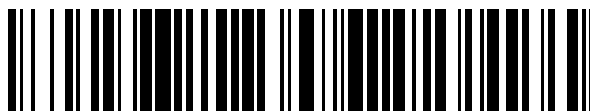


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 378 885**

51 Int. Cl.:
B60R 16/03 (2006.01)
H02P 5/00 (2006.01)
H02J 1/10 (2006.01)
H02J 7/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **04255086 .3**
- 96 Fecha de presentación: **24.08.2004**
- 97 Número de publicación de la solicitud: **1511151**
- 97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.03.2005**

54 Título: **Control de interregulador de múltiples fuentes de alimentación eléctrica**

30 Prioridad:
28.08.2003 US 650617

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
18.04.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
18.04.2012

73 Titular/es:
**C.E. NIEHOFF & COMPANY
2021 LEE STREET
EVANSTON, ILLINOIS 60202, US**

72 Inventor/es:
Patterson, Ciaran J.

74 Agente/Representante:
Ungría López, Javier

ES 2 378 885 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

Control del interregulador de múltiples fuentes de alimentación eléctricas

5 Antecedentes

10 La alimentación eléctrica para vehículos, incluyendo automóviles, camiones y autobuses, se suministra típicamente mediante sistemas de alternador-batería. El alternador se acciona normalmente por medios mecánicos para generar una potencia eléctrica. La potencia de salida del alternador está controlada por un regulador de tensión, que detecta la tensión de salida del alternador y ajusta el campo magnético del alternador o el control de la rectificación para mantener un valor deseado en la tensión de salida del alternador.

15 La alimentación eléctrica para los vehículos se puede usar en tareas duras, aplicaciones de intensidad elevada, tales como el funcionamiento del aire acondicionado del vehículo. En tales aplicaciones, un único alternador puede no producir suficiente potencia eléctrica. Para generar la potencia adicional, se pueden conectar dos o más alternadores en paralelo cuando la carga eléctrica total del sistema excede la capacidad de generación de potencia de un único alternador.

20 Si se requieren dos o más alternadores en un sistema, cada alternador tiene típicamente su propio regulador de tensión. El control de la tensión se realiza por lo tanto independientemente para cada alternador. En este caso, aunque los múltiples alternadores sean idénticos en todos los aspectos, se mantienen presentes en el sistema tensiones diferentes debido a una variedad de factores. Un factor son las diferentes tensiones presentes en el sistema debido al cableado y a las caídas de tensión de la conexión que cambian con la carga eléctrica. Por ejemplo, la localización del alternador dentro del sistema requiere un cableado de interconexión y unos conectores que pueden afectar a la tensión en la salida del alternador. Otro factor son las diferencias en el rendimiento de los alternadores. Por ejemplo, el rendimiento del alternador puede estar afectado por su temperatura de funcionamiento. Las variaciones de temperatura en el sistema pueden dar como resultado que los alternadores funcionen a diferentes temperaturas, dando como resultado de ese modo diferentes rendimientos del alternador. Estas variaciones de temperatura pueden ser debidas a la dinámica del flujo de aire de refrigeración interno o externo o a la proximidad o vecindad de fuentes de calentamiento o refrigeración.

30 Como resultado, cuando tienen lugar cambios en la carga, la parte de la carga eléctrica total suministrada por cada alternador no es predecible o constante. Por el contrario, la inestabilidad del sistema se manifiesta mediante las tensiones de salida inestables y distribución desequilibrada de la carga eléctrica cuando tienen lugar cambios en la carga. Esta inestabilidad es una condición denominada "fluctuación" y se produce porque no es constante la parte de la carga total suministrada por cada alternador individual. Otro efecto no deseable de inestabilidad es que un alternador en el sistema asuma la mayor parte, o potencialmente toda, la carga total del sistema. En tales casos, el alternador sobrecargado puede sufrir fallos prematuros.

40 Se han intentado soluciones al problema de múltiples alternadores. Uno de tales intentos se describe en la Patente de Estados Unidos Nº 5.723.972 (Bartol et ál.) en el que se conectan dos o más alternadores en paralelo a través de una batería y una carga. Un número correspondiente de reguladores de tensión electrónicos controlan individualmente los alternadores, con un regulador que se configura especialmente como el maestro y los otros reguladores se configuran como seguidores para recibir una señal desde el regulador maestro. El regulador maestro sólo detecta la tensión a través de la batería y genera una señal de control maestra para su uso tanto por el regulador maestro como por todos los reguladores seguidores para generar la potencia hacia las cargas eléctricas y mantener la tensión regulada.

50 El documento EP1109310 describe un alternador con dos devanados de salida independientes configurado para generar la potencia necesaria para cada salida. Cada tensión de salida se detecta por el regulador que controla los rectificadores de conmutación.

55 El documento US2003090255 describe un método de control por bus serie para la transmisión de señales entre un controlador maestro y un controlador esclavo asociado con un regulador de potencia.

Lo que se necesita es un mejor control del interregulador de múltiples alternadores.

Sumario

60 De acuerdo con un primer aspecto se proporciona un método de acuerdo con la reivindicación 1.

De acuerdo con un segundo aspecto se proporciona un sistema de acuerdo con la reivindicación 26.

65 El sistema puede incluir múltiples combinaciones de reguladores de tensión - fuentes de potencia eléctrica en las que las fuentes de la potencia eléctrica están conectadas eléctricamente en paralelo. Las fuentes de potencia eléctrica pueden incluir alternadores o células de combustible. Uno de los reguladores puede ser el regulador

- maestro y el o los reguladores restantes puede(n) ser el o los reguladores seguidores. El regulador maestro puede proporcionar señales para su fuente respectiva de potencia eléctrica y producir señales para el o los reguladores seguidores en base a la salida detectada de al menos una fuente de potencia eléctrica y en las características funcionales de al menos una fuente de potencia eléctrica. Un ejemplo incluye que el regulador maestro produce
- 5 señales para los reguladores seguidores en base a la detección de la salida y las características funcionales de su alternador respectivo. Las características funcionales de las fuentes de potencia eléctrica pueden incluir: (1) las características funcionales de diseño, tal como la capacidad de salida; y (2) características funcionales variables, tales como la temperatura ambiente, temperatura de funcionamiento, velocidad y vida operativa acumulada.
- 10 En otro aspecto de la invención, se describe un regulador con la funcionalidad de regulador maestro y la funcionalidad de regulador seguidor combinadas en un único dispositivo regulador universal. En esta forma, se simplifica el diseño y mantenimiento del sistema. En lugar de tener dos reguladores separados, uno para un regulador maestro y otro para un regulador seguidor, se puede usar un único regulador universal. La determinación de si un regulador universal funciona como un regulador maestro o seguidor puede tener lugar antes del
- 15 funcionamiento (tal como mediante el cableado del regulador a través de un interruptor o mediante la programación para funcionar como un regulador maestro o seguidor) o durante el funcionamiento (tal como mediante un proceso de arbitraje entre reguladores para determinar los reguladores maestro y seguidor). Una vez que se ha determinado un regulador maestro, tal como mediante arbitraje, este regulador determinado puede permanecer como regulador maestro durante toda la duración del período de funcionamiento actual. Alternativamente, si este regulador
- 20 determinado no es el regulador maestro durante toda la duración del periodo de funcionamiento actual, otros reguladores del sistema pueden ser el regulador maestro durante al menos una parte del periodo de funcionamiento actual. Los reguladores pueden también alternar entre el estado de maestro y seguidor en base a un ciclo de trabajo predeterminado o condición por defecto. Con este esquema, el punto primario de referencia de tensión para el sistema puede cambiar a puntos diferentes de medición de tensión en el sistema (tal como cada punto posible de
- 25 medición de tensión en el sistema), asegurando de ese modo que la tensión del sistema es, en promedio y a través de un periodo de funcionamiento extendido, regulada en todos los puntos posibles en el sistema.

En otro aspecto más de la invención, el o los reguladores seguidores pueden verificar las instrucciones y comandos enviados desde el regulador maestro. La verificación de las instrucciones se puede basar en la detección por parte del regulador seguidor de la salida de su fuente de potencia eléctrica asociada. La verificación adicional por parte del regulador seguidor se puede basar en las características funcionales de su fuente de potencia eléctrica asociada.

30

En aún otro aspecto más de la invención, se puede usar una herramienta de diagnóstico para evaluar el sistema regulador-alternador. La herramienta de diagnóstico se puede usar tanto durante los ensayos del sistema como durante el funcionamiento.

35

Breve descripción de los dibujos

- La FIG. 1 es un diagrama de bloques de ejemplo de una combinación de regulador de tensión - alternador.
- 40 La FIG. 2 es un diagrama de bloques de ejemplo de múltiples combinaciones de regulador de tensión - alternador como se muestra en la FIG. 1 con los alternadores conectados eléctricamente en paralelo.
- La FIG. 3 es un diagrama de bloques de ejemplo de un único regulador de tensión que controla múltiples alternadores, con los alternadores conectados eléctricamente en paralelo.
- 45 La FIG. 4 es un gráfico del tiempo respecto a la intensidad de salida para dos de los alternadores mostrados en la FIG. 2.
- 50 La FIG. 5 es un diagrama de flujo de ejemplo del funcionamiento de la combinación de múltiples reguladores de tensión - alternadores mostrados en la FIG. 2.
- La FIG. 6 es un diagrama de flujo de ejemplo para la determinación de las señales para el regulador maestro y seguidor en el bloque 74 de la FIG. 5.
- 55

Descripción detallada de la invención

- Volviendo a los dibujos, en los que los números de referencia iguales se refieren a elementos iguales, la FIG. 1 muestra un diagrama de bloques de ejemplo de una combinación de regulador de tensión - alternador. El alternador
- 60 30 es un alternador convencional y puede comprender una bobina de campo 42, devanados 44 y un rectificador 46. La bobina de campo 42 puede se puede suplementar por, o sustituir por, un imán permanente. Los devanados 44 pueden incluir tres devanados de salida de potencia de modo que el alternador sea una máquina trifásica, aunque la presente invención no está limitada a ello. El alternador 30 puede incluir además un rectificador 46 que rectifica las salidas de corriente alterna (c.a.) de los devanados de salida de potencia en corriente continua (c.c.). El rectificador
- 65 46 puede comprender diodos u otros tipos de dispositivos de conmutación. En un alternador que comprenda un imán permanente, el rectificador puede comprender un rectificador controlado de silicio (SCR, del inglés Silicon Controlled

Rectifier). Adicionalmente, el control de salida del alternador puede comprender el control del SCR, como se muestra por la flecha dentro del bloque 46. El alternador 30 produce una potencia de salida en la salida 40 cuando la bobina de campo 42 modula los cambios en el acoplamiento electromagnético dentro de los devanados de salida de potencia 44. Adicionalmente, se puede conectar un dispositivo de almacenamiento de energía, tal como una batería o un condensador, a la salida 40.

