

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 817 554**

51 Int. Cl.:

**A61M 1/14** (2006.01)

**A61M 1/16** (2006.01)

**A61M 5/44** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.01.2009 E 19150224 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.07.2020 EP 3488883**

54 Título: **Sistema de diálisis que incluye coordinación de energía del calentador múltiple**

30 Prioridad:

**14.02.2008 US 3160508**

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

**07.04.2021**

73 Titular/es:

**BAXTER INTERNATIONAL INC. (50.0%)**

**One Baxter Parkway**

**Deerfield, Illinois 60015-4633, US y**

**BAXTER HEALTHCARE S.A. (50.0%)**

72 Inventor/es:

**ROHDE, JUSTIN B y**

**HAN, WILLIAM W**

74 Agente/Representante:

**GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo**

**ES 2 817 554 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 diálisis que incluye coordinación de energía del calentador múltiple

**Antecedentes**

5 La presente divulgación se refiere generalmente a sistemas de fluidos médicos y más particularmente a sistemas de diálisis que pueden usarse en el hogar de un paciente.

Se espera que los requisitos de energía durante un ciclo de uso típico de un dispositivo de diálisis doméstico varíen significativamente. Durante la terapia, que puede durar de dos a ocho horas, se espera que el uso de energía sea particularmente alto. Los sistemas de suministro de diálisis y purificación de agua requieren cantidades significativas de energía para hacer funcionar los calentadores, bombas, válvulas, etc. De manera similar, los equipos y procedimientos de desinfección que se operan al final de la terapia también pueden requerir grandes cantidades de electricidad. La cantidad instantánea de energía requerida durante esos estados puede exceder la energía que puede ser suministrada por una derivación eléctrica doméstica estándar (por ejemplo, 15 amperios, 110/120 voltios o equivalente). Es posible que sea necesario actualizar la derivación de energía del paciente a una corriente y/o voltaje de operación más altos para ejecutar una terapia.

15 Es deseable no tener que actualizar el sistema eléctrico del paciente.

La patente de los Estados Unidos US2003/0220605 describe un sistema de diálisis.

La patente de los Estados Unidos US-B-6229957 describe un procedimiento y un aparato para calentar y suministrar volúmenes relativamente altos de fluidos fisiológicos. El sistema descrito utiliza una fuente de alimentación DC de 12 voltios, como una batería, como un suplemento de corriente que se utilizará simultáneamente con una fuente de alimentación AC, permitiendo así el calentamiento de fluidos fisiológicos a una tasa que supera la que normalmente se puede lograr mediante el uso exclusivo de la alimentación AC proporcionada por la instalación.

**Sumario**

El sistema de la presente divulgación es un sistema de fluido médico, tal como un sistema de diálisis, que puede usarse en el hogar de un paciente. El sistema de fluido médico en una realización genera fluido de diálisis. El procedimiento comienza purificando el agua. El agua purificada se entrega a la máquina de diálisis, que agrega concentrados al agua purificada para crear dializado. Por lo tanto, el aparato incluye un sistema de purificación de agua colocado en el extremo frontal de la máquina de diálisis. El sistema genera dializado en línea, es decir, genera el fluido médico que se necesita en lugar de regenerarse y almacenarse en bolsas de suministros. Como se discutió, la necesidad de actualizar el sistema eléctrico del hogar de un paciente para manejar tanto la preparación del dializado como la administración del dializado podría proporcionar un impedimento para la adopción de la terapia. En consecuencia, el presente sistema proporciona un suministro de energía suplementaria, que se conecta en paralelo con la línea o la derivación de energía del paciente. Durante la terapia u otra operación de alta demanda energética, la energía suplementaria se descarga en el sistema para evitar que el consumo total de energía de la carga o derivación exceda su capacidad de carga. Una vez que se completa la terapia o cuando el requisito actual del sistema de diálisis cae, el suministro de energía suplementaria extrae energía del circuito derivado. Por ejemplo, puede haber dieciséis a veintidós horas por día que el equipo no esté en uso. La fuente suplementaria durante este tiempo repone su reserva de energía para el próximo tratamiento de diálisis.

En una realización, tanto la derivación como los dispositivos de alimentación suplementarios suministran energía durante la terapia al hardware de diálisis. En varias implementaciones ilustradas a continuación, la derivación y los dispositivos de alimentación suplementarios: (i) funcionan en paralelo para suministrar energía a cada uno de los componentes de fluidos médicos que requieren energía; o (ii) están dedicados individualmente a uno o más de los componentes de fluidos médicos que requieren energía (por ejemplo, la derivación suministra energía a cada uno de los componentes de fluidos médicos que requieren energía, excepto la unidad de preparación de dializado que se alimenta a través de la fuente de alimentación suplementaria). Después de la terapia, se apaga la energía de ambas fuentes al hardware del fluido médico (o se reduce a un nivel de hibernación), y la fuente de alimentación de línea o derivación recarga la fuente de alimentación suplementaria.

La fuente de alimentación suplementaria puede ser de varios tipos diferentes, cada uno de los cuales ofrece diferentes beneficios y desventajas. En una realización, la fuente de alimentación suplementaria es una batería o baterías electroquímicas, por ejemplo, que usa una química recargable tal como Ion de Litio, polímero de iones de Litio, Fosfato de iones de Litio, azufre de Litio, nano-titanato de Litio, hidruro de Níquel-metal, Níquel-Cadmio, Níquel-Hierro, Níquel-Zinc, Plomo-ácido y pilas alcalinas recargables. Cada una de las químicas es capaz de almacenar cantidades suficientes de energía en un paquete de tamaño razonable para adaptarse a la aplicación de fluido médico. Estas celdas son recargables, pero normalmente están limitadas a varios cientos a miles de ciclos de carga/descarga antes de que las celdas tengan que reemplazarse. Dependiendo de la química de las células, las células también pueden presentar problemas ambientales.

La fuente de alimentación suplementaria puede ser alternativamente uno o más condensadores, como un ultracondensador (a veces llamado supercondensador). Los ultracondensadores tienen tasas de descarga más rápidas que las baterías electroquímicas, pero ofrecen el beneficio de la supervivencia en millones de ciclos de carga/descarga sin degradación del rendimiento. Además, los avances recientes en el campo de los condensadores han logrado densidades de energía superiores a 300 W(h)/kg, aproximadamente el doble de la densidad de una celda de iones de litio. Además, la alta tasa de descarga para ultracondensador no es necesariamente un inconveniente porque la alta tasa de descarga permitiría que un capacitor de una densidad de energía dada suministre más energía instantánea al sistema que una batería de densidad de energía equivalente.

Una tercera opción es convertir el agua fuera de la terapia en hidrógeno presurizado mediante una reacción de electrólisis. Durante la terapia, el hidrógeno se oxida en una celda de combustible para producir corriente eléctrica para uso del dispositivo. La reacción de electrólisis es muy ineficiente en energía, sin embargo, la generación de hidrógeno resultante es altamente inflamable y, por lo tanto, se almacena de forma segura y a presiones relativamente bajas en una realización preferida.

Para la diálisis en línea, se pueden proporcionar dos calentadores, uno para una unidad de preparación de dializado y otro para una unidad de suministro de dializado. La alimentación de los calentadores en ambos momentos puede exceder la clasificación de corriente máxima para la alimentación de la derivación o la línea (suponiendo que la alimentación de la derivación o la línea esté alimentando ambos calentadores). Los calentadores se alimentan a través de un ciclo de trabajo mediante la modulación de ancho de pulso, que para cada calentador aplica la energía máxima al calentador durante un primer período de tiempo y no recibe energía al calentador durante un segundo período de tiempo. La primera vez en relación con la segunda vez establece el ciclo de trabajo (por ejemplo, el ciclo de trabajo del cincuenta por ciento requiere energía total durante la mitad del tiempo y no hay energía durante la mitad del tiempo).

El sistema actual incluye un implementador o controlador lógico configurado para, en la medida de lo posible, aplicar energía a solo uno de los calentadores en un momento dado. Por ejemplo, el implementador lógico o controlador puede configurarse de tal manera que si el primer calentador necesita energía, el implementador lógico busca ver si el segundo calentador se está alimentando actualmente. De lo contrario, el implementador lógico hace que se suministre energía al primer calentador. Si es así, el implementador lógico sigue verificando si el segundo calentador se está alimentando actualmente y hace que se suministre energía al primer calentador tan pronto como el segundo calentador ya no se esté alimentando. El implementador lógico está configurado además de modo que si el segundo calentador necesita energía, el implementador lógico busca si el primer calentador se está alimentando actualmente. De lo contrario, el implementador lógico hace que se suministre energía al segundo calentador. Si es así, el implementador lógico sigue verificando si el primer calentador se está alimentando actualmente y hace que se suministre energía al segundo calentador tan pronto como el primer calentador ya no se esté alimentando.

En otro ejemplo, el implementador lógico o controlador alimenta el primer calentador durante una primera duración predeterminada y luego alimenta el segundo calentador durante una segunda duración predeterminada, las duraciones dependen de los respectivos ciclos de trabajo requeridos de los dos calentadores. Si los ciclos de trabajo colectivo son inferiores al cien por ciento, el implementador lógico o controlador se configura además para no aplicar energía a ninguno de los calentadores durante un período de tiempo predeterminado después de una o ambas duraciones de energía predeterminadas primera y segunda. En una realización, el implementador lógico o controlador intenta separar la alimentación de los dos calentadores tanto como sea posible.

Los algoritmos anteriores son los más adecuados para los calentadores primero y segundo que están dimensionados y configurados para que funcionen a menos del cincuenta por ciento del ciclo de trabajo. Cuando el ciclo de trabajo combinado de los dos calentadores es mayor al cien por ciento, el implementador lógico está configurado para minimizar la cantidad de tiempo de alimentación superpuesta del primer y segundo calentadores tanto como sea posible. Para hacerlo, se alimenta un segundo calentador en el momento en que se retira la energía de un primer calentador. El implementador lógico luego espera el mayor tiempo posible (de acuerdo con el ciclo de trabajo del primer calentador) para volver a encender el primer calentador. El segundo calentador funciona durante el tiempo que sea necesario de acuerdo con su ciclo de trabajo. Este procedimiento se repite, eliminando la superposición de energía tanto como sea posible.

La fuente de alimentación suplementaria discutida anteriormente se puede usar para evitar que los calentadores duales consuman demasiada corriente. En una realización, la energía de derivación o línea y la fuente de alimentación suplementaria se dividen en cada energía de uno de los calentadores. En otra realización, una de las derivaciones o la línea de energía solo se usa para alimentar ambos calentadores cuando los calentadores no tienen que estar alimentados al mismo tiempo. Se recurre a la segunda fuente de alimentación cada vez que se encienden ambos calentadores, ya sea para alimentar uno de los calentadores o para agregar a una fuente de alimentación colectiva que pueda proporcionar el consumo de corriente necesario de ambos calentadores.

