  $t_{j+1}$  se determina por una prueba  $T$ ,  $T(\Delta t_i, \Delta t_j)$ , definida como la diferencia entre los medios aritméticos,  $\frac{P_{\Delta t_i} + P_{\Delta t_j}}{2}$ , de los valores de energía medidos en tiempos diferentes en los intervalos  $\Delta t_i$  y  $\Delta t_j$ , respectivamente, dividido por la raíz cuadrada de la suma de las variaciones de dichos valores de energía, dividido por el número total,  $n$ , de los valores de energía medidos en ambos intervalos  $\Delta t_i$  y  $\Delta t_j$ . El resultado de las etapas anteriores se referenciará además como el valor de la prueba  $T$ :

65

5 
$$T(\Delta t_i, \Delta t_j) = \frac{\overline{P_{\Delta t_i}} - \overline{P_{\Delta t_j}}}{\sqrt{\frac{\sigma_{\Delta t_i}^2 + \sigma_{\Delta t_j}^2}{n}}}$$

10 Donde  $\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$  y n es el número de muestras consideradas en los intervalos  $[t_i, t_{i+1}]$ , respectivamente  $[t_j, t_{j+1}]$ .

15 Para determinar si tuvo lugar un evento, el valor absoluto de la prueba T se analiza como sigue: si el valor absoluto es mayor que 20, mayor que 30, preferentemente mayor que 40, aún con mayor preferencia mayor que 35 el sistema detecta un evento.

20 Si el valor absoluto no se identifica como que es mayor que 20, mayor que 30, preferentemente mayor que 40, aún con mayor preferencia mayor que 35, el sistema continúa el análisis dentro de las dos próximas ventanas consecutivas. Si el sistema detecta un evento, el sistema analiza además si el evento es el encendido o apagado de un aparato.

25 Preferentemente, el sistema continúa aplicando dicha prueba T hasta que se detecta una característica constante y almacena además la duración del pico positivo/negativo ( $\Delta t_{\text{pico}}$ ) y la amplitud mínima/máxima del pico ( $P_{\text{pico}}$ ) (Fig. 3) dentro de una unidad de almacenamiento, parte de la unidad de procesamiento in situ (1). Debe entenderse que un pico comprende el paquete de datos que comienza con la primera muestra detectada como que es significativamente mayor/menor que la muestra anterior hasta que el sistema detecta el inicio de la característica constante.

30 En una modalidad preferida de acuerdo con la presente invención, el sistema detecta una característica constante si el valor absoluto de la prueba T es menor que 30, menor que 20, preferentemente menor que 10, aún con mayor preferencia si dicho valor absoluto de la prueba T es menor que 15.

Preferentemente los valores de energía  $P_i, P_j$  están en la forma de un vector de dimensión n, donde los valores n en el vector modelan la curva de energía durante un ciclo de voltaje completo.

35 En una modalidad preferida de acuerdo con la presente invención el conjunto de parámetros relacionados con la energía, X comprende los datos seleccionados de cualquiera o más de: voltaje, U, corriente, I, diferencia de fase U,I,  $\cos \phi$ .

40 Preferentemente, para implementar un sistema eficiente y rápido, los intervalos de tiempo  $\Delta t_i$  y  $\Delta t_j$  son consecutivos, es decir,  $t_{i+1} = t_j$ .

En una modalidad adicional de acuerdo con la presente invención el intervalo de eventos  $[t_{h,0}, t_{h,N+1}]$  se divide en N+2 subintervalos de eventos:  $\Delta t_{h,0}, \Delta t_{h,1}, \dots, \Delta t_{h,i}, \Delta t_{h,i+1}, \dots, \Delta t_{h,N}, \Delta t_{h,N+1}$ , de igual tiempo de duración.

45 En otra modalidad de acuerdo con la presente invención dicho evento se detecta a través de una técnica de ventana deslizante. Para aplicar dicha técnica, las muestras recibidas desde el sensor (2) durante una cantidad de tiempo limitada (también llamada "ventana") se analizan por la primera unidad de procesamiento (6) en la unidad de procesamiento in situ (1) comparando cada muestra con el valor umbral. En caso de que una de las muestras esté por encima o igual al valor umbral, el sistema identifica un pico y por lo tanto el inicio de un evento. Mediante el uso de una técnica de ventana deslizante, la información con respecto a la característica de la energía antes del pico y después del pico está disponible sin la necesidad de almacenar temporalmente una gran cantidad de datos. Después que el sistema completa el análisis de una ventana, solamente la información relevante se envía al servidor (4) y el resto de los datos se eliminan del sistema.

55 En una modalidad adicional, un paquete de datos inmediatamente antes del pico y/o inmediatamente después del pico se analiza aplicando una función matemática seleccionada de un grupo que comprende: FFT (Transformada rápida de Fourier), STFT (Transformada de Fourier de tiempo reducido), DFT (Transformada discreta de Fourier), FRFT (Transformada fraccional de Fourier), promedio, series convergentes, series asintóticas, o una combinación de estas. Preferentemente tal función matemática se aplica sobre dos ventanas de 4 segundos, preferentemente sobre dos ventanas de 3 segundos, aún con mayor preferencia sobre dos ventanas de 2 segundos seleccionadas antes y/o después del pico. Aplicando dicha función matemática, el sistema de acuerdo con la presente invención determina la característica constante del consumo de energía antes y/o después del pico.

60 En otra modalidad de acuerdo con la presente invención, el algoritmo de detección de evento aplica una prueba T estadística sobre dos ventanas como se describió previamente en el presente escrito. En consecuencia, tal algoritmo de

prueba T estadística identifica el encendido/apagado de un aparato y/o la característica constante antes y/o después y/o durante el funcionamiento del aparato..

5 En una modalidad de acuerdo con la presente invención, si el sistema detecta el encendido de un aparato, la unidad de procesamiento in situ (1) envía al servidor (4) un paquete de datos que comprende los datos del pico (tal como la amplitud máxima del pico,  $P_{\text{pico}}$ , y/o la duración del pico positivo,  $\Delta t_{\text{pico}}$ ) (Fig. 3) y/o los datos con relación a la característica constante antes y/o después del pico positivo.

10 Si el sistema detecta el apagado de un aparato, la unidad de procesamiento in situ (1) envía al servidor (4) un paquete de datos que comprende los datos del pico (tal como la amplitud mínima,  $P_{\text{pico}}$ , y/o la duración del pico negativo,  $\Delta t_{\text{pico}}$ ) y/o los datos con relación a la característica constante antes y/o después del final de dicho evento a través de una interfaz de comunicación (7).

15 En una modalidad de acuerdo con la presente invención, la salida del algoritmo de detección de firma y por lo tanto el paquete de datos enviado al servidor (4) comprende: los parámetros del pico positivo/negativo y/o los parámetros de energía después de dicho pico positivo/negativo. Preferentemente tal paquete de datos se referenciará además como la firma del evento.

20 En una modalidad preferida de acuerdo con la presente invención dicho algoritmo de detección de firma comprende además la detección del evento a través de un algoritmo de dos ventanas.

25 En otra modalidad de acuerdo con la presente invención, la primera unidad de procesamiento (6) encontrada en la unidad de procesamiento in situ (1) realiza además una comparación de los resultados del procesamiento matemático de las dos ventanas (antes y después del pico positivo/negativo) aplicando una función matemática. Tal función matemática se selecciona de un grupo que comprende: división, sustracción, o similares. Preferentemente, la salida de dicha comparación define la característica transitorias del consumo de energía. En una modalidad preferida de acuerdo con la presente invención, dicha característica transitoria está en la forma de: una cadena de 100 números, o una cadena de 20 números, o una cadena de 30 números, o una cadena de 40 números, o una cadena de 60 números, o una cadena de 70 números, o una cadena de 83 números, preferentemente el resultado de la comparación es una  
30 cadena de 80 números.

35 Preferentemente, la salida de dicho algoritmo de detección de firma comprende una cadena de números que representan los parámetros del pico tales como la amplitud del pico,  $P_{\text{pico}}$ ,  $\Delta P_{h,0N}$ , y/o la duración del pico,  $\Delta t_{\text{pico}}$ , y/o la salida de la comparación (definida como la característica transitoria).

Preferentemente dicha función matemática para definir dicha característica transitoria se aplica en las muestras comprendidas dentro de dos ventanas de 2 segundos antes y después del pico positivo/negativo. El sistema almacena además dicha característica transitoria y/o el intervalo de tiempo transitorio.

40 En una modalidad adicional de acuerdo con la presente invención, la característica transitoria y la característica del pico positivo/negativo definen la firma del evento. Preferentemente, el paquete de datos enviado por dicha unidad de procesamiento in situ (1) al servidor (4) comprende la firma del evento.

45 Preferentemente el paquete de datos enviado por dicha unidad de procesamiento in situ (1) al servidor (4) comprende una cadena de 40 números, o una cadena de 60 números, o una cadena de 80 números, o una cadena de 100 números, preferentemente el paquete de datos comprende una cadena de 120 números.

50 En una modalidad preferida la unidad de procesamiento in situ (1) comprende además una interfaz de comunicación inalámbrica (7) para enviar los datos al servidor (4) o dicha unidad de procesamiento in situ (1) comprende medios para enviar datos al servidor (4) a través de una conexión cableada. Tal interfaz de comunicación inalámbrica puede ser una tarjeta de red, una interfaz de Bluetooth, una interfaz infrarroja (IR), o similares.