El alternador 30 es simplemente un ejemplo de una fuente de potencia eléctrica. Se pueden usar otros tipos de generadores como una fuente de potencia eléctrica. Adicionalmente, se puede usar una célula de combustible como una fuente de potencia eléctrica. La célula de combustible se puede emparejar con un regulador, con el regulador regulando la cantidad de potencia eléctrica generada por la célula de combustible. Específicamente, el regulador puede controlar tanto una válvula como un elemento de calentamiento en la célula de combustible, regulando de ese modo la cantidad de potencia eléctrica generada por la célula de combustible.

El regulador de tensión 10 incluye un procesador 20 y un dispositivo de memoria 22. El procesador 20 y el dispositivo de memoria 22 pueden estar integrados entre sí. Por ejemplo, el procesador 20 y el dispositivo de memoria 22 se pueden alojar en un único dispositivo, tal como un microcontrolador. Alternativamente, el procesador 20 y el dispositivo de memoria pueden ser componentes separados, tal como un microprocesador en combinación con una memoria sólo de lectura. Adicionalmente, el regulador de tensión 10 puede ser un componente separado dentro del vehículo o puede ser parte del sistema controlador del vehículo, tal como un la unidad de control de motor o un supervisor del sistema eléctrico.

El regulador de tensión incluye también una interfaz de acondicionamiento de señales 23 que recibe señales de realimentación analógicas o digitales desde el alternador. Una de estas señales puede ser la tensión de realimentación detectada 34 del alternador. La tensión de realimentación detectada 34 se puede tomar de la tensión de los terminales del alternador a los que se conecta el regulador, como se muestra en la FIG. 1. Alternativamente, la tensión de realimentación detectada se puede tomar en la tensión de los terminales de otros alternadores o en la conexión del dispositivo de almacenamiento de energía (tal como una batería, condensador, etc.). La tensión de realimentación detectada 34, aunque se muestra como una única línea en las FIGS. 1 y 2, puede incluir una única línea para la salida de potencia o puede incluir múltiples líneas que incluyen una salida de potencia y una línea de tierra. Otra entrada a la interfaz de acondicionamiento de señales 23 puede ser la salida 36 recibida desde el alternador. Esta salida 36 puede comprender algunas o todas las características funcionales del alternador. Por ejemplo, la salida 36 puede incluir las características funcionales actuales, tal como la temperatura ambiente actual, la temperatura del funcionamiento actual y la velocidad del alternador 30. Más aún, la salida 36 puede incluir características funcionales de diseño, tales como la capacidad de salida, si la memoria 22 no tiene las características funcionales de diseño almacenadas en ella.

El regulador de tensión 10 incluye además la interfaz de comunicación 24. La interfaz de comunicación 24 permite la recepción de entradas de comunicaciones y el suministro de salidas de comunicaciones del regulador de tensión 10. Por ejemplo, la interfaz de comunicaciones 24 puede incluir una línea de entrada/salida 38 para la comunicación con otros reguladores. Como se explica en la FIG. 2, el regulador puede funcionar como un regulador maestro o un regulador seguidor. Como un regulador maestro, la interfaz de comunicación produce la salida a través de la línea 38 de la señal para controlar al o a los reguladores seguidores. Más aún, como un regulador maestro, la interfaz de comunicación introduce a través de la línea 38 los acuses de recibo por parte del o de los reguladores seguidores por la recepción de la señal. Similarmente, como un regulador seguidor, la interfaz de comunicación introduce a través de la línea 38 la señal desde el regulador maestro y produce la salida de la señal de acuse de recibo a través de la línea 38. Como se muestra en la FIG. 1, la línea 38 es una línea simple, digital o analógica bidireccional. Alternativamente, se puede implementar una estructura de bus bidireccional (paralelo) o una estructura de línea (serie) digital o analógica bidireccional. El regulador de tensión 10 puede incluir además un controlador 26. Para alternadores que tengan un controlador de intensidad incluido, el controlador puede comprender un interruptor, tal como un rectificador controlado de silicio (SCR) o conmutador de la intensidad de campo, para la conexión y desconexión del controlador de intensidad residente en el alternador para el envío de la intensidad a la bobina de campo 42. Alternativamente, el controlador 26 puede comprender un conmutador en el controlador de intensidad para enviar las intensidades a través de la bobina de campo 42. De esta forma, el alternador 30 puede ser sensible individualmente a una señal de control asociada 32 que, siendo interfuncional con la etapa de salida de su regulador de tensión asociado, controla su bobina de campo 42 para la producción de potencia eléctrica.

Los componentes principales dentro del regulador de tensión 10 comunican con el procesador y entre sí bien a través del bus 28 o bien mediante conexión directa (punto a punto). Adicionalmente, pueden estar presentes una variedad de señales en el sistema tales como la tensión, intensidad, frecuencia o amplitud o señales moduladas por ancho de pulsos. Los ejemplos de estas señales mostradas en la FIG. 1 incluyen señales de control 32, tensión de realimentación 34, salida 36 y línea 38. Como se muestra en la FIG. 1, estas señales se representan mediante conexiones cableadas. Alternativamente, una, algunas o todas estas señales se puede sustituir por conexiones inalámbricas. Adicionalmente, las señales, que incluyen la señal de control 32, la tensión de realimentación 34, la salida 36 y la línea 38 pueden ser analógicas o digitales.

Con referencia a la FIG. 2, se muestra un diagrama de bloques de ejemplo de múltiples combinaciones de regulador de tensión - alternador como se muestra en la FIG. 1 con los alternadores conectados eléctricamente en paralelo. Se puede incluir en el sistema cualquier número de combinaciones de regulador de tensión - alternador. Por ejemplo, se pueden incluir en el sistema tan pocas como dos combinaciones o tantas como "N" combinaciones, como se muestra en la FIG. 2. Mientras que los reguladores de tensión 10 se muestran en la FIG. 2 como componentes separados, se pueden situar múltiples reguladores de tensión dentro de una única carcasa o en un único circuito o procesador. Adicionalmente, los alternadores del sistema se pueden conectar a la misma fuente de potencia motriz (tal como a un único cigüeñal) o se pueden conectar a diferentes fuentes de potencia motriz (tal como a cigüeñales separados).

Como se explica con más detalle en la FIG. 5, cada uno de los reguladores de tensión puede actuar como un regulador maestro o como un regulador seguidor. Específicamente, uno de los reguladores de tensión 10 en el sistema se puede designar como regulador maestro y el o los reguladores restantes se pueden designar como el o los reguladores seguidores. La comunicación para determinar qué regulador actúa como maestro y qué regulador o reguladores actúan como seguidores se puede realizar a través de la línea 38. Por ejemplo, un proceso de arbitraje para determinar el regulador maestro se puede realizar a través de la línea 38.

Una vez que se han determinado el regulador maestro y el o los reguladores seguidores, estos se comunican entre sí a través de la línea 38. El regulador maestro puede enviar señales al o a los reguladores seguidores para el control de los alternadores asociados con los reguladores seguidores. Como se explica con más detalle a continuación, la realimentación detectada enviada al regulador maestro y las características funcionales de uno, algunos o todos los alternadores se pueden usar para generar señales para controlar los alternadores. Las señales para el control de los alternadores se pueden basar en una variedad de factores, tales como: (1) el reparto de la carga en proporción a las capacidades de salida de los alternadores; (2) la determinación de la carga en base a la temperatura de uno, algunos o todos los alternadores; (3) la determinación de la carga en base a la eficiencia de uno, algunos o todos los alternadores o (4) la determinación de la carga en base a la vida operativa acumulada de uno, algunos o todos los alternadores. Estas diversas determinaciones se explican posteriormente con respecto a las FIGS. 5 y 6.

Si cada uno de los reguladores seguidores recibe el mismo mensaje, se puede enviar un mensaje de difusión desde el regulador maestro en la línea 38 indicando la contribución de cada alternador. Por ejemplo, el regulador maestro puede formatear el mensaje de difusión como una instrucción que representa un porcentaje de contribución de la salida máxima de los alternadores. La instrucción puede ser una instrucción digital o analógica. Adicionalmente, la instrucción puede incluir un número desde 0 a 100, con 0 significando cero por ciento de contribución de la salida máxima del alternador y 100 significando el 100% de la salida máxima del alternador. O, la inserción puede ser un número que puede significar un porcentaje, tal como en un sistema con 0 a 5 V, en el que una instrucción de 2,5 V indica una contribución del 50%.

Alternativamente, los reguladores seguidores pueden recibir diferentes mensajes desde el regulador maestro. En un aspecto, el regulador maestro puede enviar una serie de mensajes, incluyendo cada mensaje un campo de dirección. Los reguladores seguidores pueden revisar el campo de dirección para determinar si el mensaje específico está dirigido al regulador seguidor particular. En un segundo aspecto, el regulador maestro puede enviar un mensaje difundido que incluye una tabla de búsqueda. La tabla de búsqueda contiene una lista de reguladores de tensión seguidores y la correspondiente contribución de su alternador respectivo. Después de recibir un mensaje desde el regulador de tensión maestro, el o los reguladores seguidores pueden enviar un mensaje de acuse de recibo. Adicionalmente, el mensaje enviado por el regulador maestro puede incluir códigos de fallo que comunican los estados de fallo del regulador maestro. Los códigos de fallo pueden incluir si un eje de alternador no está girando o si un alternador tiene un fallo.

La FIG. 2 muestra además una herramienta de diagnóstico 48. La herramienta de diagnóstico 48 puede comunicar con los reguladores en el sistema mediante la conexión a la línea 38 a través del puerto 49. La herramienta de diagnóstico 48 se puede usar durante el ensayo del sistema regulador-alternador o durante el funcionamiento del sistema regulador-alternador. Más aún, la herramienta de diagnóstico puede ser un dispositivo pasivo durante el ensayo o el funcionamiento del sistema regulador-alternador, tal como simplemente intervenir en la línea 38 y escuchar el tráfico de comunicación en la línea 38. Alternativamente, la herramienta de diagnóstico 48 puede ser un dispositivo activo durante el ensayo del sistema regulador-alternador. Por ejemplo, la herramienta de diagnóstico 48 puede enviar comandos sobre la línea 38 a los reguladores en el sistema para simular el funcionamiento en campo.

