

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 617 204**

51 Int. Cl.:

H02M 3/335 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.06.2010** **E 10166996 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.12.2016** **EP 2372891**

54 Título: **Regulador de circuito primario aislado**

30 Prioridad:

02.04.2010 TW 099110457

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

15.06.2017

73 Titular/es:

MACROBLOCK, INC. (100.0%)
6F.-4, No. 18, Pu-Ting Road
Hsinchu City, TW

72 Inventor/es:

CHANG, LON-KOU;
LU, TSUNG-HSIEN y
GAN, RUEI-MING

74 Agente/Representante:

LLAGOSTERA SOTO, María Del Carmen

ES 2 617 204 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

Regulador de circuito primario aislado.

Descripción

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

5 Campo de la Invención

La presente invención se refiere a un regulador de circuito primario aislado, y más en particular, a un regulador del circuito primario aislado que tiene un circuito de control.

Técnica Relacionada

10 En los dispositivos electrónicos actuales, con el fin de cumplir con los requisitos de seguridad, se requiere que una fuente de alimentación sea capaz de proporcionar un voltaje de salida estable y una corriente de salida estable. En tales condiciones, la fuente de alimentación se compone principalmente de un transformador, y un regulador de conmutación se encuentra dispuesto en un lado primario del transformador para ajustar la corriente de salida. Sin embargo, entre los diseños de relacionados con transformadores dados a conocer en la técnica anterior, la tecnología de la eliminación del regulador de conmutación en el
 15 lado primario del transformador todavía no puede controlar con precisión la corriente de salida de la fuente de alimentación. Por lo tanto, se requiere un bucle de corriente adicional en un lado secundario de la fuente de alimentación, a fin de lograr una curva de corriente constante con características lineales. Como resultado, el coste de fabricación se incrementa en gran medida. Por lo tanto, la forma de controlar con precisión la corriente de salida de la fuente de alimentación al tiempo que se reduce el coste es de hecho un tema de investigación de interés.

Actualmente, el método de ajuste de la corriente de salida de la fuente de alimentación mediante la disposición del regulador de conmutación en el lado primario del transformador se caracteriza por la detección de una señal de voltaje de conmutación del lado primario y un tiempo de descarga de una corriente de conmutación del lado secundario. La señal de voltaje de conmutación del lado primario se genera en el lado primario del transformador, y se genera la corriente de conmutación del lado secundario en el lado secundario del transformador. Para las tecnologías y estudios relacionados, se hace referencia a la Patente de ROC No. TWI277852B, que describe un circuito de control de conmutación que controla la corriente de salida en el lado primario de un convertidor de potencia, incluyendo la siguiente manera: Un detector de forma de onda genera una señal de forma de onda de corriente. Un detector de tiempo de descarga detecta un tiempo de descarga de una corriente de conmutación del lado secundario. Un oscilador genera una señal de oscilación para determinar la frecuencia de conmutación de la señal de conmutación. Un integrador genera una señal integrada mediante la integración de una señal de corriente promedio con el tiempo de descarga. La señal de corriente promedio se genera en respuesta a la señal de forma de onda de la corriente. La constante de tiempo del integrador se correlaciona con el periodo de conmutación de la señal de conmutación, por lo tanto, la señal integrada es proporcional a la corriente de salida. Un amplificador amplifica la señal de error integrada y proporciona una ganancia de bucle para el control de la corriente de salida. Un comparador controla el ancho de pulsos de la señal de conmutación en referencia a la salida del amplificador de error. El medio técnico descrito en la patente utiliza un terminal de detección de corriente para detectar directamente una señal de voltaje de conmutación del lado primario generada en el lado primario del transformador de la fuente de alimentación. Sin embargo, hay que señalar que, aunque la corriente de salida de la fuente de alimentación puede ser estabilizada y ajustada por la función técnica, se produciría un pico de voltaje causado por la conmutación repentina de un interruptor, lo que tiene como resultado una falsa determinación del regulador de conmutación. Por otra parte, el integrador y el detector de forma de onda aumentan el coste de fabricación del regulador de conmutación.

45 US 2006/055433 A1 describe un regulador de circuito primario aislado, aplicado a un lado primario de un transformador, en que el regulador de circuito primario aislado comprende: un detector de tiempo de descarga, conectado al transformador, para detectar un tiempo de descarga de una corriente de conmutación generada en un lado secundario del transformador, y enviar una señal de tiempo de descarga y una señal de tiempo de descarga inversa; un oscilador, para generar una señal de oscilación; y un circuito de control, conectado al detector de tiempo de descarga, para realizar el proceso de señal.