55 Preferentemente el servidor (4) comprende además una segunda unidad de procesamiento (9) y una unidad de almacenamiento (10). La segunda unidad de procesamiento (9) comprende medios para aplicar diferentes funciones matemáticas mediante el uso de la(s) firma(s) de eventos recibida(s), tal como una función de detección de aparatos electrónicos y/o eléctricos. Preferentemente dicha segunda unidad de procesamiento (9) es capaz de asignar un aparato electrónico y/o eléctrico específico a cada paquete de datos recibido desde la unidad de procesamiento in situ (1) como una función de varios parámetros característicos de cada uno de dichos paquetes de datos tales como:  $\Delta P_{h,0N}$ ,  $P_{\text{pico}}$ ,  $\Delta t_{\text{pico}}$ . Los resultados obtenidos se almacenan además en dicha unidad de almacenamiento (10) de dicho servidor (4).  
60 Debido a que parte del análisis se realiza en la unidad de procesamiento in situ (1), las capacidades del servidor (4) se usan en su potencial máximo y solamente para un análisis más complejo que requiere características computacionales más poderosas.

65 Preferentemente, dicha segunda unidad de procesamiento (9) comprende medios para clasificar diferentes paquetes de datos que tienen parámetros característicos similares en un cluster y preferentemente medios para enviar dicho cluster a dicha primera unidad de procesamiento (6) de la unidad de procesamiento in situ (1)

5 En otra modalidad de acuerdo con la presente invención, las funciones matemáticas permiten al servidor (4) encontrar firmas de eventos similares dentro del conjunto de firmas de eventos recibidas debido a: relativamente la misma amplitud del pico positivo/negativo ( $P_{\text{pico}}$ ), relativamente la misma duración del pico positivo/negativo ( $\Delta t_{\text{pico}}$ ), relativamente las mismas características transitorias, relativamente la misma característica constante después del pico positivo/negativo, o similares. Después que se encuentran las firmas de eventos similares, estas se clasifican además en clusters.

10 En una modalidad preferida de acuerdo con la presente invención los eventos dentro de un cluster tienen una cadena común dentro de la característica transitoria. Se prefiere además que dicho servidor (4) use tal cadena común para definir un cluster.

15 Para determinar si un evento es parte de un cluster existente el sistema usa preferentemente una comparación aplicando una función de igualdad entre la característica transitoria del evento y cada cluster existente, preferentemente mediante el uso de la fórmula presentada más abajo. Preferentemente dicha característica transitoria de un evento y/o dichos clusters están en la forma de vectores dimensionales de una longitud de 100 muestras, o una longitud de 60 muestras, o 70 muestras, o una longitud de 83 muestras, preferentemente una longitud de 80 muestras.

20 Similitud = 
$$\cos(\theta) = \frac{A \cdot B}{\|A\| \|B\|} = \frac{\sum_{i=1}^n A_i \times B_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (A_i)^2} \times \sqrt{\sum_{i=1}^n (B_i)^2}}$$

25 Además, el sistema calcula la igualdad angular, aplicando la fórmula siguiente: 
$$\text{similitud} = 1 - \frac{2 \times \cos^{-1}(\text{similitud})}{\pi}$$

30 El sistema identifica además una coincidencia si el resultado de dicha igualdad angular es 1, lo cual se traduce además por el sistema como una forma similar para las dos formas de ondas correspondientes a la señal y forma de onda del evento correspondiente a dicho cluster. Aún en una etapa adicional, dicho sistema aplica además una función de comparación en la magnitud de la energía promedio de dichas dos formas de ondas. Si el resultado de dicha comparación es positivo, el sistema identifica una coincidencia. Preferentemente el sistema considera una tolerancia para tal comparación entre el 5 % y el 30 %, preferentemente de 20 %, aún con mayor preferencia de 10 %. Además dicha tolerancia puede depender de la magnitud de potencia de los eventos (por ejemplo usar 15 % en eventos de aparatos que tienen una extracción de potencia menor que o igual a 100 W, pero usar 5 % como tolerancia en el caso que el aparato tenga una potencia por encima de 1500 W).

35 En otra modalidad de acuerdo con la presente invención el sistema usa una comparación como se explicó anteriormente mediante el uso del centro de la característica transitoria y/o el centro de los clusters existentes.

40 En otra modalidad preferida de acuerdo con la presente invención un evento se considera como parte del cluster relativo comparando el tiempo transitorio y/o la amplitud del pico mín/máx ( $P_{\text{pico}}$ ).

45 En otra modalidad de acuerdo con la presente invención si el sistema identifica 2 o más clusters dentro de una tolerancia de 30 %, preferentemente de 20 %, aún con mayor preferencia de 10 % aplicando un análisis como se describió previamente, dicho sistema escoge el cluster con la similaridad más alta.

50 En una modalidad preferida de acuerdo con la presente invención, para un análisis más rápido de los eventos, dicha segunda unidad de procesamiento (9), parte del servidor (4) comprende además medios para enviar dicha cadena común de cada cluster de vuelta a la primera unidad de procesamiento (6) de la unidad de procesamiento in situ (1). Además, dicha unidad de procesamiento in situ (1) almacena dichas cadenas comunes en una unidad de almacenamiento. Tal unidad de almacenamiento se selecciona de un grupo que comprende: Memoria Flash, ROM, EPROM, EEPROM, DRAM, SRAM o cualquier combinación de las mismas.

55 En una modalidad preferida de acuerdo con la presente invención el servidor (4) realiza un análisis periódico de las firmas existentes con el fin de eliminar las firmas duplicadas debido a diferencias relativamente pequeñas encontradas dentro de un tiempo de funcionamiento extenso. Preferentemente, el resultado de tal análisis se usa además para actualizar los clusters existentes. Además tal actualización se envía preferentemente a la unidad de procesamiento in situ (1) y se almacenan en la misma.

60 En una modalidad adicional de acuerdo con la presente invención, después de determinar la firma del evento, la unidad de procesamiento in situ (1) compara tal firma del evento con los clusters almacenados y si tal cluster se identifica, el paquete de datos enviado al servidor (4) contiene la firma del evento y el cluster identificado. En el caso de que no se identifique un cluster, el paquete de datos enviado al servidor comprende la firma del evento. Un análisis adicional del cluster se realiza por dicho servidor (4).

En una modalidad preferida de acuerdo con la presente invención, la comunicación entre el servidor (4) y la unidad de procesamiento in situ (1) se hace inalámbricamente.

5 En otra modalidad de acuerdo con la presente invención, los clusters se usan además por el servidor (4) para definir los componentes de carga singulares que definen los aparatos electrónicos y/o eléctricos.

10 En otra modalidad de acuerdo con la presente invención, después que se detecta un evento por el algoritmo de detección de firma, se establece el enlace de comunicación con dicho servidor (4) y dicha unidad de procesamiento in situ (1) inicia la transferencia de datos al servidor (4).

15 En otra modalidad de acuerdo con la presente invención la frecuencia de muestreo aplicada en la unidad de procesamiento in situ (1) para medir/monitorear los parámetros relacionados con la energía, X, se escoge entre 1-16 kHz, preferentemente entre 1-10 kHz, aún con mayor preferencia entre 3 - 5 kHz.

20 Comúnmente, la frecuencia de la señal eléctrica medida en un cable de electricidad es de 50 Hz o 60 Hz en dependencia del país y las normas adoptadas, y escogiendo una frecuencia de muestreo entre 1-16 kHz se asegura que la cantidad de datos enviados al servidor (4) no es extensa, manteniendo a un mínimo los requerimientos técnicos de ambos: la unidad de procesamiento in situ (1) y el servidor (4). Al mismo tiempo, tal frecuencia de muestreo asegura que la cantidad de datos enviados a dicho servidor (4) proporcionan suficiente información para realizar un análisis exacto de los parámetros de energía.

25 En una modalidad adicional de acuerdo con la presente invención, la frecuencia de muestreo se escoge entre 3-5 kHz. Tales valores eliminan el riesgo de que el ruido térmico altere los datos de la energía y permite un análisis mucho más rápido y más exacto en la unidad de procesamiento in situ (1).

30 En una modalidad adicional de acuerdo con la presente invención el servidor (4) comprende además medios para almacenar las firmas de los eventos durante un período de tiempo como por ejemplo, durante una semana, un mes, un año, o similares. Además, el servidor (4) realiza una gráfica del consumo de energía basado en dichas firmas de los eventos, facilitando un análisis muy exacto del consumo de energía dentro de la casa, o apartamento, o edificio, durante un período de tiempo.

35 En otra modalidad de acuerdo con la presente invención, el servidor (4) mide además un consumo de energía "siempre encendido" correspondiente a aparatos que se conectan y funcionan por un período de tiempo extenso y almacena además tal medición.

40 En otra modalidad, dicho consumo de energía "siempre encendido" comprende los datos de energía con relación al consumo de energía "sin carga" tal como: el consumo cuando un aparato se apaga pero el sistema detecta un consumo relativamente pequeño debido a que el aparato permanece conectado. En una modalidad adicional de acuerdo con la presente invención el servidor (4) es un servidor en la nube (4). Preferentemente tal servidor (4) recibe firmas de eventos desde al menos una localización como una casa o apartamento. Aún con mayor preferencia el servidor (4) recibe firmas de eventos desde múltiples localizaciones y realiza un análisis exacto del consumo de energía durante un período de tiempo para cada localización.

45 En una modalidad adicional, un usuario del sistema de acuerdo con la presente invención crea una cuenta en dicho servidor (4) introduciendo un nombre de usuario y una contraseña. Tal usuario enlaza además la unidad de procesamiento in situ (1) montada en la entrada de su casa o apartamento a la cuenta creada en dicho servidor (4).