La FIG. 2 muestra el funcionamiento en paralelo de múltiples alternadores conectados a al menos una fuente de potencia motriz. Otras operaciones en paralelo de dos o más fuentes de potencia eléctrica, en la que cada fuente de potencia se regula independientemente, pueden existir en una variedad de situaciones. Por ejemplo, la salida eléctrica de dos o más células de combustible se puede operar en paralelo para suministrar potencia a un sistema eléctrico común y cada regulador puede controlar la tensión de salida de la célula de combustible. Las diferencias discretas en el control de tensión pueden tener lugar cuando dos o más dispositivos que generan potencia eléctrica se controlan independientemente. Por ello, las operaciones en paralelo de dos o más fuentes de potencia eléctrica se pueden controlar mediante las enseñanzas de la presente solicitud.

Con referencia a la FIG. 3, se muestra un diagrama de bloques de ejemplo de un único regulador de tensión que controla múltiples alternadores, con los alternadores conectados eléctricamente en paralelo. En lugar de una configuración de regulador de tensión maestro - seguidor, como se muestra en la FIG. 2, se puede usar un único regulador que controle cada uno de los alternadores en el sistema de múltiples alternadores. El regulador de tensión 50 envía una señal a cada uno de los controladores 26, como se muestra en la FIG. 3. El regulador de tensión 50 incluye una funcionalidad similar al regulador de tensión 10, como se muestra en las FIGS. 1 y 2. Específicamente, el regulador de tensión 50 incluye un procesador 20, una memoria 22, una interfaz de acondicionamiento de señales 23, interfaz de comunicación 24 y bus 28. El regulador de tensión 50 incluye además un multiplexor 52 que comunica con múltiples controladores 26. Como se muestra en la FIG. 3, el regulador de tensión 50 se representa mediante una línea de puntos para incluir los controladores 26. El regulador de tensión 50, incluyendo los controladores 26, se puede situar dentro de un único dispositivo, tal como un circuito integrado simple. Alternativamente, los controladores 26 se pueden situar físicamente de modo separado del resto de los reguladores de tensión 50. Por ejemplo, los controladores 26 en la FIG. 3 se pueden situar próximos a los alternadores 30.

Como se ha explicado anteriormente con respecto a la FIG. 1, el controlador 26 puede comprender un conmutador si la generación de intensidad reside en el alternador 30. Alternativamente, el controlador 26 puede comprender un conmutador en combinación con un generador de intensidad. El multiplexor 52 se puede conectar a cada uno de los controladores 26 a través de conexiones eléctricas separadas, como se muestra en la FIG. 3. En esta forma, el regulador de tensión 50 puede controlar cada controlador 26 individualmente. Alternativamente, el multiplexor 52 puede sustituirse con una única línea de control entre el bus 28 y los controladores 26. La línea de control única se puede usar en cada uno de los controladores 26 al unísono. Adicionalmente, el regulador de tensión 50 puede recibir la tensión de realimentación 34 y las salidas 36 (tales como la temperatura ambiente, temperatura de funcionamiento, velocidad, etc.) para cada alternador 30 a través de la interfaz de acondicionamiento de señales 23.

Con referencia a la FIG. 4, se muestra un gráfico del tiempo en relación a la intensidad de salida para dos de los alternadores mostrados en la FIG. 2. Como se muestra en la figura, la SALIDA1 para el alternador 1 y la SALIDA2 para el alternador 2 suman la SALIDA TOTAL. Debido al control común de los alternadores, las salidas de los alternadores respectivos son constantes y predeterminadas, como se muestra por la salida constante de la SALIDA1 y la SALIDA2. Entre el tiempo t1 y el t2, el regulador de control maestro ha conmutado la relación para las salidas de cada uno de los alternadores. Sin embargo, como se muestra en la FIG. 4, la SALIDA TOTAL ha permanecido constante.

Con referencia a la FIG. 5, se muestra un diagrama de flujo de ejemplo del funcionamiento de las múltiples combinaciones de regulador de tensión - alternador mostradas en la FIG. 2. Como se muestra en el bloque 60, se conecta un regulador. En un aspecto de la invención, cada regulador puede ser un regulador maestro o un seguidor. En este aspecto, los reguladores se pueden comunicar entre sí para determinar qué regulador es el regulador maestro. Como se ha explicado anteriormente, la determinación de si un regulador específico es un maestro o un seguidor se puede determinar previamente a la conexión, tal como un conmutador cableado o un comando de software que configure al regulador para ser un maestro o un seguidor. Alternativamente, la determinación de si un regulador específico es un maestro o un seguidor se puede determinar dinámicamente después de la conexión. En cualquier configuración, los reguladores se comunican entre sí para informar o decidir qué regulador es el regulador maestro.

Un método de determinación dinámica es a través de un proceso de arbitraje. Los reguladores pueden decidir, a través de la señalización entre ellos mismos, qué regulador es el maestro y qué regulador o reguladores es/son seguidores. En el caso en que el proceso de arbitraje determine si un regulador es un maestro o un seguidor, el regulador después de la conexión, envía una señal a través de la línea 38 a los otros reguladores para determinar si hay otros reguladores en funcionamiento, como se muestra en el bloque 62. Si no hay ningún otro regulador en funcionamiento, al regulador controla su alternador asociado en un modo independiente, como se muestra en el bloque 64. El regulador puede realizar comprobaciones periódicas para determinar si se ha conectado otro regulador mediante la vuelta atrás en el bucle del bloque 62.

Si hay otro regulador funcionando en el sistema, los reguladores pueden arbitrar cuál será el regulador maestro, como se muestra en el bloque 66. Este arbitraje se puede determinar en una variedad de formas. Una forma es incluir un número aleatorio o generador de números aleatorios en cada uno de los reguladores. Después de que un regulador detecte otros reguladores en el sistema, puede accederse al número aleatorio. Alternativamente, el generador de números aleatorios puede generar un número aleatorio dinámicamente. El regulador puede entonces esperar durante un período de tiempo en base al número aleatorio, después de lo cual puede difundir que él es el regulador maestro si el regulador no ha recibido una difusión similar previamente a ese punto. Por ejemplo, el número aleatorio puede generarse entre 0 y 10.000. El número aleatorio se multiplica por el tiempo de transmisión de una señal entre reguladores. Por ejemplo, si el tiempo de transmisión es 0,001 segundos y el número aleatorio es de 152, el tiempo de espera es 0,152 segundos. De esta forma, si otro regulador tiene el número aleatorio 153, la diferencia en los tiempos de espera es de al menos 0,001, evitando así una posible colisión de señales. Después del tiempo de espera, el regulador puede transmitir un mensaje de difusión a otros reguladores en el sistema declarando que es el regulador maestro. Este método de "sorteo rápido" permite que el primer regulador envíe el mensaje de difusión para declararse a sí mismo el regulador maestro.

Otro método de arbitraje es seleccionar el regulador maestro en base a la localización, tal como el regulador más cercano al punto deseado de regulación de tensión. En este esquema, los reguladores (aún no arbitrados como maestros o seguidores) envían inicialmente el valor de tensión medido en el alternador u otro punto al que estén conectados. El valor medido más alto para cada alternador individual o regulador sugiere la proximidad más cercana al paquete de baterías o dispositivo de almacenamiento y este regulador por lo tanto “gana” el proceso de arbitraje y se designa como el regulador maestro. Este esquema tiene el beneficio de que el regulador maestro se arbitra como el regulador más cercano al paquete de baterías y por lo tanto la tensión que mide puede ser la más apropiada para el control de la tensión del sistema deseada globalmente. Alternativamente, se puede seleccionar el regulador que mide la tensión más baja como regulador maestro para asegurar que incluso la tensión medida más baja del sistema está por encima de un nivel predeterminado.

En aún otro método de arbitraje, se puede usar un proceso matemático o estadístico para arbitrar y seleccionar un regulador maestro en base a las tensiones medidas de modo que se pueda seleccionar como maestro el regulador con la tensión más cercana a la tensión media, mediana o de moda de todas aquellas medidas. Esto tiene el beneficio de que el sistema puede configurarse automáticamente para regular la tensión de media, mediana o moda del sistema global. Cualquiera de estos esquemas de arbitraje en base a tensiones se puede incrementar adicionalmente mediante la suma de un esquema de número aleatorio para arbitrar entre reguladores que midan la misma tensión en su esquema de arbitraje por tensión individual.

Una vez que ha tenido lugar el arbitraje el regulador maestro puede permanecer como maestro durante la duración del período actual de funcionamiento, es decir, hasta que la potencia eléctrica o mecánica del sistema se elimina o se convierte en inutilizable.

Alternativamente el regulador maestro puede permanecer como maestro durante un periodo de tiempo predeterminado o hasta que se cumple un conjunto predeterminado de condiciones en cuyo punto el proceso de arbitraje se repite y se puede seleccionar un nuevo regulador maestro o el regulador maestro comanda a un regulador seguidor para que se convierta en el regulador maestro. Cuando se usan tensiones para la determinación del arbitraje, el regulador maestro y por lo tanto el punto primario de referencia de tensión para el sistema eléctrico puede en promedio desplazarse a cada punto disponible del regulador de tensión del sistema. Esto tiene el beneficio de que si el regulador maestro se arbitra para que sea el regulador más lejano al punto deseado de regulación de tensión global del sistema, esta situación no es dominante durante todo el periodo de funcionamiento. Las condiciones exactas bajo las que un regulador maestro puede forzar el rearbitraje y convertirse en seguidor se pueden adecuar para adaptarse a los requisitos de cada aplicación individual.

Después de esto, el funcionamiento del regulador depende de si el regulador es un maestro o seguidor, como se muestra el bloque 68. El regulador maestro puede funcionar típicamente mediante el uso de una fuente de intensidad controlada en tensión para forzar a que aparezca una tensión fija en la salida de su alternador asociado. El circuito de control en el procesador 20 del regulador maestro supervisa o detecta la tensión de salida, como se muestra en el bloque 70. Como se ha explicado anteriormente, la realimentación detectada se puede tomar en cualquier punto dentro del sistema, tal como en la salida del alternador asociado con el regulador maestro, una salida de otro alternador o la salida del dispositivo de almacenamiento.

