

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 801 049**

51 Int. Cl.:

**G05F 1/10** (2006.01)

**G06F 1/02** (2006.01)

**G05F 1/46** (2006.01)

**G06F 1/03** (2006.01)

**G05F 3/10** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.04.2013 PCT/IB2013/053316**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.11.2013 WO13164744**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.04.2013 E 13727999 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.02.2020 EP 2845021**

54 Título: **Dispositivo de generador de corriente y método de generación de una onda de corriente**

30 Prioridad:

**30.04.2012 IT TO20120378**

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

**08.01.2021**

73 Titular/es:

**PRODIT ENGINEERING S.R.L. (100.0%)**

**Via Asti 81**

**10026 Santena (TO), IT**

72 Inventor/es:

**LA ROSA, MARIO;**

**FUSERO, SERGIO;**

**PETROCELLI, FORTUNATO y**

**BRUNO VENTRE, GIORGIO**

74 Agente/Representante:

**LINAGE GONZÁLEZ, Rafael**

ES 2 801 049 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**

Dispositivo de generador de corriente y método de generación de una onda de corriente

5 La presente invención se refiere a un dispositivo de generador de corriente y a un método de generación de onda de corriente.

De manera más concreta, la presente invención se refiere a un generador de corriente y a un método de generación de formas de onda de corriente en base a los datos de entrada suministrados por un usuario.

10 El documento RM2010U000096 divulga un dispositivo de espejo de corriente que puede generar corriente con una forma de onda que tiene un valor de raíz cuadrada medio predeterminado y una banda de frecuencia predeterminada.

15 Los parámetros específicos de la onda generada por este dispositivo no pueden ser modulados o controlados dinámicamente, puesto que es imposible modificar esos parámetros en tiempo real durante el proceso de generación de la onda. Además, el dispositivo conocido no puede reproducir de manera precisa formas de onda que sean adquiridas por medio de instrumentos de lectura tal como osciloscopios, y suministradas a la entrada del propio dispositivo.

20 Otro ejemplo de dispositivo de generador de corriente ha sido divulgado en el documento US 2007/296400.

25 El objeto de la presente invención consiste por lo tanto en proponer un dispositivo y un método de generación de corriente que sean capaces de generar dinámicamente formas de onda definidas por parámetros específicos que pueden ser variados por el usuario durante el proceso de generación de la onda, y que sean también capaces de reproducir con fidelidad y de manera precisa formas de onda adquiridas por medio de instrumentos de lectura externos.

30 Estos y otros objetos han sido alcanzados mediante un dispositivo de generador de corriente cuyas características están definidas en la reivindicación 1, y con un método de generación de corriente según se define en la reivindicación 5. Realizaciones específicas se describen en las reivindicaciones dependientes, cuyo contenido debe ser considerado como parte integral e integrante de la presente descripción.

35 Características y ventajas adicionales de la invención se pondrán de relieve de manera clara a partir de la descripción detallada que sigue, la cual se proporciona solamente a título de ejemplo no limitativo, con referencia a los dibujos anexos, en los que:

- la figura 1 es un diagrama de bloques del dispositivo conforme a la presente invención;

40 - la figura 2 es un diagrama de flujo de las operaciones ejecutadas por el módulo de gestión y control para generar y controlar la onda de corriente de salida;

- la figura 3 es un diagrama de flujo de las operaciones ejecutadas por el módulo de gestión y control para aplicar control de PI a la onda de corriente de salida.

45 La figura 1 muestra un diagrama de bloques del dispositivo de generador de corriente conforme a la presente invención.

50 El dispositivo comprende una fuente de alimentación 1 conectada a una unidad 2 de procesamiento, la cual comprende a su vez un módulo 4 de conversión, un módulo 6 de entrada, un módulo 8 de gestión y control, un módulo 10 de amplificación y un módulo 12 de salida, estando estos componentes descritos con detalle en lo que sigue.

55 De forma resumida, la unidad 2 de procesamiento está diseñada para generar una onda de corriente de salida en la salida del módulo 12 de salida, siendo dicha onda de corriente de salida generada en base a los datos digitales de entrada suministrados por un usuario a través del módulo 6 de entrada, y procesados por el módulo 8 de gestión y control, según se describe a continuación.

60 Los datos digitales de entrada representan una onda de corriente deseada.

La onda de corriente de salida se suministra, por medio del módulo 12 de salida, a una carga 14 que tiene, de manera en sí conocida, una resistencia asociada a una inductancia parásita, las cuales se combinan para formar la impedancia inductiva de la carga 14.

65 Con preferencia, la onda de corriente de salida tiene una frecuencia que varía dentro de un rango de 20 Hz – 7 kHz, y un valor de pico que varía dentro de un rango de 0 – 30 A.

La fuente de alimentación 1 es preferiblemente una red de distribución de potencia del tipo de 230 V, o una aparato de fuente de alimentación estabilizada de tipo conocido.

5 Ventajosamente, es posible usar un aparato de fuente de alimentación estabilizada, hecho de forma en sí conocida, diseñado para recibir en su entrada una señal de tensión de alimentación que tiene un valor predeterminado, con preferencia elegido a partir de un conjunto de valores tales como 110 V, 125 V, 160 V, 230 V, 260 V y 400 V, y para suministrar en su salida una señal de tensión de salida que tiene un valor predeterminado, por ejemplo 230 V.