50 Preferentemente el usuario permite a la unidad de procesamiento in situ (1) recoger los datos por un período de tiempo particular y acceder a su cuenta en el servidor (4) para recuperar una gráfica de consumo con relación a un período de tiempo seleccionado. Tras la solicitud, el servidor (4) proporciona los datos con relación a: el momento del día o la hora cuando comenzó el evento y/o la característica de la energía durante el evento y/o el momento del día o la hora cuando finalizó el evento. Basado en los datos recibidos, el usuario nombra los aparatos eléctricos, tales como: un dispositivo de iluminación, un refrigerador, una computadora, una lavadora, un cargador o similares. Después que el usuario nombra los aparatos, la información se almacena además en el servidor (4) contra el cluster de la firma del evento. Por lo tanto, cuando la firma de un evento correspondiente a un aparato nombrado anteriormente se detecta por el servidor (4), tal servidor (4) indicará directamente el nombre del aparato. Preferentemente, el sistema de acuerdo con la presente invención está aprendiendo continuamente los aparatos dentro de la casa o apartamento. En el caso que se detecte el cluster de la firma de un nuevo evento, el servidor (4) proporciona al usuario los datos con relación a: el momento del día o la hora cuando comenzó el evento y/o la característica de la energía durante el evento y/o el momento del día o la hora cuando finalizó el evento, ayudando por lo tanto al usuario a identificar y nombrar el aparato. Para una visión general exacta del consumo y una detección exacta de los aparatos, el usuario preferentemente realiza tal análisis cada día, o cada semana, o cada dos semanas, o cada mes.

65 En otra modalidad el sistema de acuerdo con la presente invención aprende los aparatos dentro de la casa de una manera asistida como sigue. El usuario monta la unidad de procesamiento in situ (1) de acuerdo con la presente

5 invención y enciende/apaga cada aparato dentro de su casa. Preferentemente el usuario enciende/apaga cada aparato dentro de su casa dos veces para un análisis más exacto. Además, el sistema de acuerdo con la presente invención determina las firmas de cada aparato dentro de la casa y el usuario puede nombrar además fácilmente cada aparato en consecuencia. Aún en otra modalidad de acuerdo con la presente invención, el servidor (4) comprende una base de datos de aparatos que comprende los datos de consumo con relación a los aparatos usados comúnmente dentro de una casa. Adicionalmente, dicha detección de aparatos se realiza automáticamente mediante la comparación con dicha base de datos,

10 En una modalidad preferida de acuerdo con la presente invención cuando el usuario enciende/apaga un aparato electrónico y/o eléctrico dentro de su casa, tal evento será visible en su cuenta después de menos de 20 segundos, o después de menos de 10 segundos, preferentemente después de menos de 5 segundos, aún con mayor preferencia el cambio será visible en tiempo real. En una modalidad adicional de acuerdo con la presente invención, el usuario puede iniciar sesión en su cuenta y preguntar al servidor (4) por un análisis completo durante un período de tiempo tal como: el consumo completo durante un día, o una semana, o un mes, o un par de meses. El servidor (4) puede proporcionar tal análisis a través de una gráfica o una sucesión de líneas de texto y proporcionará al usuario detalles con relación al momento cuando un aparato se encendió y/o apagó, las características de consumo de ese aparato particular mientras estaba funcionando. Además, el servidor (4) puede proporcionar un análisis general del consumo de energía durante ciertas horas y los aparatos que fueron responsables por tal consumo de energía o, el servidor puede proporcionar tal análisis general del consumo de energía dentro de un día, una semana, un mes o un número de meses.

20 En otra modalidad de acuerdo con la presente invención, el usuario accede a su cuenta y pregunta al servidor (4) por un análisis completo durante un período de tiempo. Tal análisis proporciona una característica de consumo completa con relación a los aparatos que se han usado dentro de tal período de tiempo tal como: el momento en el tiempo cuando un aparato se enciende/apaga y/o las características de consumo de cada aparato durante su período de funcionamiento y/o la característica de consumo durante un tipo de funcionamiento en espera (tal como la situación en la cual una computadora personal se deja conectada a la fuente de energía durante la noche sin recibir una orden de un usuario).

30 En otra modalidad de acuerdo con la presente invención un usuario es capaz de acceder a su cuenta desde una localización remota mediante el uso de cualquier tipo de dispositivo (11) que tiene una conexión a internet activa tales como: un teléfono móvil, una tableta, una computadora de mesa, una computadora portátil, o similares. Incluso si el usuario no está en una proximidad cercana del dispositivo, él será capaz de ver en tiempo real que aparatos están funcionando en la localización donde se monta el dispositivo y la característica de consumo de tales aparatos.

35 En una modalidad adicional de acuerdo con la presente invención, dicho dispositivo puede conectarse al cable de electricidad principal y al cable de electricidad que transporta la energía desde los paneles solares. Además, una vez que dicho usuario inicia sesión en su cuenta, él será capaz de acceder a los datos con relación a la energía de los paneles solares, las características de consumo y/o las características de consumo "siempre encendido".

40 En otra modalidad de acuerdo con la presente invención, el dispositivo comprende además un módulo de RF (Radio frecuencia), que permite al usuario encender/apagar un aparato desde una localización remota.

45 En otra modalidad de acuerdo con la presente invención, el servidor (4) crea un patrón del uso de energía dentro de la casa o apartamento donde se monta tal dispositivo. El patrón debe entenderse como una aproximación para un período de tiempo futuro y se crea basado en las características de consumo pasadas y/o la estación y/o el parte meteorológico y/o el número de personas que viven en la casa o apartamento. Además, tal patrón se crea para aproximar el consumo dentro del próximo día o la próxima semana o el próximo mes o para la próxima estación o el próximo año.

50 En una modalidad adicional, el usuario proporciona los datos con relación al precio de la energía eléctrica y el sistema crea además una aproximación del costo basado en el consumo aproximado y el precio actual de la energía eléctrica. Basado en tal cálculo el usuario se informa sobre la cantidad de energía necesaria y los costos futuros.

55 La presente invención se dirige además a un método para monitorear el uso de aparatos electrónicos y/o eléctricos que comprende las siguientes etapas: medir/monitorear los parámetros relacionados con la energía en un cable de electricidad principal, dicha medición/monitorización que se realiza por una unidad de medición (2,3,5) parte de un sistema de gestión de energía de acuerdo con la presente invención y preferentemente montado en la entrada de una casa o un apartamento o un edificio, después del contador de electricidad. El método comprende además la etapa de procesar dichos parámetros relacionados con la energía en una primera unidad de procesamiento (6), aplicando un algoritmo de detección de firma para detectar si ocurrió un evento con relación a encender o apagar un aparato electrónico y/o eléctrico y para caracterizar dicho evento, iniciar una transferencia de datos a un servidor (4), transferir a un servidor (4) un paquete de datos que comprende una salida de dicho algoritmo de detección de firma, caracterizado porque dicho método comprende además activar la transferencia de un paquete de datos solamente en caso que se detecte tal evento. Puesto que dicha transferencia de datos se inicia cuando se detecta una firma, el método de acuerdo con la presente invención es eficiente y se caracteriza además por un uso óptimo de la unidad de procesamiento in situ (1), el servidor (4), y del enlace de comunicación a través del cual se inicia dicha transferencia de datos. Se asegura además que se realiza un análisis exacto ya que se minimiza el riesgo de que tal enlace de comunicación se perturbe o sea no funcional. Preferentemente, la unidad de procesamiento in situ (1) realiza al menos las siguientes etapas:

(A) Medir y monitorear el conjunto de parámetros relacionados con la energía,  $X$ , como una función de tiempo,  $t$ , en un cable de electricidad principal a través de una unidad de medición (2, 3, 5);

(B) Procesar dichos parámetros relacionados con la energía aplicando un algoritmo de detección de firma en una unidad de procesamiento, mediante: (a) calcular un valor de energía,  $P_i$ , a partir de los valores del conjunto de parámetros relacionados con la energía,  $X_i$ , medidos dentro de un intervalo de tiempo,  $\Delta t_i$  comprendido entre  $[t_i, t_{i+1}]$ ; (b) calcular una variación de energía,  $\Delta P_i = P_j - P_i$ , entre el valor de energía,  $P_j$ , en el intervalo de tiempo  $\Delta t_j = [t_j, t_{j+1}]$ , y el valor de energía  $P_i$  en el intervalo de tiempo  $\Delta t_i = [t_i, t_{i+1}]$ , en donde  $t_j > t_i$ ; (c) comparar el valor de la variación de energía,  $\Delta P_i$ , con un valor de referencia,  $\Delta P_{ref}$ , y definir que ocurrió un evento entre los tiempos  $t_i$  y  $t_{j+1}$  en el caso de que  $\Delta P_i > \Delta P_{ref}$ , de lo contrario el conjunto de parámetros de la energía,  $X_i$ , se considera constante entre los tiempos  $t_i$  y  $t_{j+1}$ . Si y sólo si ocurrió un evento entre  $t_i$  y  $t_{j+1}$ , entonces dicha unidad de procesamiento procesa además los datos como sigue: (d) definir un intervalo de eventos  $[t_{h,0}, t_{h,N+1}]$  con  $t_{h,0} < t_i < t_{j+1} < t_{h,N+1}$ , que comprende un intervalo preevento  $\Delta t_{h,0} = [t_{h,0}, t_{h,1}]$  y un intervalo postevento  $\Delta t_{h,N} = [t_{h,N}, t_{h,N+1}]$ , de manera que el conjunto de parámetros de la energía,  $X_{h,0}$  y  $X_{h,N}$  son constantes en el intervalo preevento y el intervalo postevento, respectivamente; (e) calcular los valores de energía,  $P_{h,0}$  y  $P_{h,N}$  dentro de los intervalos de tiempo respectivos,  $\Delta t_{h,0}$  y  $\Delta t_{h,N}$ , y calcular la variación  $\Delta P_{h,0N} = P_{h,N} - P_{h,0}$ ;

(C) transferir un paquete de datos que comprende dicha variación,  $\Delta P_{h,0N}$ , a un servidor (4).

En una modalidad preferida de acuerdo con la presente invención dicho algoritmo de detección de firma comprende: los parámetros del pico y/o los parámetros de energía después del pico. Tales parámetros se envían además al servidor (4) para un análisis adicional.

En una modalidad preferida de acuerdo con la presente invención, dicho servidor (4) comprende una segunda unidad de procesamiento (9) capaz de realizar la etapa de asignar un aparato electrónico y/o eléctrico específico a cada paquete de datos recibido desde la unidad de procesamiento in situ (1), como una función de varios parámetros característicos de cada uno de dichos paquetes de datos tales como:  $\Delta P_{h,0N}$ ,  $P_{pico}$ ,  $\Delta t_{pico}$ . Tal función ayuda al usuario a analizar el consumo de energía durante un período de tiempo como durante un día, o una semana, o un mes, o un número de meses.