En consecuencia, es una ventaja de la presente divulgación proporcionar un sistema de fluido médico que tenga un requisito de energía relativamente grande, y que pueda usarse en el hogar de un paciente sin tener que actualizar la energía de la línea del paciente.

Otra ventaja de la presente divulgación es proporcionar un sistema de fluido médico que tiene una fuente de alimentación suplementaria configurada para alimentar uno o más componentes eléctricos del sistema.

Es una ventaja adicional de la presente divulgación es proporcionar un sistema de fluido médico que separe la alimentación de los calentadores duales utilizados en el sistema para minimizar el consumo total de energía.

- 5 Características y ventajas adicionales se describen en la presente memoria, y serán evidentes a partir de la siguiente Descripción detallada y las figuras.

**Breve descripción de las figuras**

La figura 1 es una vista esquemática de una realización de un fluido médico o sistema de diálisis que tiene una fuente de energía de línea o derivación y una fuente de alimentación suplementaria.

- 10 La figura 2 es una vista esquemática de otra realización de un fluido médico o sistema de diálisis que tiene una fuente de energía de línea o derivación y una fuente de alimentación suplementaria.

La figura 3 es una vista esquemática que ilustra un modo de operar tanto las fuentes de energía de línea como las de derivación con el fluido médico o el sistema de diálisis.

- 15 La figura 4 es una vista esquemática que ilustra otro modo de operar las fuentes de energía de línea y derivación con el fluido médico o el sistema de diálisis.

La figura 5 es una vista esquemática que ilustra un modo adicional de operar tanto las fuentes de energía de línea como de derivación con el fluido médico o el sistema de diálisis.

La figura 6 es una vista esquemática que ilustra otro modo más de operar tanto las fuentes de energía de línea como de derivación con el fluido médico o el sistema de diálisis.

- 20 La figura 7A es un diagrama de flujo lógico que ilustra un procedimiento o algoritmo para alimentar calentadores duales de un sistema de fluido médico.

La figura 7B es un diagrama de flujo lógico que ilustra otro procedimiento o algoritmo para alimentar calentadores duales de un sistema de fluido médico de acuerdo con una relación maestro/delegado.

- 25 La figura 8 es un diagrama de flujo lógico que ilustra un procedimiento o algoritmo adicional para alimentar calentadores duales de un sistema de fluido médico.

La figura 9 es un diagrama de flujo lógico que ilustra un procedimiento o algoritmo para alimentar calentadores duales de un sistema de fluido médico cuando los dos calentadores se alimentarán en ciertos momentos simultáneamente.

- 30 La figura 10 es un diagrama de flujo lógico que ilustra otro procedimiento o algoritmo para alimentar calentadores duales de un sistema de fluido médico cuando los dos calentadores se alimentarán en ciertos momentos simultáneamente.

La figura 11 es un gráfico del consumo de corriente frente al tiempo para los calentadores duales de un sistema de fluido médico cuando el ciclo de trabajo total para ambos calentadores es inferior al cien por ciento.

- 35 La figura 12 es un gráfico del consumo de corriente en función del tiempo para los calentadores duales de un sistema de fluido médico cuando el ciclo de trabajo total para ambos calentadores es más del cien por ciento.

**Descripción detallada**

Sistema de fluido médico con suministro de energía suplementaria

- 40 Con referencia ahora a los dibujos y, en particular, a la figura 1, el sistema 10a ilustra una realización de un sistema de fluido médico que emplea una fuente o suministro de energía suplementaria. El sistema 10a ilustra un sistema de diálisis, y en particular un sistema de diálisis en línea, que produce dializado o fluido de diálisis en línea (mezclando componentes de dializado en el momento de la terapia en lugar del uso de un dializado premezclado en bolsas). El sistema de diálisis puede ser un sistema de diálisis peritoneal ("PD"), un sistema de hemodiálisis ("HD"), un sistema de hemofiltración ("HF"), un sistema de hemodiafiltración ("HDF") y un sistema de terapia de reemplazo renal continuo ("CRRT"). El sistema 10a incluye un aparato 12 para recibir energía de línea o de derivación, tal como energía residencial o comercial de 120 VCA o 240 VCA. El aparato 12 incluye un enchufe y/o un cable y cualquier aparato de regulación de energía necesaria, como un transformador, convertidor analógico al digital y cualquier fusible u otra protección de circuito deseada.

El sistema 10a incluye un suministro o fuente 14 de alimentación suplementaria. La fuente 14 de energía suplementaria incluye rastros de cableado o placa de circuito que se conectan al aparato 12 de energía de derivación, de modo que

el aparato 12 de energía de derivación puede suministrar energía a la fuente 14 de energía suplementaria. El suministro 14 de energía suplementaria incluye un aparato capaz de recibir energía del aparato 12 de energía de derivación, almacenar dicha energía y suministrar la energía cuando sea necesario al fluido médico o aparato de diálisis que se describe en la presente memoria. El aparato puede ser uno de varios tipos diferentes, cada uno de los cuales ofrece diferentes beneficios y desventajas. En una realización, la fuente 14 de energía suplementaria incluye una batería o baterías electroquímicas, por ejemplo, que usa una química recargable tal como iones de Litio, polímero de iones de Litio, Fosfato de iones de Litio, Azufre de Litio, nano-titanato de Litio, hidruro de Níquel-metal, Níquel-Cadmio, Níquel-Hierro, Níquel-Zinc, Plomo-ácido y pilas alcalinas recargables. Cada una de las químicas es capaz de almacenar cantidades suficientes de energía en un paquete de tamaño razonable para adaptarse a la aplicación de fluido médico. Estas celdas son recargables, pero normalmente están limitadas a varios cientos a miles de ciclos de carga/descarga antes de que las celdas tengan que reemplazarse. Dependiendo de la química de las células, las células también pueden presentar problemas ambientales.

El suministro 14 de energía suplementaria es alternativamente uno o más condensadores, como un ultracondensador (a veces denominado supercondensador). Los ultracondensadores tienen tasas de descarga más rápidas que las baterías electroquímicas, pero ofrecen el beneficio de la supervivencia en millones de ciclos de carga/descarga sin degradación del rendimiento. Además, los avances recientes en el campo de los condensadores han logrado densidades de energía superiores a 300 W (h)/kg, aproximadamente el doble de la densidad de una celda de iones de Litio. Una tercera opción es convertir el agua fuera de la terapia en hidrógeno presurizado mediante una reacción de electrólisis. Durante la terapia, el hidrógeno se oxida en una celda de combustible para producir corriente eléctrica para uso del dispositivo.

Como se discutió, en una realización, la energía 12 de derivación y el suministro 14 de energía suplementaria alimentan una máquina de diálisis 20. En la realización ilustrada, la máquina de diálisis 20 incluye una unidad 22 de purificación de agua, una unidad 24 de preparación de dializado, una unidad 30 de suministro de dializado y una unidad 26 de desinfección. Un ejemplo de una unidad de purificación de agua se discute en la solicitud pendiente con número de serie 11/937,232, titulada "Sistema de destilación de agua para diálisis en el hogar", presentada el 8 de noviembre de 2007, asignado al cesionario de la presente solicitud, cuyo contenido completo se divulga en la presente memoria como referencia. Un ejemplo de una unidad de preparación de dializado se discute en la Patente de los Estados Unidos Núm. 5,274,434 ("la Patente '434"), titulado "Procedimiento y aparato para diálisis renal, asignado al cesionario de la presente solicitud, los contenidos relevantes que se incorporan en la presente memoria expresamente como referencia.

La unidad 26 de desinfección puede ser parte de las unidades de generación y suministro de dializado, es decir, usar las mismas bombas, válvulas y calentador que las otras unidades. La unidad 26 de desinfección en una realización usa el calentador de la máquina para calentar agua dentro del circuito de dializado a una temperatura suficiente para neutralizar los agentes infecciosos en el camino del flujo. Alternativamente, la unidad 26 de desinfección incluye un puerto para aceptar un producto químico desinfectante que se usa con o sin calor en el circuito de fluido. La unidad 26 de desinfección además genera alternativamente el producto químico, por ejemplo, ozono, que hace pasar el oxígeno atmosférico a través de un arco eléctrico vivo. El ozono se bombea a través del camino de dializado, esterilizando el camino. Para reiterar, la unidad 26 de desinfección puede ser un módulo separado, o puede usar componentes existentes, que son parte de una o más de la unidad 24 de preparación de dializado y la unidad 30 de suministro de dializado.

Un ejemplo de una unidad 30 de suministro de dializado se describe en la patente '434 anterior, cuyas partes relevantes se incorporan expresamente en la presente memoria como referencia. En general, la unidad 30 de suministro de dializado incluye un controlador 32, un calentador 34 de dializado, una o más bombas 36 para bombear dializado (y potencialmente adicionalmente para bombear sangre para un tratamiento de diálisis de sangre), válvulas 38 y sensores 40 controlados eléctrica/neumáticamente, tales como sensores de presión, sensores de temperatura, sensores de conductividad, sensores de detección de aire, sensores de detección de fugas de sangre, etc.

El controlador 32 en una realización incluye una pluralidad de controladores, cada uno de los cuales incluye procesamiento y memoria. El controlador 32 puede incluir, por ejemplo, un procesador maestro o de supervisión que controla una pluralidad de procesadores delegados, cada uno de los cuales está dedicado a diversas funciones del sistema 20 de diálisis. El controlador 32 también puede incluir procesamiento redundante, como un procesador de seguridad que garantiza que cada uno de los otros procesadores esté realizando su función correctamente.

El controlador 32 puede controlar cualquiera o más de la unidad 22 de purificación de agua, la unidad 24 de preparación de dializado y la unidad 26 de desinfección además de controlar el calentador 34, la bomba 36, las válvulas 38 y los sensores 40. En la realización ilustrada en la figura 1, el controlador 32 del sistema 20 de dializado está configurado además para controlar la conmutación asociada con la energía 12 de derivación y el suministro 14 de energía suplementaria a través de las líneas 42a a 42c eléctricas o de señal, que se extienden respectivamente a un interruptor 44a de alimentación de derivación que conecta la energía 12 de derivación a la máquina 20 de diálisis, el interruptor 44b que conecta la energía 12 de derivación a el suministro 14 de energía suplementaria y un tercer interruptor 44c que conecta con el suministro 14 de energía suplementaria al instrumento 20 de diálisis.

