

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 971 307**

51 Int. Cl.:

<b>H02M 1/00</b>	(2006.01)
<b>H02M 3/337</b>	(2006.01)
<b>H02M 7/48</b>	(2007.01)
<b>H02M 1/15</b>	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.05.2020 E 20175175 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.11.2023 EP 3754825**

54 Título: **Aparato de alimentación y método de control del mismo**

30 Prioridad:

**27.05.2019 CN 201910445374**

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

**04.06.2024**

73 Titular/es:

**DELTA ELECTRONICS, INC. (100.0%)  
31-1 Xingbang Road, Guishan Industrial Zone  
Taoyuan City 33370, TW**

72 Inventor/es:

**ZHAN, KAILIANG;  
RONG, XIAOBING y  
LIU, XINWEI**

74 Agente/Representante:

**CURELL SUÑOL, S.L.P.**

**ES 2 971 307 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

Aparato de alimentación y método de control del mismo

5 **Campo de la invención**

La presente divulgación se refiere a un aparato de alimentación y a un método de control y, más particularmente, a un aparato de alimentación y a un método de control para mejorar la calidad de la alimentación.

10 **Antecedentes de la invención**

En la actualidad, casi todos los dispositivos electrónicos están equipados con un aparato de alimentación, de manera que el aparato de alimentación proporciona energía eléctrica a los circuitos o los componentes electrónicos que están dentro del dispositivo electrónico. En algunas aplicaciones, se usan de manera generalizada aparatos de alimentación que incluyen un convertidor resonante. El convertidor resonante recibe energía eléctrica y se hace funcionar en resonancia, de manera que la energía eléctrica se convierte en voltajes de salida diferentes a frecuencias diferentes.

En un convertidor resonante convencional, según una señal de conmutación original se activa o desactiva selectivamente un elemento de conmutación. No obstante, en caso de que el convertidor resonante se haga funcionar a una frecuencia especificada (por ejemplo, una frecuencia elevada), el convertidor resonante entra en un modo de ráfaga. En el modo de ráfaga, el elemento de conmutación se activa o desactiva selectivamente según una señal de conmutación real, la cual se genera por medio de una señal de salto y la señal de conmutación original.

La figura 1 es un diagrama esquemático de formas de onda de temporización que ilustra una señal de conmutación original y una señal de conmutación real de un convertidor resonante convencional mientras el convertidor resonante está en un modo de ráfaga. Cuando el convertidor resonante entra en un modo de ráfaga, se genera la señal de conmutación real según la señal de conmutación original y la señal de salto. La señal de salto tiene un periodo de conmutación fijo  $T_s$  (es decir, un periodo de control de bucle) y la señal de salto se mantiene en un estado de nivel alto o un estado de nivel bajo durante un periodo de conmutación  $T_s$ . Durante el primer periodo de conmutación  $T_s$  de la señal de conmutación original (es decir, el intervalo de tiempo entre  $t_0$  y  $t_1$ ), la señal de salto se mantiene en el estado de nivel alto. Consecuentemente, la señal de conmutación real coincide con la señal de conmutación original. Durante el segundo periodo de conmutación  $T_s$  de la señal de conmutación original (es decir, el intervalo de tiempo entre  $t_1$  y  $t_2$ ), la señal de salto se mantiene en el estado de nivel bajo. Consecuentemente, la señal de conmutación real está en un estado de desactivación.

Como se ha mencionado anteriormente, el convertidor resonante convencional se hace funcionar de acuerdo con la señal de conmutación real. La señal de conmutación real se determina según la señal de conmutación original y de la señal de salto con el periodo de conmutación fijo  $T_s$ . No obstante, el método anterior sigue presentando ciertos inconvenientes. Por ejemplo, el rizado del voltaje de salida aumenta y la calidad de la alimentación del aparato de alimentación se deteriora. Para reducir el rizado del voltaje de salida, es necesario reducir el periodo de control del bucle de control. Bajo estas circunstancias, se ocupa una gran cantidad de recursos de *software*.

El documento US 2015/0357927 A1 se refiere, en general, a un funcionamiento multimodo y al control de un convertidor resonante. Se describe un método de control de una alimentación en modo conmutado que incluye generar una señal de realimentación proporcional a una salida de la fuente de alimentación en modo conmutado, y hacer funcionar la fuente de alimentación de modo conmutado en un modo normal. Si la señal de realimentación cruza un primer umbral, la alimentación de modo conmutado funciona en un segundo modo operativo. En el primer modo operativo, la señal modulada por impulsos se ajusta para regular una señal de realimentación a un primer nivel de señal, y, en el segundo modo operativo, un tiempo muerto de la señal modulada por impulsos se ajusta con respecto a la señal para regular una señal de realimentación a un segundo nivel de señal diferente del primer nivel de señal. El método incluye, además, accionar un conmutador de la fuente de alimentación de modo conmutado con la señal modulada por impulsos.

Por lo tanto, existe una necesidad de proporcionar un aparato de alimentación y un método de control para superar los inconvenientes de las tecnologías convencionales.

60 **Sumario de la invención**

La presente divulgación proporciona un aparato de alimentación y un método de control para reducir el rizado del voltaje de salida, aumentar la calidad de alimentación y reducir la complejidad de diseño.

Según un aspecto de la presente divulgación, se proporciona un método de control para un aparato de alimentación. El aparato de alimentación incluye un convertidor resonante. El método de control se lleva a cabo según las características de la reivindicación de método independiente 1.

Según otro aspecto de la presente divulgación, se proporciona un aparato de alimentación según las características de la reivindicación de aparato independiente 5.

- 5 El anterior contenido de la presente divulgación se pondrá más claramente de manifiesto para aquellos con conocimientos comunes en la materia después de revisar la siguiente descripción detallada y los dibujos adjuntos, en los cuales:

**Breve descripción de los dibujos**

10 La figura 1 es un diagrama esquemático de formas de onda de temporización que ilustra una señal de conmutación original y una señal de conmutación real de un convertidor resonante convencional mientras el convertidor resonante está en un modo de ráfaga;

15 la figura 2 es un diagrama de circuito esquemático que ilustra la arquitectura de un aparato de alimentación según una primera forma de realización de la presente divulgación;

la figura 3 es una gráfica que ilustra las relaciones entre las frecuencias de funcionamiento y los ciclos de trabajo de la señal de troceo proporcionada por el aparato de alimentación que se muestra en la figura 2;

20 la figura 4 es un diagrama esquemático de formas de onda de temporización que ilustra la primera señal de conmutación, la señal de troceo y la segunda señal de conmutación del aparato de alimentación que se muestra en la figura 2;

25 la figura 5 es un diagrama esquemático de formas de onda de temporización que ilustra algunos ejemplos de la señal de troceo del aparato de alimentación que se muestra en la figura 2;

30 la figura 6 es un diagrama esquemático de formas de onda de temporización que ilustra un método de adquisición de una señal de troceo con el ciclo de trabajo de 4/11 a través de una pluralidad de señales de control;

la figura 7 es un diagrama de flujo de un método de control para el aparato de alimentación según una forma de realización de la presente divulgación; y

35 la figura 8 es un diagrama de flujo de un método de control para el aparato de alimentación según otra forma de realización de la presente divulgación.

**Descripción detallada de la forma de realización preferida**

40 A continuación, se describirá más específicamente la presente divulgación en referencia a las siguientes formas de realización. Cabe señalar que las siguientes descripciones de formas de realización preferidas de esta divulgación se presentan en este documento únicamente con fines ilustrativos y descriptivos. No se persigue exhaustividad ni limitarse a la forma precisa dada a conocer.