Preferentemente la salida de dicho algoritmo de detección de firma comprende una cadena de números que representa: los parámetros del pico tal como la amplitud del pico,  $P_{pico}$ ,  $\Delta P_{h,0N}$ , y/o la duración del pico,  $\Delta t_{pico}$ /y/o la salida de la comparación (definida como la característica transitoria).

En otra modalidad preferida de acuerdo con la presente invención, dicha segunda unidad de procesamiento (9) comprende además una etapa de clasificar diferentes paquetes de datos que tienen parámetros característicos similares en un cluster y preferentemente una etapa de enviar dicho cluster a dicha primera unidad de procesamiento (6) de la unidad de procesamiento in situ (1).

La presente invención se dirige además hacia un conjunto de partes que comprende una unidad de procesamiento in situ (1) como se define en el presente escrito y un servidor (4) como se define en el presente escrito.

En una modalidad adicional, dicho conjunto de partes comprende una unidad de procesamiento in situ (1) que comprende: una unidad de medición que comprende un sensor (2) adecuado para medir los parámetros de energía en un cable de electricidad principal, dicho sensor (2) que se adapta para sujetarse alrededor de dicho cable de electricidad, una placa principal que comprende una unidad de procesamiento en comunicación con dicho sensor y capaz de recibir los datos desde dicho sensor (2), dicha placa principal que comprende además una interfaz inalámbrica (7) para la comunicación con dicho servidor (4), una unidad de control para controlar la transmisión de inicio y final de los datos de energía procesados a través de la interfaz inalámbrica (7)

En otra modalidad de acuerdo con la presente invención dicho conjunto de partes comprende una unidad de procesamiento in situ (1) que comprende: un sensor (2) adecuado para medir los parámetros de energía en un cable de electricidad principal, dicho sensor (2) que se adapta para sujetarse alrededor de dicho cable de electricidad, un sensor (2) adecuado para medir los parámetros de energía en un segundo cable de electricidad principal, dicho sensor (2) que se adapta para sujetarse alrededor de un cable de energía, una placa principal que comprende una unidad de procesamiento y una interfaz inalámbrica (7), dicha placa principal que recibe los datos desde dichos sensores (2). En una modalidad preferida de acuerdo con la presente invención, dicho segundo cable de electricidad principal se usa para transportar la energía desde los paneles solares.

Ejemplo 1: determinar la firma del evento:

Un sensor (2) se sujeta alrededor del cable de electricidad principal en la entrada de una casa, después del contador de electricidad y antes de la caja de fusibles. La señal eléctrica en dicho cable se caracteriza por una frecuencia de 50 Hz o 60 Hz.

La unidad de procesamiento in situ (1) mide/monitorea las características de la energía tales como la corriente y el voltaje en dicho cable con una frecuencia de muestreo de 4 kHz a través de dicho sensor (2) y un cable de energía (3). Las muestras se procesan además por un ADC (Convertor Análogo Digital) de 24 bits (5) y los resultados se envían después a una primera unidad de procesamiento (6). Dicha primera unidad de procesamiento (6) aplica además en

5 tiempo real una prueba T estadística sobre dos ventanas consecutivas que comprenden muestras del ADC (5) como se presentó anteriormente en el presente escrito. Si el valor absoluto está por encima de 35 la primera unidad de procesamiento (6) identifica que un evento tiene lugar y graba además la duración del pico ( $\Delta t_{\text{pico}}$ ) y la amplitud mínima o máxima del pico ( $P_{\text{pico}}$ ), tal como: si tal evento define un encendido de un aparato, dicha unidad de procesamiento almacena la amplitud máxima de dicho pico, mientras que si tal evento define un apagado de un aparato, dicha unidad de procesamiento almacena la amplitud mínima de dicho pico.

10 Si un evento se detecta, los valores comprendidos en una ventana de 1 segundo de antes del pico se procesan además aplicando una FFT o una función promedio para determinar la curva de energía promedio antes de que tal evento tuviera lugar.

El mismo método para determinar la curva de energía promedio después del evento se aplica a una ventana de 1 segundo después que el pico terminó.

15 La diferencia entre estas dos curvas de energía promedio define el centro de la característica transitoria. Tal característica forma una cadena de 83 números. La curva de energía se define dentro de un período de voltaje. Dicho período de voltaje es de 20 ms para una señal eléctrica de 50 Hz y 16,6 ms para una señal eléctrica de 60 Hz.

20 Las características transitorias junto con la duración del pico ( $\Delta t_{\text{pico}}$ ) y la amplitud mínima/máxima de dicho pico ( $P_{\text{pico}}$ ) definen la firma del evento.

Ejemplo 2: medir/monitorear los parámetros de energía en un cable de energía de una sola fase (Fig. 1):

25 Un sensor (2) se sujeta alrededor de un cable de electricidad principal en la entrada de una casa o apartamento, después del contador de electricidad, antes de la caja de fusibles. Tal sensor (2) se conecta a través de un cable a una unidad de procesamiento in situ (1). La unidad de procesamiento in situ (1) se conecta además a una fuente de energía convencional a través de un cable de energía (3), tal como a un enchufe de energía convencional encontrado dentro de dicha casa o apartamento.

30 Preferentemente dicha unidad de procesamiento in situ (1) recibe los datos con relación a la corriente a través de dicho sensor (2) y los datos con relación al voltaje a través del cable de energía (3).

35 La señal en dicho cable de electricidad principal se caracteriza por un voltaje entre 210-230 V y una frecuencia de 50 Hz.

40 La unidad de procesamiento in situ (1) mide/monitorea continuamente los parámetros de energía tales como la corriente, el voltaje o el  $\cos \phi$  en dicho cable de electricidad, con una frecuencia de muestreo seleccionada entre 3-5 kHz, a través de dicho sensor (2) y dicho cable de energía (3). Las muestras se convierten además en datos digitales a través del uso de un ADC (5), parte de dicha unidad de procesamiento in situ (1). El resultado del ADC (5) se analiza además por la primera unidad de procesamiento (6), parte de dicha unidad de procesamiento in situ (1) aplicando una función matemática tal como una técnica de dos ventanas o una técnica de ventana deslizante con el fin de identificar un evento tal como encender/apagar aparatos electrónicos y/o eléctricos dentro de la casa o apartamento, como se explicó anteriormente en el presente escrito. En el caso que un aparato electrónico y/o eléctrico se enciende dentro de la casa o apartamento, la primera unidad de procesamiento (6) identificará un aumento significativo en el consumo de energía para un período de tiempo pequeño, seguido por una disminución en el consumo de energía hacia una zona constante.

50 En el caso que un aparato electrónico y/o eléctrico se enciende, la primera unidad de procesamiento (6) almacena los datos con relación al pico tal como la amplitud máxima de la señal, y/o la duración del pico,  $\Delta t_{\text{pico}}$ , (hasta que el consumo de energía alcanza una característica constante), y/o las características de energía anteriores al pico y/o las características de energía después del pico. La primera unidad de procesamiento (6) realiza además una comparación entre las características de la energía después del pico y las características de la energía anteriores al pico y almacena el resultado de tal comparación, dicha característica que se conoce como la característica transitoria.

55 Preferentemente, tal comparación se realiza sobre 2 ventanas de 1 segundo, una ventana seleccionada inmediatamente después del pico y la segunda ventana seleccionada inmediatamente antes del pico. Cada ventana comprende un período de voltaje que se define en 80 muestras a 50 Hz, con un intervalo del período de 20 ms. La primera unidad de procesamiento (6) crea además una cadena de 83 números que comprende el resultado de la comparación y crea además una cadena de 120 números que comprende los datos concernientes a la característica del pico (tal como la amplitud máxima/mínima del pico,  $P_{\text{pico}}$ , y/o la duración del pico,  $\Delta t_{\text{pico}}$ ), y el resultado de dicha comparación. Tal cadena de 120 números define la firma de energía del aparato que se encendió y ya que tal aparato tendrá una característica del pico y/o resultado de la comparación significativamente similar, una cadena de 120 números similar se creará cada vez que se enciende el mismo aparato.

65 En el caso que un aparato electrónico y/o eléctrico se apaga, la primera unidad de procesamiento (6) almacena los datos con relación a las características de la energía antes de que el aparato se apagara, cuando el consumo de

energía define una característica constante relativa y/o las características de energía después que el aparato se apagara, cuando el consumo de energía define de nuevo una característica constante relativa. La primera unidad de procesamiento (6) realiza además una comparación entre tales características de energía, conocida como la característica transitoria. La primera unidad de procesamiento (6) crea además una cadena de 83 números que comprende el resultado de la comparación

Si el sistema identifica un pico una vez que dicho aparato eléctrico se apaga, este almacenará además la amplitud mínima de dicho pico y/o la duración de dicho pico,  $\Delta t_{\text{pico}}$ . La primera unidad de procesamiento (6) realiza además una comparación entre las características de la energía después del pico y las características de la energía anteriores al pico y almacena el resultado de tal comparación. La primera unidad de procesamiento (6) crea además una cadena de 120 números que comprende los datos concernientes a la característica del pico (tal como la amplitud mínima del pico y/o la duración del pico,  $\Delta t_{\text{pico}}$ ), y el resultado de dicha comparación. Tal cadena de 120 números define la firma de energía del aparato que se apagó y puesto que tal aparato tendrá una característica del pico y/o resultado de la comparación significativamente similar, una cadena de 120 números similar se creará cada vez que el mismo aparato se apaga.

Además, la unidad de procesamiento in situ (1) envía las cadenas de números cuando ellas se crean a un servidor (4) en una localización remota. Tal comunicación se hace a través de una interfaz inalámbrica (7).