El controlador 32 a través de la línea 42a de señal abre o cierra selectivamente el interruptor 44a para permitir selectivamente energía de derivación desde el suministro de energía de la derivación 12 al instrumento 20 de diálisis. El controlador 32 a través de la línea 42b de señal controla el interruptor 44b para permitir la alimentación selectiva desde el suministro 12 de energía de derivación para cargar el suministro 14 de energía suplementaria. El controlador 32 usa la línea 42c de señal para abrir y cerrar selectivamente el interruptor 44c para permitir que el suministro 14 de energía suplementaria suministre energía al instrumento 20 de diálisis.

En la realización ilustrada en la figura 1, el suministro 12 de energía de derivación alimenta el controlador 32 a través de una línea 46 de alimentación independiente de los interruptores 44a y 44c. De esta manera, el controlador 32 se puede alimentar en cualquier momento a través de la línea 46 de alimentación independientemente del estado de los interruptores 44 (refiriéndose colectivamente a los interruptores 44a a 44c). Por lo tanto, se puede suministrar al menos una pequeña cantidad de energía al controlador 32 del instrumento 20 de diálisis en cualquier momento dado. Sin embargo, puede haber instancias en el sistema 10a cuando no se suministra alimentación al instrumento, por ejemplo, el controlador 32 funciona con la batería incorporada.

Con referencia ahora a la figura 2, se ilustra el sistema alternativo 10b que tiene la energía 12 de derivación y el suministro 14 de energía suplementaria. Aquí, cada uno de los componentes del sistema 20 de diálisis, que incluye la unidad 22 de purificación de agua, la unidad 24 de preparación de dializado, la unidad 30 de suministro de dializado, la unidad 26 de desinfección, el aparato 12 de energía de derivación y el suministro 14 de energía suplementaria son los mismos que los descritos anteriormente para el sistema 10a. Sin embargo, el sistema 10b es diferente en el sentido de que un controlador 50 separado está provisto de un suministro 14 de energía suplementaria para controlar los interruptores 44 a través de las líneas 42 de señal (refiriéndose colectivamente a las señales 42a a 42c) para permitir que (i) la energía de derivación suministre selectivamente alimentación al instrumento 20 de diálisis y/o el suministro 14 de energía suplementaria y (ii) el suministro 14 de energía suplementaria para suministrar selectivamente energía al instrumento 20 de diálisis.

La unidad 30 de preparación de diálisis todavía incluye un controlador o esquema 32 de control como se describió anteriormente para controlar cualquiera o más de la unidad 30 de suministro de diálisis, la unidad 22 de purificación de agua, la unidad 24 de preparación de dializado y la unidad 26 de desinfección. La línea de alimentación separada 46 del suministro 12 desde la derivación de energía al controlador 32 no es necesaria en el sistema 10b. Puede haber casos en el sistema 10b cuando no se suministra energía al instrumento.

En una realización, el suministro 14 de energía suplementaria alimenta el controlador 50. El controlador 50 puede apagarse en cualquier momento en que el instrumento 20 de diálisis no esté funcionando y no se suministre energía desde el suministro 12 de energía de derivación a el suministro 14 de energía suplementaria. El controlador 50 está alimentado y activo, sin embargo, incluso si la energía 12 de derivación, no el suministro 14 de energía suplementaria está suministrando energía al instrumento 20 de diálisis actualmente.

Independientemente de si se usa el sistema 10a o 10b, se contempla el uso de una pluralidad de estados de interruptor diferentes para los interruptores 44 para permitir que se suministre energía al instrumento 20 de diálisis (a través de los suministros 12 y 14 o ambas) o para suministro 12 de energía de derivación a el suministro 14 de energía suplementaria. En un estado de interruptor, el interruptor 44b del suministro 12 de energía de derivación a el suministro 14 de energía suplementaria está abierto, mientras que los interruptores 44a y 44c del suministro 12 de energía de derivación y el suministro 14 de energía suplementaria, respectivamente, al instrumento 20 de diálisis están cerrados. Aquí, ambas fuentes de energía alimentan el instrumento 20 de diálisis y, en consecuencia, dividen la carga de energía general, de modo que el sistema 10 general (que se refiere colectivamente al sistema 10a o 10b) puede operar con la derivación o energía existente en el hogar del paciente. A continuación se ilustran diferentes realizaciones para dividir la carga de energía entre la energía 12 de derivación y el suministro 14 de energía suplementaria.

Se contempla usar solo una de la energía 12 de derivación y el suministro 14 de energía suplementaria al alimentar el instrumento 20 de diálisis, por ejemplo, cuando la carga de energía es relativamente baja. Por ejemplo, puede haber una fase de purificación de agua en la que la unidad 22 de purificación de agua, la unidad 24 de preparación de dializado, la unidad 30 de suministro de dializado y la unidad 26 de desinfección deben ser alimentadas, de modo que se necesiten los suministros 12 y 14. Puede haber un momento diferente durante el tratamiento, en el que solo se alimentan la unidad 24 de preparación de dializado y la unidad 30 de suministro de dializado. Aquí solo una de las unidades, por ejemplo, el suministro 12 de energía de derivación, necesita alimentar el instrumento 20 de diálisis. Aquí, el interruptor 44a está cerrado, mientras que el interruptor 44c está abierto. El interruptor 44b puede abrirse o cerrarse, de modo que la energía de la derivación puede o no, respectivamente, cargar el suministro 14 de energía suplementaria.

Aún más alternativamente, en el estado de terapia en el que no se necesita suministrar tanta energía, el suministro 14 de energía suplementaria puede estar alimentando todo el instrumento 20 de diálisis, mientras que la energía 12 de derivación no se usa o está cargando el suministro 14 de energía suplementaria. Aquí, el interruptor 44c está cerrado, el interruptor 44a está abierto y el interruptor 44b está abierto o cerrado dependiendo de si la energía 12 de derivación está cargando el suministro 14 de energía.

En otro estado del interruptor, cuando se completa la terapia, no se suministra energía desde la energía 12 de derivación o el suministro 14 de energía suplementaria al instrumento 20 (excepto tal vez una cantidad de energía de carga de hibernación, por ejemplo, desde la energía 12 de derivación al controlador 32 a través de una línea 46 de alimentación separada). Aquí, la energía 12 de derivación puede recargar el suministro 14 de energía suplementaria antes de que comience la siguiente terapia. Por ejemplo, después de ocho horas de terapia usando los suministros 12 y 14, el sistema 10 (que se refiere colectivamente a los sistemas 10a y 10b) puede usar las horas restantes del día, o una parte de este, para hacer que la energía 12 de derivación cargue el suministro 14 de energía suplementaria. En tal caso, los interruptores 44a y 44c al instrumento 20 de diálisis están abiertos, mientras que el interruptor 44b de la energía 12 de derivación a el suministro 14 de energía suplementaria está cerrado. Si el suministro 14 de energía suplementaria se carga completamente antes de que comience la terapia, el interruptor 44b se puede abrir para detener cualquier carga adicional del suministro 14 de alimentación suplementaria.

Con referencia ahora a las figuras 3 a 6, se ilustran varias realizaciones para dividir la energía entre la energía 12 de derivación y la fuente 14 de energía suplementaria. En la figura 3, la energía 12 de derivación y el suministro 14 de energía suplementaria están conectadas a un solo par de líneas de alimentación 52a y 52b al instrumento 20 de diálisis. Aquí, el único par de líneas de alimentación 52a y 52b alimenta el instrumento 20 independientemente de la demanda actual. Sin embargo, las líneas satisfacen cualquier demanda actual sin tener que actualizar la energía 12 de derivación.

Con referencia ahora a la figura 4, se ilustra una segunda realización para dividir la energía entre la energía 12 de derivación y el suministro 14 de energía suplementaria. Aquí, la energía 12 de derivación está dedicada a la unidad 24 de preparación de dializado, la unidad 30 de suministro de dializado y la desinfección hasta 26 a través de las líneas 54a y 54b de energía de derivación. La fuente 12 de alimentación suplementaria está dedicada a alimentar la unidad 22 de purificación de agua a través de líneas de alimentación suplementarias dedicadas 56a y 56b. Se espera que la unidad 22 de purificación de agua consuma una cantidad relativamente alta de energía cuando sea necesaria. El suministro 14 de energía suplementaria está dedicada a esta carga. También se espera que la unidad 26 de desinfección funcione en un momento diferente que la unidad 24 de preparación de dializado.

Además, solo una parte de la unidad 30 de suministro de dializado, por ejemplo, la bomba o bombas de dializado y las válvulas asociadas, pueden necesitar ser alimentadas mientras la unidad 26 de desinfección está funcionando (por ejemplo, para bombear agua o solución desinfectante caliente desde la unidad 26 de desinfección a través del lado de dializado del instrumento 20 para limpiar el instrumento de diálisis. El lado de la sangre de un tratamiento de diálisis que trata la sangre también puede desinfectarse o ser una unidad desechable que no necesita ser limpiada. En consecuencia, las tres unidades 24, 26 y 30 conectadas a la energía 12 de derivación en la figura 4 probablemente no estarán operando al menos un consumo máximo de energía al mismo tiempo.

Con referencia ahora a la figura 5, se ilustra una división alternativa adicional de la energía 12 de derivación y el suministro 14 de energía suplementaria. Aquí, la energía 12 de derivación a través de las líneas 54a y 54b de energía de derivación alimenta la unidad 30 de suministro de dializado y la unidad 26 de desinfección. El suministro 14 de energía suplementaria a través de las líneas 56a y 56b de alimentación suplementarias alimenta la unidad 22 de purificación de agua y la unidad 24 de preparación de dializado. La unidad 22 de purificación de agua y la unidad 24 de preparación de dializado en una realización operan en tándem para producir fluido de diálisis o diálisis para su uso. En una realización alternativa, la unidad 22 de purificación de agua funciona antes de la terapia para producir agua purificada. La unidad 24 de preparación de dializado extrae el agua purificada durante el tratamiento para preparar la solución final de dializado. La unidad 30 de suministro de dializado opera durante la diálisis para realizar el tratamiento. La unidad 26 de desinfección se usa al final del tratamiento como se discutió anteriormente para limpiar el instrumento 20 de diálisis. La unidad de administración de dializado 30 probablemente no esté completamente alimentada mientras la unidad 26 de desinfección está funcionando como se discutió anteriormente.

