

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 572 359**

51 Int. Cl.:

F24H 9/20

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.11.2009 E 09764038 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.02.2016 EP 2362931**

54 Título: **Método para minimizar el consumo de energía de un calentador de agua de acumulación a través de la lógica de aprendizaje adaptativo**

30 Prioridad:

28.11.2008 IT AN20080052

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

31.05.2016

73 Titular/es:

**ARISTON THERMO S.P.A. (100.0%)
Viale Aristide Merloni, 45
60044 Fabriano (AN), IT**

72 Inventor/es:

**FERRONI, STEFANO;
LATINI, LUCIO;
MANCINI, ANGELO;
SAMPAOLESI, ROBERTO y
STOPPONI, ALESSANDRO**

74 Agente/Representante:

MANRESA VAL, Manuel

ES 2 572 359 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

- 5 Método para minimizar el consumo de energía de un calentador de agua de acumulación a través de la lógica de aprendizaje adaptativo.
- La presente invención se refiere a un nuevo método de gestión de la temperatura de mantenimiento del agua en un calentador genérico de agua de acumulación controlable mediante un control electrónico.
- 10 Un calentador de agua instantáneo puede dispensar un caudal de agua caliente estrictamente proporcional a la fuente de energía térmica instalada. La instalación de potencias elevadas es generalmente complicada y supone un límite al caudal dispensable.
- 15 La ventaja de los calentadores de agua de acumulación es la capacidad de dispensar caudales muy elevados de agua al mismo tiempo que se limita la fuente térmica instalada. La cantidad de agua que se puede dispensar a la temperatura de uso T_u en una única extracción puede ser superior al volumen del depósito de acumulación puesto que este se mantiene a una temperatura de acumulación T_{acc} superior a dicha temperatura de uso T_u y el agua retirada se utiliza a continuación mezclada con agua fría.
- 20 Puesto que los depósitos de acumulación son costosos e incómodos es habitual disponer de un volumen lo más moderado posible para mantener una temperatura de acumulación T_{acc} elevada (generalmente 75 °C), mientras que la temperatura de uso real T_u , normalmente comprendida entre 35° y 40 °C, se alcanza en los puntos de uso mezclándola con agua fría, sin embargo, el agua se distribuye a menudo a temperaturas más elevadas que la de uso T_u para compensar el enfriamiento que se produce en las tuberías de distribución.
- 25 Generalmente, el volumen de acumulación seleccionado es suficiente para satisfacer la mayor de las extracciones esperadas para dicha función específica manteniendo la temperatura de acumulación T_{acc} en el valor máximo posible mientras la fuente térmica instalada sea capaz de restaurar una reserva de agua suficiente para la siguiente extracción.
- 30 En resumen, diversas categorías de funciones se corresponden con una pluralidad de modelos de calentadores de agua de acumulación.
- 35 Para garantizar el servicio máximo, es decir, la mayor extracción esperada, queda claro que la mayor parte del tiempo el calentador de agua se mantiene a la temperatura de acumulación T_{acc} que es inútilmente elevada para la mayoría de extracciones restantes.
- En consecuencia, tal como ya se conoce, la principal causa de ineficiencia en calentadores de agua de acumulación son las dispersiones térmicas, que pueden llegar a ser muy elevadas y a menudo inservibles durante el día completo, incluso lejos del momento de extracción.
- 40 Por consiguiente, se han desarrollado procedimientos más o menos precisos fáciles de gestionar por el usuario que limiten las dispersiones técnicas al mismo tiempo que mantienen la temperatura del calentador de agua en los valores mínimos compatibles con el cumplimiento del servicio.
- 45 El requisito mínimo para que el servicio se satisfaga siempre es que el calentador de agua debe mantenerse en cualquier caso a una temperatura mínima no inferior a la temperatura de uso T_u para poder satisfacer pequeñas extracciones no previstas, y el volumen de acumulación debería ser lo suficientemente grande como para garantizar la mayor extracción previsible para esa función mientras se mantiene la temperatura en el máximo valor permitido.
- 50 Habitualmente, las extracciones siguen un patrón desigual a lo largo del día, ambos en tiempo e intensidad del consumo, ya que tienden a concentrarse en instantes determinados. De aquí en adelante, el patrón de extracción, que comprende las horas y cantidades de las extracciones, se denominará perfil de extracción.
- 55 Si es cierto que los momentos de extracción son irregulares a lo largo del día, estos son muy repetitivos durante unos ciclos de tiempo predeterminados que se repiten, iguales entre sí: en particular para un intervalo de una semana. De hecho, las conductas del usuario varían poco, de tal modo que se pueden determinar unos perfiles de extracción característicos para los lunes, martes, etc., y particularmente con diferencias claras entre días laborables y días de vacaciones, así como, por supuesto, entre los días festivos de la semana y los periodos de vacaciones.
- 60 La naturaleza cíclica de dichos perfiles de extracción permite, por lo tanto, preverlos mismos con una certeza razonable y, de este modo, resulta posible disponer de métodos de control de la temperatura del calentador de agua para que pueda variar a lo largo del día.

Cada uno de dichos intervalos de tiempo repetitivos se denominará de ahora en adelante ciclo de extracción.

5 Para limitar las dispersiones, el método sencillo utilizado que se ha utilizado siempre es un reloj que habilita y deshabilita el elemento calefactor de tal modo que las temperaturas pretendidas únicamente se garantizan durante los periodos en los que se esperan extracciones.

10 Otro método sencillo, aunque menos efectivo desde el punto de vista energético para el usuario pero más ventajoso económicamente para el mismo, comprende accionar el elemento calefactor únicamente durante las franjas de tiempo con un precio más económico; el agua puede estar demasiado caliente sin motivo con un cierto anticipo en comparación con lo que se necesita, pero en cualquier caso se obtiene a un coste relativamente bajo.

15 Estos son métodos en los que el ajuste de la temperatura del termostato T_{set} se establece simplemente en un valor fijo; si bien la temperatura de acumulación T_{acc} desciende porque el elemento calefactor se desactiva forzosamente.

Estos métodos que permiten que la temperatura de acumulación T_{acc} cambie con el tiempo de un modo programado resultan más efectivos para la limitación del consumo.