Otro dispositivo conocido se describe en WO 2008/116342 A1.

RESUMEN DE LA INVENCION

De acuerdo con la presente invención, un regulador de circuito primario aislado tal como se define en la reivindicación 1 las reivindicaciones dependientes muestran algunos ejemplos de dicho regulador de circuito primario aislado.

5 En vista de los problemas anteriores de la técnica anterior, la presente invención es un regulador de circuito primario aislado, aplicado a un lado primario de un transformador de una fuente de alimentación.

El regulador de circuito primario aislado comprende un detector de tiempo de descarga, un oscilador, un modulador de ancho de pulsos, y un circuito de control.

10 El detector de tiempo de descarga está conectado al transformador. Se utiliza para la detección de un tiempo de descarga de una corriente de conmutación generada en un lado secundario del transformador, y para dar salida a una señal de tiempo de descarga y a una señal de tiempo de descarga inversa.

15 El circuito de control tiene un terminal de entrada conectado al detector de tiempo de descarga, y se utiliza para realizar el procesamiento de la señal de la reconstrucción de la forma de onda de la corriente de salida, el filtrado, la amplificación y la comparación con un voltaje crítico de acuerdo con la señal de tiempo de descarga y la señal de tiempo de descarga inversa, así como para dar salida a una señal de ajuste. El voltaje crítico se corresponde con un valor de pico de una señal de voltaje de conmutación generada en el lado primario del transformador.

El oscilador se utiliza para generar una señal de oscilación.

20 Un primer terminal de entrada y un segundo terminal de entrada del modulador de ancho de pulsos están conectados respectivamente al circuito de control y al oscilador. El modulador de ancho de pulsos se utiliza para recibir la señal de oscilación y la señal de ajuste, así como para dar salida a una señal de conmutación en consecuencia. La señal de conmutación tiene un ciclo de trabajo y una frecuencia correspondiente a la señal de oscilación y a la señal de ajuste, y la señal de ajuste se utiliza para reiniciar el modulador de ancho de pulsos.

25 El regulador de circuito primario aislado de la presente invención puede conmutar el transformador mediante la utilización de la señal de conmutación para estabilizar y para ajustar la corriente de salida de la fuente de alimentación. Por otra parte, el regulador de circuito primario aislado de la presente invención utiliza además el circuito de control para reemplazar el detector e integrador de forma de onda convencional. Por lo tanto, el regulador aislado del circuito primario de la presente invención no detecta directamente la señal de voltaje de conmutación generada en el lado primario del transformador, sino que obtiene indirectamente el voltaje crítico equivalente a través del diseño de realimentación del circuito de control. El regulador de circuito primario aislado de la presente invención no sólo puede estabilizar y ajustar la corriente de salida de la fuente de alimentación, sino que, además puede evitar la falsa determinación debido a la subida de voltaje causada por la conmutación repentina de un interruptor.

35 **BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS**

La presente invención se entenderá mejor a partir de la descripción detallada que se proporciona a continuación en el presente documento solamente a modo de ilustración, y por lo tanto no es limitativa de la presente invención, y en que:

40 La FIG. 1 es una vista esquemática de un regulador de circuito primario aislado dispuesto en una fuente de alimentación de acuerdo con la presente invención;

La FIG. 2 es una vista esquemática de un regulador de circuito primario aislado de acuerdo con una forma de realización de la presente invención;

La FIG. 3 es un diagrama que representa las formas de onda de señal durante el funcionamiento de la fuente de alimentación de la Fig. 1;

45 La FIG. 4A es una vista esquemática de un modulador de ancho de pulsos de acuerdo con una forma de realización de la presente invención;

La FIG. 4B es un diagrama que representa las formas de onda de señal de un modulador de anchura de pulso de acuerdo con una forma de realización de la presente invención;

50 La FIG. 5 es una vista esquemática de un circuito de reconstrucción de forma de onda de corriente de salida de acuerdo con una forma de realización de la presente invención;

La FIG. 6 es una vista esquemática de un filtro de paso bajo de acuerdo con una forma de realización de la presente invención; y

La FIG. 7 es un diagrama que representa las formas de onda de señal de un circuito de control de acuerdo con una forma de realización de la presente invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

5 La FIG. 1 es una vista esquemática de un regulador de circuito primario aislado 20 dispuesto en una fuente de alimentación de acuerdo con una forma de realización de la presente invención.