En base a la tensión detectada, el circuito de control en el regulador maestro puede determinar una señal de control para la fuente de intensidad (como se requiera por la carga) para mantener la tensión de salida del alternador en el valor deseado, como se muestra en el bloque 72. La tensión de salida para el alternador se puede controlar usando un bucle de realimentación, que puede requerir compensación para asegurar la estabilidad del bucle. Adicionalmente, el regulador maestro puede requerir una cantidad finita de tiempo para corregir la tensión de salida después de un cambio en la demanda de intensidad de carga. Por ejemplo, la demanda de intensidad para los alternadores puede cambiar, tal como mediante el encendido del aire acondicionado, requiriendo que el regulador ajuste la intensidad de salida de los alternadores. Este retardo de tiempo define la característica denominada respuesta transitoria, que es una medida de cuán rápidamente vuelve el regulador a condiciones de estado estables después de un cambio de carga.

Un ejemplo es una señal de control que significa un porcentaje de tiempo de conexión para su alternador asociado. Específicamente, el circuito de control para el regulador puede producir una señal de control entre 0 y 5000. Los valores en este intervalo representan el tiempo de conexión normalizado para un regulador. Un valor de 3000 para una señal de control indica que el circuito de control en el regulador maestro determina que su alternador asociado produce para conectar el alternador el 60% del tiempo.

La señal de regulación para el alternador asociado con el regulador maestro se genera como se muestra en el bloque 76. Como se explica con más detalle en la FIG. 6, la señal de regulación puede ser la señal de control generada por el regulador maestro. Alternativamente, la señal de control puede ser modificada en base a la(s) característica(s) funcional(es) de uno, algunos o todos los alternadores.

Se generan también la señal o señales para el o los reguladores de tensión, como se muestra en el bloque 78. Como se explica con más detalle en la FIG. 6, la señal o señales para los reguladores seguidores pueden ser la

señal de control o se pueden basar en la señal de control. Por ejemplo, la señal de control se puede normalizar y la señal de control normalizada se puede enviar a los reguladores seguidores. Como otro ejemplo, la señal de control se puede modificar en base a las características funcionales de uno, algunos o todos los alternadores y la señal de control modificada se puede enviar a el o los reguladores seguidores. Si el regulador maestro modifica la señal de control en base a la(s) característica(s) funcional(es) del alternador asociado con el regulador maestro, el regulador maestro puede recibir la(s) característica(s) funcional(es) a través de la línea 36. Más aún, si el regulador maestro modifica la señal de control en base a la(s) característica(s) funcional(es) del alternador asociado con un regulador seguidor, el regulador maestro puede recibir estas características funcionales por medio del regulador seguidor a través de la interfaz de comunicaciones 24. Después de lo cual, se envían las señales a los reguladores seguidores, como se muestra en el bloque 76.

El regulador maestro puede recibir un acuse de recibo desde el o los reguladores seguidores. El acuse de recibo puede indicar si el o los reguladores seguidores han implementado la señal del regulador maestro o si el o los reguladores seguidores están funcionando en un modo independiente.

Como un regulador seguidor, el regulador seguidor recibe la señal desde el regulador maestro sobre la interfaz de comunicaciones, como se muestra en el bloque 82. Si el regulador seguidor no recibe la señal desde el regulador maestro, el regulador seguidor puede funcionar en un modo independiente, como se explica a continuación. Por ejemplo, si el regulador seguidor no recibe la señal dentro de un tiempo predeterminado, el regulador seguidor puede asumir que el regulador maestro ha funcionado incorrectamente o que las comunicaciones entre el regulador maestro y el seguidor se han cortado. Si esto sucede, el regulador seguidor funciona independientemente de otros reguladores en el sistema.

Después de recibir la señal desde el regulador maestro, el regulador seguidor puede a continuación acusar recibo de la señal, como se muestra en el bloque 84. Adicionalmente, el regulador seguidor puede determinar las características funcionales del alternador asociado con el regulador seguidor, como se muestra en el bloque 86.

El regulador seguidor puede determinar si la señal de comando para el regulador de tensión seguidor es apropiada para su alternador respectivo, como se muestra en el bloque 88. En una realización, el regulador seguidor no acepta simplemente el comando del regulador de tensión maestro. Por el contrario, el regulador seguidor revisa el comando para determinar si es aceptable para el funcionamiento de su alternador asociado de tal forma. De esta manera, el regulador seguidor puede verificar independientemente que el comando desde el regulador maestro está dentro de parámetros aceptables. Una forma es que el regulador seguidor detecte la salida de su alternador asociado a través de la línea 34. De modo similar al regulador maestro, el regulador seguidor puede usar los circuitos de control para generar una señal de control. El comando del regulador maestro se puede comparar con la señal de control generada por los circuitos de control del seguidor. Si el comando está fuera de unas pautas predeterminadas, el comando se puede rechazar. Así, en base a la realimentación detectada, al regulador seguidor puede verificar independientemente que el comando desde el regulador maestro es aceptable. Por ejemplo, si los alternadores se conectan en combinación con una batería de 24 V, la tensión de salida detectada desde el alternador seguidor es menor de 24 V y el comando desde el regulador maestro es para reducir la salida de intensidad de los alternadores, el regulador seguidor puede rechazar este comando. Específicamente, el regulador seguidor puede determinar que, en base a la realimentación detectada, se requiere un incremento en la intensidad de salida del alternador. Otra forma de verificación es mediante el examen de las pautas de funcionamiento de diseño del alternador asociado. Típicamente, un alternador tiene unas pautas de funcionamiento establecidas en base a sus características funcionales. Por ejemplo, el alternador puede incluir una salida permisible máxima en base a la temperatura (temperatura ambiente y/o del alternador), velocidad, etc. Estas pautas de funcionamiento para el alternador pueden estar la forma de una tabla de búsqueda y almacenadas en la memoria 22 del regulador de tensión seguidor. En base a las características funcionales del alternador, el regulador seguidor puede determinar si la señal enviada desde el regulador maestro está dentro de las pautas de funcionamiento establecidas. Por ejemplo, si el regulador maestro comanda que el regulador seguidor envíe una señal de control a su alternador asociado para funcionar al 100% de salida y, en base a la velocidad actual y la temperatura del alternador, las pautas de funcionamiento establecidas proporcionan que el 75% es la salida máxima permisible, el regulador seguidor puede rechazar el comando del regulador maestro y funcionar en un modo independiente.

Si la señal enviada desde el regulador maestro no es aceptable, el regulador seguidor puede funcionar entonces independientemente, como se muestra en el bloque 90. En este modo de funcionamiento independiente, el regulador de tensión, previamente al regulador de tensión seguidor, opera su alternador asociado mediante la detección de la realimentación a través de la línea 34. El regulador de tensión puede recibir adicionalmente características funcionales de su alternador asociado a través de la línea 36. En base a esta entrada, los circuitos de control en el regulador de tensión pueden controlar el funcionamiento del alternador a través de su controlador 26. El regulador de tensión puede notificar al regulador maestro su operación independiente, como se muestra en el bloque 86. Como se muestra en la FIG. 5, una vez que el regulador seguidor funciona en el modo independiente, puede continuar funcionando independientemente. Alternativamente, el regulador seguidor puede continuar recibiendo comandos desde el regulador maestro y aceptar o rechazar los comandos en base a la verificación independiente.

En una realización alternativa, tras la determinación de que la señal desde el regulador maestro no es apropiada, el regulador seguidor puede enviar una señal de comando al regulador maestro que indica que el regulador seguidor se convertirá en el regulador maestro. Alternativamente, o además, el regulador seguidor puede comandar al regulador maestro para controlar su alternador asociado. De esta forma, el regulador seguidor puede compensar un fallo potencial en el circuito de control del regulador maestro.

Si la señal desde el regulador de tensión maestro es aceptable, el regulador de tensión seguidor controla su alternador respectivo en base a la señal y en base a al menos una característica funcional de su alternador asociado, como se muestra en el bloque 92.

Con referencia a la FIG. 6, se muestra un diagrama de flujo de ejemplo para la determinación de las señales para los reguladores maestro y seguidor en el bloque 74 de la FIG. 5. Como precaución, se pueden comprobar las temperaturas de uno, algunos o todos los alternadores para determinar si las temperaturas operativas de los alternadores están por encima del límite máximo, como se muestra en el bloque 100. El regulador maestro puede comprobar las temperaturas de su alternador asociado y los alternadores seguidores, si el regulador maestro recibe los datos de temperatura. Alternativamente, cada regulador (maestro y seguidor(es)) puede comprobar la temperatura de su alternador asociado. Adicionalmente, la comprobación de las temperaturas se puede realizar en cualquier punto cuando se controlan los alternadores.

Alternativamente, se pueden analizar las tendencias de la temperatura de uno, algunos, o todos los alternadores. El análisis de las tendencias se puede basar en las temperaturas más recientes de los alternadores, que se pueden almacenar en la memoria del regulador de tensión maestro. Los análisis de tendencias pueden extrapolarse para determinar si el alternador funcionará fuera de su intervalo establecido o puede determinar si la velocidad de aumento de la temperatura está fuera de límites aceptables. Si una de las temperaturas de los alternadores está por encima de un límite máximo establecido, el alternador se parará, como se muestra en el bloque 102. Alternativamente, en lugar de parar el alternador, el alternador puede funcionar a un porcentaje predeterminado de su capacidad, tal como el 50% de su salida establecida.

Como se muestra en el bloque 104, el regulador de tensión maestro determina los requisitos de intensidad en base al circuito de control en el regulador de tensión maestro. Como se ha explicado anteriormente, el circuito de control genera una señal de control. Dependiendo del modo de funcionamiento, el regulador de tensión maestro puede generar una señal de regulación para su alternador asociado: (1) en base a la señal de control; (2) en base a la señal de control y característica(s) funcional(es) de su alternador asociado o (3) en base a la señal de control y característica(s) funcional(es) de los alternadores en el sistema (incluyendo su alternador asociado). Del mismo modo, dependiendo del modo de funcionamiento, el regulador de tensión maestro puede generar señales para enviar a los reguladores seguidores: (1) en base a la señal de control; (2) en base a la señal de control y característica(s) funcional(es) de su alternador asociado o (3) en base a la señal de control y característica(s) funcional(es) de los alternadores en el sistema (incluyendo su alternador asociado). El regulador seguidor puede generar las señales de regulación para su alternador asociado: (1) en base a la señal desde el regulador maestro o (2) en base a la señal desde el regulador maestro y las característica(s) funcional(es) de su alternador asociado.

El regulador maestro puede determinar el modo de funcionamiento, como se muestra en el bloque 106. Puede haber varios modos de funcionamiento, como se muestra en la FIG. 6, incluyendo el funcionamiento en base a la capacidad de salida máxima de los alternadores, funcionamiento en base a la eficiencia de los alternadores o funcionamiento en base a la vida operativa de los alternadores. Son posibles otros modos de funcionamiento.