El servidor (4) analiza además las cadenas recibidas clasificándolas en clusters de acuerdo con formas similares de las formas de ondas, y/o magnitudes de la energía promedio similares, y/o tiempos transitorios similares, y/o amplitud mínima/máxima del pico ( $P_{\text{pico}}$ ), y/o combinaciones de estas. Para una identificación más rápida de un aparato electrónico y/o eléctrico de cuando tal aparato se encenderá de nuevo, los clusters se envían además por el servidor (4) a la unidad de procesamiento in situ (1) y se almacenan en la misma. En una etapa adicional, cuando la unidad de procesamiento in situ (1) identifica que se enciende un aparato electrónico y/o eléctrico, esta comparará primero la cadena de números creada con los clusters almacenados y en caso de una coincidencia positiva, enviará dicha cadena de números junto con el cluster identificado al servidor (4) para un análisis adicional. En el caso que la comparación no proporcione una coincidencia, la unidad de procesamiento in situ (1) enviará solamente la cadena de números al servidor (4).

Preferentemente, la unidad de procesamiento in situ (1) se deja midiendo/monitoreando los parámetros de energía en un cable de electricidad principal por una semana o incluso diez días. Durante este período, el servidor (4) almacenará los detalles con respecto a los aparatos electrónicos y/o eléctricos que se han encendido/apagado tales como: el consumo de energía de cada aparato y el momento de tiempo cuando se encendió y/o apagó.

Preferentemente un usuario accede a tales datos e identifica los aparatos electrónicos y/o eléctricos individuales basado en los detalles almacenados. Una vez que se nombran tales aparatos, el servidor (4) los reconocerá automáticamente la próxima vez que se enciendan/apaguen.

El usuario puede recuperar además las gráficas estadísticas con respecto al consumo de energía durante una semana, o un mes, o un número de meses. Tales gráficas pueden proporcionar además información con respecto al cambio en la característica del consumo de energía con respecto a un aparato particular comparado con una característica anterior, que indica un funcionamiento defectuoso posible o incluso una rotura de tal aparato en el futuro cercano.

Debido a tal análisis, el usuario puede ajustar además el intervalo de tiempo en el cual ciertos aparatos funcionan o incluso darse cuenta de cuando los aparatos electrónicos y/o eléctricos están funcionando sin ninguna necesidad particular y como resultado se reduce considerablemente el consumo de energía y los costos.

Ejemplo 3: medir/monitorear los parámetros de energía en un cable de energía de una sola fase (Fig. 1):

Un sensor (2) se sujeta alrededor de un cable de electricidad principal en la entrada de una casa o apartamento, después del contador de electricidad y antes de la caja de fusibles. Tal sensor (2) se conecta a través de un cable a una unidad de procesamiento in situ (1). La unidad de procesamiento in situ (1) se conecta además a una fuente de energía convencional a través de un cable de energía (3), tal como a un enchufe de energía convencional encontrado dentro de dicha casa o apartamento.

La señal en dicho cable de electricidad principal se caracteriza por un voltaje entre 110-130 V y una frecuencia de 60 Hz.

La unidad de procesamiento in situ (1) mide/monitorea continuamente los parámetros de energía tales como la corriente, el voltaje o el  $\cos \phi$  en dicho cable de electricidad, con una frecuencia de muestreo seleccionada entre 3-5 kHz, a través de dicho sensor (2) y el cable de energía (3). Las muestras se convierten además en datos digitales a través del uso de un ADC (5), parte de la unidad de procesamiento in situ (1). El resultado del ADC (5) se analiza además por la primera unidad de procesamiento (6), parte de dicha unidad de procesamiento in situ (1) aplicando una función matemática tal como una técnica de dos ventanas o una técnica de ventana deslizante con el fin de identificar un evento tal como el encendido/apagado de un aparato electrónico y/o eléctrico dentro de la casa o apartamento.

Los datos de energía se analizan además sustancialmente de la misma manera como se presentó en el ejemplo 2.

Ejemplo 4: medir/monitorear los parámetros de energía en un cable de energía de dos fases Fig. 2):

5

Un primer sensor (2) se sujeta alrededor de una primera fase del cable de electricidad principal en la entrada de una casa o apartamento, después del contador de electricidad y antes de la caja de fusibles. Un segundo sensor (2) se sujeta alrededor de una segunda fase de dicho cable de electricidad principal en la entrada de una casa o apartamento, después del contador de electricidad y antes de la caja de fusibles. Cada sensor (2) se conecta a través de un cable a una unidad de procesamiento in situ (1). La unidad de procesamiento in situ (1) se conecta además a una fuente de energía convencional a través de un cable de energía (3), tal como a un enchufe de energía convencional encontrado dentro de dicha casa o apartamento.

10

La señal en dicho cable de electricidad principal se caracteriza por un voltaje entre 110-130 V y una frecuencia de 60 Hz.

15

La unidad de procesamiento in situ (1) mide/monitorea continuamente los parámetros de energía tales como la corriente, el voltaje o el  $\cos \phi$  en dicho cable de electricidad, con una frecuencia de muestreo seleccionada entre 3-5 kHz, a través de los sensores (2) y el cable de energía (3). Las muestras se convierten además en datos digitales a través del uso de un ADC (5), parte de la unidad de procesamiento in situ (1). El resultado del ADC (5) se analiza además por la primera unidad de procesamiento (6), parte de dicha unidad de procesamiento in situ (1), aplicando una función matemática tal como una técnica de dos ventanas o una técnica de ventana deslizante con el fin de identificar un evento tal como el encendido/apagado de un aparato electrónico y/o eléctrico dentro de la casa o apartamento.

20

Los datos de energía se analizan además sustancialmente de la misma manera como se presentó en el ejemplo 2.

25

Ejemplo 5: medir/monitorear los parámetros de energía en un cable de energía de una sola fase y en un cable de energía que transporta la energía desde los paneles solares (Fig. 2):

30

Un sensor (2) se sujeta alrededor de un cable de electricidad principal en la entrada de una casa o apartamento, después del contador de electricidad y antes de la caja de fusibles. Tal sensor (2) se conecta a través de un cable a una unidad de procesamiento in situ (1). La unidad de procesamiento in situ (1) se conecta además a una fuente de energía convencional a través de un cable de energía, tal como a un enchufe de energía convencional encontrado dentro de dicha casa o apartamento.

35

Un segundo sensor (2) se sujeta alrededor del cable de electricidad que transporta la electricidad desde los paneles solares, después del contador de electricidad y antes de la caja de fusibles. Tal sensor (2) se conecta a través de un cable a dicha unidad de procesamiento in situ (1).

40

La unidad de procesamiento in situ (1) mide/monitorea continuamente los parámetros de energía tales como la corriente, el voltaje o el  $\cos \phi$  en ambos cables de electricidad, con una frecuencia de muestreo seleccionada entre 3-5 kHz, a través de los sensores (2) y el cable de energía (3). Las muestras se convierten además en datos digitales a través del uso de un ADC (5), parte de la unidad de procesamiento in situ (1). El resultado del ADC (5) se analiza además por la primera unidad de procesamiento (6), parte de la unidad de procesamiento in situ (1), aplicando una función matemática tal como una técnica de dos ventanas o una técnica de ventana deslizante con el fin de identificar un evento tal como el encendido/apagado de un aparato electrónico y/o eléctrico dentro de la casa o apartamento.

45

Los datos de energía se analizan además sustancialmente de la misma manera como se presentó en el ejemplo 2.

50

Tal análisis proporciona un análisis exacto y completo del consumo de energía dentro de una casa o apartamento en el caso de que la electricidad desde los paneles solares se use en paralelo con la electricidad que viene desde una fuente convencional tal como una planta de energía.

Ejemplo 6: medir/monitorear los parámetros de energía en un cable de energía de dos fases y en un cable de energía que transporta la energía desde los paneles solares:

55

Un primer sensor (2) se sujeta alrededor de una primera fase del cable de electricidad principal en la entrada de una casa o apartamento, después del contador de electricidad y antes de la caja de fusibles. Un segundo sensor (2) se sujeta alrededor de una segunda fase de dicho cable de electricidad principal en la entrada de una casa o apartamento, después del contador de electricidad y antes de la caja de fusibles. Cada sensor (2) se conecta a través de un cable a una unidad de procesamiento in situ (1). La unidad de procesamiento in situ (1) se conecta además a una fuente de energía convencional a través de un cable de energía (3), tal como a un enchufe de energía convencional encontrado dentro de dicha casa o apartamento.

60

Un tercer sensor (2) se sujeta alrededor del cable de electricidad que transporta la electricidad desde los paneles

65

solares, después del contador de electricidad y antes de la caja de fusibles. Tal sensor (2) se conecta a través de un cable a dicha unidad de procesamiento in situ (1).

La unidad de procesamiento in situ (1) mide/monitorea continuamente los parámetros de energía tales como la corriente, el voltaje o el  $\cos \phi$  en ambos cables de electricidad, con una frecuencia de muestreo seleccionada entre 3-5 kHz, a través de los sensores (2) y el cable de energía (3). Las muestras se convierten además en datos digitales a través del uso de un ADC (5), parte de la unidad de procesamiento in situ (1). El resultado del ADC (5) se analiza además por la primera unidad de procesamiento (6), parte de dicha unidad de procesamiento in situ (1), aplicando una función matemática tal como una técnica de dos ventanas o una técnica de ventana deslizante con el fin de identificar un evento tal como el encendido/apagado de un aparato electrónico y/o eléctrico dentro de la casa o apartamento.

Los datos de energía se analizan además sustancialmente de la misma manera como se presentó en el ejemplo 2.

Tal análisis proporciona un análisis exacto y completo del consumo de energía dentro de una casa o apartamento en el caso de que la electricidad desde los paneles solares se use en paralelo con la electricidad que viene desde una fuente convencional tal como una planta de energía.