45 Consúltense las figuras 2 y 3. La figura 2 es un diagrama de un circuito esquemático que ilustra la arquitectura de un aparato de alimentación según una primera forma de realización de la presente divulgación. La figura 3 es una gráfica que ilustra las relaciones entre las frecuencias de funcionamiento y los ciclos de trabajo de la señal de troceo proporcionada por el aparato de alimentación que se muestra en la figura 2. El aparato de alimentación 1 comprende un convertidor resonante 11, un circuito de muestreo 12, un circuito de cálculo de errores 13, un controlador 14 y una unidad de cálculo lógico 15. Preferentemente, aunque no de forma exclusiva, el convertidor resonante 11 es un circuito resonante LLC trifásico. El convertidor resonante 11 recibe una potencia de entrada. La potencia de entrada contiene un voltaje de entrada y una corriente de entrada. El convertidor resonante 11 incluye una unidad de conmutación 111. La unidad de conmutación 111 se activa o desactiva selectivamente. Consecuentemente, la potencia de entrada se convierte en una potencia de salida por medio del convertidor resonante 11. Cuando la unidad de conmutación 111 se activa, la magnitud de la potencia de salida es aumentada por el convertidor resonante 11 según la potencia de entrada. Cuando la unidad de conmutación 111 se desactiva, no se produce conversión de la potencia de entrada y, por lo tanto, se reduce la magnitud de la potencia de salida.

60 El circuito de muestreo 12 está conectado eléctricamente con el convertidor resonante 11. Después de que la potencia de salida del convertidor resonante 11 sea muestreada por el circuito de muestreo 12, se obtiene un resultado muestreado que contiene la potencia de salida. El circuito de cálculo de errores 13 está conectado eléctricamente con el circuito de muestreo 12. El circuito de cálculo de errores 13 recibe el resultado muestreado del circuito de muestreo 12. Después de que el circuito de cálculo de errores 13 lleve a cabo un cálculo sobre el resultado muestreado y un valor de referencia  $V_{ref}$ , se genera una señal de error  $V_{error}$ . La potencia de salida contiene un voltaje de salida y una corriente de salida. Cuando se muestrea la potencia de salida, se muestrean el voltaje de salida y/o la corriente de salida.

El controlador 14 está conectado eléctricamente con el circuito de cálculo de errores 13. El controlador 14 emite una primera señal de conmutación Vs1. Preferentemente, aunque no de forma exclusiva, la primera señal de conmutación Vs1 es una señal digital. El controlador 14 recibe, además, la señal de errores Verror. Según la señal de error Verror, el controlador 14 ajusta la primera señal de conmutación Vs1. Por otra parte, según la señal de error Verror, el controlador 14 resuelve si el convertidor resonante 11 está en un modo de modulación en frecuencia o un modo de ráfaga. En algunas formas de realización, el controlador 14 confirma si el convertidor resonante 11 está en el modo de modulación en frecuencia o el modo de ráfaga según la señal de error Verror y la frecuencia de conmutación del convertidor resonante 11. Mientras la frecuencia de conmutación del convertidor resonante 11 sea superior o igual a un valor de umbral (por ejemplo, 280 kHz) según se muestra en la figura 3, el controlador 14 resuelve que el convertidor resonante 11 está en el modo de ráfaga. Por otro lado, mientras la frecuencia de conmutación del convertidor resonante 11 sea inferior al valor de umbral, el controlador 14 resuelve que el convertidor resonante 11 está en el modo de modulación en frecuencia. El circuito de cálculo de errores 13 y el controlador 14 son circuitos independientes. En algunas formas de realización, el circuito de cálculo de errores 13 y el controlador 14 están integrados en un chip de control (no mostrado) del aparato de alimentación 1. Por ejemplo, el chip de control es un procesador de señal digital (DSP) o un chip de matriz de puertas programables in situ (FPGA).

Después de que el controlador 14 confirme que el convertidor resonante 11 está en el modo de ráfaga, el controlador 14 emite, además, una señal de troceo Vch según la señal de error Verror. La señal de troceo Vch es ajustable según la señal de error Verror. En una de las formas de realización, la señal de troceo Vch es ajustable según la señal de error Verror usando un método de tabla de consulta y se puede tomar como referencia una tabla que representa la relación entre la señal de troceo Vch y la señal de error Verror. Preferentemente, aunque no de forma exclusiva, la señal de troceo Vch es una señal digital. Por otra parte, la señal de troceo Vch tiene un periodo de troceo y un ciclo de trabajo. El periodo de troceo y el ciclo de trabajo se ajustan dinámicamente según la señal de error Verror.

La unidad de cálculo lógico 15 está conectada eléctricamente con el controlador 14 y el convertidor resonante 11. La unidad de cálculo lógico 15 recibe la primera señal de conmutación Vs1 y la señal de troceo Vch del controlador 14. Después de que la unidad de cálculo lógico 15 lleve a cabo una operación lógica sobre la primera señal de conmutación Vs1 y la señal de troceo Vch, se genera una segunda señal de conmutación Vs2. Según la segunda señal de conmutación Vs2, se activa o desactiva selectivamente la unidad de conmutación 111 del convertidor resonante 11. Preferentemente, aunque no de forma exclusiva, la segunda señal de conmutación Vs2 es una señal digital. En una forma de realización, la segunda señal de conmutación Vs2 se genera después de que la unidad de cálculo lógico 15 lleve a cabo una operación AND sobre la primera señal de conmutación Vs1 y la señal de troceo Vch. Preferentemente, aunque no de forma exclusiva, la operación lógica se implementa a través de un componente de *software* o un componente de *hardware*. En una forma de realización, la unidad de cálculo lógico 15 es un circuito independiente. En algunas otras formas de realización, la unidad de cálculo lógico 15 y el controlador 14 están integrados en el chip de control (no mostrado) del aparato de alimentación 1. Alternativamente, las funciones del controlador 14 y de la unidad de cálculo lógico 15 se implementan a través del componente de *software*.

Como se ha mencionado anteriormente, el controlador 14 del aparato de alimentación 1 ajusta la señal de troceo Vch según la señal de error Verror. Consecuentemente, el periodo de troceo y el ciclo de trabajo de la señal de troceo Vch son ajustables dinámicamente. En comparación con el aparato de alimentación convencional, en el que la señal de troceo se conmuta de manera discontinua entre el estado de nivel bajo y el estado de nivel alto con el periodo fijo, el periodo de troceo y el ciclo de trabajo de la señal de troceo Vch del aparato de alimentación 1 de la presente divulgación son ajustables dinámicamente y la segunda señal de conmutación Vs2 se ajusta según la señal de troceo Vch, se reduce el rizado del voltaje de salida del aparato de alimentación 1 y mejora la calidad de alimentación del aparato de alimentación 1. Bajo estas circunstancias, se evita el problema de despilfarrar los recursos de *software* y se reduce la complejidad del aparato de alimentación 1.

Después de que el controlador 14 confirme que el convertidor resonante 11 está en el modo de modulación en frecuencia en función de la señal de error Verror, el controlador 14 también emite una señal de troceo Vch que tiene un nivel de voltaje fijo. En una de las formas de realización, la señal de troceo Vch puede estar relacionada con la señal de error Verror. Cuando el convertidor resonante 11 está en el modo de modulación en frecuencia, el periodo de conmutación de la primera señal de conmutación Vs1 cambia en función de la señal de error Verror. Por otra parte, la señal de troceo Vch tiene un nivel de voltaje fijo. Por ejemplo, la señal de troceo Vch está en un estado de nivel alto. Consecuentemente, cuando el convertidor resonante 11 está en el modo de modulación en frecuencia, la segunda señal de conmutación Vs2 obtenida en función de la primera señal de conmutación Vs1 y la señal de troceo Vch es idéntica a la primera señal de conmutación Vs1.

Consúltese nuevamente la figura 2. La unidad de cálculo lógico 15 incluye un circuito de accionamiento 151. El circuito de accionamiento 151 está conectado eléctricamente con la unidad de conmutación 111 del convertidor resonante 11 para accionar la unidad de conmutación 111. Preferentemente, aunque no de forma exclusiva, el circuito de accionamiento 151 es un chip IC. El circuito de accionamiento 151 tiene un terminal de entrada 152, un

terminal de habilitación 153 y un terminal de salida 154. El terminal de entrada 152 del circuito de accionamiento 151 está conectado eléctricamente con el controlador 14 para recibir la primera señal de conmutación Vs1. El terminal de habilitación 153 del circuito de accionamiento 151 está conectado eléctricamente con el controlador 14 para recibir la señal de troceo Vch. Después de que la unidad de cálculo lógico 15 lleve a cabo la operación lógica sobre la primera señal de conmutación Vs1 y la señal de troceo Vch, se genera la segunda señal de conmutación Vs2. A la segunda señal de conmutación Vs2 se le da salida desde el terminal de salida 154 del circuito de accionamiento 151 hacia la unidad de conmutación 111. Preferentemente, aunque no de forma exclusiva, la operación lógica se implementa mediante la unidad de cálculo lógico 15 a través de un componente de *software* o un componente de *hardware*.