El funcionamiento en base a la salida máxima de los alternadores permite la división de la carga entre los alternadores en base a su salida máxima. Como se ha explicado en la sección de antecedentes, las condiciones de funcionamiento para los alternadores varían en base muchos factores que incluyen la temperatura, velocidad, etc. Por ello, un alternador puede funcionar de modo diferente de un alternador en el mismo sistema. Los alternadores pueden recibir la señal de regulación, pero producir porcentajes diferentes de sus capacidades de salida respectivas. Por ejemplo, la señal de regulación puede ser 3000 (en un intervalo de 0 a 5000). Incluso aunque las características funcionales de diseño de los alternadores puedan ser las mismas, debido a que las características funcionales actuales de los alternadores pueden ser diferentes, un primer alternador puede funcionar al 55% de su capacidad máxima con una señal de regulación de 3000 mientras que el segundo alternador puede funcionar al 50% de su capacidad máxima con la misma señal de regulación. En su lugar, cuando se funciona en un modo en base a la capacidad máxima, la señal de regulación para cada uno de los alternadores se genera de modo que el porcentaje de salida máxima de los alternadores es el mismo (por ejemplo, el 55% para cada alternador). En esta forma, el funcionamiento de los alternadores en el sistema puede contribuir igualmente en base al porcentaje de salida máxima.

Hay una variedad de métodos para la generación de las señales de regulación para cada uno de los alternadores de modo que el porcentaje de la salida máxima de los alternadores sea el mismo o aproximadamente el mismo. Un método es recibir la señal de control desde el circuito de control en el regulador maestro y determinar, en base a la señal de control, qué porcentaje de salida máxima es si la señal de control se envía como una señal de regulación al alternador maestro, como se muestra el bloque 108. Las señales de regulación se pueden generar para cada uno de

los alternadores seguidores de modo que la salida de los alternadores seguidores sea el mismo porcentaje de su salida máxima que la del alternador maestro, como se muestra el bloque 110. El porcentaje de salida máxima para el regulador maestro se puede determinar a través de la tabla de búsqueda para el alternador maestro. La tabla de búsqueda, se puede almacenar en la memoria 22, puede contener porcentajes de salida máxima para ciertas señales de regulación, velocidades y temperaturas. Mediante la introducción de la señal de control, la velocidad y la temperatura del alternador, se puede determinar el porcentaje de salida máxima para el alternador maestro. Alternativamente, la tabla puede contener porcentajes de salida máxima para ciertas señales de regulación y velocidades. La temperatura del alternador maestro se puede tener en consideración en una tabla separada. El porcentaje determinado de salida máxima se puede enviar como la señal desde el regulador maestro al o a los reguladores seguidores. El regulador seguidor puede acceder entonces a su propia tabla de búsqueda para su alternador para generar la señal de regulación apropiada en la que funcione a un porcentaje determinado de la salida máxima, para la velocidad y temperatura del alternador seguidor. Por ejemplo, si el circuito de control para el regulador maestro genera una señal de control de 3000, se traduce, en base a la tabla de búsqueda, velocidad y temperatura del alternador maestro, en el 55% de la capacidad máxima. El 55%, o una señal en base al 55%, se puede enviar a el o los reguladores seguidores. El regulador seguidor puede generar una señal de regulación, tal como 3200, mediante el acceso a su tabla de búsqueda, velocidad y temperatura de su alternador asociado, para producir la salida del 55% de la capacidad máxima del alternador seguidor.

El funcionamiento en base a la eficiencia de los alternadores permite la división de la carga entre los alternadores más eficientes. Las características funcionales de un alternador, tal como la velocidad y la temperatura, determinan la eficiencia del alternador. Por ejemplo, en un funcionamiento a alta velocidad, la eficiencia del funcionamiento del alternador se reduce. El regulador maestro puede recibir la información de temperatura y velocidad para su alternador asociado y otros alternadores en el sistema, como se muestra en el bloque 112. El regulador maestro, que puede acceder a las tablas de búsqueda para cada uno de los alternadores, puede determinar a continuación la eficiencia de su alternador asociado y otros alternadores en el sistema, como se muestra el bloque 114. Alternativamente, tanto los reguladores maestros como seguidores pueden calcular la eficiencia de sus alternadores asociados. Los reguladores maestros pueden detectar las características funcionales para calcular eficiencia, tal como la velocidad y temperatura y acceder a sus tablas de búsqueda para calcular la eficiencia. Este cálculo de los reguladores seguidores se puede enviar al regulador maestro a través de la línea 38.

En base a las eficiencias de los alternadores maestro y seguidores, el regulador maestro puede generar una señal de regulación para su alternador asociado y puede enviar una señal al o a los reguladores seguidores. El regulador seguidor puede generar una señal de regulación para su alternador asociado en base a la señal desde el regulador maestro. El regulador maestro puede determinar qué alternador es el más eficiente y generar una señal que controlaría al alternador para producir una mayoría, la mayor parte o toda la potencia necesaria.

El funcionamiento en base a la vida operativa de los alternadores permite la división de la carga entre los alternadores nuevos, o más recientemente revisados. El cálculo de la vida operativa de los alternadores (tanto la vida total del alternador como la vida del alternador desde su última revisión) se puede realizar por parte del regulador maestro. Por ejemplo, el regulador maestro puede mantener un registro de la operación total de su alternador asociado y otros alternadores en el sistema. Alternativamente, el cálculo de la vida operativa de un alternador se puede calcular por su regulador asociado. Los reguladores seguidores pueden enviar su cálculo al regulador maestro a través de la línea 38.

Después de que se determine la vida operativa de los alternadores, como se muestra en el bloque 118, las señales para los reguladores maestros y seguidores se determinan en base a la vida operativa, como se muestra en el bloque 120. Por ejemplo, el regulador maestro puede generar señales mediante las que los alternadores con una vida operativa restante mayor pueden soportar una parte más grande del total de la carga.

En tanto que esta invención se ha mostrado y descrito en conexión con las realizaciones preferidas, es evidente que se pueden realizar ciertos cambios y modificaciones además de los mencionados anteriormente a partir de las características básicas de esta invención. Además, hay muchos tipos diferentes de software y hardware de ordenador que se pueden utilizar en la puesta en práctica de la invención y la invención no está limitada a los ejemplos descritos anteriormente. La invención se ha descrito con referencia a actuaciones y representaciones simbólicas de operaciones que se realizan por uno o más dispositivos electrónicos. Como tal, se comprenderá que tales actuaciones y operaciones, incluyen la manipulación mediante la unidad de procesamiento del dispositivo electrónico de las señales eléctricas que representan datos en una forma estructurada. Esta manipulación transforma los datos o los mantiene en localizaciones en el sistema de memoria del dispositivo electrónico, que reconfiguran o alteran en otra forma el funcionamiento del dispositivo electrónico en una forma bien entendida por los expertos en la materia. Las estructuras de datos en las que se mantienen los datos son localizaciones físicas de la memoria que tienen propiedades particulares definidas por el formato de los datos. En tanto que la invención se describe en el contexto precedente, no se quiere decir que se limite, como los expertos en la materia apreciarán, a que las actuaciones y operaciones descritas se puedan implementar también en hardware.

65

REIVINDICACIONES

1. Un método para el control de las fuentes de potencia eléctrica en un sistema con al menos dos fuentes de potencia eléctrica que se conectan en paralelo, teniendo cada fuente de potencia eléctrica asociada con ella un regulador (10), para producir cada regulador una señal de regulación para su fuente de potencia eléctrica asociada, el método **caracterizado por**:
- 5 la determinación de qué regulador (10) es un regulador maestro después de la conexión del sistema;
la detección de una salida de al menos una de las fuentes de potencia;
la generación, por el regulador maestro, de una señal de control (32) para controlar su fuente asociada de potencia eléctrica;
- 10 el envío de una señal a un regulador seguidor;
la generación, por parte del regulador seguidor, de una señal de regulación para una fuente de potencia eléctrica asociada con el regulador seguidor en base a la señal,
en el que la determinación de qué regulador (10) es el regulador maestro se basa en una comunicación enviada desde un regulador a otro regulador.
- 15 2. El método de la reivindicación 1, en el que la comunicación comprende un arbitraje entre los reguladores (10) para determinar qué regulador (10) es el regulador maestro.
- 20 3. El método de la reivindicación 1, en el que la comunicación comprende un mensaje que declara a un regulador (10) como el regulador maestro.
4. El método de la reivindicación 1, en el que la determinación de qué regulador (10) es el regulador maestro comprende la determinación de qué regulador envía primero una comunicación declarándose a sí mismo el regulador maestro.
- 25 5. El método de la reivindicación 1, en el que la comunicación incluye información; y en el que la información en la comunicación se usa para determinar qué regulador (10) es el regulador maestro.
- 30 6. El método de la reivindicación 5, en el que la información comprende una tensión medida por el regulador (10) y en el que el regulador (10) que mide una tensión más alta se determina que es el regulador maestro.
7. El método de la reivindicación 1, en el que las fuentes de potencia eléctrica comprenden alternadores (30) que producen potencia partir de al menos una fuente de potencia motriz y en el que la determinación de qué regulador (10) es el regulador maestro se basa en la localización del alternador (30) asociado con el regulador (10).
- 35 8. El método de la reivindicación 1, en el que la determinación de qué regulador (10) es el regulador maestro se basa en un generador de números aleatorios.
- 40 9. El método de la reivindicación 1, que comprende además la determinación, por una segunda vez, de qué regulador (10) es el regulador maestro.
- 45 10. El método de la reivindicación 9, en el que la determinación, por una segunda vez, de qué regulador (10) es el regulador maestro se realiza una cantidad predeterminada de tiempo después de la etapa de determinación de qué regulador (10) es un regulador maestro después de la conexión o se realiza si se cumplen un conjunto predeterminado de condiciones.
- 50 11. El método de la reivindicación 1, que comprende además el acceso al software para determinar si el un regulador (10) es el regulador maestro.
12. El método de la reivindicación 1, que comprende además:
- 55 la detección de una salida de una fuente de potencia eléctrica;
la detección de al menos una característica funcional de al menos una fuente de potencia eléctrica;
la generación de una señal de control (32) con el regulador maestro en base a las características funcionales de la fuente de potencia eléctrica y
el envío de la señal de control (32) desde el regulador maestro al seguidor.
- 60 13. El método de la reivindicación 12, en el que las fuentes de potencia eléctrica comprenden alternadores (30) que producen potencia a partir de al menos una fuente de potencia motriz;
la detección con el regulador maestro de al menos una característica funcional del alternador asociado con el regulador maestro y
en el que la generación de la señal de control (32) se determina por las características funcionales del alternador asociado con el regulador maestro.
- 65