10 La señal obtenida desde la fuente de alimentación 1 externa es una señal de tensión alterna que alimenta al módulo 4 de conversión.

El módulo 4 de conversión convierte la señal de tensión alterna, de manera en sí conocida, en una señal de tensión continua y a continuación envía la señal a cada uno de entre el módulo 6 de entrada, el módulo 8 de gestión y control, el módulo 10 de amplificación y el módulo 12 de salida.

El módulo 6 de entrada comprende una unidad de procesamiento de entrada, preferiblemente un procesador que tiene una pantalla táctil asociada, diseñada para recibir datos digitales de entrada suministrados por un usuario y enviarlos al módulo 8 de gestión y control. El módulo 6 de entrada forma una interfaz máquina-hombre y los gráficos y las páginas de visualización de la pantalla son programables de una manera en sí conocida a efectos de facilitar la introducción por el usuario de los datos digitales de entrada.

El módulo 6 de entrada puede estar integrado en el dispositivo de generador de corriente o puede ser un procesador remoto conectado de una manera en sí conocida al dispositivo de generador de corriente.

25 El módulo 8 de gestión y control está diseñado para generar y modificar una onda de tensión primaria para ser enviada al módulo 10 de amplificación con el fin de permitir que se genere la onda de corriente de salida en la salida.

30 El módulo 10 de amplificación es con preferencia un amplificador de potencia diseñado para recibir la onda de tensión primaria y amplificarla para producir una onda de tensión final.

El módulo 12 de salida comprende un transformador (provisto, de manera en sí conocida, con un primario y un secundario), diseñado para procesar, de una manera en sí conocida, la onda de tensión final recibida desde el módulo 10 de amplificación, con el fin de generar la onda de corriente de salida.

35 En lo que resta de la descripción, el término "onda de corriente de salida" se usa para indicar la onda presente en el secundario del transformador.

40 El secundario del transformador incluye una inductancia adicional cuyo valor se elige de tal modo que, cuando se añade a la inductancia del bobinado secundario, el valor resultante es, por ejemplo, mayor en dos a tres órdenes de magnitud que la impedancia inductiva de la carga 14, de modo que la inductancia de la carga sea despreciable con relación a la inductancia total presente en el secundario.

45 Al menos un transductor amperométrico, de un tipo conocido, se encuentra conectado al primario del transformador, estando este transductor diseñado para enviar una señal, que representa el flujo de corriente a través del mismo, al módulo 8 de gestión y control. Esta señal intermedia está relacionada de manera en sí conocida (por medio de la relación de transformación del transformador) con la onda de corriente de salida según se ha definido con anterioridad, y la usa el módulo 8 de gestión y control para ejecutar una etapa del método de generación de onda de corriente tal y como se describe más adelante.

50 Al menos un transductor amperométrico de tipo conocido se encuentra conectado al secundario del transformador, estando este transductor diseñado para enviar una señal que representa el flujo de corriente a través del mismo hasta el módulo 8 de control. Esta señal representa la onda de corriente de salida presente en el secundario según se ha mencionado con anterioridad, y la usa el módulo 8 de gestión y control para ejecutar el método que se describe a continuación.

55 El módulo 12 de salida está conectado ventajosamente a un conmutador capacitado para desconectar el módulo 12 de salida y permitir que la unidad 2 de procesamiento sea conectada a un módulo de salida externo, el cual es sustancialmente idéntico al módulo 12 de salida y está diseñado para proporcionar las mismas funciones que el módulo 12 de salida, con preferencia a efectos de operar sobre la base de diferentes gamas de valores de la impedancia inductiva de la carga 14, o a efectos de ampliar el rango operativo del generador.

60 Los datos digitales de entrada permiten que el usuario defina la forma de onda de corriente deseada, la cual debe ser generada como onda de corriente de salida.

65 La onda de corriente de salida (como la onda de corriente deseada) comprende por lo tanto, de una manera en sí

conocida, una pluralidad de puntos, cada uno de ellos caracterizado por un valor de abscisa y un valor de ordenada definidos dentro de un sistema de referencia asociado al módulo 6 de entrada, por ejemplo un sistema cartesiano mostrado en la pantalla del ordenador y que tiene su origen en el lado izquierdo, a media altura del lado vertical de dicha pantalla.

5 En particular, los datos digitales de entrada comprenden parámetros de forma de onda, tal como el tipo de forma (por ejemplo, una onda sinusoidal, cuadrada, triangular o de otro tipo), magnitudes que representan esas formas (por ejemplo, la amplitud y la frecuencia de una onda sinusoidal, el período y el tiempo de ON de una onda cuadrada, el período, la pendiente y el tiempo de ON de una onda triangular, etc.), y el valor máximo de corriente de pico (por ejemplo, de 0 a 30 A, con el fin de obtener aproximadamente 21 A r.m.s.).

En lo que resta de la descripción, el término “datos de punto de ajuste” se usa para indicar solamente aquellos datos, pertenecientes a los datos de entrada, que representan el valor instantáneo de la corriente deseada.

15 Alternativamente, los datos digitales de entrada comprenden una pluralidad de puntos (abscisas y ordenadas del sistema de referencia descrito con anterioridad).