Con referencia ahora a la figura 6, se ilustra otra realización alternativa más para dividir la energía 12 entre la energía de derivación y el suministro 14 de energía suplementaria. Aquí, la energía 12 de derivación a través de las líneas 54a y 54b de energía de derivación alimenta cada una de las unidades 22 de purificación de agua, la unidad 24 de preparación de dializado y la unidad 26 de desinfección. El suministro 14 de energía suplementaria a través de las líneas 56a y 56b de alimentación está dedicada a alimentar la unidad 30 de suministro de dializado. Aquí, es probable que la unidad 22 de purificación de agua y la unidad 24 de preparación de dializado funcionen en un momento diferente que la unidad 26 de desinfección. La unidad 30 de suministro de dializado puede alimentarse durante una parte o todo el tiempo que la unidad 22 de purificación de agua, la unidad 24 de preparación de dializado y la unidad 26 de desinfección están alimentadas. En consecuencia, se cree que la partición de energía a través de la figura 6 también es una forma eficiente de dividir el requerimiento de energía general del sistema 10.

#### Coordinación del ciclo de trabajo del calentador múltiple

Se contempla que tanto la unidad 22 de purificación de agua como la unidad 30 de suministro de dializado incluirán cada una un calentador dedicado. Los calentadores suelen ser uno de los componentes más grandes que consumen energía de un sistema de administración médica, incluidos los sistemas de diálisis. Los calentadores pueden variar de una variedad de tipo de lote, que generalmente usa calentamiento de placa resistiva, a una variedad en línea, que puede usar calentamiento de placa resistivo o calentamiento inductivo (ver, por ejemplo, la solicitud con número de

serie 11/773,903, titulada "Sistemas de calentamiento de fluidos de diálisis", presentada el 6 de julio de 2007, asignada al cesionario de la presente solicitud).

5 Los siguientes procedimientos y algoritmos dividen los ciclos de trabajo individuales de los calentadores duales tanto como sea posible para evitar que un consumo combinado de energía de ambos calentadores exceda una clasificación actual de la línea o la energía de derivación del paciente. Se contempla el uso de los siguientes procedimientos solos o en combinación con los sistemas 10 de suministro de energía suplementarios anteriores para minimizar el consumo de energía total y evitar una actualización de la línea de energía o derivación del paciente.

10 Los calentadores, como los calentadores de placa, se alimentan típicamente mediante pulso con modulación ("PWM"). PWM suministra energía completa o cien por ciento durante un cierto período de tiempo y luego no tiene energía o cero por ciento durante otro período de tiempo. Esto permite que la electrónica asociada funcione sin resistencias variables u otro tipo de dispositivo de control analógico para distribuir la energía total en algún porcentaje necesario. Por ejemplo, un calentador que usa PWM proporciona un ciclo de trabajo del cincuenta por ciento aplicando energía total o cien por ciento durante la mitad del tiempo que el calentador funciona y sin energía o cero por ciento durante la otra mitad del tiempo que el calentador funciona. En los siguientes ejemplos, los sistemas y algoritmos del calentador intentan modificar la secuencia PWM para alimentar un primer calentador durante el cero por ciento de energía del segundo calentador o sin duración de energía y alimentar el segundo calentador durante la duración de energía cero o sin energía del primer calentador.

20 El procedimiento o algoritmo 60 de la figura 7A comienza en el óvalo 62 y en el diamante 64 determina si un primer calentador (calentador No. 1) necesita energía. Si es así, el algoritmo 60 luego determina si un segundo calentador (calentador No. 2) se está alimentando actualmente en el diamante 66. Si el segundo calentador no se está alimentando según lo determinado en el diamante 66, el procedimiento 60 hace que el primer calentador se alimente de acuerdo con su secuencia PWM como se ve en el bloque 68. Si el calentamiento del fluido aún no se ha completado, como se determinó en el diamante 70, y si el segundo calentador no está siendo alimentado como se determina en relación con el diamante 66, el procedimiento o algoritmo 60 realiza un bucle de retorno al diamante 64 para determinar si el primer calentador aún necesita ser alimentado. El circuito que se acaba de describir continúa hasta que el sistema termine de calentar el fluido, según lo determinado en el diamante 70, o el primer calentador ya no necesite energía, según lo determinado en relación con el diamante 64.

30 Si el primer calentador no necesita energía, como se determina en el diamante 64, el procedimiento o algoritmo 60 determina si el segundo calentador necesita energía en el diamante 72. Si el segundo calentador necesita energía, se crea un bucle de regreso al diamante 64, que continúa hasta que el primer o el segundo calentador necesitan energía. Debe apreciarse que durante este circuito ninguno de los calentadores recibe alimentación, que es un tiempo de consumo de corriente relativamente pequeño, lo cual es deseable para reducir la carga general en la fuente de alimentación residencial o comercial asociada.

35 Cuando el segundo calentador necesita energía, según se determina en relación con el diamante 72, el procedimiento o algoritmo 60 determina si el primer calentador se está alimentando actualmente en el diamante 74 o no. Si el primer calentador se alimenta como se determina en el diamante 74, el algoritmo 60 vuelve al diamante 72 para determinar si el segundo calentador todavía necesita energía. El bucle entre el diamante 72 y el diamante 74 continúa hasta que el segundo calentador necesita energía y el primer calentador ya no se alimenta. Por lo tanto, se debería ver que el procedimiento o algoritmo 60 evita que los dos calentadores se calienten al mismo tiempo y solo alimenta cada calentador durante el tiempo que necesita ser alimentado.

45 Cuando el primer calentador ya no se alimenta y el segundo calentador necesita energía, como se determina en los diamantes 72 y 74 de conexión, el procedimiento o algoritmo 60 hace que el calentador número dos se alimente de acuerdo con su secuencia PWM como se ve en el bloque 76. Si el sistema no ha completado su calentamiento de fluido, como se determinó en el diamante 70, se crea un bucle de regreso al diamante 72, que se repite hasta que el segundo calentador ya no necesita energía o el sistema ha completado su calentamiento de fluido. Si ninguno de los calentadores ya requiere energía, como se determina en el diamante 70, el procedimiento o algoritmo 60 termina como se ve en el óvalo 78.

50 La figura 7B ilustra un procedimiento similar al del procedimiento 60 de la figura 7A. Aquí, sin embargo, el procedimiento 160 permite que el primer y el segundo calentadores funcionen en una relación maestro/delegado. Aquí, el calentador principal se utiliza para cualquier necesidad de la unidad 24 de preparación de dializado, la unidad 26 de desinfección y la unidad 30 de administración (por ejemplo, la máquina de PD/HD/HDF/CRRT), que está conectado al paciente y entrega líquido a una temperatura precisa. El calentador delegado se asigna a la unidad 22 de purificación de agua, para la cual el control preciso es menos crítico. Debe apreciarse que se puede proporcionar una unidad 26 de desinfección separada para cada máquina 30 de PD/HD/HDF/CRRT y la unidad 22 de purificación de agua mediante sus propios calentadores (y/u ozono o productos químicos). En tal caso, el calentador maestro satisfaría las necesidades de una primera unidad 26 de desinfección para la máquina 30 PD/HD/HDF/CRRT, mientras que el calentador delegado se usaría para desinfectar la unidad 22 de purificación de agua.

La unidad 22 de purificación de agua funciona de manera óptima a temperaturas más altas, pero no requiere un control tan preciso porque no tiene conexión directa con el paciente. Como se ve en la figura 7B, el calentador principal se

deja calentar cuando sea necesario. En lugar de esperar a que el calentador delegado termine de calentar antes de que comience el calentador maestro, el sistema 10 ordena al calentador delegado que detenga el calentamiento. El calefactor delegado deja de calentar y el calefactor principal vuelve a calentar. Cuando el calentador maestro está terminado, el sistema 10 permite que el calentador delegado se caliente nuevamente si es necesario, hasta el momento en que el maestro necesita calentar nuevamente, haciendo que el sistema 10 apague el calentador delegado, y así sucesivamente.

El procedimiento o algoritmo 160 de la figura 7B comienza en el óvalo 162 y en el rombo 164 determina si el calentador principal necesita energía. Si es así, el algoritmo 160 elimina la energía del calentador delegado si se está calentando, como se ve en el bloque 166 y alimenta el calentador maestro como se ve en el bloque 168 (por ejemplo, para un segmento de tiempo PWM). Un bucle entre el diamante 164, el bloque 166 y el bloque 168 continúa hasta que el calentador principal ya no necesita energía como se determina en el diamante 164. A continuación, el algoritmo 160 determina si el calentador delegado necesita energía en el diamante 170. Si es así, el algoritmo 160 alimenta el calentador de delegados en el bloque 172 (por ejemplo, para un segmento de tiempo PWM). En lugar de retroalimentar al diamante 170 para determinar si el calentador delegado aún necesita alimentación, el procedimiento 160 vuelve al diamante 164 para determinar si el calentador mater necesita energía. Si es así, el bucle entre el diamante 164, el bloque 166 y el bloque 168 comienza de nuevo y continúa hasta que el calentador maestro ya no necesita energía como se determina en el diamante 164. Por lo tanto, el calentamiento del calentador delegado se interrumpe como se ve en el bloque 166. El bucle entre el diamante 164, el diamante 170 y el bloque 172 continúa hasta que el calentador delegado ya no necesita energía, como se determina en el diamante 170. Luego, el procedimiento 160 del sistema 10 determina si el sistema debe cerrarse en el de diamante 174. Si es así, el procedimiento 160 termina como se ve en el óvalo 176. Si no, todo el procedimiento se inicia nuevamente en el diamante 164.

Refiriéndonos ahora a la figura 8, El procedimiento o algoritmo 80 ilustra un procedimiento o algoritmo alternativo adicional para controlar los ciclos de trabajo del primer y segundo calentadores de un tratamiento médico de fluidos, como un tratamiento de diálisis, de modo que el consumo total de energía en un momento dado no exceda el consumo de energía nominal máximo para el sistema eléctrico derivado del paciente (residencial o comercial). El procedimiento o algoritmo 80 comienza en el óvalo 82, y un primer calentador del sistema de fluido médico se alimenta durante un período de tiempo predeterminado (de acuerdo con su secuencia PWM) como se ve en el bloque 84. Si el ciclo de trabajo total de ambos calentadores es inferior al cien por ciento (por ejemplo, el primer calentador tiene un ciclo de trabajo del cincuenta y nueve por ciento encendido y el segundo calentador tiene un ciclo de trabajo del cuarenta por ciento), El procedimiento o algoritmo 80 puede distribuir parte o la totalidad del tiempo de apagado disponible y consumir una cantidad predeterminada del tiempo de apagado (sin energía para ninguno de los calentadores) en este punto del procedimiento 80, como se ve en el bloque 86.

Luego, el procedimiento o algoritmo 80 alimenta un segundo calentador del sistema de fluido médico durante un período de tiempo predeterminado (de acuerdo con su secuencia PWM) como se ve en el bloque 88. Si el ciclo de trabajo total de ambos calentadores es inferior al cien por ciento, el procedimiento o algoritmo 80 puede distribuir parte o la totalidad del tiempo de apagado disponible y consumir una cantidad predeterminada del tiempo de apagado (sin energía para ninguno de los calentadores) en este punto del procedimiento 80, como se ve en el bloque 90.