El regulador de circuito primario aislado 20 se aplica a un lado primario de un transformador 10 de una fuente de alimentación. La fuente de alimentación tiene un voltaje de entrada V_{in} , un voltaje de salida V_o , y una corriente de salida I_o .

10 La fuente de alimentación comprende el transformador 10, y el transformador 10 tiene un devanado auxiliar N_A , un devanado de lado primario N_P y un devanado de lado secundario N_S .

El lado primario se define como un lado de referencia a exactamente el mismo nivel de suelo del voltaje de entrada V_{in} , y el lado secundario se define como un lado de referencia a exactamente el mismo nivel de suelo del voltaje de salida V_o .

15 El regulador aislado del circuito primario 20 comprende un terminal de fuente de alimentación VDD, un terminal de tierra GND, un terminal de salida VOUT, un terminal de detección de tiempo de descarga VDET y un terminal de detección de voltaje de conmutación VS.

20 El terminal de fuente de alimentación VDD está conectado a un terminal de un condensador 60, y el otro terminal del condensador 60 está conectado a tierra en el lado primario. Además, un nodo entre el terminal VDD de fuente de alimentación y el condensador 60 está conectado al devanado auxiliar N_A a través de un rectificador 50.

25 El terminal de tierra GND está conectado a tierra. El terminal de salida VOUT está conectado a un terminal de puerta de un transistor 30. El terminal de detección de tiempo de descarga VDET está conectado al devanado auxiliar N_A a través de una resistencia auxiliar 40. El terminal de detección de voltaje de conmutación VS está dispuesto entre un terminal de fuente del transistor 30 y un resistor de detección R_S . La resistencia de detección R_S se utiliza para conectar el terminal de fuente del transistor 30 a tierra.

30 El regulador de circuito primario aislado 20 detecta un voltaje V_W reflejado a través del terminal de detección de tiempo de descarga VDET, y detecta una señal de voltaje de conmutación del lado primario V_{CS} que corresponde a una corriente de conmutación del lado primario I_P generada en el lado primario del transformador a través del terminal de detección del voltaje de conmutación V_S , genera una señal de conmutación V_{PWM} de acuerdo con el voltaje reflejado V_W y la señal de voltaje de conmutación del lado primario V_{CS} , y da salida a la señal de conmutación V_{PWM} generada a través del terminal de salida VOUT.

Aquí, el regulador de circuito primario aislado 20 conmuta el transistor 30 mediante el uso de la señal de conmutación V_{PWM} , a fin de controlar el funcionamiento de la conmutación del transformador 10.

35 La señal de voltaje de conmutación del lado primario V_{CS} puede ser una señal de corriente de magnetización. El voltaje reflejado V_W carga aún más el condensador 60 a través del rectificador 50, de manera que el voltaje reflejado V_W suministra energía al regulador de circuito primario aislado 20.

40 Cuando la señal de conmutación V_{PWM} está en un nivel alto, el transistor 30 se enciende, y el transistor 30 dirige la corriente de conmutación del lado primario I_P . Cuando la señal de conmutación V_{PWM} se conmuta a un nivel bajo, la energía almacenada en el transformador 10 se libera al lado secundario del transformador 10, y se transmite a un terminal de salida de la fuente de alimentación a través de un rectificador 70.

45 Cuando el transistor 30 se enciende, el transistor 30 conduce el lado primario corriente de conmutación I_P en el lado primario del transformador. La corriente de conmutación del lado primario I_P se convierte en la señal de voltaje de conmutación del lado primario V_{CS} por medio de la detección de la resistencia R_S , y por medio del voltaje de conmutación del terminal de detección V_S , se detecta el voltaje de conmutación del lado primario de la señal V_{CS} . La corriente de conmutación del lado primario I_P aumenta con el tiempo de conducción del transistor 30, y alcanza una corriente máxima de conexión del lado primario I_{PK} .