Los datos digitales de entrada adquiridos de esta manera son enviados al módulo 8 de gestión y control.

20 En una variante de la invención, el módulo 6 de entrada está diseñado para adquirir formas de onda arbitrarias desde instrumentos externos al dispositivo de generador de corriente, tal como osciloscopios, con el fin de deducir a partir de esas formas de onda conocidas, de una manera en sí conocida, los datos digitales de entrada que han de ser enviados al módulo 8 de gestión y control.

25 Ventajosamente, el módulo 6 de entrada está diseñado para presentar los valores de la onda de corriente de salida, por ejemplo sobre la misma pantalla que la usada por el usuario para introducir los datos digitales de entrada. Estos valores, obtenidos por el módulo 8 de gestión y control (a través de la conexión 8a) desde la salida del módulo 12 de salida, se envían por medio del módulo de gestión y control al módulo 6 de entrada a través de la conexión 6a.

30 Con preferencia, el módulo 6 de entrada tiene una lámpara indicadora que está iluminada hasta que la onda de corriente de salida se vuelve estable. De ese modo, se informa al usuario del hecho de que la onda que se está visualizando en la pantalla está aún en fase transitoria y por lo tanto no corresponde a la onda de corriente deseada.

35 El módulo 8 de gestión y control está diseñado para recibir los datos digitales de entrada desde el módulo 6 de entrada y para procesarlos instante a instante, según se describe más adelante, con el fin de generar primeros datos representativos de la onda de tensión primaria a ser enviada al módulo 10 de amplificación.

En particular, los primeros datos, que son datos numéricos, se convierten de una manera en sí conocida en la onda de tensión analógica primaria que se envía a continuación al módulo 10 de amplificación.

40 En lo que resta de la descripción, se considera que todas las operaciones descritas son ejecutadas instante a instante sobre valores puntuales.

45 En lo que resta de la descripción, el término “datos de tensión” se usa para indicar solamente aquellos datos, pertenecientes a los primeros datos, que representan el valor de tensión de la onda de tensión primaria. Estos datos de tensión se convierten en la tensión instantánea correspondiente, por ejemplo llevando a cabo una conversión con un convertidor D/A cuya unidad mínima de variación corresponde a un rango de tensión analógica predeterminado (en mV), por ejemplo 0,14 mV.

50 La onda de corriente de salida se envía por medio del módulo 12 de salida, a través de la conexión 8a, al módulo 8 de gestión y control, el cual la convierte de una manera en sí conocida, produciendo de ese modo segundos datos representativos de esta onda de corriente de salida.

55 En lo que resta de la descripción, el término “datos de corriente” se usa para indicar solamente aquellos datos, pertenecientes a los segundos datos, que representan el valor instantáneo de la corriente de salida.

60 De forma resumida, el módulo 8 de gestión y control está diseñado para comparar los segundos datos con los datos de entrada (es decir, para comparar la onda de corriente de salida con la onda de corriente deseada) y para modificar los primeros datos (es decir, la onda de tensión primaria) hasta que los segundos datos sean sustanciales a los datos de entrada (es decir, hasta que la onda de corriente de salida sea sustancialmente igual a la onda deseada), según se describe a continuación en detalle.

65 En la presente descripción, el término “sustancialmente igual” se usa para indicar que la onda de corriente de salida tiene, instante a instante, un valor de corriente que cae dentro de un rango predeterminado, por ejemplo,  $\pm 3\%$  del valor de corriente correspondiente de la onda de corriente deseada.

En particular, el módulo 8 de gestión y control ejecuta, instante a instante, las operaciones mostrada en el diagrama de flujo de la Figura 2.

5 Por lo tanto, con la ayuda adicional del procesamiento posterior llevado a cabo por el módulo 10 de amplificación y por el módulo 12 de salida, se genera la onda de corriente de salida.

10 Al principio, se establecen los valores de inicialización para los primeros datos, en particular para los datos de tensión, y esos valores de inicialización se actualizan posteriormente sobre la base de nuevos datos procesados según se describe a continuación por medio del módulo 8 de gestión y control.

En la etapa 100, el módulo 8 de gestión y control adquiere los datos de entrada, en particular los datos de punto de ajuste.

15 En la etapa 102, este genera progresivamente una rampa de tensión primaria creciente de tal modo que se obtiene una onda de corriente de salida con un valor de pico que se incrementa progresivamente desde 0 hasta un porcentaje predeterminado del valor de pico de la onda de corriente deseada, por ejemplo un 95%.

20 Con el fin de generar dicha rampa, el módulo 8 de gestión y control convierte los datos de tensión por medio del convertidor D/A mencionado con anterioridad, obteniendo de ese modo, de una manera en sí conocida, la onda de tensión primaria que, cuando se amplifica por medio del módulo 10 de amplificación y se procesa por medio del módulo 12 de salida, se convierte en la onda de corriente de salida.

25 Según se ha mencionado con anterioridad, la onda de corriente de salida se envía en ese momento, a través de la conexión 8a, al módulo 8 de gestión y control, el cual, en la etapa 104, la compara (habiendo convertido la misma para obtener los segundos datos) con la onda de corriente deseada (realizando una comparación entre los segundos datos y los datos de entrada). Si estas ondas no son sustancialmente iguales (en otras palabras, si la onda de corriente de salida no tiene, instante a instante, un valor que caída dentro de un rango predeterminado, por ejemplo  $\pm 3\%$  del nivel correspondiente de la onda de corriente deseada), el procedimiento continúa según se muestra a continuación.