La figura 4 es un diagrama esquemático de formas de onda de temporización que ilustra la primera señal de conmutación, la señal de troceo y la segunda señal de conmutación del aparato de alimentación que se muestra en la figura 2. Como se muestra en la figura 4, la primera señal de conmutación Vs1 tiene un periodo de conmutación fijo Tm. En el intervalo de tiempo entre t0 y t1, la señal de troceo Vch está en el estado de nivel alto (es decir, un estado de activación). En esta situación, el nivel de voltaje de la primera señal de conmutación Vs1 coincide con el nivel de voltaje de la segunda señal de conmutación Vs2. En el intervalo de tiempo entre t1 y t2, la señal de troceo Vch está en el estado de nivel bajo (es decir, un estado de desactivación). En esta situación, el nivel de voltaje de la primera señal de conmutación Vs1 y el nivel de voltaje de la segunda señal de conmutación Vs2 descienden al estado de nivel bajo, por ejemplo, 0 V.

En algunas formas de realización, el ciclo de trabajo de la señal de troceo Vch del controlador 14 es ajustable. En la medida en la que cambian el periodo de activación Ton y el periodo de desactivación Toff de la señal de troceo Vch, cambian el ciclo de trabajo y el periodo de troceo de la señal de troceo Vch.

La figura 5 es un diagrama esquemático de formas de onda de temporización que ilustra algunos ejemplos de la señal de troceo del aparato de alimentación que se muestran en la figura 2. Como se muestra en la figura 5, cada señal de troceo Vch tiene un periodo de troceo T y un ciclo de trabajo, y el periodo de troceo T de cada señal de troceo Vch contiene un periodo de activación Ton y el periodo de desactivación Toff. En el ejemplo (a) de la figura 5, la relación del periodo de activación Ton con respecto al periodo de desactivación Toff es 1:6. Consecuentemente, el ciclo de trabajo de la señal de troceo Vch es 1/6. En el ejemplo (b) de la figura 5, la relación del periodo de activación Ton con respecto al periodo de desactivación Toff es 1:3. Consecuentemente, el ciclo de trabajo de la señal de troceo Vch es 1/3. En el ejemplo (c) de la figura 5, la relación del periodo de activación Ton con respecto al periodo de desactivación Toff es 1:2. Consecuentemente, el ciclo de trabajo de la señal de troceo Vch es 1/2. En el ejemplo (d) de la figura 5, la relación del periodo de activación Ton con respecto al periodo de desactivación Toff es 2:3. Consecuentemente, el ciclo de trabajo de la señal de troceo Vch es 2/3. En el ejemplo (e) de la figura 5, la relación del periodo de activación Ton con respecto al periodo de desactivación Toff es 5:6. Consecuentemente, el ciclo de trabajo de la señal de troceo Vch es 5/6.

Puesto que el convertidor resonante 11 tiene la capacidad de estabilizar la potencia de salida en función de la segunda señal de conmutación Vs2, se reduce el rizado del voltaje de salida y mejora la calidad de alimentación del aparato de alimentación 1.

El ciclo de trabajo de la señal de troceo Vch se puede establecer en función de las siguientes estrategias. En caso de que el controlador 14 pretenda dar salida a la señal de troceo Vch con el ciclo de trabajo inferior al 50%, el periodo de activación Ton de la señal de troceo Vch se establece de manera que sea un valor fijo. Por ejemplo, el periodo de activación Ton es igual al periodo de conmutación Tm de la primera señal de conmutación Vs1. Bajo estas circunstancias, se logra la salida de impulsos mínima, y se mejora la precisión del control. Además, el periodo de desactivación Toff de la señal de troceo Vch cambia en función de la señal de error Verror. En caso de que el controlador 14 pretenda dar salida a la señal de troceo Vch con el ciclo de trabajo superior al 50%, el periodo de desactivación Toff de la señal de troceo Vch se establece de manera que sea un valor fijo. Por ejemplo, el periodo de desactivación Toff es igual al periodo de conmutación Tm de la primera señal de conmutación Vs1. Además, el periodo de activación Ton de la señal de troceo Vch cambia en función de la señal de error Verror. Puesto que el nivel de voltaje de la segunda señal de conmutación Vs2 se ajusta en función de la señal de troceo Vch, el nivel de voltaje de la segunda señal de conmutación Vs2 es más uniforme y la calidad de la alimentación mejora de manera adicional. Cabe señalar que se pueden aplicar numerosas modificaciones al tiempo que se mantienen las enseñanzas de la presente divulgación. Por ejemplo, en caso de que el controlador 14 pretenda dar salida a la señal de troceo Vch con el ciclo de trabajo inferior al 50%, el periodo de activación Ton de la señal de troceo Vch se establece de manera que sea un múltiplo entero del periodo de conmutación Tm. Alternativamente, en caso de que el controlador 14 pretenda dar salida a la señal de troceo Vch con el ciclo de trabajo superior al 50%, el periodo de desactivación Toff de la señal de troceo Vch se establece de manera que sea un múltiplo entero del periodo de conmutación Tm.

En algunas formas de realización, la señal de troceo Vch del controlador 14 se define mediante una única señal o una pluralidad de señales de control en colaboración. Consecuentemente, mejora la precisión del control. Por ejemplo, la señal de troceo Vch se obtiene después de que una primera señal de control, una segunda señal de control, una tercera señal de control y una cuarta señal de control se sometan a una operación OR lógica. Por

ejemplo, la señal de troceo Vch con el ciclo de trabajo de 4/11 se puede adquirir en función de este método.

La figura 6 es un diagrama esquemático de formas de onda de temporización que ilustra un método de adquisición de una señal de troceo con el ciclo de trabajo de 4/11 a través de una pluralidad de señales de control. Como se muestra en la figura 6, un periodo de troceo T de la señal de troceo Vch se divide en un primer subperiodo, un segundo subperiodo, un tercer subperiodo y un cuarto subperiodo. El intervalo de tiempo entre t0 y t3 es el primer subperiodo correspondiente a la primera señal de control. El intervalo de tiempo entre t3 y t6 es el segundo subperiodo correspondiente a la segunda señal de control. El intervalo de tiempo entre t6 y t9 es el tercer subperiodo correspondiente a la tercera señal de control. El intervalo de tiempo entre t9 y t12 es el cuarto subperiodo correspondiente a la cuarta señal de control.

Véase la figura 6. En el intervalo de tiempo entre t0 y t1, la primera señal de control está en el estado de nivel alto. En el intervalo de tiempo entre t1 y t3, la primera señal de control está en el estado de nivel bajo. Es decir, el primer segmento del primer subperiodo (es decir, un periodo de conmutación Tm) está en el estado de nivel alto (1on), y los dos últimos segmentos del primer subperiodo están en el estado de nivel bajo (2off). Consecuentemente, la señal de troceo Vch está en el estado de nivel alto en el intervalo de tiempo entre t0 y t1 del primer subperiodo, y la señal de troceo Vch está en el estado de nivel bajo en el intervalo de tiempo entre t1 y t3 del primer subperiodo. En el intervalo de tiempo entre t3 y t4, la segunda señal de control está en el estado de nivel alto. En el intervalo de tiempo entre t4 y t6, la segunda señal de control está en el estado de nivel bajo. Es decir, el primer segmento del segundo subperiodo (es decir, un periodo de conmutación Tm) está en el estado de nivel alto (1on), y los dos últimos segmentos del segundo subperiodo están en el estado de nivel bajo (2off). Consecuentemente, la señal de troceo Vch está en el estado de nivel alto en el intervalo de tiempo entre t3 y t4 del segundo subperiodo, y la señal de troceo Vch está en el estado de nivel bajo en el intervalo de tiempo entre t4 y t6 del segundo subperiodo. En el intervalo de tiempo entre t6 y t7, la tercera señal de control está en el estado de nivel alto. En el intervalo de tiempo entre t7 y t9, la tercera señal de control está en el estado de nivel bajo. Es decir, el primer segmento del tercer subperiodo (es decir, un periodo de conmutación Tm) está en el estado de nivel alto (1on), y los dos últimos segmentos del tercer subperiodo están en el estado de nivel bajo (2off). Consecuentemente, la señal de troceo Vch está en el estado de nivel alto en el intervalo de tiempo entre t6 y t7 del tercer subperiodo, y la señal de troceo Vch está en el estado de nivel bajo en el intervalo de tiempo entre t7 y t9 del tercer subperiodo. En el intervalo de tiempo entre t9 y t10, la cuarta señal de control está en el estado de nivel alto. En el intervalo de tiempo entre t10 y t11, la cuarta señal de control está en el estado de nivel bajo. Es decir, el primer segmento del cuarto subperiodo (es decir, un periodo de conmutación Tm) está en el estado de nivel alto (1on), y el último segmento del cuarto subperiodo (1off) está en el estado de nivel bajo. Consecuentemente, la señal de troceo Vch está en el estado de nivel alto en el intervalo de tiempo entre t9 y t10 del cuarto subperiodo, y la señal de troceo Vch está en el estado de nivel bajo en el intervalo de tiempo entre t10 y t11 del cuarto subperiodo.