20 Para que resulte posible, debe conocerse el perfil de extracción.

25 El documento EP 0 866 282 describe un dispositivo en el que se puede programar la secuencia de extracción pretendida, es decir, el perfil de extracción. Se graba la cantidad de extracciones n previstas en la secuencia de tiempo $t_1, t_2, \dots, t_k, \dots, t_n$ estableciendo para cada tiempo t_k la temperatura $T_{set,k}$ que se considera que pueda cumplir con la extracción número k , P_k . Un límite del método comprende la dificultad de realizar una programación correcta, puesto que el usuario no puede ser consciente de los tiempos reales de extracción de agua caliente o de los valores reales de $T_{set,k}$ que debe establecer para obtener la cantidad pretendida de agua caliente a la temperatura de uso T_u . El método de programación implica, por lo tanto, una serie de ajustes de prueba y error con una elevada probabilidad de que el usuario deje de corregir el programa cuando considere que se cumplen los servicios, pero sin saber si podría conseguirlo con una mayor eficiencia. Otra dificultad es que el tiempo de real para alcanzar la temperatura pretendida depende del tiempo de calentamiento, que es difícil de evaluar y, en cualquier caso, es variable con el tiempo para el mismo calentador de agua por diversos motivos, tales como la escala de depósitos, las variaciones estacionales de la temperatura en la sala donde se dispone el calentador de agua o el agua que entra en el depósito de acumulación, la reducción de la potencia térmica real del elemento calefactor con el tiempo.

35 El documento anterior GB 2 146 797, en cambio, describe la obtención de información sobre los tiempos de extracción y las cantidades mediante sensores de caudal e intensidad para cada extracción, la temperatura de acumulación T_{acc} en un valor intermedio entre el mínimo y máximo permitido y proporcional al volumen de extracción previsto. El método adolece del inconveniente de requerir la presencia de sensores de caudal para detectar las extracciones; además, no permite correcciones, lo que significa que aprende de la variabilidad de extracción pero la asignación de una temperatura invariable a cada cantidad de extracción a medida que se generan mediante un fórmula preestablecida, no puede corregirla si es demasiado elevada o baja.

45 Según el documento EP 0 356 609, por otra parte, la secuencia de los tiempos de extracción y de las correspondientes temperaturas de acumulación pretendidas T_{acc} se establece en un procesador electrónico; por consiguiente, el procesador determina los valores que la temperatura de ajuste del termostato debe tomar en cada intervalo de tiempo. A continuación, se cambian dichas temperaturas de ajuste aumentándolas durante los intervalos en los que no se han alcanzado las temperaturas de acumulación pretendidas T_{acc} , y reduciéndolas en caso contrario. Un límite del método, tal como en el primer documento mencionado, es la necesidad de tener que preestablecer los tiempos de extracción previstos; otro límite, tal como en el segundo documento mencionado, es que se mantiene la temperatura de acumulación pretendida y preestablecida T_{acc} , aunque puede que no sea la mejor para garantizar el servicio de la manera más efectiva.

50 El método que se da a conocer en el documento US n. 2003/0194228.A1 detecta, en un calentador de agua de acumulación, si se producen las extracciones calculando la velocidad a la que la temperatura varía en el depósito; si se detectan extracciones, se memorizan el tiempo y la longitud del suceso, así como el modo en que se activó el calentamiento para realizar la extracción. Cada extracción posterior se compara con las memorizadas anteriormente y, si se constata una extracción anterior similar a la que está realizándose en el instante, se aplica la misma modalidad de calentamiento a esta última que a la anterior. Dicho método no es efectivo para los calentadores de agua de acumulación, puesto que la producción de energía térmica en el momento en el que se detecta el inicio de una extracción es una acción tardía, ya que la potencia térmica de un calentador de agua de acumulación resulta insuficiente para proveer de instantáneamente la energía térmica requerida. En consecuencia, tampoco se puede realizar la extracción requerida utilizando la información memorizada referida a una extracción similar previa. La potencia térmica que se debe suministrar

se calcula teniendo en consideración las temperaturas del agua leídas en intervalos de tiempo, pero incluso parámetros ambientales (tales como la temperatura ambiente) y/o constructivos (como las características termo físicas y/o geométricas del propio calentador de agua) de tal modo que debe personalizarse el software de gestión para cada modelo de calentador de agua.

5 El método que se da a conocer en el documento US n. 5 526 287 A detecta el inicio y el final de una extracción realizando el seguimiento, desde el exterior, de la temperatura del agua fría en la tubería de entrada de un depósito. Dicho método de control debería considerarse inadecuado para detectar ambas entidades como la duración real de la extracción: la temperatura exterior de la tubería de entrada, de hecho, varía con el flujo de agua fría según una modalidad fuertemente influida por la temperatura externa, la inercia térmica de la tubería así como la temperatura del agua caliente del depósito que se transmite por la tubería. La temperatura para garantizar que el agua esté caliente se calcula considerando continuamente dicha temperatura externa tanto de la tubería de entrada como de la tubería de salida, así como la entidad de la extracción que se está produciendo, las pérdidas térmicas y la energía térmica disponible según unas fórmulas que utilizan constantes predefinidas empíricamente (R, B, C), así como las características del calentador de agua. Ninguno de los métodos es apto para garantizar el servicio de un calentador de agua de acumulación, puesto que según el documento anterior, funciona con demasiado retraso.

20 Un objetivo de la presente invención de un calentador de agua es mantener una temperatura de acumulación T_{acc} en el mismo de tal modo que cumpla con todas las extracciones que se puedan prever según el comportamiento habitual del servicio a la vez que se minimizan las dispersiones térmicas.

25 Un segundo objetivo de la presente invención es aprender y almacenar automáticamente, por lo menos para los ciclos de extracciones semanales, el perfil de extracción que consiste en tiempo y cantidades iguales sin necesidad de ajustes manuales ni detectores de caudal.

Un tercer objetivo de la presente invención es detectar cambios en la conducta del servicio, cambiando el perfil de extracción aprendido y almacenado en consecuencia.

30 Un objetivo adicional de la presente invención es permitir una cantidad de agua ligeramente superior a la consumida en el ciclo anterior en cada extracción.

Estos y otros objetivos se alcanzan con el método que se ilustra en la siguiente descripción y en las reivindicaciones adjuntas, que forman parte integral de la propia descripción.

35 La fig. 1 muestra una vista transversal esquemática del depósito de un calentador de agua.
La fig. 2 muestra una vista esquemática del dispositivo lógico que gestiona el calentador de agua según los métodos de la presente invención.