30 En esta etapa 102, la "onda de corriente de salida" se considera que es la señal intermedia suministrada por el transductor amperimétrico situado en el primario del transformador del módulo 12 de salida.

35 Alternativamente, se puede usar la señal suministrada por el transductor amperimétrico ubicado en el secundario de este transformador.

40 Adicionalmente, con el fin de generar la rampa, el módulo 8 de gestión y control calcula, de una manera en sí conocida, la diferencia de fase entre la onda de corriente deseada y la onda de corriente de salida generada en la etapa 102. Por ejemplo, esta diferencia de fase  $\Delta\phi$  se calcula como sigue:

$$\Delta\phi = \left( \frac{P_{x\_MAX} + P_{x\_min}}{2} \right)_{salida} - \left( \frac{P_{x\_MAX} + P_{x\_min}}{2} \right)_{deseada}$$

45 donde  $P_{x\_MAX}$  indica la posición (abscisas) del punto en el que existe un pico máximo de corriente,  $P_{x\_min}$  indica la posición (abscisas) del punto en el que existe un pico mínimo de corriente, *salida* indica la onda de corriente de salida y *deseada* indica la onda de corriente deseada.

50 La diferencia de fase  $\Delta\phi$  se usa, de una manera en sí conocida, en todas las etapas mostradas a continuación, cuando se hace referencia al uso de datos instantáneos usados para ejecutar las operaciones descritas de vez en cuando.

De hecho, la diferencia de fase  $\Delta\phi$  permite procesar puntos correspondientes de la onda de corriente deseada y de la onda de corriente de salida.

55 Si, en un instante de tiempo  $t_x$  predeterminado, se desea adquirir un elemento de datos dado (correspondiente a un valor analógico de una onda de corriente dada, por ejemplo una onda de corriente deseada o de salida), el dispositivo de generador de corriente vuelve a este elemento de datos en el instante de tiempo  $t_x + \Delta\phi$ , en otras palabras tras un retardo debido a la inercia eléctrica del dispositivo (las constantes de tiempo).

60 El conocimiento de la diferencia de fase  $\Delta\phi$  es muy importante debido a que permite que se conozca el elemento de datos (valor analógico) que ha de ser considerado en el instante de tiempo  $t_x$  con el fin de corregir o modificar el punto correspondiente que va a ser transmitido en el instante de tiempo  $t_x + T$ , donde T es el período de la onda en cuestión.

Por motivos de simplicidad, por lo tanto, en lo que sigue de la descripción solamente se van a mostrar los valores instantáneos de la onda de corriente deseada y de la onda de corriente de salida, aunque la aplicación de la diferencia de fase  $\Delta\phi$  debe ser siempre incluida en los mismos, de una manera en sí conocida, cuando se sitúan puntos correspondientes pertenecientes a las dos ondas diferentes unos en relación con los otros.

5 Si la onda de corriente de salida no es sustancialmente igual a la onda de corriente deseada, el módulo 8 de gestión y control calcula en la etapa 106 la función de transferencia, de una manera en sí conocida, con el fin de determinar la relación entre la onda de corriente de salida y la onda de tensión primaria.

10 El módulo 8 de gestión y control calcula por lo tanto, instante por instante, la relación entre los datos de corriente de salida y los datos de tensión, obteniendo de ese modo terceros datos representativos de la relación de amplificación entre las dos ondas analógicas.

15 En la etapa 108, el módulo 8 de gestión y control aplica la función de transferencia a efectos de obtener una nueva onda de tensión primaria que corresponde a una nueva onda de corriente de salida que tiene, instante por instante, un valor que cae dentro de un rango predeterminado, por ejemplo  $\pm 3\%$  del valor correspondiente de la onda de corriente deseada.

20 En particular, el módulo 8 de gestión y control calcula la relación entre los datos de punto de ajuste y los terceros datos con el fin de aplicar la función de transferencia, obteniendo de ese modo nuevos datos de tensión.

Las etapas 102, 104, 106 y 108 se repiten a continuación hasta que se obtiene una onda de tensión primaria que corresponde a una onda de corriente de salida que tiene, instante a instante, últimos datos de corriente de salida cuya diferencia con los datos de punto de ajuste cae dentro de un rango predeterminado, por ejemplo  $\pm 3\%$ .

25 En este punto, en la etapa 110 el módulo 8 de gestión y control aplica control de PI (proporcional-integral) a la onda de tensión primaria, ejecutando las operaciones mostradas en el diagrama de flujo de la Figura 3.

30 El control de PI debe ser tal que la onda de tensión primaria se modifica de modo que la onda de corriente de salida permanece en condiciones estables. Puesto que la operación tiene lugar en condiciones no lineales en esta etapa del método, es necesario mantener, en la medida de lo posible, la situación de equilibrio alcanzada al final de las etapas precedentes, sin hacer correcciones bruscas que pudieran tener un efecto desestabilizador.

35 En particular, el control de PI comprende, instante a instante, una etapa 200 de comparación entre los datos de punto de ajuste y los últimos datos de corriente de salida (corrección proporcional).