En el diamante 92, el procedimiento o algoritmo 80 determina si continuará el calentamiento (si se completa el calentamiento del fluido). Si es así, los pasos tomados en los bloques 84 a 90 se repiten hasta que ya no se requiera calentamiento, como se determina en el diamante 92, momento en el que finaliza el procedimiento o algoritmo 80, como se ve en el óvalo 94.

Los procedimientos o algoritmos 60, 160 y 80 de las figuras 7A, 7B y 8 son particularmente adecuados para casos en los que el ciclo de trabajo total (ciclos de trabajo combinados del primer y segundo calentadores) es menor o igual al cien por ciento. Es decir, el porcentaje de tiempo que se enciende el primer calentador más el porcentaje de tiempo que se enciende el segundo calentador es menor o igual al cien por cien. En tal caso, los procedimientos o algoritmos 60, 160 y 80 aseguran que el calentamiento de un calentador no se solape con el calentamiento del segundo calentador. En consecuencia, la energía o corriente consumida debido al calentamiento del sistema de fluido médico nunca es mayor que la energía total o la corriente consumida por cualquiera de los calentadores tomados solos.

Debe apreciarse que si tres calentadores (o más) se combinan por menos de un ciclo de trabajo total del cien por ciento, entonces el procedimiento 80, por ejemplo, podría expandirse para controlar tres o más calentadores sin exceder un límite de corriente o energía de la línea de derivación.

La figura 9 ilustra un procedimiento o algoritmo 100 que se emplea cuando el ciclo de trabajo total de ambos calentadores supera el cien por ciento. Este procedimiento o algoritmo intenta minimizar tanto como sea posible el tiempo que los dos calentadores tienen que encenderse simultáneamente. El procedimiento o algoritmo 100 comienza en el óvalo 102 como se ilustra. El primer calentador se alimenta durante un período de tiempo predeterminado, como se ve en el bloque 104. El segundo calentador se alimenta en el instante en que se corta la energía del primer calentador, como se ve en el bloque 106. Por tanto, hasta el bloque 106, no hay superposición en el calentamiento. Luego, el procedimiento o algoritmo 100 determina si el sistema continuará calentando, como se determina en el diamante 108. Si es así, el procedimiento o algoritmo 100 espera el mayor tiempo posible antes de volver a encender el primer calentador en función del ciclo de trabajo del primer calentador. El bucle anterior continúa hasta que se

interrumpe el calentamiento, como se determina en el diamante 108, después de lo cual finaliza el procedimiento o algoritmo 100, como se ve en el óvalo 112.

5 Al esperar tanto tiempo como sea posible en el bloque 110, el procedimiento o algoritmo 100 maximiza la oportunidad de que el ciclo de trabajo del primer calentador debido a un algoritmo de control para ese calentador pueda reducirse entre aplicaciones secuenciales de energía al primer calentador. Si el ciclo de trabajo del primer calentador se reduce, el procedimiento 100 puede esperar una cantidad de tiempo adicional antes de volver a encender el primer calentador, minimizando el tiempo de superposición en que ambos calentadores están encendidos.

10 El procedimiento o algoritmo 100 puede modificarse para satisfacer una relación maestro/delegado entre los calentadores. Aquí, el primer calentador o mater se alimenta según sea necesario. El segundo calentador o el calentador delegado se alimenta durante el tiempo que sea necesario, pero solo si el primer calentador principal no se está calentando. Por lo tanto, el segundo calentador delegado puede estar "privado de energía" durante ciertos períodos. O bien, el procedimiento o algoritmo puede permitir una pequeña cantidad de solapamiento, asegurando que (i) el primer calentador maestro reciba tanta energía como sea necesario y (ii) que la superposición no exceda o exceda excesivamente una corriente o energía nominal de la instalación del paciente o la clínica.

15 Las figuras 5 y 6 anteriores muestran diferentes realizaciones para usar una fuente 14 de alimentación suplementaria en combinación con la energía 12 de derivación para separar y dedicar el primer y segundo calentadores a una de las fuentes de alimentación. Por ejemplo, la figura 5 muestra la energía de derivación dedicada al calentador de suministro de dializado, mientras que el suministro 14 de energía suplementaria está dedicada al calentador para la unidad de purificación de agua. La figura 6 muestra una forma de realización alternativa en la que la energía 12 de la derivación  
20 está dedicada al calentador de purificación de agua, mientras que el suministro 14 de energía suplementaria está dedicada al calentador de suministro de dializado.

Al referirse a la figura 10, el procedimiento o algoritmo 120 ilustra una realización alternativa para incorporar el suministro 14 de energía suplementaria para garantizar que la fuente de alimentación derivada del paciente no esté sobrecargada en el momento en que ambos calentadores deben ser alimentados simultáneamente.

25 El procedimiento o algoritmo 120 comienza en el óvalo 122. El primer y segundo calentadores se alimentan de acuerdo con sus respectivos ciclos de trabajo, como se indica en el bloque 124. En el diamante 126, el procedimiento o algoritmo 120 determina si el consumo de corriente está en o se acerca a un consumo de corriente máximo permitido. Por ejemplo, el procedimiento o algoritmo 120 podría determinar en el diamante 126 si el consumo de corriente es del noventa y cinco por ciento de un consumo de corriente máximo permitido. Si el consumo de corriente no está en o se  
30 acerca al máximo permitido, el procedimiento o algoritmo 120 usa solo la fuente 12 de alimentación de línea, como se ve en el bloque 128. Si el consumo de corriente es igual o se aproxima a un máximo determinado en el diamante 126, el procedimiento o algoritmo 120 usa la energía 12 de línea y el suministro 14 de energía suplementaria, como se ve en el bloque 130. Aquí, la derivación 12 y las fuentes de energía suplementaria 14 se pueden distribuir de acuerdo con cualquier configuración adecuada que se muestra en las figuras 3 a 6.

35 En el diamante 132, el procedimiento o algoritmo 120 determina si el sistema debe continuar calentando. Si no, el procedimiento o algoritmo 120 termina, como se ve en el óvalo 134. Si es así, los pasos que se acaban de describir se repiten hasta que se completa el calentamiento.

40 Con referencia ahora a la figura 11, un gráfico del tiempo de los versos del sorteo actual muestra gráficamente cómo se distribuye la energía al primer y segundo calentadores en una situación en la que el ciclo de trabajo total de ambos calentadores es inferior al cien por ciento. Aquí, existe una brecha g en el tiempo entre cada secuencia de encendido para el primer y el segundo calentador. Aquí, el tiempo total que ambos calentadores están encendidos es menos del cien por ciento del tiempo. En consecuencia, la alimentación del primer y segundo calentadores se separa tanto como sea posible, de modo que el consumo de energía de las fuentes de energía de la línea 12 o derivación 14 tenga un período de descanso antes de la alimentación de cualquiera de los calentadores.

45 En una realización alternativa, el segundo calentador se alimenta en el instante en que se desconecta el primer calentador, creando un intervalo de tiempo mayor g entre el momento en que se enciende el segundo calentador y el momento en que se enciende el primer calentador.

50 Con referencia ahora a la figura 12, el algoritmo 100 de la figura 9 se ilustra gráficamente. Aquí, como ejemplo, ambos calentadores tienen un ciclo de trabajo individual del sesenta por ciento, lo que significa que cada calentador debe estar encendido durante el sesenta por ciento del tiempo total a plena potencia. Por lo tanto, comenzando con cada diez incrementos de tiempo y continuando con dos incrementos de tiempo, la energía total consumida es la suma de la energía necesaria tanto para el primer como para el segundo calentador. Aquí, el segundo calentador se alimenta en el instante en que se corta la energía del primer calentador. En el ejemplo, y suponiendo que los ciclos de trabajo de los calentadores permanecen iguales, el sistema espera cuatro períodos de tiempo antes de volver a encender el  
55 primer calentador, que es el tiempo máximo permitido que el sistema puede esperar antes de volver a encender el primer calentador de acuerdo con el ciclo de trabajo del sesenta por ciento existente del primer calentador.

Si el ciclo de trabajo del primer o segundo calentador se reduce durante este período de espera, la superposición en el calentamiento de ambos calentadores simultáneamente se puede disminuir. Por ejemplo, si después de los primeros

- 5 seis incrementos de tiempo, el ciclo de trabajo del segundo calentador se reduce al cincuenta por ciento, esperar hasta diez incrementos de tiempo para volver a encender el primer calentador permitirá la superposición en el tiempo en que ambos calentadores se calientan simultáneamente en un solo incremento de tiempo. En otro ejemplo, si el ciclo de trabajo del primer calentador en cualquier momento entre el incremento de tiempo seis y el incremento de tiempo diez disminuye, por ejemplo, cambia al cincuenta por ciento, entonces el sistema puede esperar hasta el período de tiempo once antes de volver a encender el primer calentador, reduciendo o posiblemente eliminando (por ejemplo, si el ciclo de trabajo se reduce al cuarenta por ciento) la superposición entre el período de tiempo diez y el período de tiempo doce.
- 10 Debe entenderse que diversos cambios y modificaciones a las realizaciones actualmente preferidas descritas en la presente memoria serán evidentes para los expertos en la materia.