De forma similar, usando el método anterior puede obtenerse la señal de troceo Vch con cualquier ciclo de trabajo deseado. Es decir, el periodo de troceo se divide en una pluralidad de subperiodos, y los niveles de voltaje de la señal de troceo Vch en cada subperiodo se determinan en función de al menos una señal de control. Se enumerarán en una tabla algunas señales de troceo Vch con diferentes ciclos de trabajo y definidas por cuatro señales de control y cuatro subperiodos, según se muestra en la Tabla 1. Cabe señalar que el número de las señales de control y de los subperiodos para obtener la señal de troceo Vch no presenta limitaciones.

Tabla 1: Relaciones entre el ciclo de trabajo, el periodo de activación, el periodo de troceo y los subperiodos de la señal de troceo

Ciclo de trabajo	Periodo de activación Ton: Periodo de troceo T	Primer subperiodo	Segundo subperiodo	Tercer subperiodo	Cuarto subperiodo
1/3	1 : 3	1 on 2 off	1 on 2 off	1 on 2 off	1 on 2 off
4/11	4 : 11	1 on 2 off	1 on 2 off	1 on 2 off	1 on 1 off
4/10	4 : 10	1 on 2 off	1 on 1 off	1 on 2 off	1 on 1 off
4/9	4 : 9	1 on 2 off	1 on 1 off	1 on 1 off	1 on 1 off
1/2	1 : 2	1 on 1 off	1 on 1 off	1 on 1 off	1 on 1 off

La figura 7 es un diagrama de flujo de un método de control para el aparato de alimentación según una forma de realización de la presente divulgación. En primer lugar, en una etapa S1, se muestra la potencia de salida. En una etapa S2, se genera una señal de error Verror en función de un valor de referencia Vref y de la potencia de salida. En una etapa S3, mientras el convertidor resonante 11 está en un modo de ráfaga, se generan una primera señal de conmutación Vs1 y una señal de troceo Vch en función de la señal de error Verror. La señal de troceo Vch tiene un periodo de troceo y un ciclo de trabajo. El periodo de troceo y el ciclo de trabajo se ajustan dinámicamente en función de la señal de error Verror. En una etapa S4, se genera una segunda señal de conmutación Vs2 en función de la señal de troceo Vch y de la primera señal de conmutación Vs1. En función de la segunda señal de conmutación Vs2, se activa o desactiva selectivamente la unidad de conmutación 111 del convertidor resonante 11. Después de la etapa S4, se lleva a cabo en repetición la etapa S1.

La figura 8 es un diagrama de flujo de un método de control para el aparato de alimentación según otra forma de realización de la presente divulgación. En comparación con el método de control de la figura 7, el método de control de esta forma de realización incluye, además, las etapas S21 y S22 después de la etapa S2. Después de la etapa S2, se lleva a cabo la etapa S21 para resolver si el convertidor resonante 11 está en el modo de ráfaga. Si se cumple el resultado de la resolución de la etapa S21, se lleva a cabo la etapa S3. Si no se cumple el resultado de la resolución de la etapa S21, se lleva a cabo la etapa S22. En la etapa S22, el convertidor resonante 11 está en el modo de modulación en frecuencia, y se genera la señal de troceo  $V_{ch}$  con un nivel de voltaje fijo en función de la señal de error  $V_{error}$ , y la segunda señal de conmutación  $V_{s2}$  es idéntica a la primera señal de conmutación  $V_{s1}$ . Después de la etapa S22, se lleva a cabo en repetición la etapa S1. Las etapas S1, S2, S3 y S4 de esta forma de realización son idénticas a las de la figura 7, y no se describen aquí de forma redundante. Los métodos de control de las figuras 7 y 8 se pueden aplicar al aparato de alimentación de la figura 2. Cabe señalar que las aplicaciones del método de control no presentan limitaciones.

A partir de las descripciones anteriores, la presente divulgación proporciona el aparato de alimentación y el método de control. El controlador ajusta la señal de troceo en función de la señal de error. Consecuentemente, se pueden cambiar dinámicamente el periodo de troceo y el ciclo de trabajo de la señal de troceo. Por otra parte, la segunda señal de conmutación se ajusta en función de la señal de troceo que cambia dinámicamente. Consecuentemente, se reduce el rizado del voltaje de salida del aparato de alimentación, y mejora la calidad de la alimentación. Por otra parte, puesto que se evita el problema de despilfarrar recursos de *software*, se reduce la complejidad del aparato de alimentación.

Aunque la divulgación se ha descrito en términos de lo que se considera actualmente como las formas de realización con mayor nivel de practicidad y preferidas, debe entenderse que no es necesario que la divulgación se limite a la forma de realización dada a conocer. El alcance de protección de esta invención queda limitado únicamente por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Método de control para un aparato de alimentación (1), comprendiendo el aparato de alimentación (1) un convertidor resonante (11), en el que el método de control comprende las etapas de:

5 muestrear por lo menos uno de entre un voltaje de salida o una corriente de salida del convertidor resonante (11);

10 generar una señal de error (Verror) según un valor de referencia (Vref) y por lo menos uno de entre el voltaje de salida o la corriente de salida;

15 generar una primera señal de conmutación (Vs1) y una señal de troceo (Vch) según la señal de error (Verror) mientras el convertidor resonante (11) está en un modo de ráfaga, presentando la primera señal de conmutación (Vs1) un periodo de conmutación (Tm), siendo el periodo de conmutación (Tm) fijo, la señal de troceo (Vch) presenta un periodo de troceo (T) y un ciclo de trabajo, y el periodo de troceo (T) y el ciclo de trabajo se ajustan dinámicamente según la señal de error (Verror), presentando el periodo de troceo (T) un periodo de activación (Ton) y un periodo de desactivación (Toff), en el que, mientras el ciclo de trabajo es inferior al 50%, el periodo de activación (Ton) se establece de manera que es un múltiplo entero del periodo de conmutación (Tm) de la primera señal de conmutación (Vs1), y el periodo de desactivación (Toff) se ajusta según la señal de error (Verror), en el que, mientras el ciclo de trabajo es superior al 50%, el periodo de desactivación (Toff) se establece de manera que es un múltiplo entero del periodo de conmutación (Tm) de la primera señal de conmutación (Vs1), y el periodo de activación (Ton) se ajusta según la señal de error (Verror); y

25 generar una segunda señal de conmutación (Vs2) según la señal de troceo (Vch) y la primera señal de conmutación (Vs1) mediante una unidad de cálculo lógico (15) después de que se lleve a cabo una operación AND lógica, en el que una unidad de conmutación (111) del convertidor resonante (11) se activa o desactiva según la segunda señal de conmutación (Vs2), comprendiendo la unidad de cálculo lógico (15) un circuito de accionamiento (151), en el que un terminal de entrada (152) del circuito de accionamiento (151) recibe la primera señal de conmutación (Vs1), un terminal de habilitación (153) del circuito de accionamiento (151) recibe la señal de troceo (Vch) y se da salida a la segunda señal de conmutación (Vs2) desde un terminal de salida (154) del circuito de accionamiento (151).