Si estos últimos datos de corriente de salida son menores que los datos de punto de ajuste, los datos de tensión se incrementan en una cantidad predeterminada, por ejemplo en una unidad mínima de variación del convertidor D/A.

40 Por otra parte, si los últimos datos de corriente de salida son mayores que los datos de punto de ajuste, los datos de tensión se reducen mediante una cantidad predeterminada, por ejemplo mediante la unidad mínima de variación del convertidor D/A.

45 En la etapa 202, el módulo 8 de gestión y control realiza a continuación el cálculo de una corrección integral a ser aplicada a los datos de tensión, incrementada o reducida según se ha descrito con anterioridad.

En particular, los datos de tensión se incrementan de nuevo en un valor integral calculado según se describe en la presente memoria.

50 El valor integral es un elemento de datos de suma obtenido mediante la suma algebraica de los errores presentes entre los datos de punto de ajuste y los datos de corriente de salida. Con preferencia, este valor integral se multiplica por un factor de reducción predeterminado, por ejemplo  $5 \cdot 10^{-6}$ .

55 El valor integral se calcula como sigue: durante la ejecución de las etapas precedentes, el módulo 8 de gestión y control calcula la diferencia entre los datos de punto de ajuste y los datos de corriente de salida generados de vez en cuando (la diferencia entre la onda de corriente deseada y la onda de corriente de salida), obteniendo una pluralidad de datos de diferencia. Estos datos de diferencia son añadidos algebraicamente, obteniendo de ese modo el elemento de datos de suma mencionado con anterioridad. Finalmente, según se ha mencionado anteriormente, el elemento de datos de suma se multiplica por el factor de reducción.

60 En este punto, termina la corrección de PI y aparece una onda de corriente de salida final en la salida (estando esta onda generada a partir de la onda de tensión primaria cuyos datos de tensión han sido incrementados y reducidos previamente como resultado de la corrección proporcional seguida de la corrección integral) y se asocia con los datos de corriente de salida final.

65 Debe apreciarse que las etapas de la corrección de PI han sido descritas anteriormente como si fueran

secuenciales, pero en realidad el módulo 8 de gestión y control ejecuta las etapas 200 y 202 de una manera asíncrona, siendo estas etapas completadas, por lo tanto, de forma casi simultánea, de modo que los datos de tensión se modifican conjuntamente en un solo instante en base a los resultados de esas etapas.

- 5 En este punto, volviendo a la Figura 2, el método avanza a una etapa 112 posterior en donde se controla la estabilidad de la onda de corriente de salida final.

10 A este efecto, la onda de corriente de salida final en un período dado se compara con la onda de corriente de salida final generada en el período precedente (comparación entre puntos correspondientes de la onda en dos períodos sucesivos), obteniendo de ese modo una diferencia entre las desviaciones de la raíz cuadrada media de esas ondas.

15 En particular, la desviación de la raíz cuadrada media de la onda de salida final en un instante  $t$  dado ( $SQM_t$ ) se calcula, junto con la desviación de la raíz cuadrada media de la misma onda en el instante correspondiente a  $t$  perteneciente al período  $T$  precedente ( $SQM_{t-T}$ ), y se halla la diferencia entre ellas.

En particular, para cada punto de la onda de corriente de salida final en un instante  $t$  dado, se calcula la diferencia entre este punto y el punto respectivo de la onda de corriente de salida final en el período  $t - T$  precedente. La suma de todas esas diferencias forma un primer dato de diferencia  $d1$ .

- 20 Si  $d1$  es mayor que un primer umbral predeterminado, por ejemplo 35, las etapas 110 y 112 se repiten hasta que  $d$  resulte ser menor que el umbral.

25 Si  $d1$  es menor que dicho primer umbral, en la etapa 114 se compara la onda de corriente de salida final con la onda de corriente deseada, y se realiza una comprobación respecto a si son coincidentes.

En la presente descripción, el término “coincidente” se usa para indicar que la onda de corriente de salida final es idéntica a la onda de corriente deseada en el límite de la precisión física del dispositivo de generador de corriente.

30 A este efecto, se calcula la desviación de la raíz cuadrada media de la onda de corriente deseada ( $SQM_{deseada}$ ), junto con la desviación de la raíz cuadrada media de la onda de corriente de salida final ( $SQM_{final}$ ), y se halla la diferencia entre ambas.

35 En particular, para cada punto de la onda de corriente deseada, se calcula la diferencia entre este punto y el punto respectivo de la onda de corriente de salida final. La suma de todas esas diferencias forma un segundo dato de diferencia  $d2$ .

Si  $d2$  es menor que un segundo umbral predeterminado, por ejemplo 500, el método termina debido a que se ha alcanzado el límite de la precisión del dispositivo de generador de corriente.

- 40 Si  $d2$  es mayor que el segundo umbral, se añade una compensación predeterminada a los datos de punto de ajuste (por ejemplo, incrementándolos en un número predeterminado de amperios, por ejemplo 1 mA), y el método empieza de nuevo a partir de la etapa 100. De ese modo, se compensan las no linealidades que impiden la mejora de la corrección, mientras que se mantienen los datos de punto de ajuste introducidos inicialmente por el usuario.