Ejemplo 7: medir/monitorear los parámetros de energía en un cable de energía de tres fases y en un cable de energía que transporta la energía desde los paneles solares:

Un primer sensor (2) se sujeta alrededor de una primera fase del cable de electricidad principal en la entrada de una casa o apartamento, después del contador de electricidad y antes de la caja de fusibles. Un segundo sensor (2) se sujeta alrededor de una segunda fase de dicho cable de electricidad principal en la entrada de una casa o apartamento, después del contador de electricidad y antes de la caja de fusibles. Un tercer sensor (2) se sujeta alrededor de una tercera fase de dicho cable de electricidad principal en la entrada de una casa o apartamento, después del contador de electricidad, antes de la caja de fusibles. Cada sensor (2) se conecta a través de un cable a una unidad de procesamiento in situ (1). La unidad de procesamiento in situ (1) se conecta además a una fuente de energía convencional a través de un cable de energía (3), tal como a un enchufe de energía convencional encontrado dentro de dicha casa o apartamento.

Un cuarto sensor (2) se sujeta alrededor del cable de electricidad que transporta la electricidad desde los paneles solares, después del contador de electricidad, antes de la caja de fusibles. Tal sensor (2) se conecta a través de un cable a dicha unidad de procesamiento in situ (1).

La unidad de procesamiento in situ (1) mide/monitorea continuamente los parámetros de energía tales como la corriente, el voltaje o el  $\cos \phi$  en ambos cables de electricidad, con una frecuencia de muestreo seleccionada entre 3-5 kHz, a través de los sensores (2) y el cable de energía (3). Las muestras se convierten además en datos digitales a través del uso de un ADC (5), parte de la unidad de procesamiento in situ (1). El resultado del ADC (5) se analiza además por la primera unidad de procesamiento (6), parte de la unidad de procesamiento in situ (1), aplicando una función matemática tal como una técnica de dos ventanas o una técnica de ventana deslizante con el fin de identificar un evento tal como el encendido/apagado de un aparato electrónico y/o eléctrico dentro de la casa o apartamento.

Los datos de energía se analizan además sustancialmente de la misma manera como se presentó en el ejemplo 2.

Tal análisis proporciona un análisis exacto y completo del consumo de energía dentro de una casa o apartamento en el caso de que la electricidad desde los paneles solares se use en paralelo con la electricidad que viene desde una fuente convencional tal como una planta de energía.

Ejemplo 8: medir/monitorear los parámetros de energía en un cable de energía de tres fases y en un cable de energía de tres fases que transporta la energía desde los paneles solares:

Un primer sensor (2) se sujeta alrededor de una primera fase del cable de electricidad principal en la entrada de una casa o apartamento, después del contador de electricidad y antes de la caja de fusibles. Un segundo sensor (2) se sujeta alrededor de una segunda fase de dicho cable de electricidad principal en la entrada de una casa o apartamento, después del contador de electricidad, antes de la caja de fusibles. Un tercer sensor (2) se sujeta alrededor de una tercera fase de dicho cable de electricidad principal en la entrada de una casa o apartamento, después del contador de electricidad, antes de la caja de fusibles. Cada sensor (2) se conecta a través de un cable a una unidad de procesamiento in situ (1). La unidad de procesamiento in situ (1) se conecta además a una fuente de energía convencional a través de un cable de energía (3), tal como a un enchufe de energía convencional encontrado dentro de dicha casa o apartamento.

Un cuarto sensor (2) se sujeta alrededor de una primera fase del cable de electricidad que transporta la electricidad desde los paneles solares, después del contador de electricidad, antes de la caja de fusibles. Un quinto sensor (2) se sujeta alrededor de una segunda fase del cable de electricidad que transporta la electricidad desde los paneles solares, después del contador de electricidad, antes de la caja de fusibles. Un sexto sensor (2) se sujeta alrededor de una tercera fase del cable de electricidad que transporta la electricidad desde los paneles solares, después del contador de

electricidad, antes de la caja de fusibles. Cada sensor (2) se conecta a través de un cable a dicha unidad de procesamiento in situ (1).

5 La unidad de procesamiento in situ (1) mide/monitorea continuamente los parámetros de energía tales como la corriente, el voltaje o el  $\cos \phi$  en ambos cables de electricidad, con una frecuencia de muestreo seleccionada entre 3-5 kHz, a través de los sensores (2) y el cable de energía (3). Las muestras se convierten además en datos digitales a través del uso de un ADC (5), parte de la unidad de procesamiento in situ (1). El resultado del ADC (5) se analiza además por la primera unidad de procesamiento (6), parte de dicha unidad de procesamiento in situ (1), aplicando una función matemática tal como una técnica de dos ventanas o una técnica de ventana deslizante con el fin de identificar un evento tal como el encendido/apagado de un aparato electrónico y/o eléctrico dentro de la casa o apartamento.

Los datos de energía se analizan además sustancialmente de la misma manera como se presentó en el ejemplo 2.

15 Tal análisis proporciona un análisis exacto y completo del consumo de energía dentro de una casa o apartamento en el caso de que la electricidad desde los paneles solares se use en paralelo con la electricidad que viene desde una fuente convencional tal como una planta de energía.

La tabla siguiente enumera los números de referencia y abreviaciones usadas en las Figuras y en el texto:

Referencia	Descripción
1	Unidad de procesamiento in situ
2	Sensor
25 3	Enchufe
4	Servidor
5	Convertor análogo digital
30 6	Unidad de procesamiento
7	Interfaz de comunicación
8	Interfaz de comunicación
35 9	Unidad de procesamiento
10	Unidad de almacenamiento
X	Conjunto de parámetros relacionados con la energía
40 $P_{i,j}$	Valores de energía en el intervalo de tiempo $\Delta t_j = [t_j, t_{j+1}]$ , y en el intervalo de tiempo $\Delta t_i = [t_i, t_{i+1}]$ respectivamente
$\Delta P_i$	Variación de energía
$\Delta t_{h,0}$	Intervalo preevento
45 $\Delta t_{h,N}$	Intervalo postevento
$P_{h,0}$	Valor de energía dentro de $\Delta t_{h,0}$
$P_{h,N}$	Valor de energía dentro de $\Delta t_{h,N}$
50 $\Delta P_{h,0N}$	Variación de energía $\Delta P_{h,0N} = P_{h,N} - P_{h,0}$
$P_{pico}$	La amplitud del pico
$\Delta t_{pico}$	La duración del pico
55 $T(\Delta t_i, \Delta t_j)$	Prueba T

Reivindicaciones

1. Un sistema de gestión de energía que comprende una unidad de procesamiento in situ (1) que comprende:
  - (a) Una unidad de medición (2,3,5) capaz de medir un conjunto de parámetros relacionados con la energía en un cable de electricidad principal;
  - (b) Una primera unidad de procesamiento (6) capaz de procesar dichos parámetros relacionados con la energía aplicando un algoritmo de detección de firma, para detectar un evento con relación al encendido o apagado de un aparato electrónico y/o eléctrico y para caracterizar dicho evento;
  - (c) Medios para transferir a un servidor un paquete de datos que comprende una salida de dicho algoritmo de detección de firma;
 Caracterizado porque, la unidad de procesamiento activa la transferencia de un paquete de datos solamente en caso que se detecte tal evento.
  
2. Un sistema de gestión de energía de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la unidad de procesamiento in situ (1) comprende:
  - (A) Una unidad de medición (2, 3, 5) capaz de medir y monitorear un conjunto de parámetros relacionados con la energía, X, como una función de tiempo, t, en un cable de electricidad principal;
  - (B) Una primera unidad de procesamiento (6) capaz de procesar dichos parámetros relacionados con la energía aplicando un algoritmo de detección de firma que comprende:
    - (a) Calcular un valor de energía,  $P_i$ , a partir de los valores del conjunto de parámetros relacionados con la energía,  $X_i$ , medidos dentro de un intervalo de tiempo,  $\Delta t_i$  comprendido entre  $[t_i, t_{i+1}]$ ;
    - (b) Calcular una variación de energía,  $\Delta P_i = P_j - P_i$ , entre el valor de energía,  $P_j$ , en el intervalo de tiempo  $\Delta t_j = [t_j, t_{j+1}]$ , y el valor de energía  $P_i$  en el intervalo de tiempo  $\Delta t_i = [t_i, t_{i+1}]$ , en donde  $t_j > t_i$ ;
    - (c) Comparar el valor de la variación de energía,  $\Delta P_i$ , con un valor de referencia,  $\Delta P_{ref}$ , y definir que ocurrió un evento entre los tiempos  $t_i$  y  $t_{j+1}$  en el caso que  $\Delta P_i > \Delta P_{ref}$ , de lo contrario el conjunto de parámetros de la energía,  $X_i$ , se considera constante entre los tiempos  $t_i$  y  $t_{j+1}$ ; Si y sólo si ocurrió un evento entre  $t_i$  y  $t_{j+1}$ , entonces dicha unidad de procesamiento procesa además los datos como sigue:
      - (d) Definir un intervalo de eventos  $[t_{h,0}, t_{h,N+1}]$  con  $t_{h,0} < t_i < t_{j+1} < t_{h,N+1}$ , que comprende un intervalo preevento  $\Delta t_{h,0} = [t_{h,0}, t_{h,1}]$  y un intervalo postevento  $\Delta t_{h,N} = [t_{h,N}, t_{h,N+1}]$ , de manera que el conjunto de parámetros de la energía,  $X_{h,0}$  y  $X_{h,N}$  son constantes en el intervalo preevento y el intervalo postevento, respectivamente;
      - (e) Calcular los valores de energía,  $P_{h,0}$  y  $P_{h,N}$  dentro de los intervalos de tiempo respectivos,  $\Delta t_{h,0}$  y  $\Delta t_{h,N}$ , y calcular la variación  $\Delta P_{h,0N} = P_{h,N} - P_{h,0}$ ;
    - (C) Medios para transferir un paquete de datos que comprende dicha variación,  $\Delta P_{h,0N}$ , a un servidor (4).
  