35 2. Método de control según la reivindicación 1, en el que el método de control comprende asimismo una etapa de resolver si el convertidor resonante (11) está en un modo de modulación en frecuencia, en el que, mientras el convertidor resonante (11) está en el modo de modulación en frecuencia, la señal de troceo (Vch) tiene un nivel de voltaje fijo, la segunda señal de conmutación (Vs2) es idéntica a la primera señal de conmutación (Vs1) y el periodo de conmutación (Tm) de la primera señal de conmutación (Vs1) se ajusta según la señal de error (Verror).

40 3. Método de control según la reivindicación 1, en el que la señal de troceo (Vch) se ajusta según la señal de error (Verror) usando un método de tabla de consulta, y en el que la señal de troceo (Vch) es una única señal o contiene una pluralidad de señales de control, en el que, según la señal única o por lo menos una de entre la pluralidad de señales de control, se determina un nivel de voltaje de la señal de troceo (Vch) en cada uno de sus subperiodos.

45 4. Método de control según la reivindicación 1, en el que mientras una frecuencia de conmutación del convertidor resonante (11) es superior o igual a un valor de umbral, el convertidor resonante (11) está en el modo de ráfaga, en el que, mientras la frecuencia de conmutación del convertidor resonante (11) es inferior al valor de umbral, el convertidor resonante (11) está en un modo de modulación en frecuencia.

50 5. Aparato de alimentación (1), que comprende

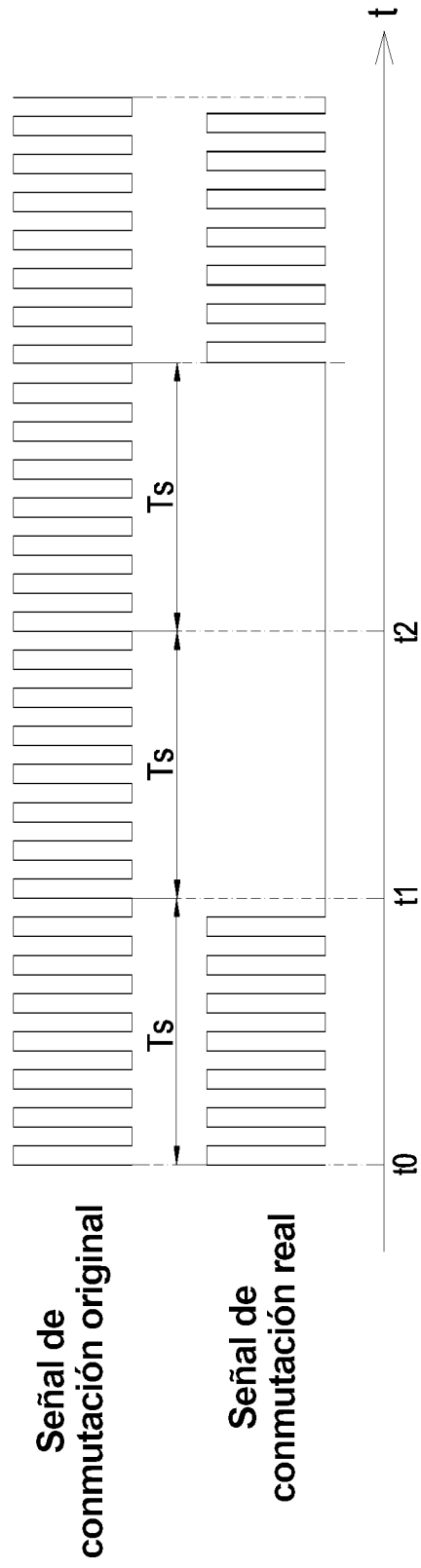
un convertidor resonante (11) que presenta un voltaje de salida o una corriente de salida;

55 un circuito de muestreo (12) conectado eléctricamente con el convertidor resonante (11), en el que el circuito de muestreo (12) está configurado para muestrear por lo menos uno de entre el voltaje de salida o la corriente de salida del convertidor resonante (11);

60 un generador de señales de error (13) conectado eléctricamente con el circuito de muestreo (12), en el que el generador de señales de error (13) está configurado para recibir un valor de referencia (Vref) y por lo menos uno de entre el voltaje de salida o la corriente de salida, y configurado para generar una señal de error (Verror) según el valor de referencia (Vref) y por lo menos uno de entre el voltaje de salida o la corriente de salida;

65 un controlador (14) conectado eléctricamente con el generador de señales de error (13), y configurado para generar, mientras el convertidor resonante (11) está en un modo de ráfaga, una primera señal de conmutación (Vs1) con un periodo de conmutación fijo (Tm), y una señal de troceo (Vch) con un periodo de troceo (T) y un ciclo de trabajo, siendo el periodo de troceo (T) y el ciclo de trabajo ajustados dinámicamente por parte del controlador (14) según la señal de error (Verror), en el que el periodo de troceo (T) tiene un periodo de activación

- 5 (Ton) y un periodo de desactivación (Toff), en el que, mientras el ciclo de trabajo es inferior al 50%, el controlador (14) está configurado para establecer el periodo de activación (Ton) de manera que sea un múltiplo entero del periodo de conmutación (Tm) de la primera señal de conmutación (Vs1), y para ajustar el periodo de desactivación (Toff) según la señal de error (Verror), en el que, mientras el ciclo de trabajo es superior al 50%, el controlador está configurado para establecer el periodo de desactivación (Toff) de manera que sea un múltiplo entero del periodo de conmutación (Tm) de la primera señal de conmutación (Vs1), y para ajustar el periodo de activación (Ton) según la señal de error (Verror); y
- 10 una unidad de cálculo lógico (15) conectada eléctricamente con el controlador (14) y el convertidor resonante (11), y configurada para generar una segunda señal de conmutación (Vs2) llevando a cabo una operación AND lógica sobre la señal de troceo (Vch) y la primera señal de conmutación (Vs1), estando una unidad de conmutación (111) del convertidor resonante (11) configurada para activarse o desactivarse según la segunda señal de conmutación (Vs2),
- 15 en el que la unidad de cálculo lógico (15) comprende un circuito de accionamiento (151),
- en el que un terminal de entrada (152) del circuito de accionamiento (151) está configurado para recibir la primera señal de conmutación (Vs1), un terminal de habilitación (153) del circuito de accionamiento (151) está configurado para recibir la señal de troceo (Vch), y un terminal de salida (154) del circuito de accionamiento
- 20 (151) está configurado para dar salida a la segunda señal de conmutación (Vs2).
6. Aparato de alimentación (1) según la reivindicación 5, en el que, mientras el convertidor resonante (11) está en un modo de modulación en frecuencia, la señal de troceo (Vch) con un nivel de voltaje fijo es generada por el controlador (14) según la señal de error (Verror), la segunda señal de conmutación (Vs2) es generada por la unidad
- 25 de cálculo lógico (15) de manera que sea idéntica a la primera señal de conmutación (Vs1), y el periodo de conmutación (Tm) de la primera señal de conmutación (Vs1) es ajustado por el controlador (14) según la señal de error (Verror).
7. Aparato de alimentación (1) según la reivindicación 5, en el que la señal de troceo (Vch) es ajustada por el controlador (14) según la señal de error (Verror) usando un método de tabla de consulta, y en el que la señal de troceo (Vch) es una única señal o contiene una pluralidad de señales de control, en el que el controlador (14) está configurado para determinar un nivel de voltaje de la señal de troceo (Vch) en cada uno de sus subperiodos según la señal única o por lo menos una de entre la pluralidad de señales de control.
- 30
8. Aparato de alimentación (1) según la reivindicación 5, en el que, mientras una frecuencia de conmutación del convertidor resonante (11) es superior o igual a un valor de umbral, el convertidor resonante (11) está configurado para funcionar en el modo de ráfaga, en el que, mientras la frecuencia de conmutación del convertidor resonante (11) es inferior al valor de umbral, el convertidor resonante (11) está configurado para funcionar en un modo de modulación en frecuencia.
- 35
- 40