14. El método de la reivindicación 13, en el que la señal de control (32) comprende la normalización de la señal de control.
- 5 15. El método de la reivindicación 13, en el que la señal de control (32) comprende una instrucción que representa un porcentaje de una salida máxima del alternador (30) asociado con el regulador maestro.
- 10 16. El método de la reivindicación 12, en el que las fuentes de potencia eléctrica comprenden alternadores maestro y seguidor (30) que producen potencia a partir al menos de una fuente de potencia motriz; en el que la detección de al menos una característica funcional de al menos una fuente de potencia eléctrica comprende la detección de las características funcionales de los alternadores maestro y seguidor y en el que la generación de la señal de control (32) con el regulador maestro se basa en las características funcionales de los alternadores maestro y seguidor.
- 15 17. El método de la reivindicación 16, en el que la señal de control (32) comprende:
 la determinación de la eficiencia del alternador (30) asociado con el regulador maestro;
 la determinación de la eficiencia del alternador (30) asociado con el regulador seguidor y
 la generación de la señal de control en base a la eficiencia del alternador asociado con el regulador maestro y en base a la eficiencia del alternador (30) asociado con el regulador seguidor.
- 20 18. El método de la reivindicación 16, en el que la señal de control (32) comprende:
 la determinación de la vida operativa del alternador asociado con el regulador maestro;
 la determinación de la vida operativa del alternador (30) asociado con el regulador seguidor y
 la generación de la señal de control (32) en base a la vida operativa del alternador (30) asociado con el regulador maestro y en base a la vida operativa del alternador (30) asociado con el regulador seguidor.
- 25 19. El método de la reivindicación 12, en el que la característica operativa comprende la temperatura de funcionamiento de al menos una de las fuentes de potencia eléctrica.
- 30 20. El método de la reivindicación 1, que comprende además:
 la detección de una salida (40) con el regulador maestro de una fuente de potencia eléctrica;
 la determinación de un porcentaje de la salida máxima para la fuente de potencia eléctrica asociada con el regulador maestro y
 el envío de una instrucción que representa el porcentaje de la salida máxima desde el regulador maestro al regulador seguidor.
- 35 21. El método de la reivindicación 20, en el que las fuentes de potencia eléctrica comprenden alternadores (30) que producen potencia a partir de al menos una fuente de potencia motriz y en el que la determinación de un porcentaje de la salida máxima para el alternador (30) asociado con el regulador maestro comprende:
 la detección de al menos una característica funcional del alternador (30) asociado con el regulador maestro y
 la determinación del porcentaje de salida máxima a partir de una tabla de búsqueda en base a la señal de control y la característica funcional.
- 45 22. El método de la reivindicación 1, que comprende además:
 la detección de una salida (40) de al menos una de las fuentes de potencia eléctrica;
 la generación de la señal de control (32) con el regulador maestro en base a la salida detectada;
 el envío de un mensaje desde el regulador maestro al regulador seguidor en base a la señal de control (32) y
 la determinación con el regulador seguidor de si controlar una fuente de potencia eléctrica asociada con el regulador seguidor en base al mensaje enviado desde el regulador maestro.
- 50 23. El método para el control de alternadores de la reivindicación 22, en el que las fuentes de potencia eléctrica comprenden alternadores (30) que producen potencia desde al menos una fuente de potencia matriz y en el que la determinación de si controlar una fuente de potencia eléctrica asociada con el regulador seguidor en base al mensaje enviado desde el regulador maestro comprende la detección de una salida (40) con el regulador seguidor del alternador asociado con el regulador seguidor.
- 55 24. El método para el control de alternadores (30) de la reivindicación 23, en el que la determinación de si controlar un alternador (30) asociado con el regulador seguidor en base al mensaje enviado desde el regulador maestro comprende además:
- 60 65

la generación de una señal de control del seguidor con el regulador seguidor en base a la salida detectada por el regulador seguidor y la comparación de la señal de control del seguidor con el mensaje enviado desde el regulador maestro.

- 5 25. El método para el control de alternadores (30) de la reivindicación 22, en el que la determinación de si controlar una fuente de potencia eléctrica asociada con el regulador seguidor en base al mensaje enviado desde el regulador maestro comprende rechazar el mensaje del regulador maestro.
- 10 26. Un sistema para la producción de potencia eléctrica en el que al menos una primera fuente de potencia eléctrica y una segunda fuente de potencia eléctrica se conectan en paralelo, teniendo asociada la primera fuente de potencia con ella un primer regulador (10), teniendo asociada la segunda fuente de potencia eléctrica con ella un segundo regulador (10), para la producción en cada regulador (10) de una señal de regulación para su fuente asociada de potencia eléctrica, uno de entre el primer regulador o el segundo regulador funciona como regulador maestro y el otro de el primer regulador o el segundo regulador funciona como el regulador seguidor, **caracterizado por que:**
- 15 uno de entre el primer regulador o el segundo regulador se determina que sea el regulador maestro después de la conexión del sistema, en el que la determinación de qué regulador (10) es el regulador maestro se basa en una comunicación enviada desde un regulador a otro regulador.
- 20 27. El sistema de la reivindicación 26, en el que la comunicación comprende un arbitraje entre los reguladores (10) para determinar qué regulador (10) es el regulador maestro.
- 25 28. El sistema de la reivindicación 26, en el que la comunicación comprende un mensaje que declara a un regulador (10) como regulador maestro.
- 30 29. El sistema de la reivindicación 26, en el que la determinación de qué regulador (10) es el regulador maestro comprende la determinación de qué regulador (10) envía primero una comunicación declarándose a sí mismo el regulador maestro.
- 35 30. El sistema de la reivindicación 26, en el que la comunicación incluye información y en el que la información en la comunicación se usa para determinar qué regulador (10) es el regulador maestro.
31. El sistema de la reivindicación 30, en el que la información comprende una tensión medida por el regulador (10) y en el que el regulador (10) que mide una tensión más alta se determina que es el regulador maestro.
- 40 32. El sistema de la reivindicación 26, en el que las fuentes de potencia eléctrica comprenden alternadores (30) que producen potencia partir de al menos una fuente de potencia motriz y en el que la determinación de qué regulador (10) es el regulador maestro se basa la localización del alternador (30) asociado con el regulador.
- 45 33. El sistema de la reivindicación 26, en el que la determinación de qué regulador (10) es un regulador maestro se basa en un generador de números aleatorios.
34. El sistema de la reivindicación 26, que comprende además la determinación, por una segunda vez, de qué regulador (10) es el regulador maestro.
- 50 35. El sistema de la reivindicación 34, en el que la determinación, por una segunda vez, de qué regulador (10) es el regulador maestro se realiza una cantidad predeterminada de tiempo después de la etapa de determinación de qué regulador (10) es un regulador maestro después de la conexión o se realiza si se cumplen un conjunto predeterminado de condiciones.
- 55 36. El sistema de la reivindicación 26, en el que el regulador maestro:
detecta una salida de una fuente de potencia eléctrica;
detecta al menos una característica funcional de al menos una fuente de potencia eléctrica;
genera una señal de control (32) en base a la característica funcional de la fuente de potencia eléctrica y
envía la señal de control al regulador seguidor.
- 60 37. El sistema de la reivindicación 36, en el que las fuentes de potencia eléctrica comprenden alternadores que producen potencia a partir de al menos una fuente de potencia motriz;
en el que la detección de al menos una característica funcional de al menos una fuente de potencia eléctrica comprende la detección con el regulador maestro de al menos una característica funcional de un alternador (30) asociado con el regulador maestro y
65 en el que la señal de control (32) se basa en las característica funcional del alternador (30) asociado con el

regulador maestro.

38. El sistema de la reivindicación 37, en el que la señal de control (32) comprende la normalización de la señal de control.

5 39. El sistema de la reivindicación 37, en el que la señal de control (32) se convierte en una instrucción que representa un porcentaje de una salida máxima del alternador (30) asociado con el regulador maestro.

10 40. El sistema de la reivindicación 36, en el que las fuentes de potencia eléctrica comprenden alternadores maestro y seguidor (30) que producen potencia a partir al menos de una fuente de potencia motriz;
en el que la detección de al menos una característica funcional de al menos una fuente de potencia eléctrica comprende la detección de las características funcionales de los alternadores (30) maestro y seguidor y
en el que la señal de control (32) con el regulador maestro se basa en las características funcionales de los
15 alternadores maestro y seguidor.