40 Haciendo referencia a la fig.1, de un calentador de agua de acumulación 1, que de ahora en adelante se denominará en la presente memoria como calentador de agua 1, se representa el depósito 2 que presenta una entrada de agua fría 2.1 o salida de agua caliente 2.2. Un elemento calefactor 3, que en esta figura se representa esquemáticamente como una resistencia eléctrica, pero que podría consistir de otros medios cualesquiera equivalentes, como una unidad de combustión de gas o un intercambiador térmico entre otros, que se encargan de calentar el agua.

45 La dispensación de calor del elemento calefactor 3, sin distinción según ON-OFF o modos moduladores, está sujeta a la habilitación por parte del regulador 4.

50 Haciendo referencia a la fig. 2, dicho regulador 4 se dispone con los medios IN aptos para introducir los primeros datos en el mismo desde el exterior, por ejemplo durante la producción a través de la entrada IN.1 y/o en la instalación a través de la entrada IN.2 y/o posteriormente por otro usuario mediante la entrada IN.3. Además, mediante la entrada IN.4, el regulador 4 recibe segundos datos de uno o más sensores S; S1, S2 que detectan una o más temperaturas correspondientes T, T1, T2 del agua en su proximidad dentro del depósito 2.

55 Si se dispone un único sensor S; se proporciona S1, que se ubica donde el sensor del termostato de un calentador de agua 1 se encuentra normalmente, según la técnica anterior, es decir, substancialmente a 1/3 de la distancia desde la parte inferior.

Si se proporciona un sensor adicional S2, dicho sensor S1 se dispone debajo del mismo, a 100 - 200 mm de distancia desde la parte inferior y, en cualquier caso, en la proximidad de la entrada de agua fría 2.1.

60

Si se proporcionan sensores adicionales, se distribuyen de tal modo que detecten el patrón de temperatura a lo largo del eje vertical con precisión; sin embargo, se ha constatado que dos sensores S1 y S2 resultan suficientes para una buena aplicación del método según la presente invención.

5 A título de ejemplo, en un calentador de agua 1 de 80 litros, con un elemento calefactor 3 de 1200 W, vertical y con un diámetro de aproximadamente 400-450 mm, que se denominará a partir de ahora en la presente memoria como calentador de agua estándar 1, se proporcionan dos sensores S: el sensor S1 dispuesto a aproximadamente 190 mm desde la parte inferior y el sensor S2 a aproximadamente 260 mm desde la misma parte inferior.

10 Haciendo referencia de nuevo al regulador 4, se proporciona además con una memoria MEM apta para el almacenamiento: dichos primeros datos recibidos desde el exterior;

- dichos segundos datos recibidos de dichos sensores S, S1, S2;
- así como los parámetros adicionales que el regulador 4 procesa de dichos datos primeros y segundos. Por consiguiente, el regulador 4 se dispone con una unidad de procesamiento apta en la UE destinada a procesar dichos datos primeros y segundos a fin de obtener dichos parámetros, y un reloj (RELOJ) destinado a vincular por lo menos algunos de dichos parámetros con sus tiempos correspondientes.

20 Por último, el regulador 4 presenta unos primeros medios U1 destinados a enviar señales de salida para el ON-OFF o control de modulación de un elemento calefactor 3, además de unos segundos medios de salida U2 destinados a señalar el estado del sistema al usuario y/o al operador.

Los medios de salida U2 pueden comprender, por ejemplo, un indicador que pueda mostrar la temperatura de almacenamiento, el perfil de extracción, etc.

25 Los datos que dicho regulador 4 puede adquirir le permiten procesar datos adicionales que representan

- las características del calentador de agua 1 (es decir, la velocidad de calentamiento del agua)
- las características funcionales (es decir, las cantidades y los tiempos de extracción)

30 Ello se realiza durante un primer ciclo de extracción predeterminado (una semana, en particular), dicho ciclo de aprendizaje.

35 Una vez que se realizado dicho aprendizaje, dicho regulador 4 puede dirigir el elemento calefactor 3 de tal modo que, en los ciclos de extracción posteriores al primero, durante los que se asume la conducta del funcionamiento es sustancialmente igual a la de los ciclos de extracción anteriores, la temperatura de almacenamiento se mantiene en el valor mínimo requerido para cumplir con cada extracción tanto como resulte físicamente posible.

40 Por otra parte, el regulador 4 puede detectar, mientras se ejecutan los ciclos de extracción posteriores, cualquier cambio considerable en la conducta del funcionamiento que pueda requerir un cambio correspondiente del perfil de extracción detectado y almacenado, o de la velocidad de calentamiento del agua que pueda requerir un cambio correspondiente de los tiempos de inicio del calentamiento del agua.

45 Haciendo referencia ahora a los detalles del método que según la presente invención, el regulador 4, para obtener lo descrito anteriormente, puede provocar que en la primera puesta en marcha, el calentador de agua 1 comience a funcionar manteniendo la temperatura del depósito 2 en los valores almacenados en la memoria MEM del regulador 4, tras lo que puede adquirir el perfil de extracción (es decir, los tiempos y las cantidades de las extracciones individuales) simplemente procesando los datos recibidos de uno o más sensores S, S1, S2 durante el funcionamiento real.

50 Según la presente invención, al procesar los mismos datos procedentes de dichos uno o más sensores S; S1, S2, el regulador 4 puede calcular la inercia térmica del calentador de agua 1 o, mejor, la velocidad de calentamiento del agua característica del sistema térmico, que comprende sustancialmente el depósito 2 y elemento calefactor 3.

55 De hecho, se puede observar que realizando simplemente el seguimiento de una o más de las temperaturas T, T.1, T.2 mediante los sensores S, S1, S2, se pueden detectar suficientemente las características y el comportamiento del calentador de agua 1 y del funcionamiento. Por ejemplo, si la temperatura del agua disminuye muy lentamente se debe atribuir al simple enfriamiento debido a dispersiones térmicas mientras que si la disminución es muy rápida ello indica que se está produciendo una extracción, cuyo tiempo puede deducirse a partir del tiempo de inicio y final de la disminución rápida, mientras que la disminución de la temperatura permite deducir la cantidad de agua caliente extraída. Una temperatura del agua final superior, al final de la extracción, a la temperatura de uso T_U indica que se ha realizado la extracción requerida; en cambio, si la temperatura final es inferior, ello significa que el usuario ha recibido también agua

fría, es decir, no se ha proporcionado satisfactoriamente la función requerida. Del mismo modo, en la etapa de calentamiento, con el elemento calefactor 3 activado, la velocidad de aumento de la temperatura permite deducir el tiempo requerido para cambiar desde cualquier primera temperatura a una segunda temperatura objetivo sin la necesidad de conocer la capacidad térmica del depósito 2, la calidad del aislamiento y la potencia térmica del elemento calefactor 3.