3. Un sistema de gestión de energía de acuerdo con la reivindicación 2, en donde el conjunto de parámetros relacionados con la energía, X comprende los datos seleccionados de cualquiera o más de: voltaje, U, corriente, I, diferencia de fase U,I,  $\cos \phi$ .
  
4. Un sistema de gestión de energía de acuerdo con la reivindicación 2 o 3, en donde los valores de energía  $P_i$ ,  $P_j$  están en la forma de un vector de dimensión n, donde los valores n en el vector modelan la curva de energía durante un ciclo de voltaje completo.
  
5. Un sistema de gestión de energía de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 2 a la 4, en donde el valor de la variación de energía  $\Delta P_i = P_j - P_i$  para definir si ocurrió un evento entre los tiempos  $t_i$  y  $t_{j+1}$  se determina mediante una prueba T,  $T(\Delta t_i, \Delta t_j)$ , definida como la diferencia entre los medios aritméticos,  $\frac{P_{\Delta t_i} - P_{\Delta t_j}}{\sqrt{\frac{\sigma_{\Delta t_i}^2 + \sigma_{\Delta t_j}^2}{n}}}$ , de los valores de energía medidos en tiempos diferentes en los intervalos  $\Delta t_i$  y  $\Delta t_j$ , respectivamente, dividido por la raíz cuadrada de la suma de las variaciones de dichos valores de energía, dividido por el número total, n, de los valores de energía medidos en ambos intervalos  $\Delta t_i$  y  $\Delta t_j$ :
 
$$T(\Delta t_i, \Delta t_j) = \frac{P_{\Delta t_i} - P_{\Delta t_j}}{\sqrt{\frac{\sigma_{\Delta t_i}^2 + \sigma_{\Delta t_j}^2}{n}}}$$
  
6. Un sistema de gestión de energía de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 2 a la 5, en donde los intervalos de tiempo  $\Delta t_i$  y  $\Delta t_j$  son consecutivos, es decir,  $t_{i+1} = t_j$ .
  
7. Un sistema de gestión de energía de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 2 a la 6, en donde el intervalo de eventos  $[t_{h,0}, t_{h,N+1}]$  se divide en N+2 subintervalos de eventos consecutivos:  $\Delta t_{h,0}, \Delta t_{h,1}, \dots, \Delta t_{h,i}, \Delta t_{h,i+1}, \dots, \Delta t_{h,N}, \Delta t_{h,N+1}$ , de igual tiempo de duración.
  
8. Un sistema de gestión de energía de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores en donde la salida de dicho algoritmo de detección de firma comprende una cadena de números que representan los

parámetros del pico tales como: la amplitud del pico,  $P_{pico}$ ,  $\Delta P_{h,0N}$ , la duración del pico,  $\Delta t_{pico}$ , y/o la salida de la comparación (definida como la característica transitoria).

- 5 9. Un sistema de gestión de energía de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el sistema comprende un servidor (4), dicho servidor (4) que comprende una interfaz de comunicación para recibir los paquetes de datos transferidos por la unidad de procesamiento in situ (1).
- 10 10. Un sistema de gestión de energía de acuerdo con la reivindicación 8 o 9 en donde el servidor (4) comprende además una segunda unidad de procesamiento (9) capaz de asignar un aparato electrónico y/o eléctrico específico a cada paquete de datos recibido desde la unidad de procesamiento in situ (1) como una función de varios parámetros característicos de cada uno de dichos paquetes de datos tales como:  $\Delta P_{h,0N}$ ,  $P_{pico}$ ,  $\Delta t_{pico}$ .
- 15 11. Un sistema de gestión de energía de acuerdo con la reivindicación 9 en donde dicha segunda unidad de procesamiento (9) comprende además medios para clasificar diferentes paquetes de datos que tienen parámetros característicos similares en un cluster y preferentemente medios para enviar dicho cluster a dicha primera unidad de procesamiento (6) de la unidad de procesamiento in situ (1).
- 20 12. Un sistema de gestión de energía de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde dicho conjunto de parámetros relacionados con la energía, X, se miden/monitorean a una frecuencia de muestreo comprendida entre 1-16 kHz.
- 25 13. Un sistema de gestión de energía de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9 a la 12 en donde dicho servidor (4) realiza además un análisis del consumo de energía en el tiempo.
- 30 14. Un método para monitorear el uso de aparatos electrónicos y/o eléctricos que comprende las siguientes etapas:  
 - Medir/monitorear los parámetros relacionados con la energía en un cable de electricidad principal, dicha medición/monitoreo que se realiza por una unidad de medición (2,3,5) parte de un sistema de gestión de energía de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores,  
 - Procesar dichos parámetros relacionados con la energía en dicha primera unidad de procesamiento (6), aplicando un algoritmo de detección de firma para detectar si ocurrió un evento con relación a encender o apagar un aparato electrónico y/o eléctrico y para caracterizar dicho evento  
 - Iniciar una transferencia de datos a un servidor (4)  
 - Transferir a un servidor (4) un paquete de datos que comprende una salida de dicho algoritmo de detección de firma caracterizado porque dicho método comprende además activar la transferencia de un paquete de datos solamente en caso que se detecte tal evento.
- 35 15. Un método para monitorear aparatos electrónicos y/o eléctricos de acuerdo con la reivindicación 14, en donde la unidad de procesamiento in situ (1) realiza al menos las siguientes etapas:  
 (A) Medir y monitorear un conjunto de parámetros relacionados con la energía, X, como una función de tiempo, t, en un cable de electricidad principal a través de una unidad de medición (2, 3, 5);  
 (B) Procesar dichos parámetros relacionados con la energía aplicando un algoritmo de detección de firma en una unidad de procesamiento, mediante al menos:  
 (a) Calcular un valor de energía,  $P_i$ , a partir de los valores del conjunto de parámetros relacionados con la energía,  $X_i$ , medidos dentro de un intervalo de tiempo,  $\Delta t_i$  comprendido entre  $[t_i, t_{i+1}]$ ;  
 (b) Calcular una variación de energía,  $\Delta P_i = P_j - P_i$ , entre el valor de energía,  $P_j$ , en el intervalo de tiempo  $\Delta t_j = [t_j, t_{j+1}]$ , y el valor de energía  $P_i$  en el intervalo de tiempo  $\Delta t_i = [t_i, t_{i+1}]$ , en donde  $t_j > t_i$ ;  
 (c) Comparar el valor de la variación de energía,  $\Delta P_i$ , con un valor de referencia,  $\Delta P_{ref}$ , y definir que ocurrió un evento entre los tiempos  $t_i$  y  $t_{j+1}$  en caso de que  $\Delta P_i > \Delta P_{ref}$ , de lo contrario el conjunto de parámetros de la energía,  $X_i$ , se considera constante entre los tiempos  $t_i$  y  $t_{j+1}$ ; Si y sólo si ocurrió un evento entre  $t_i$  y  $t_{j+1}$ , entonces dicha unidad de procesamiento procesa además los datos como sigue:  
 (d) Definir un intervalo de eventos  $[t_{h,0}, t_{h,N+1}]$  con  $t_{h,0} < t_i < t_{j+1} < t_{h,N+1}$ , que comprende un intervalo preevento  $\Delta t_{h,0} = [t_{h,0}, t_{h,1}]$  y un intervalo postevento  $\Delta t_{h,N} = [t_{h,N}, t_{h,N+1}]$ , de manera que el conjunto de parámetros de la energía,  $X_{h,0}$  y  $X_{h,N}$  son constantes en el intervalo preevento y el intervalo postevento, respectivamente;  
 (e) Calcular los valores de energía,  $P_{h,0}$  y  $P_{h,N}$  dentro de los intervalos de tiempo respectivos,  $\Delta t_{h,0}$  y  $\Delta t_{h,N}$ , y calcular la variación  $\Delta P_{h,0N} = P_{h,N} - P_{h,0}$ ;  
 (C) Transferir un paquete de datos que comprende dicha variación,  $\Delta P_{h,0N}$ , a un servidor (4).
- 40 16. Un método de acuerdo con las reivindicaciones 14 o 15 en donde dicho servidor (4) comprende una segunda unidad de procesamiento (9) capaz de realizar la etapa de asignar un aparato electrónico y/o eléctrico específico a cada paquete de datos recibido desde la unidad de procesamiento in situ (1), como una función de varios parámetros característicos de cada uno de dichos paquetes de datos tales como:  $\Delta P_{h,0N}$ ,  $P_{pico}$ ,  $\Delta t_{pico}$ .
- 45 17. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 14 a la 16 en donde la salida de dicho algoritmo de detección de firma comprende una cadena de números que representan: los parámetros del pico tales como la amplitud del pico,  $P_{pico}$ ,  $\Delta P_{h,0N}$ , y/o la duración del pico,  $\Delta t_{pico}$ , y/o la salida de la comparación (definida como la característica transitoria).
- 50 55 60 65

- 5 18. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 14 a la 16 en donde dicha segunda unidad de procesamiento (9) comprende además una etapa de clasificar diferentes paquetes de datos que tienen parámetros característicos similares en un cluster y preferentemente una etapa de enviar dicho cluster a dicha primera unidad de procesamiento (6) de la unidad de procesamiento in situ (1).
- 10 19. Un conjunto de partes que comprende:  
- una unidad de procesamiento in situ (1) como se define en la reivindicación 1  
- un servidor (4) como se define en cualquiera de las reivindicaciones 9, 10, 11, 13.
- 15 20. Un conjunto de partes de acuerdo con la reivindicación anterior que comprende una unidad de procesamiento in situ (1) que comprende:  
- Una unidad de medición que comprende un sensor (2) adecuado para medir los parámetros de energía en un cable de electricidad principal, dicho sensor (2) que se adapta para sujetarse alrededor de dicho cable de electricidad  
- Una placa principal que comprende una unidad de procesamiento, en comunicación con dicho sensor y capaz de recibir los datos desde dicho sensor (2), dicha placa principal que comprende además una interfaz inalámbrica (7) para la comunicación con dicho servidor (4),  
20 - Una unidad de control para controlar la transmisión de inicio y final de los datos de energía procesados por la interfaz inalámbrica (7)
- 25 21. Un conjunto de partes de acuerdo con la reivindicación anterior en donde la unidad de procesamiento in situ (1) comprende:  
- Un sensor (2) adecuado para medir los parámetros de energía en un cable de electricidad principal, dicho sensor (2) que se adapta para sujetarse alrededor de dicho cable de electricidad  
- Un sensor (2) adecuado para medir los parámetros de energía en un segundo cable de electricidad principal, dicho sensor (2) que se adapta para sujetarse alrededor de un cable de energía  
- Una placa principal que comprende una unidad de procesamiento y una interfaz inalámbrica (7), dicha placa principal que recibe los datos desde dichos sensores (2).
- 30