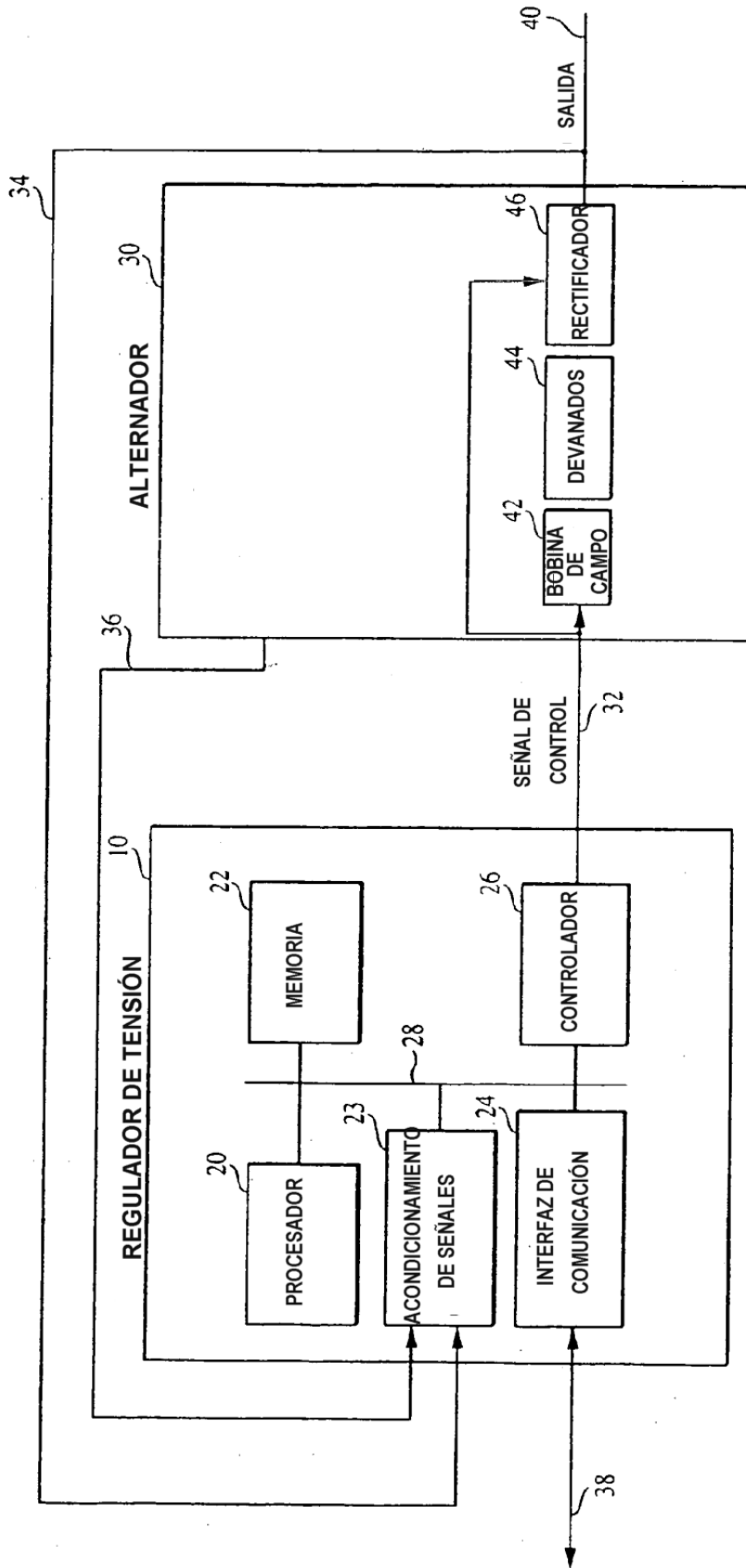


FIG. 1

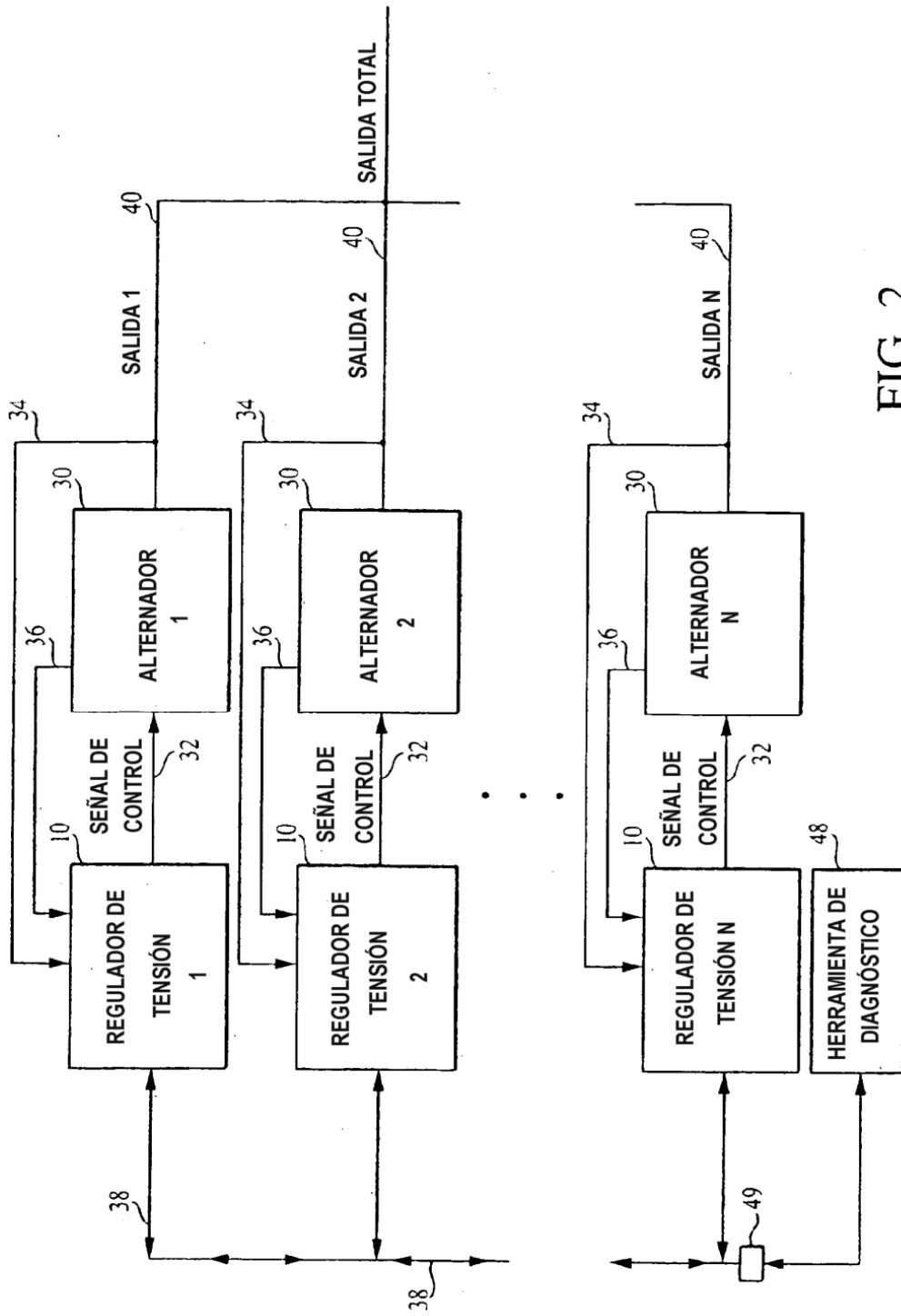


FIG. 2

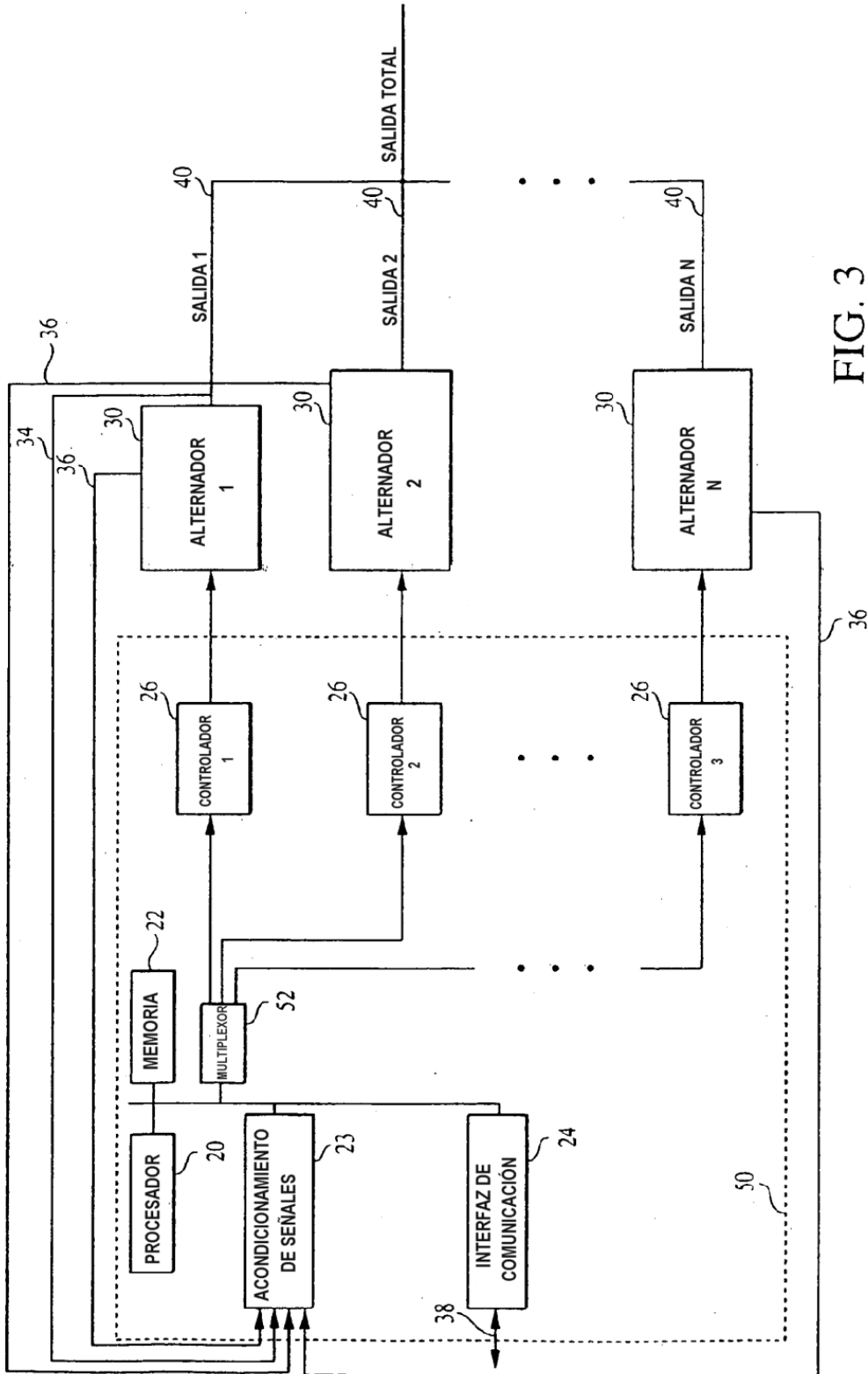


FIG. 3