**FIG. 1 Técnica anterior**

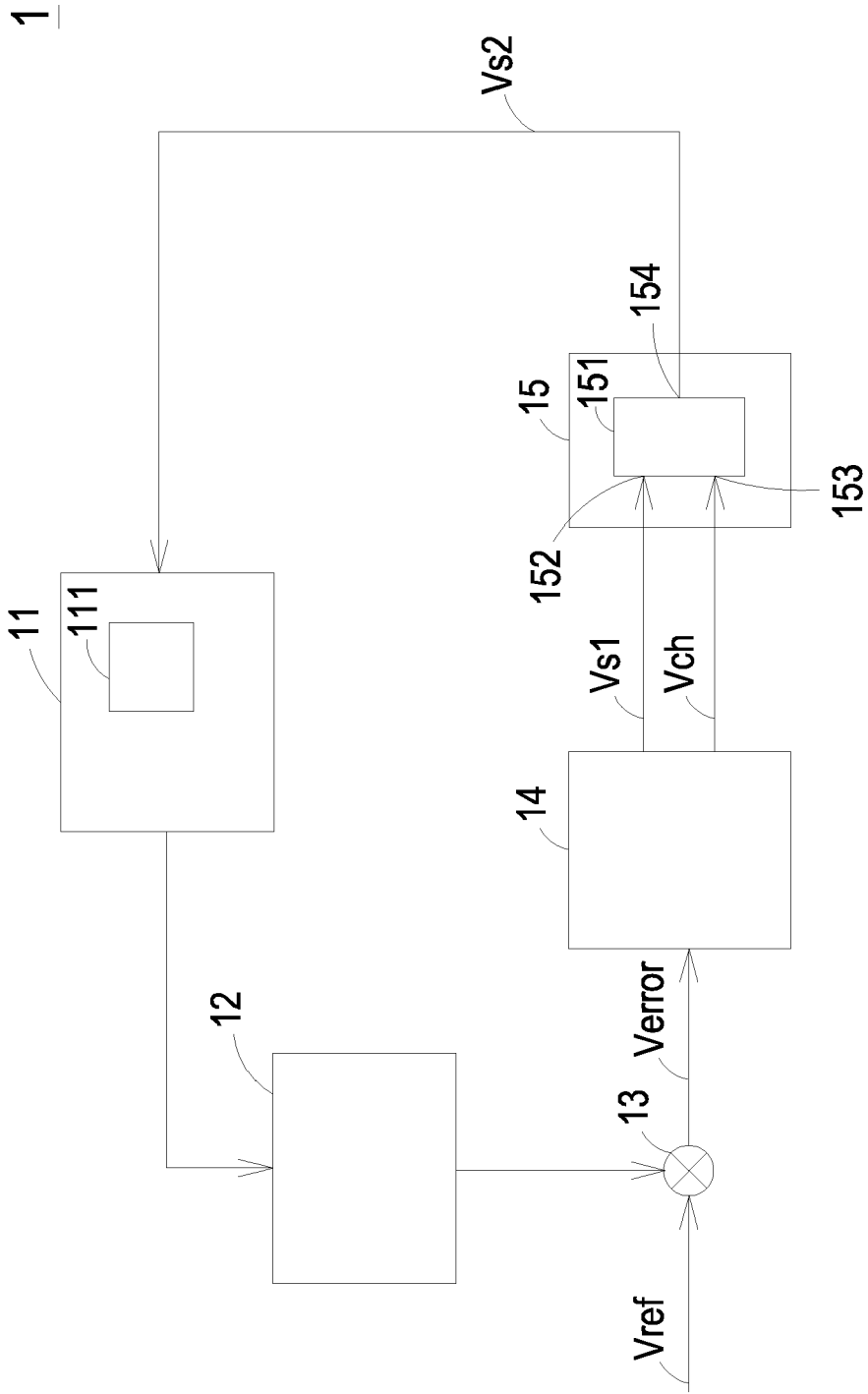


FIG. 2

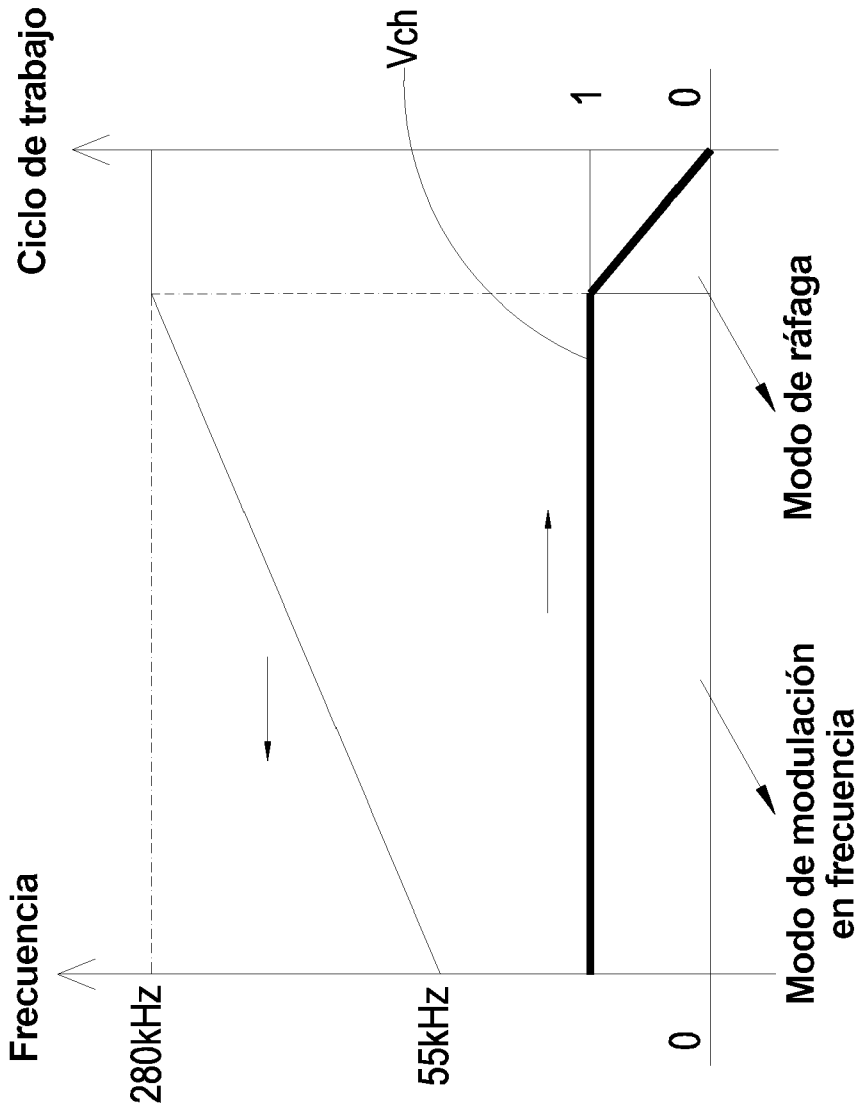


FIG. 3