- 45 De manera clara, siempre que se mantenga el principio de la invención, las formas de aplicación y los detalles de realización pueden ser variados ampliamente a partir de lo que se ha descrito e ilustrado únicamente a título de ejemplo no limitativo, sin apartarse por ello del alcance de la invención según se define en las reivindicaciones anexas.

**REIVINDICACIONES**

1.- Dispositivo de generador de corriente que comprende una unidad (2) de procesamiento que comprende:

- 5 - un módulo (6) de entrada diseñado para adquirir datos de entrada representativos de una onda de corriente deseada;
- un módulo (8) de gestión y control conectado al módulo (6) de entrada y diseñado para:
- 10 a) recibir los datos de entrada que representan la onda de corriente deseada;
- b) generar una onda de tensión primaria;
- un módulo (12) de salida conectado al módulo (8) de gestión y control y diseñado para recibir la onda de tensión primaria y para procesarla con el fin de generar una onda de corriente de salida;
- 15 estando además dicho módulo (8) de gestión y control diseñado para:
- c) recibir la onda de corriente de salida desde el módulo (12) de salida;
- 20 d) comparar dicha onda de corriente de salida con la onda de corriente deseada y, si la onda de corriente de salida no tiene, instante a instante, un valor que caiga dentro de un rango predeterminado del valor correspondiente de la onda de corriente deseada, modificar la onda de tensión primaria con el fin de obtener una nueva onda de corriente de salida sustancialmente igual a la onda de corriente deseada;
- 25 caracterizado porque dicho módulo (8) de gestión y control está diseñado para:
- e) calcular la función de transferencia entre la onda de corriente de salida y la onda de tensión primaria;
- 30 f) aplicar la función de transferencia con vistas a obtener una nueva onda de tensión primaria;
- g) repetir las etapas c) – f) hasta que la onda de tensión primaria que se obtiene corresponde a una onda de corriente de salida que tiene, instante a instante, un valor que cae dentro de un rango predeterminado del valor correspondiente de la onda de corriente deseada;
- 35 h) aplicar (110) control proporcional-integral a la onda de tensión primaria obtenida en la etapa g) con el fin de obtener una onda de corriente de salida final;
- i) controlar (112) la estabilidad de la onda de corriente de salida final;
- 40 j) comparar (114) la onda de corriente de salida final con la onda de corriente deseada y comprobar si ambas son coincidentes.

45 2.- Dispositivo según la reivindicación 1, que comprende además un módulo (10) de amplificación situado entre el módulo (8) de gestión y control y el módulo (12) de salida, y que está diseñado para recibir la onda de tensión primaria y amplificarla.

50 3.- Dispositivo según la reivindicación 1 o 2, en donde el módulo (6) de entrada comprende un procesador con una pantalla táctil asociada.

4.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde el módulo (12) de salida comprende un transformador.

55 5.- Método de generación de una onda de corriente que comprende las etapas de:

- a) adquirir (100) datos de entrada representativos de una onda de corriente deseada;
- b) generar (102) una onda de tensión primaria;
- 60 c) procesar dicha onda de tensión primaria, obteniendo con ello una onda de corriente de salida;
- d) comparar (104) dicha onda de corriente de salida con la onda de corriente deseada y, si la onda de corriente de salida no tiene, instante a instante, un valor que caiga dentro de un rango predeterminado del valor correspondiente de la onda de corriente deseada, modificar la onda de tensión primaria con el fin de obtener una nueva onda de corriente de salida sustancialmente igual a la onda de corriente deseada;
- 65

caracterizado porque el método comprende las etapas de:

e) calcular (106) la función de transferencia entre la onda de corriente de salida y la onda de tensión primaria;

5 f) aplicar (108) la función de transferencia con el fin de obtener una nueva onda de tensión primaria;

g) repetir las etapas c) – f) hasta que la onda de tensión primaria que se obtiene corresponde a una onda de corriente de salida que tiene, instante a instante, un valor que cae dentro de un rango predeterminado del valor correspondiente de la onda de corriente deseada;

10 h) aplicar (110) control proporcional-integral a la onda de tensión primaria obtenida en la etapa g) con el fin de obtener una onda de corriente de salida final;

15 i) controlar (112) la estabilidad de la onda de corriente de salida final;

j) comparar (114) la onda de corriente de salida final con la onda de corriente deseada y comprobar si ambas son coincidentes.

20 6.- Método según la reivindicación 5, que comprende además, entre la etapa b) y la etapa c), la operación de amplificar la onda de tensión primaria.

7.- Método según la reivindicación 5 o 6, en donde la operación de calcular (106) la función de transferencia comprende la etapa de:

25 - calcular la relación entre los datos de corriente de salida que representan el valor de corriente de la onda de corriente de salida y los datos de tensión que representan el valor de tensión de la onda de tensión primaria, obteniendo de ese modo terceros datos.

30 8.- Método según la reivindicación 7, en donde la operación de aplicar (108) la función de transferencia comprende la etapa de:

- calcular la relación entre los datos de punto de ajuste pertenecientes a los datos de entrada, que representan el valor de corriente de la onda de corriente deseada, y los terceros datos, obteniendo de ese modo nuevos datos de tensión.