50 El valor del voltaje de la señal de voltaje de conmutación del lado primario V_{CS} también aumenta con el tiempo de conducción del transistor 30, y, finalmente, alcanza un voltaje crítico V_e . El voltaje crítico V_e es un valor de pico de la señal del voltaje de conmutación del lado primario V_{CS} . La resistencia de detección R_S tiene una resistencia fija, y el voltaje crítico V_e es directamente proporcional a la corriente máxima de conmutación del lado primario I_{PK} , tal como se expresa en la ecuación (1).

$$V_e = I_{pk} * R_S \quad (1)$$

Haciendo referencia a la FIG. 2, el regulador del circuito primario aislado 20 puede comprender un detector de descarga de tiempo 22, un oscilador 24, un modulador de ancho de pulsos 26 y un circuito de control 28 dispuesto en su interior.

5 Un terminal de entrada del detector de tiempo de descarga 22 está conectado al terminal de detección del tiempo de descarga VDET. Un terminal de salida del detector de tiempo de descarga 22 está conectado a un terminal de entrada del circuito de control 28.

10 Un primer terminal de entrada y un segundo terminal de entrada del modulador de ancho de pulsos 26 están conectados respectivamente al circuito de control 28 y el oscilador 24. El modulador de ancho de pulsos 26 se utiliza para dar salida a la señal de conmutación V_{PWM} y la señal de conmutación V_{PWM} está conectada a un terminal de puerta del transistor 30 a través del terminal de salida VOUT.

El detector de tiempo de descarga 22 detecta el voltaje reflejado V_W a través del terminal de detección del tiempo de descarga VDET, y por lo tanto proporciona una señal de tiempo de descarga V_{dis} y una señal de tiempo de descarga inversa V_{disB} al circuito de control 28. La señal de tiempo de descarga V_{dis} y la señal de tiempo de descarga inversa V_{disB} tienen fases opuestas.

15 Haciendo referencia a la FIG. 3, en el período de descarga, una corriente de conmutación de lado secundario I_s está formada en el lado secundario del transformador y el voltaje reflejado V_W se genera de esta forma en el lado primario del transformador en respuesta a la corriente de conmutación del lado secundario I_s . En el ejemplo, cuando la señal de conmutación V_{PWM} se conmuta a un nivel bajo, la corriente de conmutación del lado secundario tiene una corriente de conmutación máxima del lado secundario I_{spk} .
20 Cuando la corriente de conmutación del lado secundario I_s se reduce gradualmente a medida que se produce el período de descarga, y la corriente de conmutación del lado secundario I_s acaba cayendo a cero, ello hace que el voltaje reflejado V_W descienda simultáneamente.

La corriente de conmutación máxima del lado secundario I_{spk} es directamente proporcional a la corriente máxima de conexión del lado primario I_{pk} , tal como se expresa en la ecuación (2).

25
$$I_{spk} = I_{pk} * N_p/N_s \quad (2)$$

La FIG. 3 es un diagrama que representa formas de onda medidas en los experimentos de acuerdo con una forma de realización de la presente invención. Tal como se puede apreciar en la FIG. 3, se puede calcular un tiempo de descarga t_{disc} de la corriente de conmutación de lado secundario I_s de acuerdo con el período de tiempo a partir del momento en que la señal de conmutación V_{PWM} se conmuta a un nivel bajo para el caso en que la corriente de conmutación del lado secundario I_s se reduce a cero.

30 Dado que el detector de tiempo de descarga 22 detecta la corriente de conmutación de lado secundario I_s (al recibir el voltaje reflejado V_W) a través del terminal de detección del tiempo de descarga VDET, el detector de tiempo de descarga 22 puede obtener el tiempo de descarga t_{disc} de la corriente de conmutación de lado secundario I_s , calculando el intervalo de tiempo a partir del momento en que la señal de conmutación V_{PWM} se conmuta a un nivel bajo, hasta el momento en que la corriente de conmutación de lado secundario se reduce a cero. Por lo tanto, el detector de tiempo de descarga 22 puede detectar con eficacia el tiempo de descarga t_{disc} .
35

El oscilador 24 se utiliza para generar una señal de oscilación (o una señal de reloj) PLS.