**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema de diálisis (10a, 10b) que comprende:
  - un primer calentador de fluido;
  - un segundo calentador de fluido;
  - 5 una fuente de alimentación principal para alimentar el sistema;
  - una fuente (14) de alimentación suplementaria; y
  - un implementador (32, 50) lógico configurado para usar la fuente de alimentación suplementaria de modo que cuando el primer y el segundo calentadores se alimentan simultáneamente, un consumo de corriente colectivo no excede un consumo de corriente máximo permitido de la fuente de alimentación principal.
- 10 2. El sistema de diálisis de la reivindicación 1, el primer calentador de fluido alimentado a través de la fuente de alimentación principal y el segundo calentador de líquido alimentado a través de la fuente (14) de alimentación suplementaria.
- 15 3. El sistema de diálisis de la reivindicación 1, el primer y segundo calentadores de fluido configurados para ser alimentados por la fuente de alimentación principal cuando el primer y segundo calentadores de fluido no están alimentados simultáneamente, estando el implementador (32, 50) lógico configurado para usar la fuente (14) de alimentación suplementaria cuando el primer y el segundo calentadores de fluido se alimentan simultáneamente.
- 20 4. El sistema de diálisis de la reivindicación 1, el primer calentador de fluido es un calentador maestro de fluido, el segundo calentador de fluido es un calentador de fluido delegado.
5. El sistema de diálisis de la reivindicación 1, el implementador (32, 50) lógico configurado para alimentar el primer y segundo calentadores usando modulación de ancho de pulso.
6. El sistema de diálisis de la reivindicación 1, el primer calentador de fluido configurado para calentar un primer fluido y el segundo calentador de fluido configurado para calentar un segundo fluido diferente.
- 25 7. El sistema de diálisis de la reivindicación 1, el primer calentador de fluido configurado para operar con una unidad (24) de preparación de fluido de diálisis y el segundo calentador de fluido configurado para operar con una unidad (30) de suministro de fluido de diálisis.
8. El sistema de diálisis de la reivindicación 1, que incluye un tercer calentador de fluido, el implementador(32, 50) lógico configurado para usar la fuente (14) de alimentación suplementaria de manera que cuando el primer, segundo y tercer calentadores se encienden simultáneamente, un consumo de corriente colectivo no excede un consumo de corriente máximo permitido para la fuente de alimentación principal.
- 30 9. El sistema de diálisis de la reivindicación 1, el implementador (32, 50) lógico configurado para utilizar la fuente (14) de alimentación suplementaria cuando el consumo de corriente colectiva se acerca a un porcentaje del consumo de corriente máximo permitido para la fuente de alimentación principal.
10. El sistema de diálisis de la reivindicación 1, en el que al menos uno de los calentadores de fluido primero y segundo es un calentador de fluido en línea.
- 35 11. El sistema de diálisis de la reivindicación 1, que comprende además:
  - una unidad (22) de purificación de agua; y
  - una unidad (30) de suministro de líquido de diálisis,
  - en el que el primer calentador de fluido está configurado para funcionar con la unidad de purificación de agua y el segundo calentador de fluido está configurado para funcionar con la unidad de suministro de fluido de diálisis.
- 40 12. El sistema de diálisis de la reivindicación 11, en el que la unidad (30) de suministro de fluido de diálisis incluye el implementador (32, 50) lógico, y en el que el implementador lógico está configurado para controlar tanto la unidad (30) de suministro de fluido de diálisis como la unidad (22) de purificación de agua.
13. Un procedimiento de calentamiento de fluido de diálisis para una terapia de diálisis que emplea calentadores primero y segundo que comprende:
  - 45 hacer que un implementador (32, 50) lógico ejecute instrucciones para complementar una fuente de alimentación principal con una fuente (14) de alimentación separada cuando un límite de consumo de corriente de la fuente de alimentación principal será excedido por un consumo de corriente colectivo por el primer y segundo calentadores.
- 50 14. El procedimiento de calentamiento de fluido de diálisis de la reivindicación 13, lo que incluye hacer que el implementador (32, 50) lógico ejecute instrucciones para complementar la fuente de alimentación principal con la fuente (14) de alimentación separada cuando el consumo de corriente de la fuente de alimentación principal está en el límite de consumo de corriente de la fuente de alimentación principal o se acerca al mismo.

15. El procedimiento de calentamiento de fluido de diálisis de la reivindicación 13, que incluye hacer que el implementador (32, 50) lógico ejecute instrucciones para complementar la fuente de alimentación principal con la fuente (14) de alimentación separada cuando el consumo de corriente de la fuente de alimentación principal es del noventa y cinco por ciento del límite de consumo de corriente de la fuente de alimentación principal.
- 5 16. El procedimiento de calentamiento de fluido de diálisis de la reivindicación 13, que incluye alimentar la fuente de alimentación principal y la fuente (14) de alimentación separada mediante modulación de ancho de pulso.
17. El procedimiento de calentamiento de fluido de diálisis de la reivindicación 13, que incluye alimentar el primer y segundo calentadores de fluido mediante la fuente de alimentación principal cuando el primer y segundo calentadores de fluido no se alimentan simultáneamente y usar la fuente (14) de alimentación separada cuando el primer y el
- 10 segundo calentadores de fluido se alimentan simultáneamente.

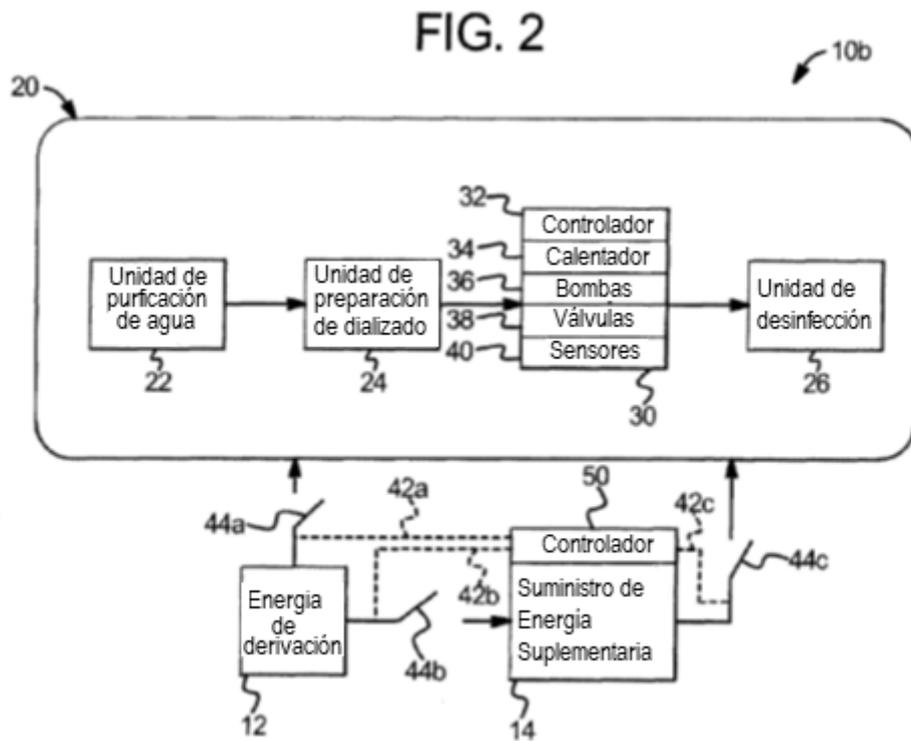
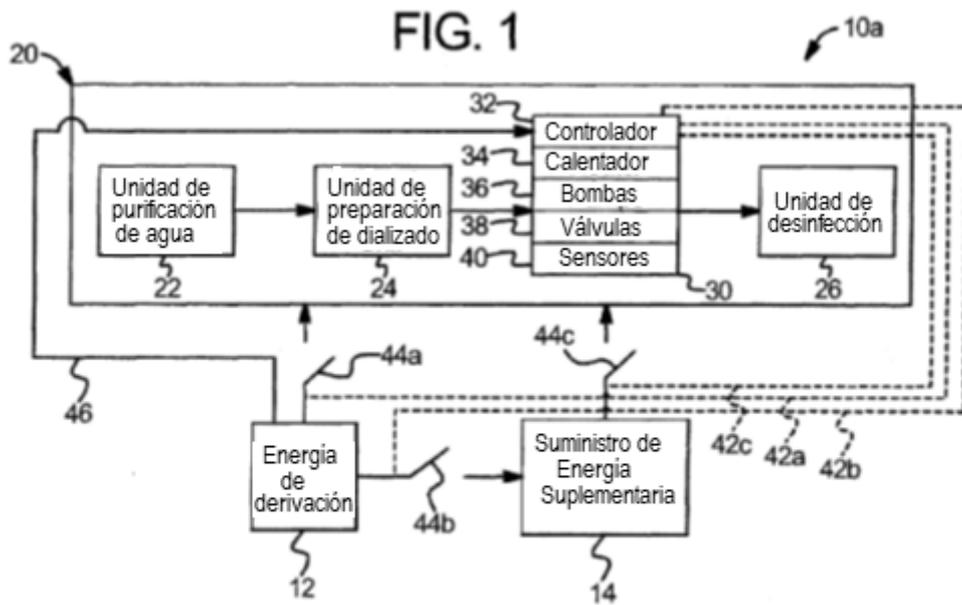