35 9.- Método según una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 8, en donde la operación de aplicar (110) control proporcional-integral comprende las operaciones de:

40 - comparar los últimos datos de corriente de salida, que representan el valor de corriente de la onda de corriente de salida que en la etapa g) tiene un valor que cae dentro de un rango predeterminado del valor correspondiente de la onda de corriente deseada, con datos de punto de ajuste pertenecientes a los datos de entrada y que representan el valor de la corriente de la onda de corriente deseada;

45 - incrementar o reducir datos de tensión que representan el valor de tensión de la onda de tensión primaria asociada a la onda de corriente de salida de la etapa g), en base al resultado de dicha comparación;

- realizar el cálculo de una corrección integral a ser aplicada a los datos de tensión modificados en la etapa anterior, obteniendo de ese modo una onda de corriente de salida final.

50 10.- Método según una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 9, en donde la operación de controlar (112) la estabilidad de la onda de corriente de salida final comprende las operaciones de:

55 - comparar la onda de corriente de salida final en un período predeterminado con la onda de corriente de salida final generada en el período precedente calculando la diferencia entre las desviaciones cuadráticas medias de dichas ondas, obteniendo de ese modo un primer dato de diferencia (d1);

60 - comparar el primer dato de diferencia (d1) con un primer umbral predeterminado y, si el primer dato de diferencia (d1) es mayor que dicho primer umbral, repetir las etapas h) y i) hasta que el primer dato de diferencia (d1) es menor que el primer umbral.

11.- Método según la reivindicación 10, en donde la operación de comparar (114) la primera onda de corriente de salida final con la onda de corriente deseada comprende las operaciones de:

65 - comprobar si el primer dato de diferencia (d1) es menor que el primer umbral;

- calcular la diferencia entre las desviaciones cuadráticas medias de la onda de corriente deseada y de la onda de

## ES 2 801 049 T3

corriente de salida final, obteniendo de ese modo un segundo dato de diferencia (d2);

- comparar el segundo dato de diferencia (d2) con un segundo umbral predeterminado, y

5 si el segundo dato de diferencia (d2) es menor que el citado segundo umbral, finalizar el método;

si el segundo dato de diferencia (d2) es mayor que el citado segundo umbral, añadir una compensación predeterminada a los datos de entrada y repetir las etapas b) – 1) hasta que se obtiene un segundo dato de diferencia (d2) que es menor que el citado segundo umbral.