40 Un terminal de entrada del circuito de control 28 está conectado al detector de tiempo de descarga 22. El circuito de control 28 recibe la señal de tiempo de descarga V_{dis} y la señal de tiempo de descarga inversa V_{disB} correspondiente al tiempo de descarga t_{disc} a través de una conexión de este tipo. Además, el circuito de control 28 realiza el procesamiento, el filtrado, la amplificación y la comparación de la señal de reconstrucción de forma de onda de corriente de salida en el voltaje crítico V_e de acuerdo con la señal de tiempo de descarga V_{dis} , la señal de tiempo de descarga inversa V_{disB} y la señal de conmutación V_{PWM} con el fin de enviar una señal de ajuste V_{Mod} .
45

El modulador de ancho de pulsos 26 recibe la señal de ajuste V_{Mod} del circuito de control 28 y de la señal de oscilación PLS del oscilador 24, respectivamente, a través del primer terminal de entrada y el segundo terminal de entrada.

50 Haciendo referencia a la FIG. 4A, el modulador del ancho de pulsos 26 comprende un pestillo SR 41 y un controlador de puerta 42.

El controlador de puerta 42 está conectado a un terminal de salida del cierre SR 41. El cierre SR 41 lleva a cabo el procesamiento de señal de acuerdo con la señal de oscilación PLS y la señal de ajuste V_{Mod} , y a continuación el controlador de puerta 42 da salida a la señal de conmutación V_{PWM} . La señal de conmutación V_{PWM} posee un ciclo de trabajo y una frecuencia que corresponden a la señal de oscilación PLS y a la señal de ajuste V_{Mod} , y la señal de ajuste V_{Mod} se utiliza para restablecer el modulador de ancho de pulsos 26.
55

Tal como se muestra en la FIG. 4B, la señal de oscilación PLS se utiliza para determinar cuándo se conmuta la señal de conmutación $V_{P_{WMM}}$ a nivel alto, y la señal de ajuste V_{Mod} se utiliza para determinar cuándo se conmuta la señal de conmutación $V_{P_{WMM}}$ al nivel bajo.

5 De acuerdo con una forma de realización de la presente invención, tal como se muestra en la FIG. 2, el circuito de control 28 comprende un circuito de reconstrucción de forma de onda de corriente de salida 100, un filtro de paso bajo 200, un amplificador de error 300 y un comparador 400.

10 El circuito de reconstrucción de forma de onda de corriente de salida 100 se utiliza para el muestreo y para mantener el voltaje crítico V_e , por medio de la señal de conmutación $V_{P_{WMM}}$, la señal de tiempo de descarga V_{dis} y la señal de tiempo de descarga inversa V_{disB} , con el fin de reconstruir una forma de onda de corriente que se corresponde con el doble de la onda de la corriente de la salida de corriente I_o que se ha producido en el lado secundario. Una vez realizada la corrección mediante un coeficiente correspondiente, el circuito de reconstrucción de forma de onda de corriente de salida 100, finalmente, emite una señal de onda cuadrada V_a .

15 La señal de onda cuadrada V_a tiene una amplitud correspondiente al voltaje crítico V_e , la señal de onda cuadrada V_a se sincroniza con la señal de tiempo de descarga V_{dis} , y la señal de onda cuadrada V_a tiene una forma de onda correspondiente a una forma de onda de la corriente de salida I_o .

El filtro de paso bajo 200 está conectado al circuito de reconstrucción de forma de onda de corriente de salida 100. El filtro de paso bajo 200 se utiliza para filtrar la señal de onda cuadrada V_a , con el fin de dar salida a una señal de corriente continua (CC) V_b .

20 Un terminal de entrada negativo del amplificador de error 300 está conectado a la señal de CC V_b . Un terminal de entrada positivo del amplificador de error 300 está conectado a un voltaje de referencia V_{ref} . El amplificador de error 300 se utiliza para amplificar una diferencia entre la señal de CC V_b y el voltaje de referencia V_{ref} , y el amplificador de error 300 da salida al voltaje crítico V_e . El voltaje de referencia V_{ref} se predetermina de acuerdo con la salida de corriente I_o . Por ejemplo, cuando la salida de corriente I_o es 0,7 A, el voltaje de referencia V_{ref} se puede establecer en 0,7 V.

30 Por lo tanto, el voltaje crítico V_e enviado por el amplificador de error 300 se alimenta de nuevo a un terminal de entrada del circuito de reconstrucción de forma de onda de corriente de salida 100. A través de la retroalimentación, el circuito de reconstrucción de forma de onda de corriente de salida 100 puede recibir un voltaje equivalente a la señal de voltaje de conmutación del lado primario V_{cs} , evitando de este modo una falsa determinación de un regulador de conmutación provocada por la conmutación repentina de un interruptor.