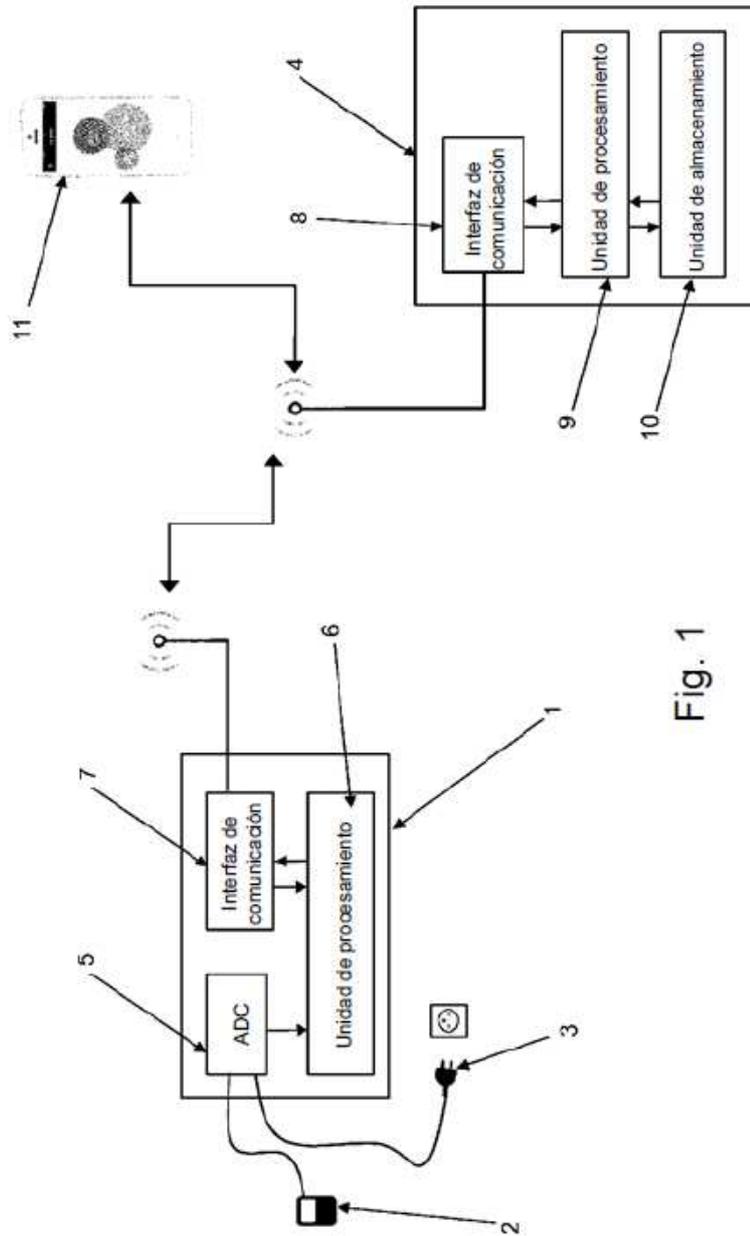


Fig. 1

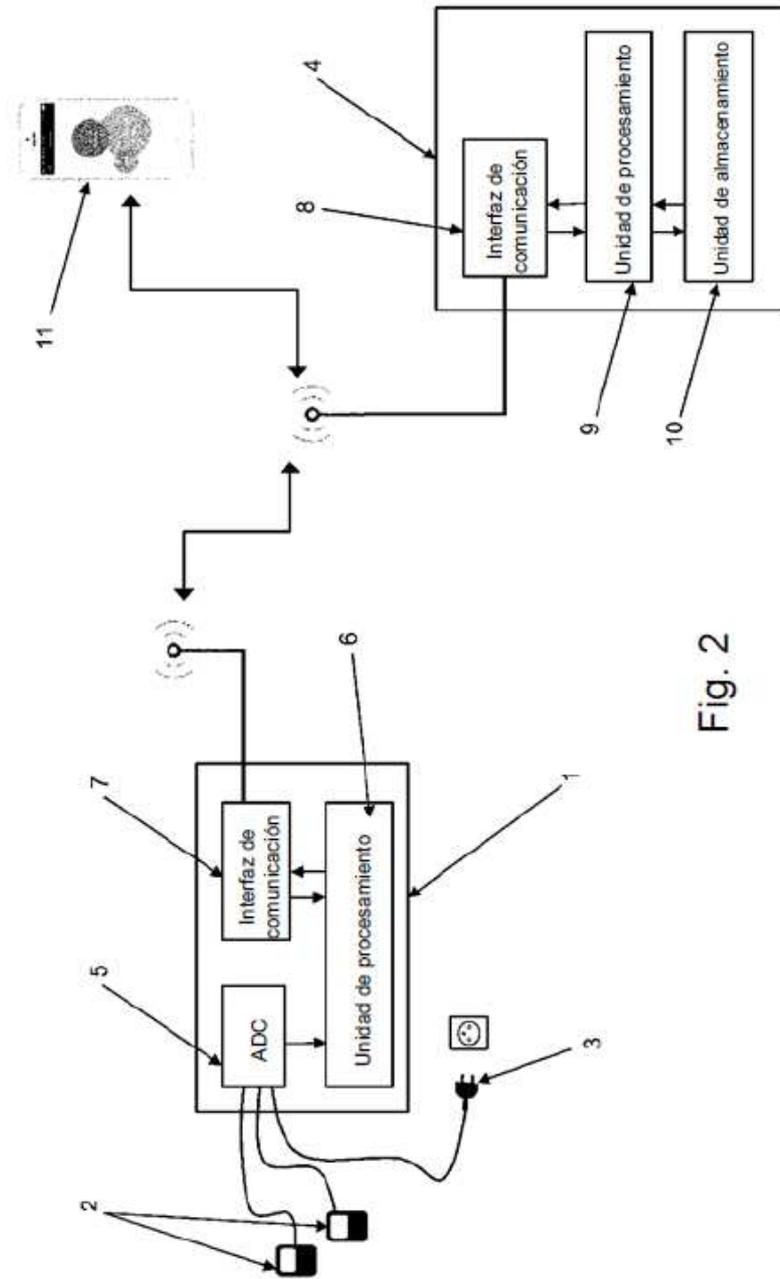


Fig. 2

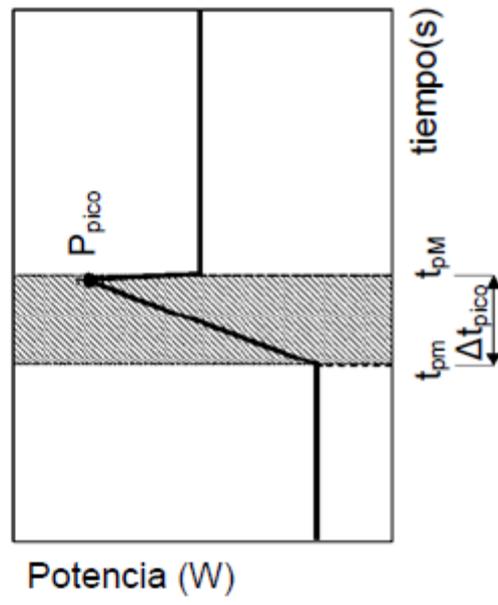


Fig. 3

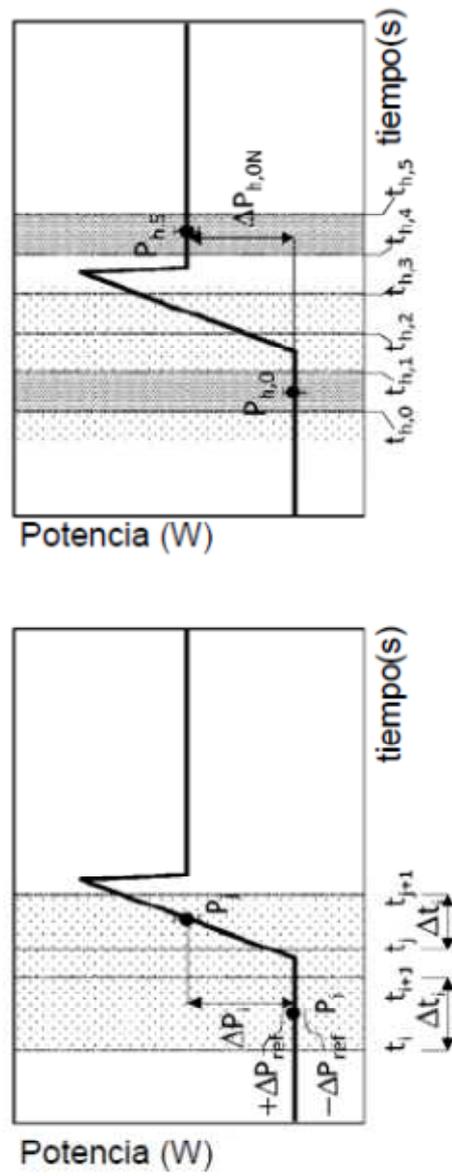


Fig. 4