FIG. 3

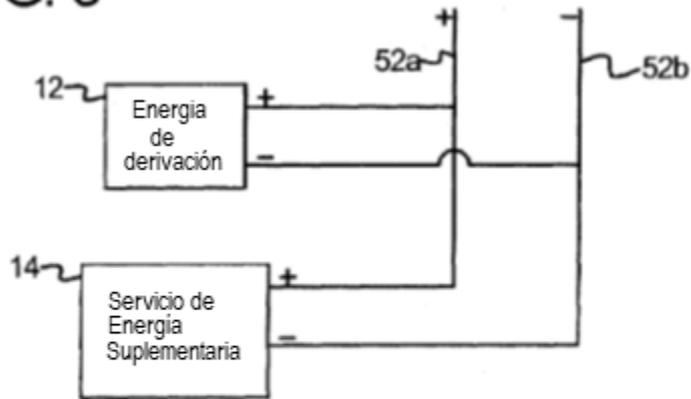


FIG. 4

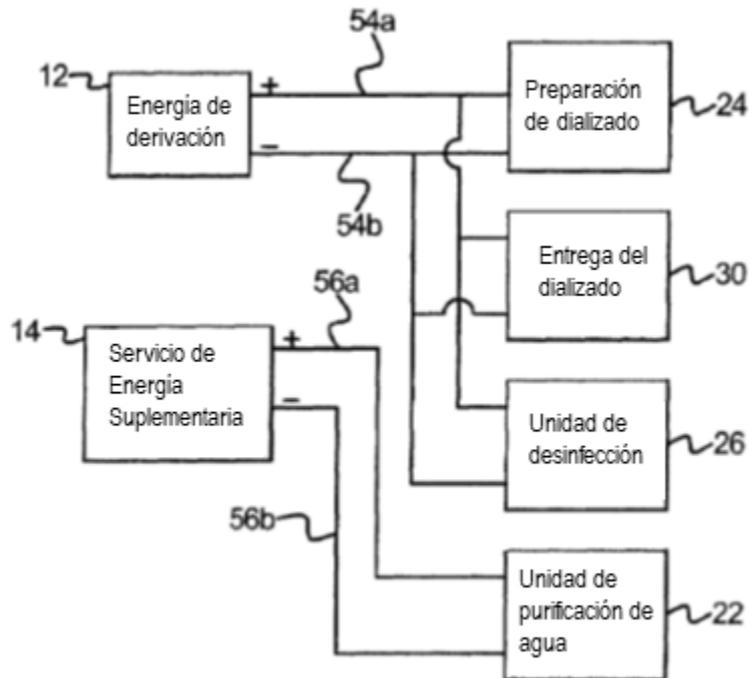


FIG. 5

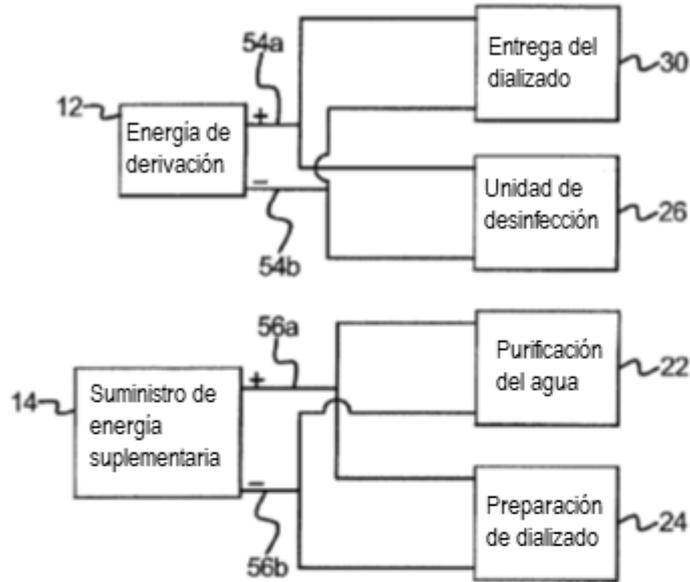


FIG. 6

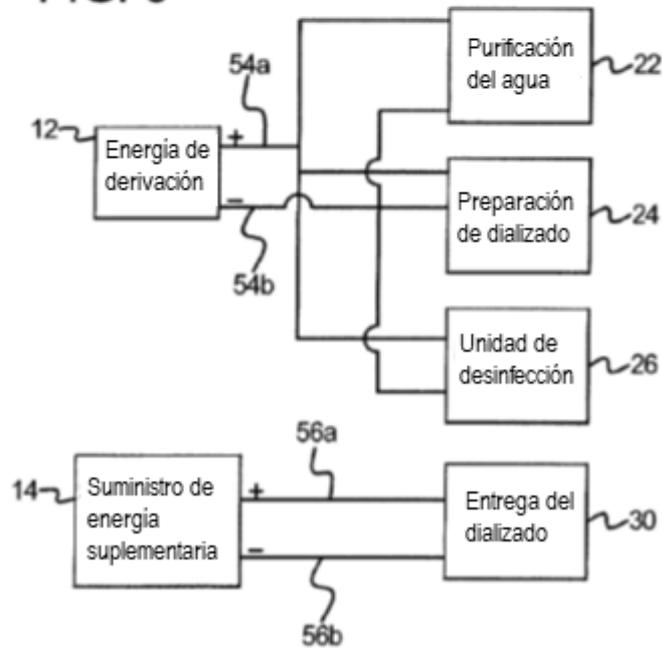


FIG. 7A

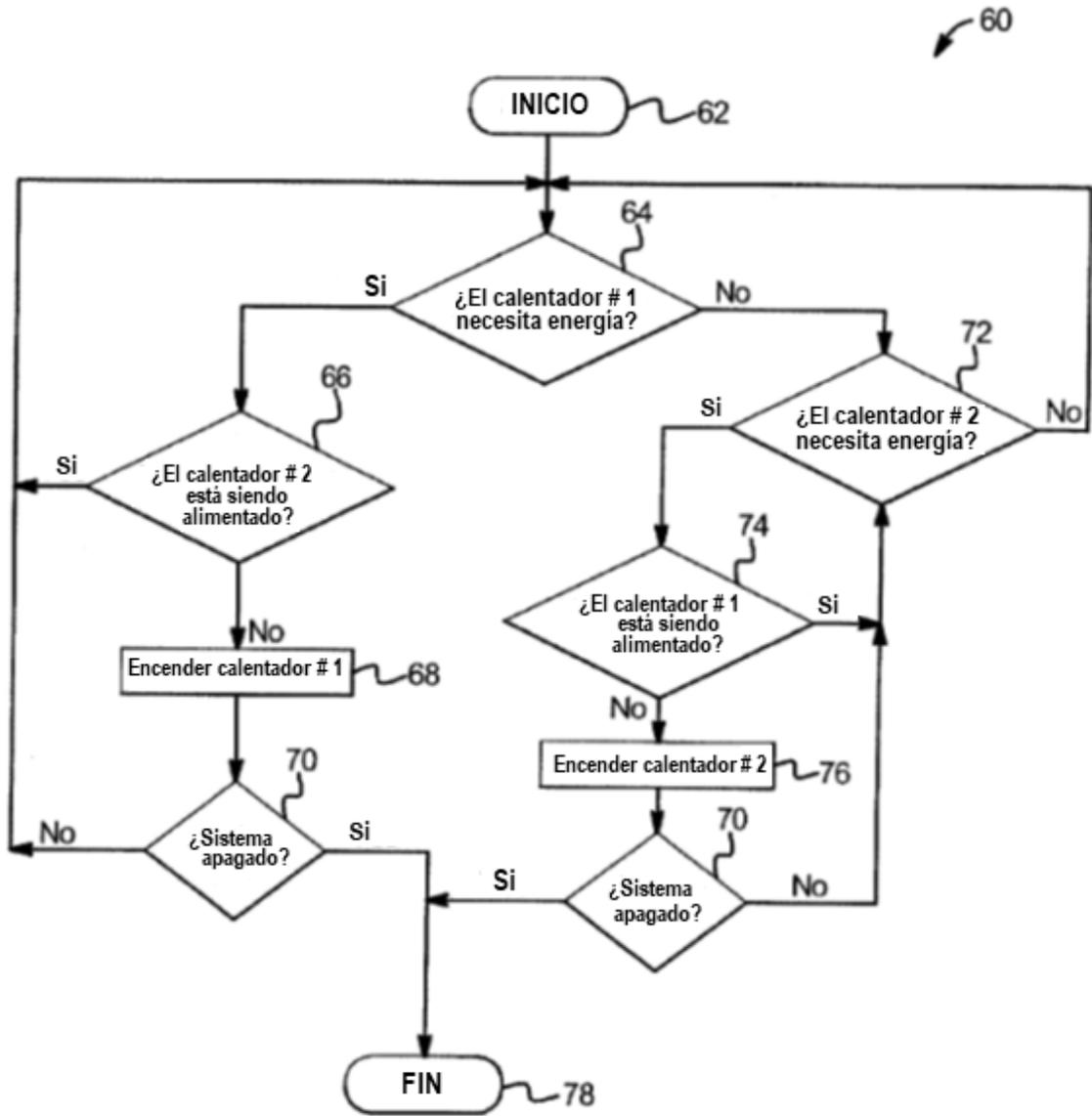


FIG. 7B