5 El calentador de agua 1, por lo tanto, tras finalizar el aprendizaje de sus características internas y de las características de la función, es capaz de mantener la temperatura del depósito 2 en valores que son variables a lo largo del tiempo y lo mínimos posibles, si bien siempre suficientes para garantizar las extracciones individuales, mientras que la información sobre dicha temperatura proporcionada desde el exterior mediante dichos primeros datos sirve únicamente para hacer
10 funcionar el propio calentador de agua 1 durante el primer ciclo de extracciones para que el servicio al usuario esté totalmente garantizado desde la puesta en marcha.

15 A continuación se procederá a la descripción detallada del método según la presente invención; este implica una pluralidad de etapas de aprendizaje y funcionamiento según los parámetros adquiridos.

A continuación se definirán algunos parámetros utilizados en este método.

20 T_m , indica la *temperatura del agua* y, en general, indica la temperatura obtenida a partir de la media de una o más temperaturas T , T_1 , T_2 detectadas por uno o más sensores S , S_1 , S_2 ; dicha media no es necesariamente una media aritmética, sino una media ponderada que le otorga más importancia a una u otra de dichas una o más temperaturas T , T_1 , T_2 .

25 $T_{set,k}$ indica la temperatura de extracción P_k y es la temperatura que se debe garantizar al inicio de la extracción número k , P_k .

Dichas temperaturas de extracción $T_{set,k}$ presentan un valor inicial predeterminado T_{set} superior o igual al valor requerido para cumplir con la mayor extracción prevista; a continuación, toman los valores calculados por el regulador 4 para cada una de las extracciones k previstas.

30 $T_{set,max}$ indica la temperatura establecida como máxima (generalmente 75 °C) que por razones de seguridad garantiza que el agua no alcance valores peligrosos.

35 $T_{req,max}$ indica la temperatura máxima requerida para cumplir con la mayor extracción que se garantiza para cada modelo de calentador de agua 1. Con mayor exactitud, es evidente que el motivo por el que los modelos de calentadores de agua 1 que difieren en la capacidad del depósito de almacenamiento 2 y la potencia del elemento calefactor 3 que se fabrican es satisfacer distintas categorías de funciones más o menos importantes; se conoce sustancialmente la mayor cantidad entre las diversas extracciones requeridas del mismo y, por consiguiente, dicha temperatura máxima $T_{req,max}$ requerida a tal efecto. En definitiva, la temperatura máxima requerida $T_{req,max}$ es un valor conocido y predeterminado asociado a cada modelo de calentador de agua 1 y a la correspondiente categoría de función para la que dicho modelo de calentador de
40 agua 1 se ha diseñado.

A título de ejemplo, en el caso de un calentador de agua estándar 1, un valor preferido para la temperatura requerida máxima $T_{req,max}$ es 52 °C.

45 Dicha *temperatura requerida máxima* $T_{req,max}$ es por supuesto inferior a la temperatura establecida máxima $T_{set,max}$ de tal modo que el calentador de agua 1 puede garantizar asimismo mayores extracciones que las previstas normalmente.

50 $T_{stand-by}$ indica la *temperatura de mantenimiento* que garantiza en tiempos alejados de las extracciones, preferentemente pero no necesariamente suficiente para permitir que la temperatura T_m del agua garantice extracciones imprevistas pequeñas; es asimismo un parámetro con el que se compara la temperatura del agua real T_m . La temperatura de mantenimiento $T_{stand-by}$ presenta un valor predeterminado preferentemente igual a la temperatura de uso T_u y, por lo tanto, comprendida entre 35 y 45 °C; no está sujeta al procesamiento a lo largo del tiempo, pero sí para permitir una corrección manual del mismo si el valor predeterminado no realiza el servicio o se considera excesivo.

55 T_{target} indica la *temperatura objetivo*. La temperatura objetivo T_{target} se pre configura igual a T_{set} . A continuación, el regulador 4 la establece igual a la temperatura de mantenimiento $T_{stand-by}$ con respecto a los tiempos de extracción pero debe alcanzar el valor de la temperatura de extracción $T_{set,k}$ con un intervalo de tiempo de anticipo del calentamiento $\Delta t_{advance}$ antes del tiempo de inicio de la extracción prevista t_{ik} y mantenida con un intervalo de tiempo de retraso Δt_{delay} posterior al tiempo de inicio de la propia extracción t_{ik} .

60

$\Delta T_{\text{hysteresis}}$ define la *histéresis* asociada a dicha temperatura objetivo T_{target} . Similar al termostato convencional, de hecho, el regulador 4 activa el elemento calefactor 3 cuando la temperatura del agua T_m desciende por debajo del valor $T_{\text{target}} - \Delta T_{\text{hysteresis}}$ (es decir, si $T_m \leq T_{\text{target}} - \Delta T_{\text{hysteresis}}$) y lo desactiva cuando la temperatura del agua T_m es superior a T_{target} (es decir, si $T_m > T_{\text{target}}$). El valor de la histéresis $\Delta T_{\text{hysteresis}}$ está predeterminado; puede ser muy bajo, como en todos los reguladores de temperatura electrónicos (por ejemplo 0,5 °C) si el elemento calefactor 3 es un grupo de resistencias eléctricas dirigidas por el regulador 4 mediante un TRIAC. Asimismo, si el regulador 4 dirige el elemento calefactor 3 mediante relés, la histéresis $\Delta T_{\text{hysteresis}}$ presenta un valor considerablemente superior a fin de prevenir una frecuencia de activación/desactivación (ON-OFF) excesiva de los mismos relés. Preferentemente, en este segundo caso, el valor de la histéresis $\Delta T_{\text{hysteresis}}$ se establece en 5 °C cuando la temperatura objetivo T_{target} se establece igual a la temperatura de mantenimiento $T_{\text{stand-by}}$ para garantizar, con buena precisión, que la temperatura del agua T_m realmente presenta un valor útil para el servicio; además, cuando la temperatura objetivo T_{target} se establece igual a la temperatura de extracción T_{set} el valor de la histéresis $\Delta T_{\text{hysteresis}}$ puede ser superior (por ejemplo 8 °C).