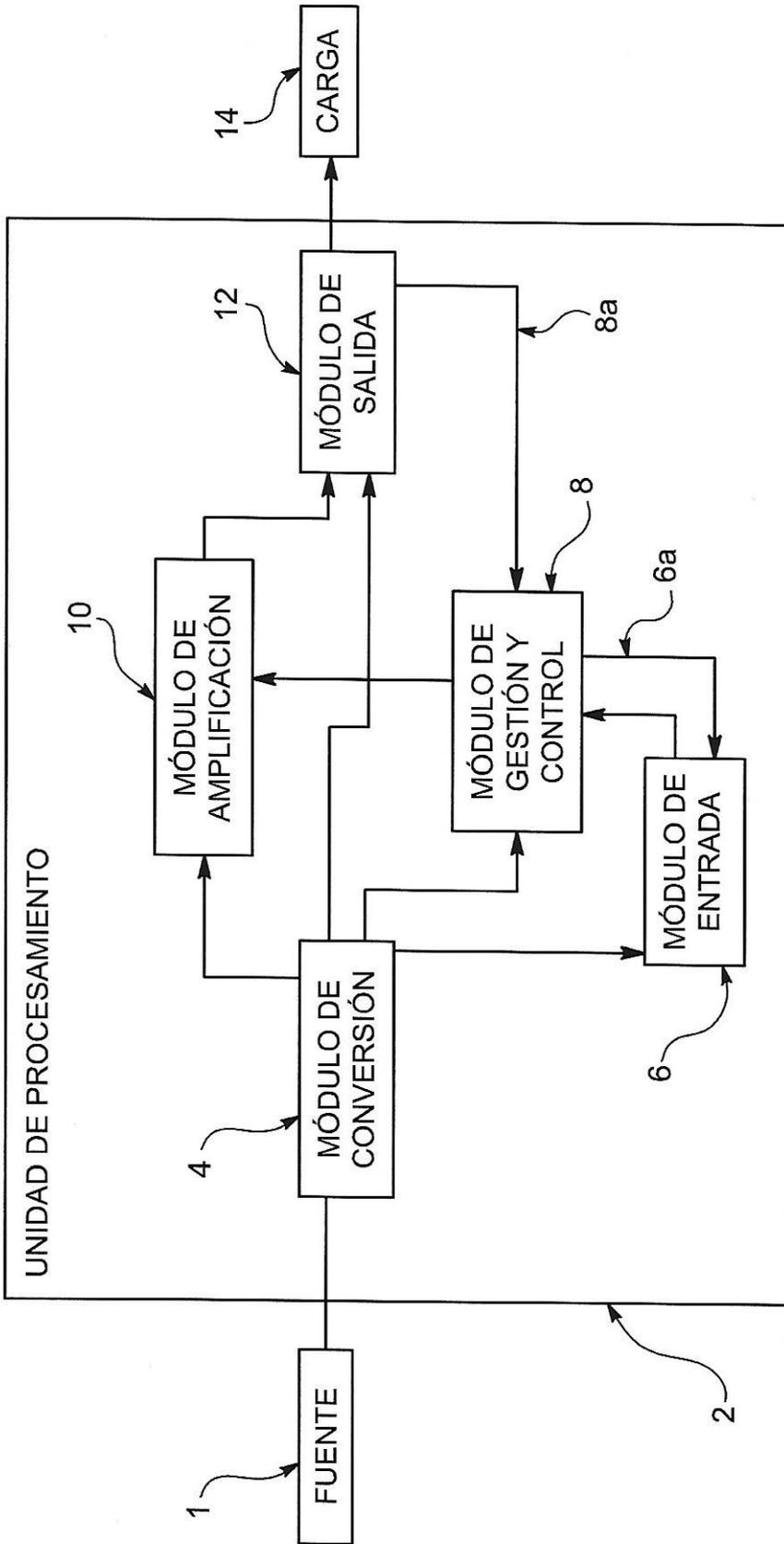


FIG. 1

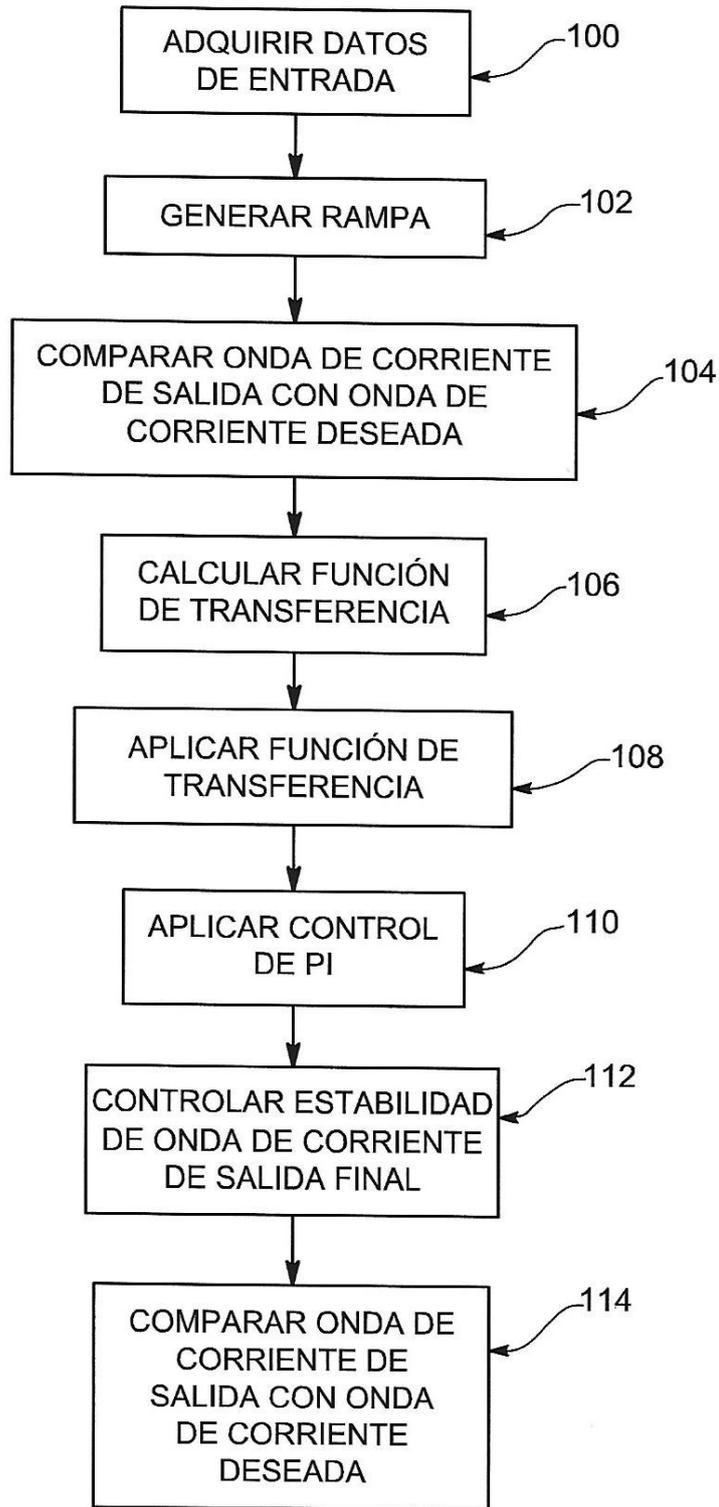


FIG. 2

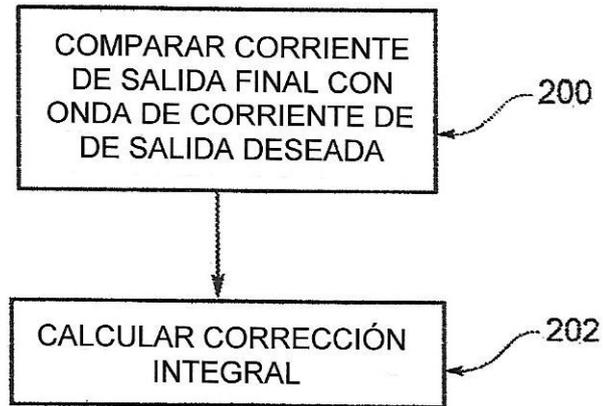


FIG. 3