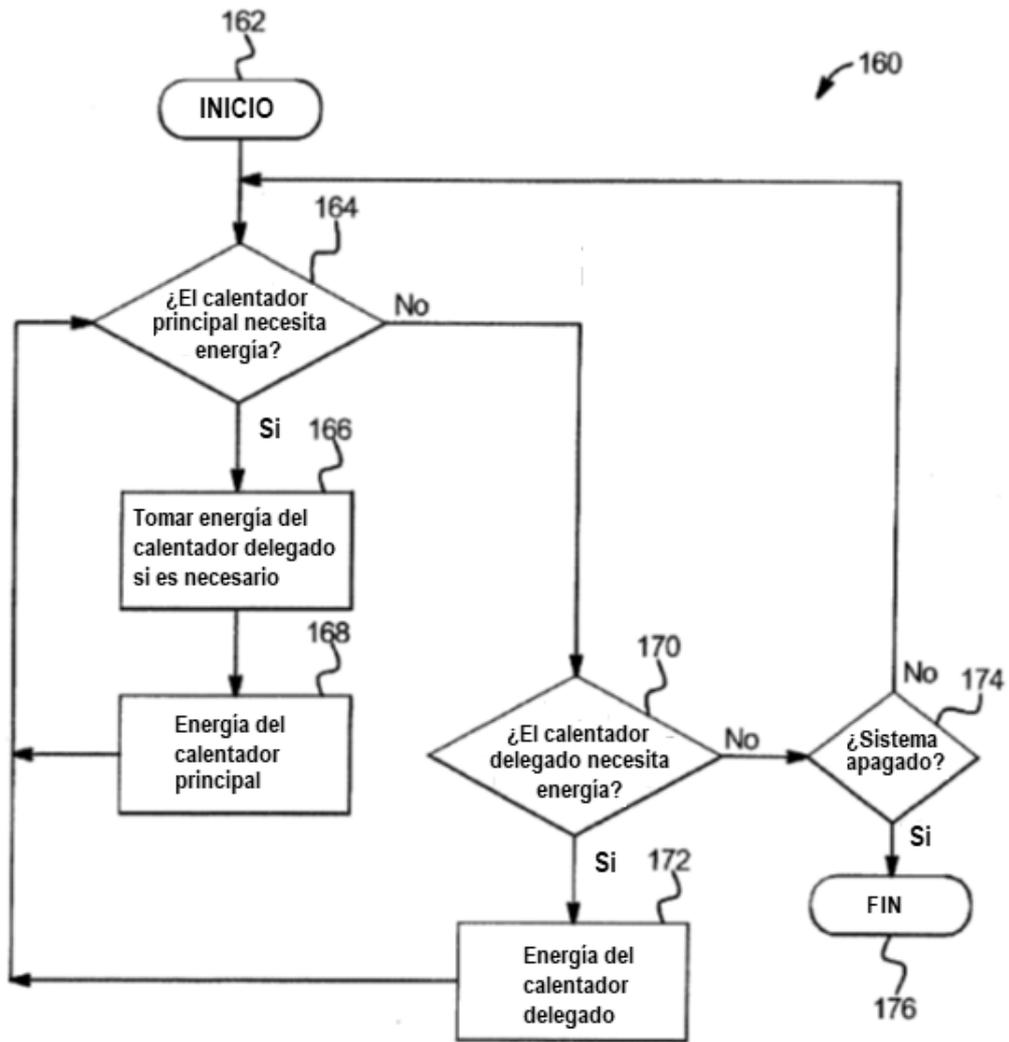


FIG. 8

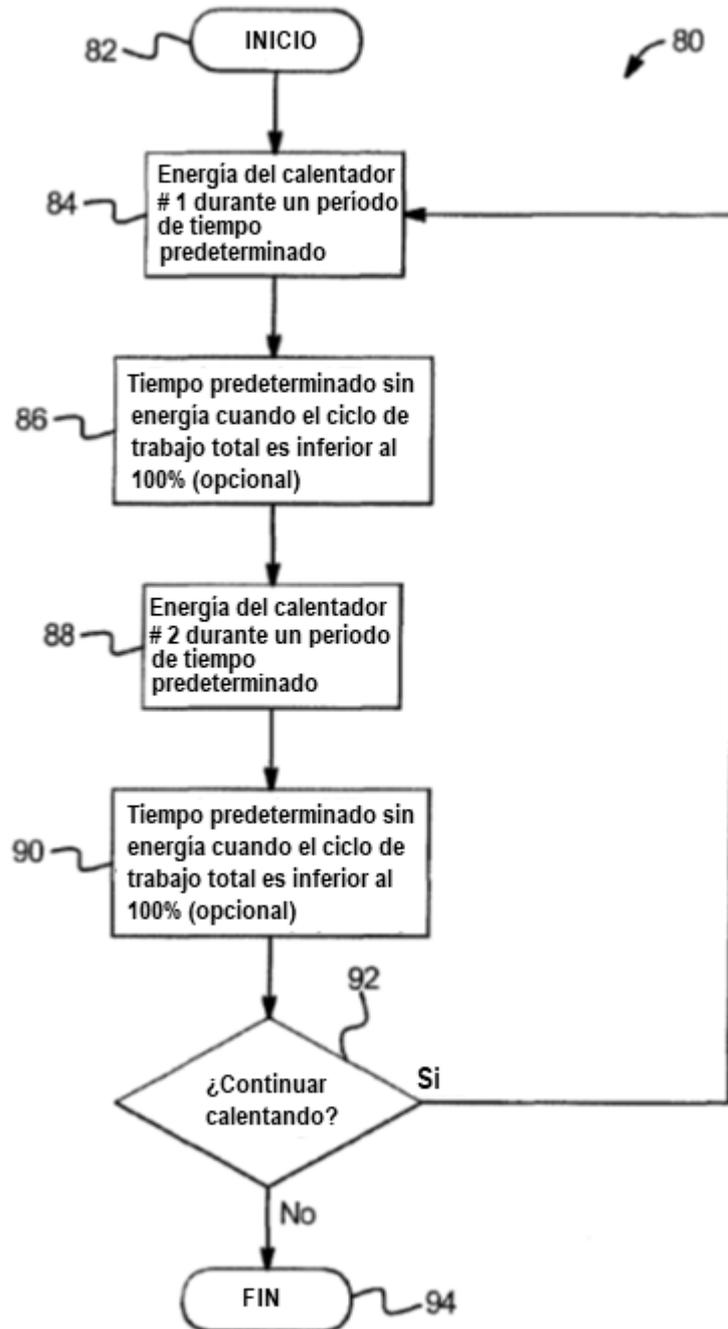


FIG. 9

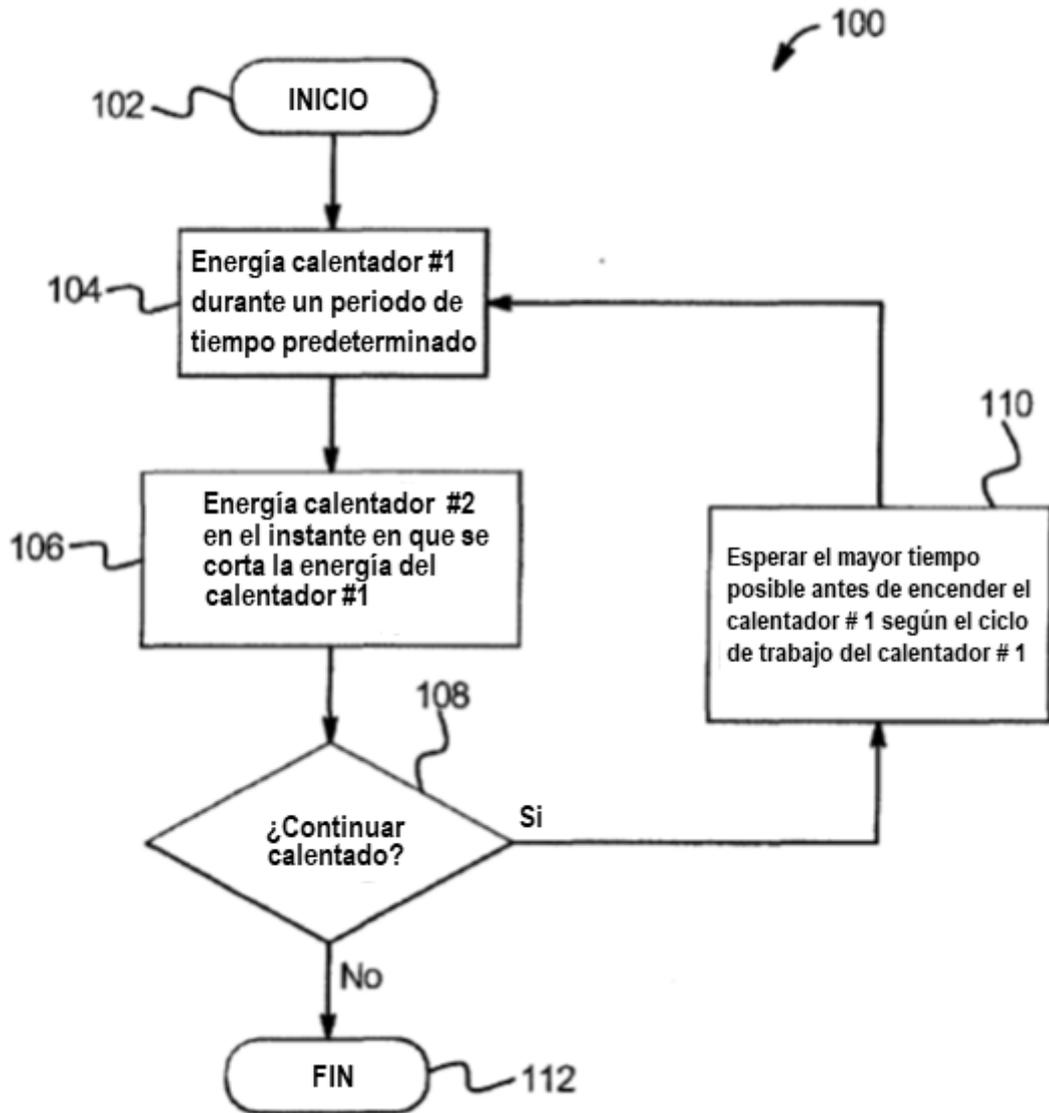


FIG. 10

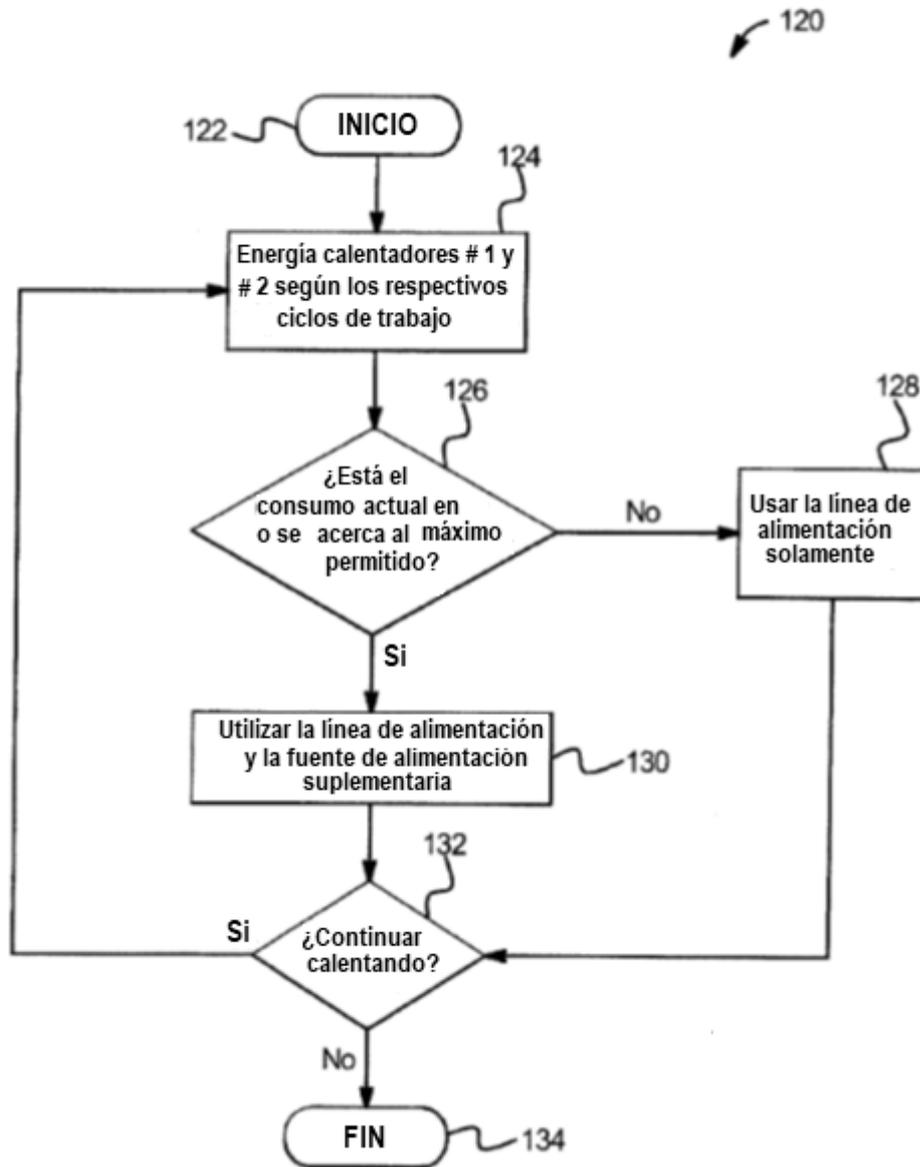


FIG. 11

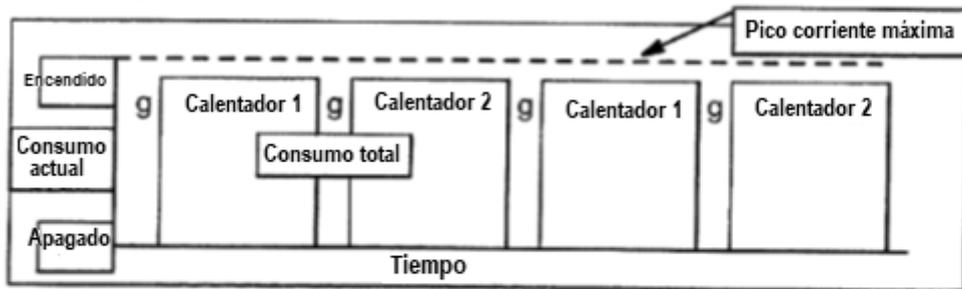


FIG. 12