I_{wh} indica la *inercia* del calentador del agua 1 e indica la velocidad de aumento de la temperatura T_m cuando el calentador de agua 3 está activado.

Una vez definidos los parámetros utilizados por el método según la presente invención, a continuación se describirán las etapas de aprendizaje implicadas, destinadas a determinar los parámetros característicos del calentador de agua 1 y del servicio.

A continuación se describirá la etapa de medición de la inercia I_{wh} del calentador de agua 1, que está destinada a determinar la velocidad de calentamiento del agua y se utiliza para decidir con cuánta antelación en relación con el inicio de la extracción P_k se debería accionar el elemento calefactor 3 para que la temperatura del agua T_m alcance la temperatura de extracción pretendida $T_{\text{set},k}$.

Para realizar dicha etapa, durante un periodo en el que el elemento calefactor 3 se encuentra activado: se registra el valor T_{m1} de la temperatura del agua T_m en un instante determinado; este coincide preferentemente con el instante de la primera puesta en marcha del calentador de agua 1;

- se registra el valor T_{m2} que la temperatura del agua T_m ha alcanzado tras un intervalo de medición predeterminado Δt ; este puede coincidir con el instante en el que la temperatura del agua T_m alcanzó el valor de la temperatura de extracción T_{set} ;
- el valor de la inercia I_{wh} del calentador de agua 1 se calcula con la fórmula

$$I_{\text{wh}} = (T_{m2} - T_{m1}) / \Delta t \quad (\text{fórmula 1})$$

Si se registra una disminución de la temperatura T_m en esta etapa (lo que indica una desactivación, por cualquier motivo, del elemento calefactor 3 o una extracción satisfactoria), no se puede considerar válido el valor calculado de la inercia I_{wh} del calentador de agua 1 y debe repetirse la etapa.

Puesto que distintos factores de degradación del calentador de agua 1 y factores ambientales (por ejemplo las variaciones estacionales de la temperatura de la sala en la que se ubica el calentador de agua 1) pueden influir considerablemente en el valor de la inercia I_{wh} del calentador de agua 1, este preferentemente se recalcula periódicamente, por ejemplo en cada puesta en marcha del calentador de agua 1 tras un periodo de desactivación (tal como durante unas vacaciones) y/o siempre que el regulador 4 decida que la temperatura objetivo T_{target} debe cambiar de la temperatura de mantenimiento $T_{\text{stand-by}}$ a la de extracción T_{set} .

A continuación se describirá la etapa de registro del perfil de extracción.

El perfil de extracción se registra durante todo dicho ciclo de aprendizaje considerado sustancialmente igual y representativo de los ciclos de extracción siguientes. Dicho registro puede, por lo tanto, repetirse durante los ciclos siguientes para tener en cuenta cualquier cambio en la conducta del servicio.

El registro se puede iniciar en cualquier momento t del ciclo y los tiempos de inicio t_{ik} de cada extracción P_k del total de extracciones n que comprenderán el ciclo (indicando k los valores siguientes desde 1 hasta n), así como los valores T_{mik} y T_{mfk} que la temperatura del agua T_m presenta al inicio y al final de la extracción, respectivamente, se registran durante la misma.

Dichos tiempos t , t_k se pueden medir, en cualquier caso, a partir del tiempo tomado como inicio de ciclo (por ejemplo desde la hora 0 del lunes si el ciclo presenta una duración semanal).

5 Dicha etapa se divide en una secuencia alterna de n primeras sub etapas al final de las que se detectan el tiempo de inicio t_{ik} de la extracción P_k y la temperatura correspondiente de inicio de la extracción T_{mik} , seguidos de el mismo número de segundas sub etapas al final de las que se detectan el tiempo final t_{fk} de la extracción P_k y la temperatura correspondiente de final de extracción T_{mfk} , y se evalúa la propia cantidad de la extracción.

Obviamente, durante el ciclo de aprendizaje dicha temperatura de inicio T_{mik} coincide con el valor predeterminado inicial T_{set} con el que la temperatura objetivo T_{target} se ha pre configurado; esto es válido excepto para la histéresis.

10 A continuación se describirán detalladamente las primeras sub etapas y durante cada una de las mismas, a intervalos de tiempo de obtención de la muestra δt_c , se realiza el seguimiento de la temperatura T indicada por el sensor S , que puede, con respecto a todos los uno o más sensores S , $S1$, $S2$, verse más influidos por las variaciones de temperatura debidas a la entrada de agua fría; generalmente es el sensor S ubicado en la posición más baja (sensor $S1$ de la figura 1) el más próximo a la entrada de agua fría 2.1.

15 Se considera iniciada una extracción P_k cuando, en un tiempo t_c , al final de un intervalo de obtención de la muestra δt_c , se comprueba que la temperatura $T(t_c)$ leída en dicho tiempo t_c ha disminuido en comparación con el valor $T(t_c - \delta t_c)$ leído en un tiempo anterior $t_c - \delta t_c$ en una cantidad superior o igual que el valor predeterminado δT_p .

20 En las fórmulas, la extracción se considera iniciada si

$$T(t_c - \delta t_c) - T(t_c) \geq \delta T_p \quad (\text{fórmula 2})$$

25 Dichos intervalos de tiempo de obtención de la muestra δt_c pueden ser bastante cortos, preferentemente de 10 segundos y, en consecuencia, dicha reducción de la temperatura δT_p es preferentemente igual a 0,2 °C.

Más explícitamente, con dichos ejemplos numéricos la extracción se considera iniciada si la velocidad de disminución de la temperatura supera los 0,02 °C/seg.

30 Sin embargo, no se considera que el tiempo de inicio de la extracción t_{ik} deba coincidir con el tiempo t_c en el que se verifica dicha reducción de la temperatura superior a δT_p ; de hecho, para la inercia térmica de dicho sensor S , $S1$ y para la distancia entre la entrada de agua fría 2.1, la disminución de la temperatura se produce con cierto retraso relativo al tiempo t_{ik} de inicio de la extracción real que se ha producido, por lo tanto, con un intervalo de anticipo δt_{ant} con respecto al tiempo t_c .