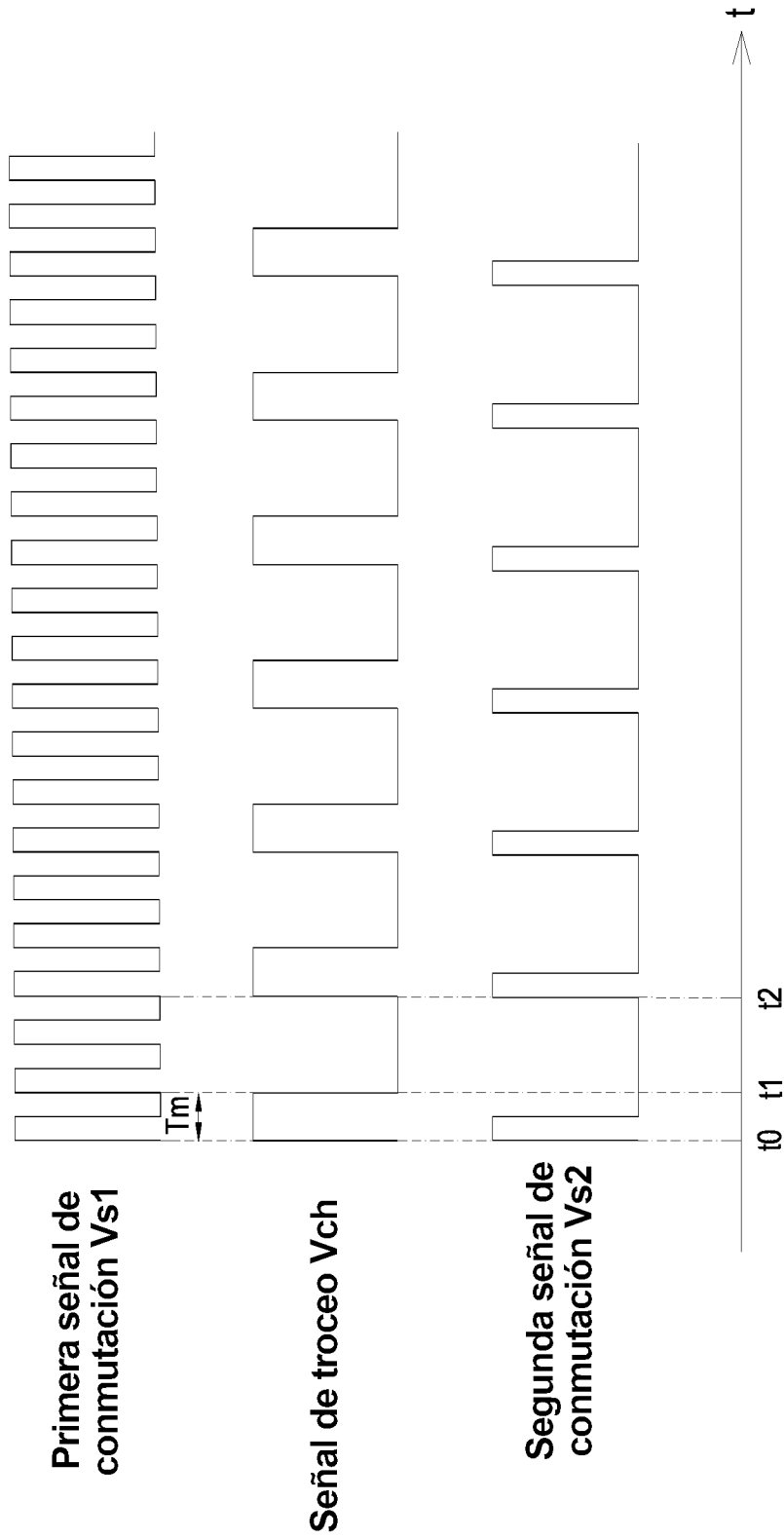


FIG. 4

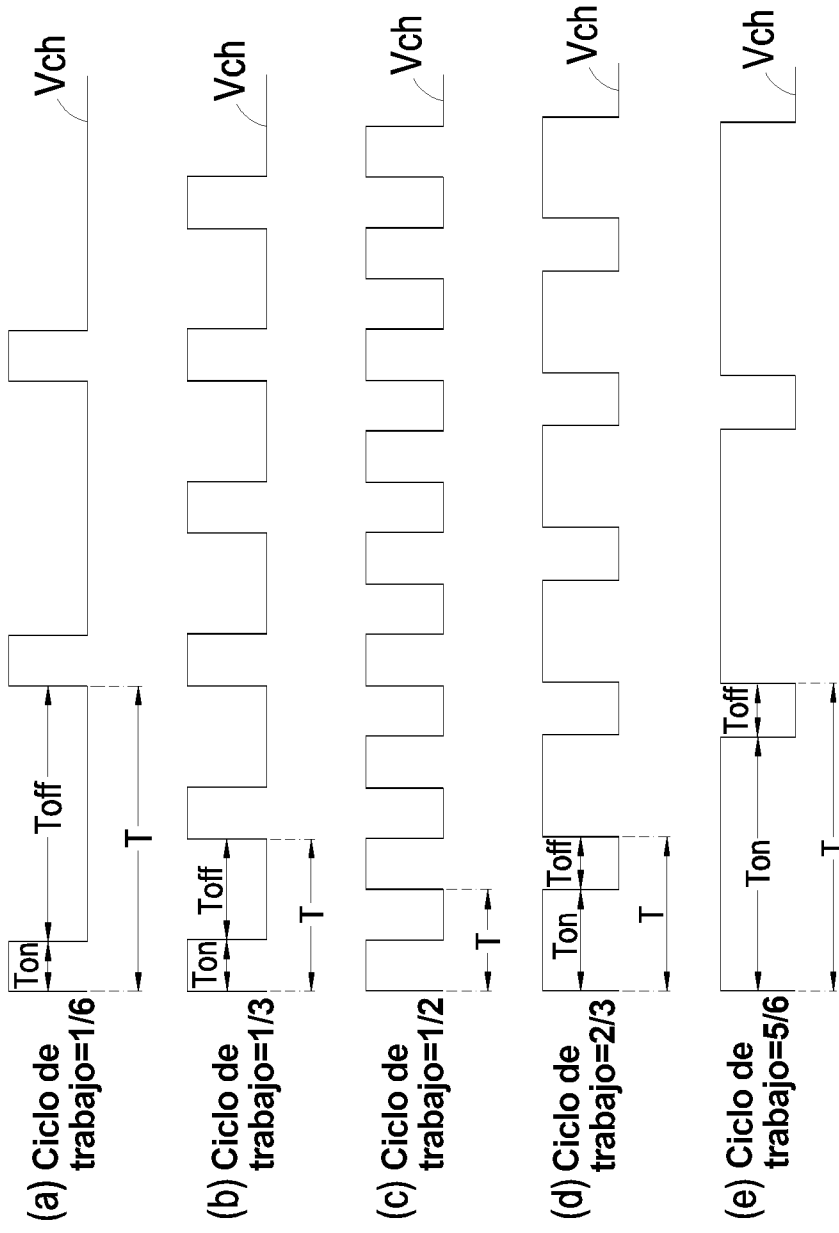


FIG. 5

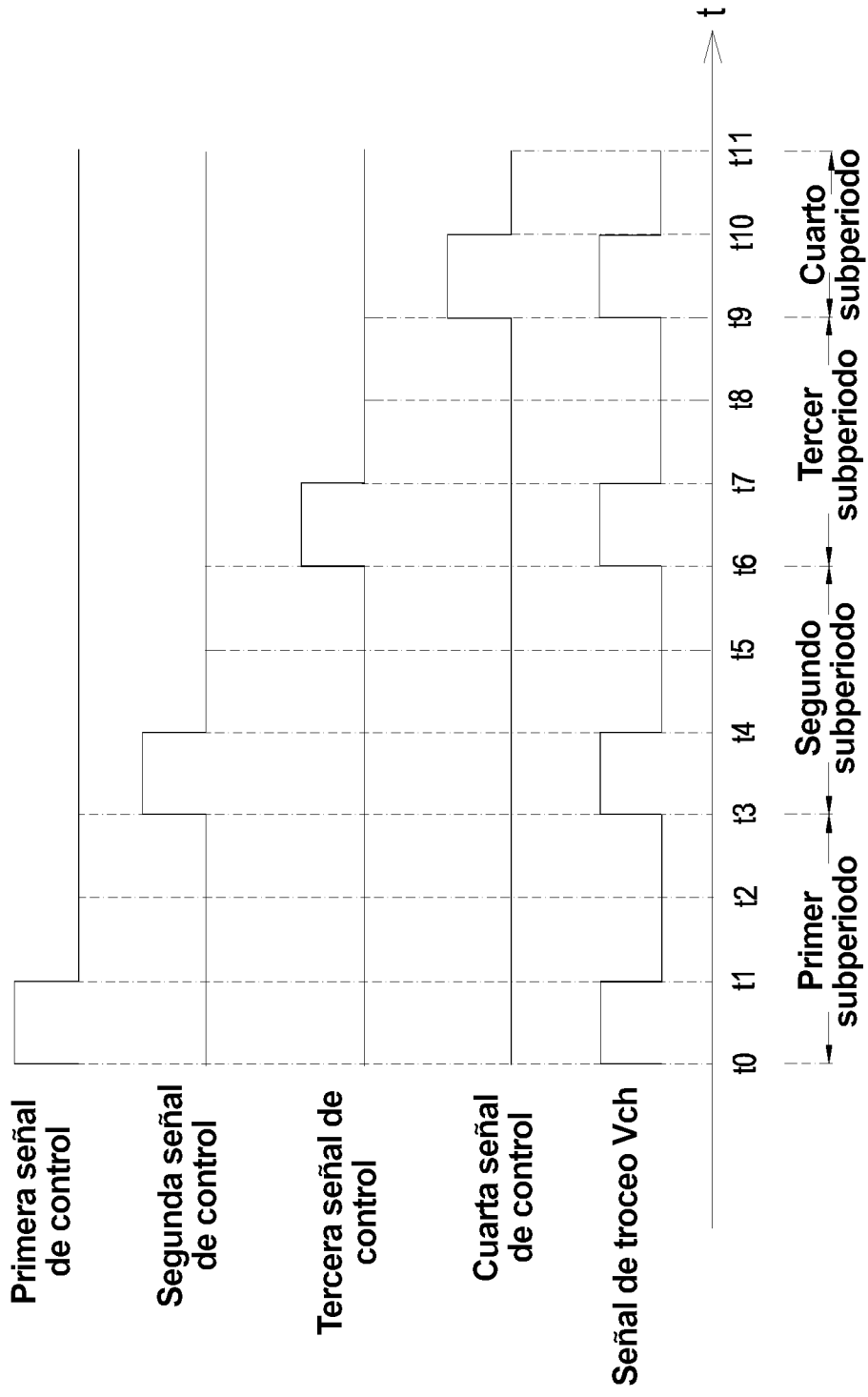