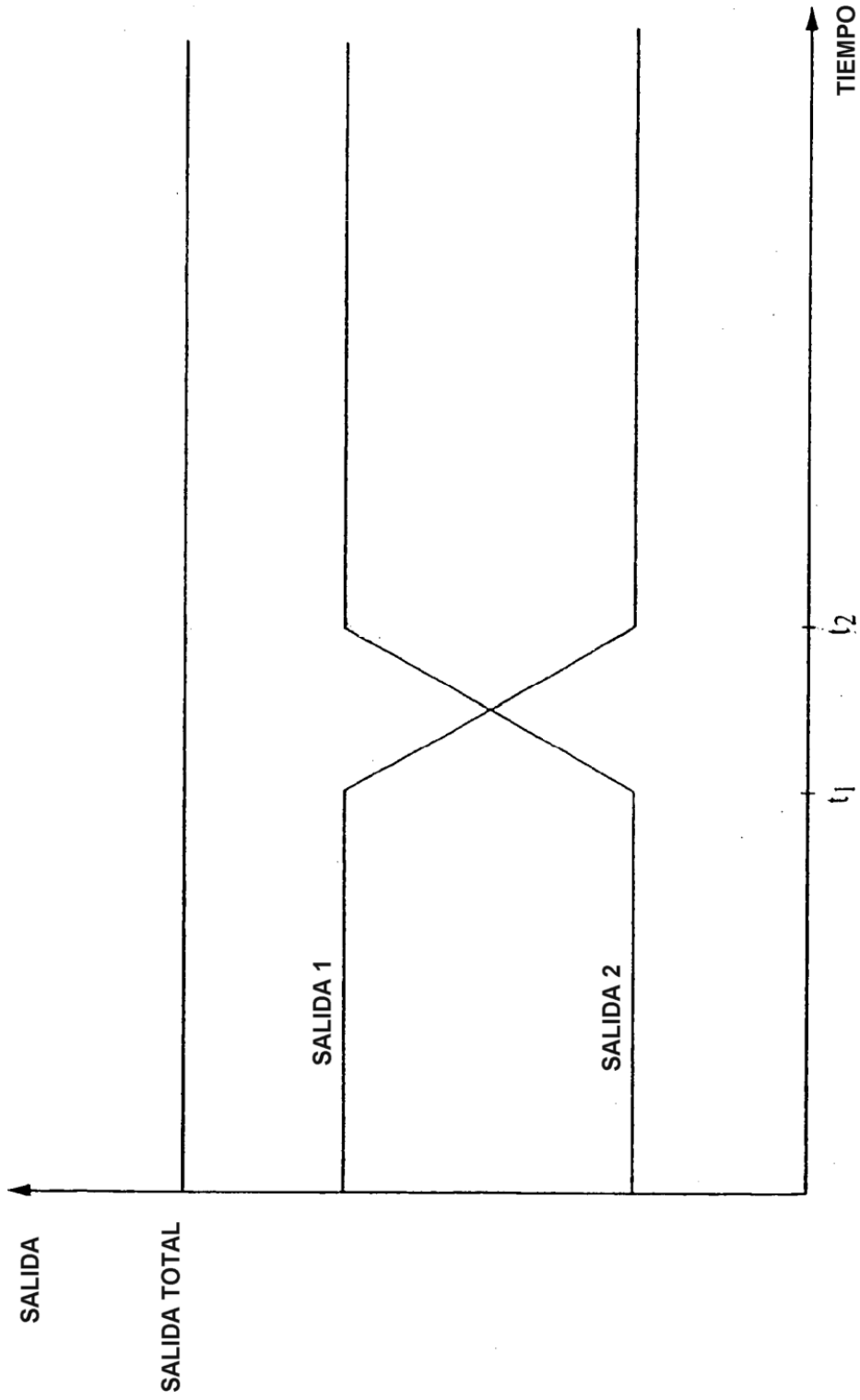


FIG. 4

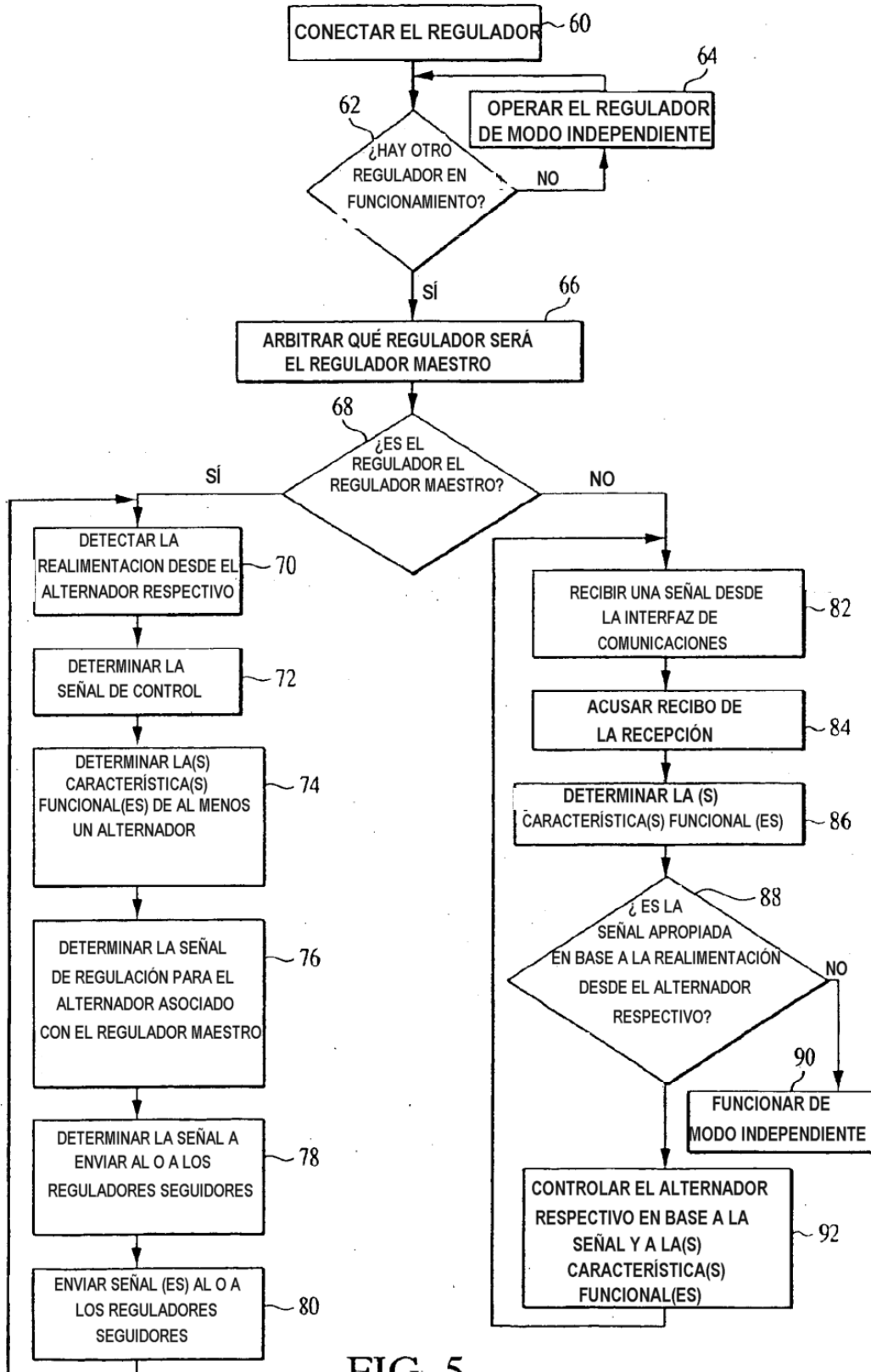


FIG. 5

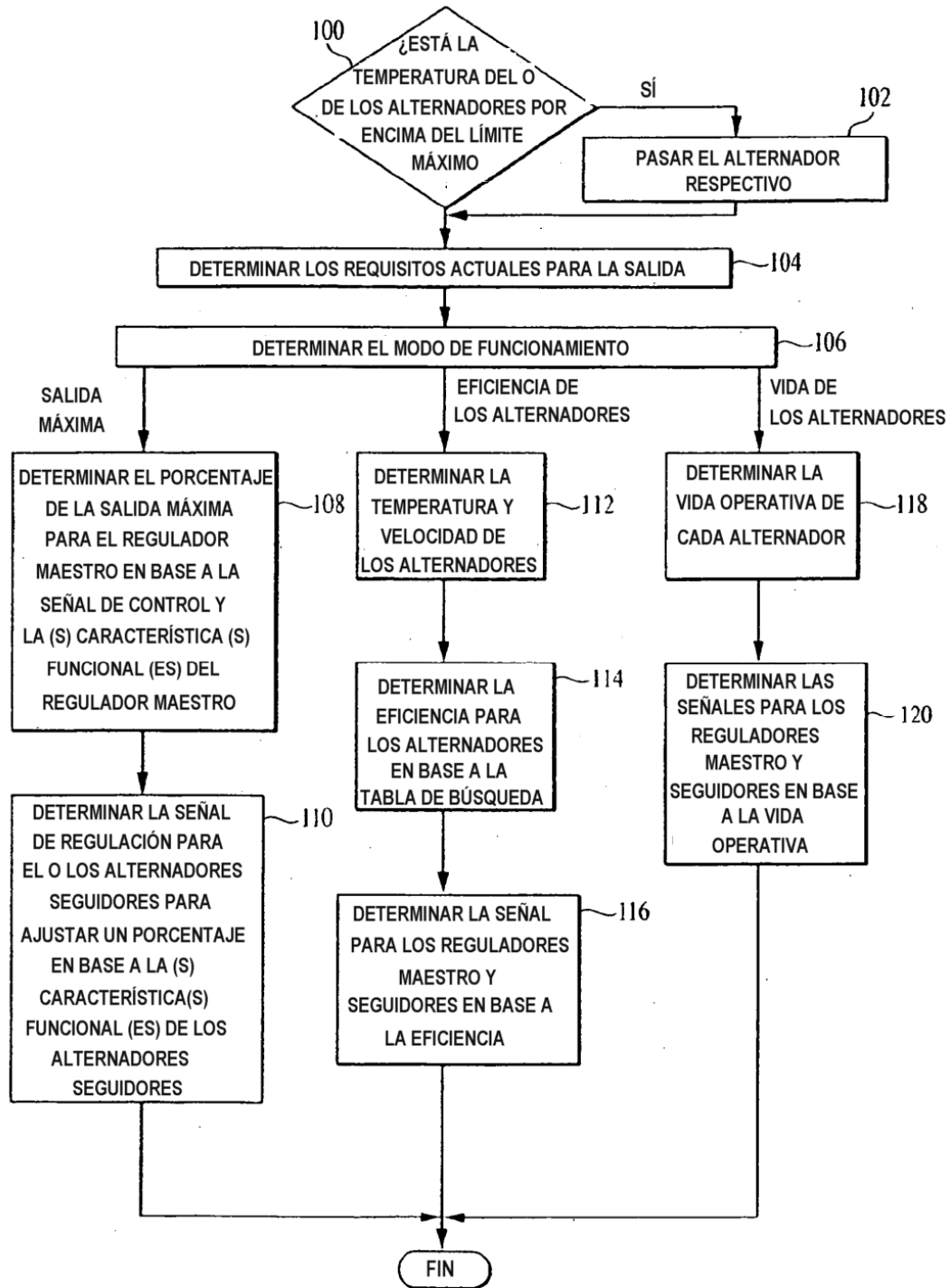


FIG. 6