35 En las fórmulas, por lo tanto, tenemos

$$t_{ik} = t_c - \delta t_{ant} \quad (\text{fórmula 3})$$

40 Al mismo tiempo, la temperatura T_m leída en el propio tiempo t_c se toma y se almacena como temperatura de inicio de la extracción T_{mik} . Sin embargo, en aras de una mayor precisión del método, nada impide la utilización de la temperatura de inicio de la extracción real como temperatura de inicio de la extracción T_{mik} , es decir, la temperatura $T_m(t_{ik})$ realmente medida y debidamente almacenada en el tiempo anterior t_{ik} .

45 El valor de dicho intervalo de anticipo δt_{ant} depende por supuesto de las características de la construcción del calentador de agua 1, pero se ha constatado experimentalmente que, en el caso de los calentadores de agua 1 con la forma más común, el valor igual a 180 segundos determina el tiempo de inicio de la extracción real t_{ik} con una buena precisión.

50 Durante cada una de las sub etapas anteriores que siguen cada dichas primeras sub etapas, asimismo, se realiza el seguimiento de la temperatura T_m hasta que alcanza un mínimo. Alcanzar dicha condición indica que se ha detenido la extracción y, por lo tanto, dicho valor mínimo leído es la temperatura del agua T_{mfk} al final de la extracción.

55 Además, si la temperatura del agua T_{mfk} al final de la extracción es inferior a la temperatura de mantenimiento $T_{stand-by}$, ello significa que no se garantiza que se haya realizado la extracción P_k completa, de hecho el usuario, por lo menos en la etapa final de la propia extracción P_k , puede no haber recibido suficiente agua caliente.

Ahora se calcula la disminución de la temperatura ΔT_k provocada por la extracción P_k , que es igual a la diferencia entre las temperaturas inicial y final T_{mik} y T_{mfk} ; es decir

60
$$\Delta T_k = T_{mik} - T_{mfk} \quad (\text{fórmula 4})$$

5 La etapa de registro del perfil de extracción continúa durante todo el ciclo, alternando dichas sub etapas primeras y segundas que, puesto que finalizan automáticamente al inicio y al final de cada extracción respectivamente, sumarán el mismo número que las extracciones.

10 Hasta el momento se ha almacenado el perfil de las extracciones n, en el que cada extracción P_k se determina según dos parámetros característicos, el tiempo de inicio de la extracción t_{ik} y la disminución de la temperatura ΔT_k producida de este modo.

A continuación se describirán los métodos para gestionar el calentador de agua 1 según la presente invención.

15 Según la presente invención, el regulador 4 mantiene la temperatura objetivo T_{target} siempre igual a la temperatura de mantenimiento T_{stand-by}, pero para garantizar la *temperatura de extracción* T_{set} al inicio de cada extracción P_k.

Con este fin, se calcula el *intervalo de tiempo de anticipo* Δt_{advance,k}, empezando desde que el elemento calefactor 3 debe activarse para alcanzar realmente la temperatura T_{set} de la extracción P_k en dicho tiempo de inicio de la extracción previsto t_{ik}.

20 Dicho intervalo de tiempo de anticipo Δ_{advance,k} se calcula mediante la fórmula

$$\Delta t_{\text{advance},k} = (T_{\text{set},k} - T_m) / I_{wh} \quad (\text{fórmula 5})$$

25 La *temperatura objetivo* T_{target} se conduce hasta la temperatura de extracción P_k, T_{set,k} si en dicho tiempo t se cumple la condición siguiente:

$$t_{ik} - \Delta t_{\text{advance},k} < t < t_{ik} + \Delta t_{\text{delay}} \quad (\text{fórmula 6})$$

30 El *intervalo de tiempo de retraso* Δt_{delay} presenta un valor predeterminado, es opcional (es decir, puede ser también igual a cero) y desempeña la función adicional de permitir que el elemento calefactor 3 suministre energía térmica adicional gracias a lo que se consiguen unas extracciones mayores que las permitidas por la temperatura de extracción T_{set,k}, siempre con la limitación de la temperatura establecida máxima T_{set,max}.

35 El *valor del tiempo de retraso* Δt_{delay} depende por consiguiente del tipo de función y del modelo de calentador de agua 1 que sea más apropiado para dicha función. A título de ejemplo no limitativo, en el caso de un calentador de agua estándar 1 dicho tiempo de retraso Δt_{delay} puede ser de 15 minutos.

40 Por último, en lo que se refiere a la temperatura de extracción T_{set,k}, el método según la presente invención establece que sea igual a la disminución de dicha temperatura ΔT_k causada por una extracción P_k, a la que se le añade el valor predeterminado de la temperatura requerida máxima T_{req,max} y un término corrector empírico con un valor de 5 °C.

45 Asimismo, existen las condiciones adicionales de que en ningún caso dicha temperatura de extracción T_{set,k} debe ser inferior a la temperatura de mantenimiento T_{standby} ni superior a la temperatura establecida máxima T_{set,max}.

En definitiva, como fórmulas tenemos:

50
$$T_{\text{set},k} = \Delta T_k + T_{\text{req,max}} + 5 \quad (\text{fórmula 7})$$

$$T_{\text{set},k} \geq T_{\text{standby}} \quad (\text{fórmula 8})$$

55
$$T_{\text{set},k} \leq T_{\text{set,max}} \quad (\text{fórmula 9})$$

60 Se ha descubierto experimentalmente que la fórmula 7 garantiza una reducción de las dispersiones térmicas de aproximadamente el 10% en un calentador de agua estándar 1, al mismo tiempo que se garantiza el cumplimiento del servicio requerido.