FIG. 6

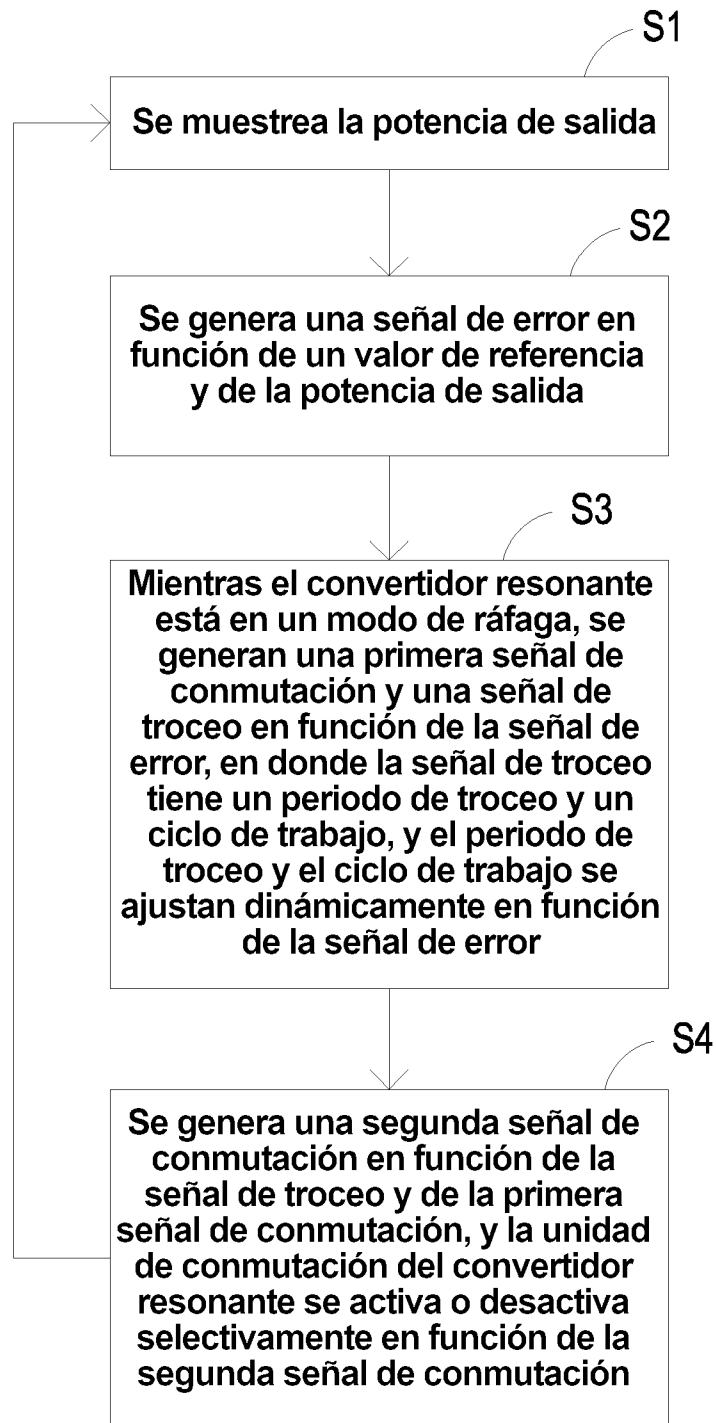


FIG. 7

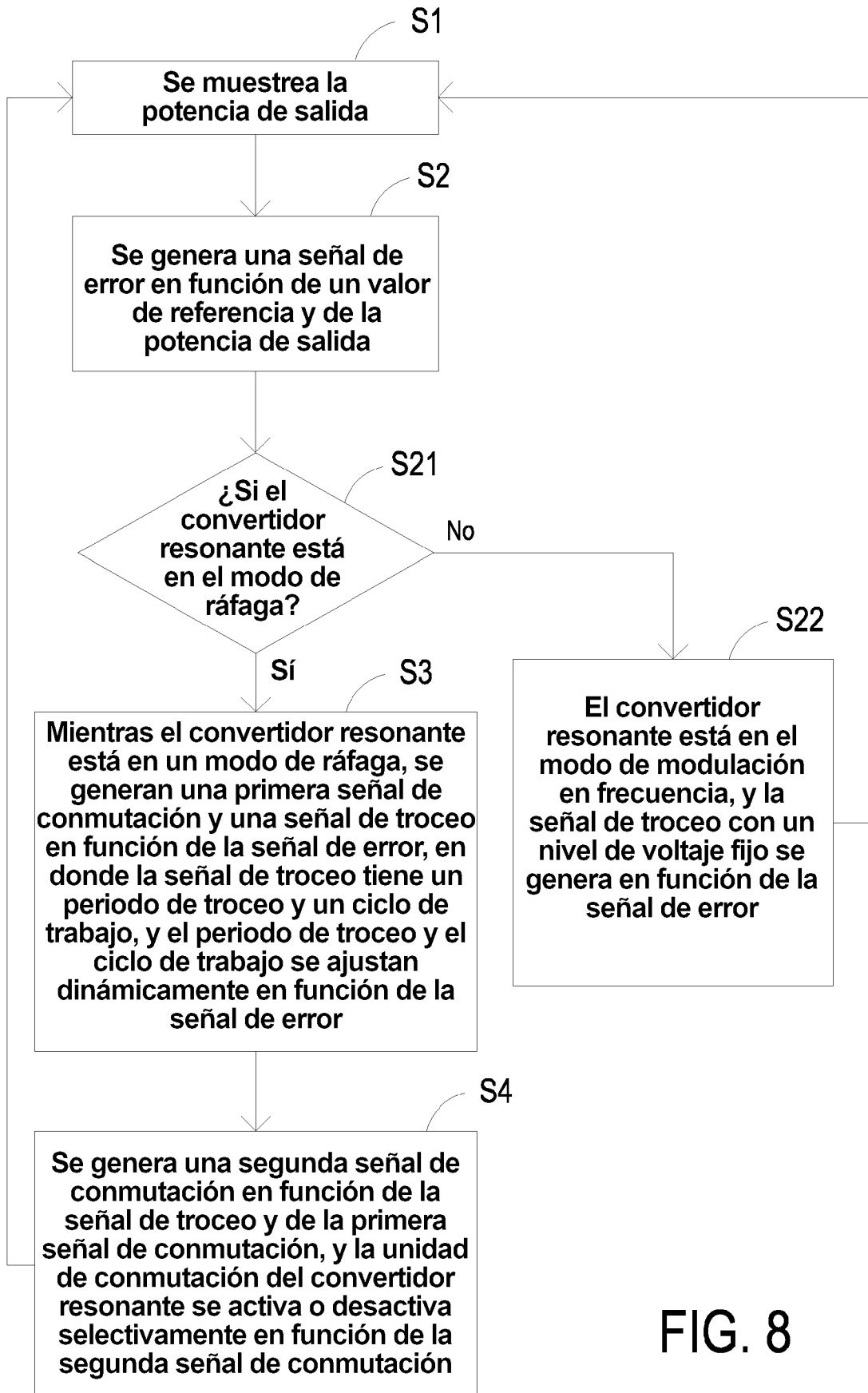


FIG. 8