REIVINDICACIONES

1. Método para la gestión de un calentador de agua de acumulación (1) en el que el agua se calienta mediante un elemento calefactor (3) dirigido por un regulador (4), comprendiendo dicho método,

5

- una primera etapa, durante una secuencia de ciclos de extracción,

- en la que se adquiere la información con respecto a un perfil de extracción de dicha secuencia de ciclos de extracción, realizándose dicha adquisición de la información durante el primero de dichos ciclos de extracción

10

- una segunda etapa,

- en la que se asigna a la temperatura del agua (T_m) el valor de la temperatura de extracción ($T_{set,k}$) suficiente para garantizar dicha extracción a la temperatura de uso (T_u), infiriéndose dicho valor de la temperatura de extracción ($T_{set,k}$) a partir de la información anterior adquirida y considerándose dicha temperatura del agua (T_m) representativa de la distribución de la temperatura dentro del depósito de almacenamiento (2) de dicho calentador de agua de acumulación (1)

15

- en el que la temperatura del agua (T , $T(t_c)$) se mide en una zona de dicho depósito de almacenamiento (2) que, en relación con otras zonas, puede verse más influida por las variaciones de temperatura debido a la entrada de agua fría

20

caracterizada porque

- dicho perfil de extracción se repite sustancialmente sin cambios en posteriores ciclos de extracción

- dicha segunda etapa se realiza antes del tiempo (t_{ik}) de inicio de cada extracción (P_k) de todas las extracciones (n) comprendidas en cada ciclo de extracción

25

- dicha temperatura del agua (T_m) se mantiene inferior o igual a la temperatura establecida máxima ($T_{set,max}$) inferior a valores peligrosos,

y caracterizado por que

30

- dicha adquisición de información en el perfil de extracción comprende calcular, para cada una de dichas extracciones (k),

- el tiempo de inicio de la extracción (t_{ik}),

- y la disminución de temperatura correspondiente (ΔT_k)

35

- realizándose dicho cálculo únicamente procesando los datos obtenidos

- a partir de la medición del tiempo transcurrido (t , t_c),

- a partir de dicha temperatura del agua (T , $T(t_c)$) medida en una zona de dicho depósito de almacenamiento (2) que, en relación con otras zonas, puede verse más influida por las variaciones de temperatura debidas a la entrada de agua fría,

40

- a partir de dicha temperatura del agua (T_m) en la que dicha temperatura del agua (T_m) es el valor resultante de la media de una o más temperaturas (T ; T_1 , T_2) medida a diferentes alturas (S , S_1 , S_2) de dicho depósito de almacenamiento (2).

45

2. Método para la gestión de un calentador de agua (1) según la reivindicación anterior, **caracterizado por que**

- una extracción (P_k) se considera iniciada cuando, en un tiempo (t_c), al final de un intervalo de obtención de muestras (δt_c), se comprueba que la temperatura ($T(t_c)$) leída en dicho tiempo (t_c) ha disminuido en dicha zona del depósito de almacenamiento (2) más influida por la entrada de agua fría comparada con el valor ($T(t_c - \delta t_c)$) leído en un tiempo anterior ($t_c - \delta t_c$) en una cantidad superior o igual que el valor predeterminado de reducción de la temperatura (δT_p), es decir, cuando se cumple la condición $T(t_c - \delta t_c) - T(t_c) \geq \delta T_p$ y **por que**

50

- dicho tiempo de inicio de la extracción (t_{ik}) se considera anterior a dicho tiempo (t_c) por un intervalo de anticipo predeterminado (δt_{adv}) y se obtiene gracias a la relación $t_{ik} = t_c - \delta t_{adv}$.

55

3. Método para la gestión de un calentador de agua (1) según la reivindicación anterior, **caracterizado por que** dicha extracción se considera iniciada si la velocidad de disminución de la temperatura supera los 0,02 °C/sec.

60

4. Método para la gestión de un calentador de agua (1) según la reivindicación 2 **caracterizado por que**

dicho intervalo de obtención de la muestra (δt_c) es igual a 10 segundos.

5. Método para la gestión de un calentador de agua (1) según la reivindicación 2 **caracterizado por que**
 5 dicho intervalo de anticipo (δt_{adv}) es igual a 180 segundos.
6. Método para la gestión de un calentador de agua (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que**
 10 - la temperatura (T_{mik}) del agua (T_m) leída en el tiempo de inicio de la extracción (t_{ik}) se almacena,
 - se realiza el seguimiento de la temperatura del agua (T_m) desde el tiempo de inicio de la extracción (t_{ik}),
 - se considera completa la extracción cuando dicha temperatura del agua (T_m) alcanza un valor mínimo,
 - se toma dicho valor mínimo como temperatura del agua al final de la extracción (T_{mfk}),
 - se calcula dicha disminución de la temperatura (ΔT_k) debida a la extracción (P_k) como la diferencia entre las
 15 temperaturas inicial y final (T_{mik} , T_{mfk}), es decir, según la relación $\Delta T_k = T_{mik} - T_{mfk}$.
7. Método para la gestión de un calentador de agua (1) según la reivindicación anterior, **caracterizado por que se**
 obtiene el valor de la temperatura de extracción ($T_{set.k}$) suficiente para garantizar dicha extracción (P_k) a la
 20 temperatura de uso (T_u)
 - añadiendo un valor predeterminado de la temperatura máxima requerida ($T_{req.max}$) y un término corrector
 empírico adicional con un valor de 5 °C a dicha disminución de la temperatura (ΔT_k), es decir, aplicando la
 fórmula $T_{set.k} = \Delta T_k + T_{req.max} + 5$,
 - pero manteniendo todavía dicho valor de la temperatura de extracción ($T_{set.k}$) comprendido entre los valores de
 25 la temperatura de mantenimiento ($T_{stand-by}$) y de la temperatura establecida máxima ($T_{set.max}$)
 en el que
 - dicho valor predeterminado de la temperatura requerida máxima ($T_{req.max}$) es el valor suficiente para satisfacer
 30 la mayor de las extracciones previsibles para los tipos de usuarios para los que dicho modelo de calentador de
 agua (1) se considera apto,
 - dicho valor de la temperatura de mantenimiento ($T_{stand-by}$) se debe establecer para garantizar que las
 extracciones pequeñas imprevistas se puedan obtener a la temperatura de uso (T_u).
8. Método para la gestión de un calentador de agua (1) según la reivindicación anterior, **caracterizado por que** dicho
 35 valor preferido para la temperatura máxima requerida ($T_{req.max}$) es de 52 °C.
9. Método para la gestión de un calentador de agua (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que**
 40 - la temperatura del agua (T_m) se mantiene siempre igual a la temperatura objetivo (T_{target}) que:
 - durante el primero de dichos ciclos de extracción en el que dicha información sobre el perfil de extracción se
 adquiere, es igual a un valor preestablecido (T_{set}),
 - durante los siguientes ciclos de extracción,
 45 - se configura igual a la temperatura de mantenimiento ($T_{stand-by}$) con respecto a los tiempos de extracción
 - pero se conduce a la temperatura de extracción ($T_{set.k}$) en el tiempo de inicio de la extracción previsto (t_{ik}).
10. Método para la gestión de un calentador de agua (1) según la reivindicación anterior, **caracterizado por que** para
 que la temperatura del agua (T_m) alcance el valor de la temperatura de extracción ($T_{set.k}$) en el momento de inicio de la
 50 extracción previsto (t_{ik}),
 - se registra el valor (T_{m1}) de la temperatura del agua (T_m) en un tiempo dado,
 - se registra el valor (T_{m2}) de la temperatura del agua (T_m) que ha alcanzado tras un tiempo predeterminado (Δt),
 - se calcula el valor de inercia (I_{wh}) del calentador de agua (1) mediante la relación $I_{wh} = (T_{m2} - T_{m1}) / \Delta t$
 55 - se calcula un tiempo de anticipo ($\Delta t_{advance}$) mediante la relación $\Delta t_{advance.k} = (T_{set.k} - T_m) / I_{wh}$
 - se acciona el elemento calefactor (3) con un adelanto igual al tiempo de anticipo ($\Delta t_{advance}$) con respecto al
 tiempo de inicio de la extracción (t_{ik}).
11. Método para la gestión de un calentador de agua (1) según por lo menos la reivindicación 9 **caracterizado por que**
 60

dicha temperatura objetivo (T_{target}) se mantiene igual al valor de la temperatura de extracción ($T_{set,k}$) durante un intervalo de tiempo de retraso completo (Δt_{delay}) posterior al tiempo de inicio de la extracción previsto (t_{ik}), en el que dicho intervalo de tiempo de retraso (Δt_{delay})

- 5
- es un valor predeterminado para cada modelo de calentador de agua (1),
 - presenta una duración tal que satisface extracciones mayores que las permitidas por la temperatura de extracción ($T_{set,k}$).
- 10
12. Método para la gestión de un calentador de agua (1) según la reivindicación anterior, **caracterizado por que** dicho intervalo de tiempo de retraso (Δt_{delay}) equivale a 15 minutos.
13. Regulador (4) para calentador de agua (1) provisto de
- 15
- unos medios (IN, IN.1, IN.2, IN.3) aptos para la introducción de los primeros datos desde el exterior durante la producción y/o en la instalación y/o posteriormente por el usuario
 - unos medios (IN, IN.4) aptos para la introducción en el mismo de los segundos datos de temperatura (T, T1, T2) del agua calentada en el depósito de almacenamiento y detectada por uno o más sensores (S, S1, S2)
 - una memoria (MEM) apta para almacenar dichos primeros datos recibidos del exterior, los segundos datos de temperatura recibidos de dichos sensores (S, S1, S2), así como parámetros adicionales procesados por dichos
- 20
- datos primeros y segundos,
 - unidad de procesamiento (UE) apta para procesar dichos datos primeros y segundos para obtener dichos parámetros,
 - un reloj (RELOJ) destinado a asociar por lo menos algunos de dichos parámetros a sus tiempos correspondientes
- 25
- unos primeros medios (U1) destinados a enviar señales de salida para el ON-OFF o control de modulación de un elemento calefactor (3) apto para calentar agua en dicho depósito de almacenamiento (2)
 - unos segundos medios de salida cualesquiera (U2) destinados a señalar el estado del sistema al usuario y/o al operador
- 30
- caracterizado por que**
es apto para realizar el método según la reivindicación 1.
14. Calentador de agua (1) provisto de
- 35
- elemento calefactor (3)
 - uno o más sensores (S, S1, S2) ubicados a distintas alturas en posiciones tales (S, S1, S2) que las temperaturas (T, T1, T2) detectadas de este modo son representativas de la distribución de temperaturas dentro del depósito (2)
- caracterizado por que**
comprende además un regulador (4) según la reivindicación 13.
- 40
15. Calentador de agua (1) según la reivindicación anterior, **caracterizado por que** uno o más sensores (S, S1, S2) comprenden un único sensor (S, S1).
- 45
16. Calentador de agua (1) según la reivindicación 14, **caracterizado por que** uno o más sensores (S, S1, S2) comprenden dos sensores (S, S1, S2), con un primer sensor ubicado bajo, sustancialmente a entre 100 y 200 mm de la parte inferior del depósito y en cualquier caso en la proximidad de la entrada de agua fría (2.1) del depósito de almacenamiento (2).
- 50
17. Calentador de agua (1) según la reivindicación 14 **caracterizado por que** se proporcionan más de dos sensores (S, S1, S2) distribuidos de tal modo que detectan el patrón de temperaturas (T, T1, T2) a lo largo del eje vertical con cierta precisión.

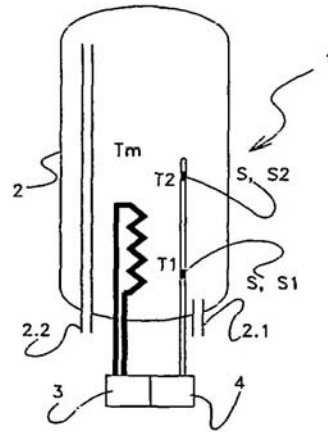


Fig. 1

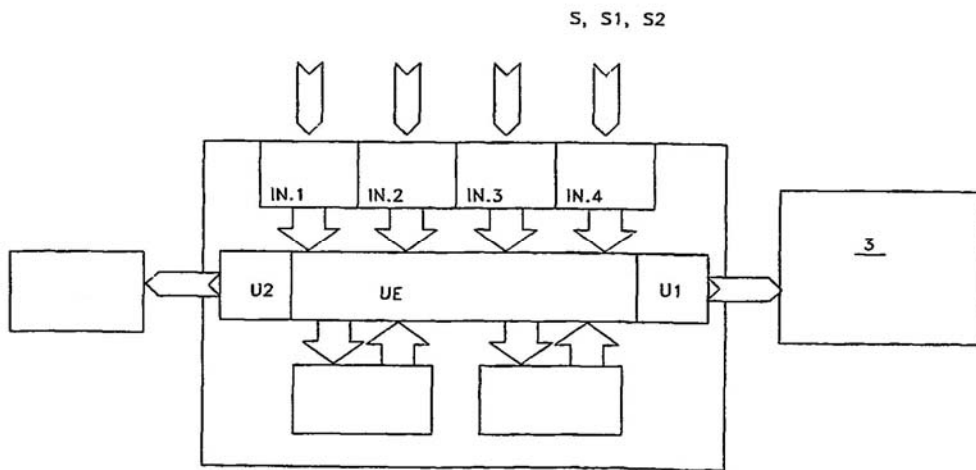


Fig. 2