El comparador 400 está conectado entre el amplificador de error 300 y el modulador de ancho de pulsos 26. El comparador 400 se utiliza para comparar el voltaje crítico V_e con la señal de voltaje de conmutación del lado primario V_{cs} , y el comparador 400 envía la señal de ajuste V_{Mod} .

35 De acuerdo con una forma de realización de la presente invención, haciendo referencia a la FIG. 5, el circuito de reconstrucción de forma de onda de corriente de salida 100 comprende un primer interruptor 101, un segundo interruptor 102, un tercer interruptor 103, un primer condensador 104 y un acumulador 105.

40 El primer interruptor 101 está conectado al voltaje crítico V_e , y el segundo interruptor 102 está conectado en serie con el primer interruptor 101. El tercer interruptor 103 está conectado con el segundo interruptor 102, y conectado en paralelo con el primer interruptor 101 y el segundo interruptor 102. El primer condensador 104 está conectado con un primer nodo entre el primer interruptor 101 y el segundo interruptor 102. El acumulador 105 está conectado a un segundo nodo entre el segundo interruptor 102 y el tercer interruptor 103. Entre el primer interruptor 101 y el segundo interruptor 102, se proporciona un primer terminal de detección V_g . En un nodo común entre el acumulador 105, el segundo interruptor 102 y el tercer interruptor 103, se proporciona un segundo terminal de detección V_f . La señal de conmutación $V_{P_{WMM}}$ se utiliza para controlar el primer interruptor 101. La señal de tiempo de descarga V_{dis} se utiliza para controlar el segundo interruptor 102. La señal de tiempo de descarga inversa V_{disB} se utiliza para controlar el tercer interruptor 103.

50 Haciendo referencia a la FIG. 3, cuando la señal de conmutación $V_{P_{WMM}}$ está en el nivel alto, el transistor 30 se enciende, y el transistor 30 conduce la corriente de conmutación del lado primario I_p . Durante este intervalo, la corriente de conmutación de lado secundario I_s es cero. Por lo tanto, se define un intervalo de tiempo durante el cual la señal de conmutación $V_{P_{WMM}}$ se encuentra en el nivel alto como un intervalo de tiempo de nivel alto t_{on} . Durante el intervalo de tiempo de nivel alto t_{on} , la señal de conmutación $V_{P_{WMM}}$ se encuentra en el nivel alto, la señal de tiempo de descarga V_{dis} está en el nivel bajo, y la señal de tiempo de descarga inversa V_{disB} se encuentra en el nivel alto.

A continuación, después del intervalo de tiempo de nivel alto t_{on} , la señal de conmutación $V_{P_{WMM}}$ se conmuta al nivel bajo. En consecuencia, la energía almacenada originalmente en el transformador 10 se libera al

lado secundario del transformador 10 y de esta manera se genera la corriente de conmutación de lado secundario. A medida que se libera la energía al lado secundario del transformador 10, la corriente de conmutación del lado secundario I_s disminuye gradualmente y, finalmente, cae a cero. Por lo tanto, se define que, un intervalo de tiempo de la instancia en que la señal de conmutación V_{PWM} se conmuta al nivel bajo hasta que la corriente de conmutación del lado secundario se reduce a cero como el tiempo de descarga t_{disc} . Durante el intervalo de tiempo del tiempo de descarga t_{disc} , la señal de conmutación V_{PWM} está en el nivel bajo, la señal de tiempo de descarga V_{dis} está en el nivel alto, y la señal de tiempo de descarga inversa V_{disB} se encuentra en el nivel bajo.

A continuación, se define un intervalo de tiempo desde el momento en que la señal de conmutación V_{PWM} se encuentra todavía en el nivel bajo y la corriente de conmutación de lado secundario I_s se reduce a cero hasta el momento en que la señal de conexión V_{PWM} se conmuta de nuevo al nivel alto como el intervalo de tiempo de nivel bajo t_{disf} . Durante el intervalo de tiempo de bajo nivel t_{disf} , la señal de conmutación V_{PWM} se encuentra en el nivel bajo, la señal de tiempo de descarga V_{dis} está en el nivel bajo, y la señal de tiempo de descarga inversa V_{disB} está en el nivel alto.

Por lo tanto, resulta evidente que $T = t_{on} + t_{disc} + t_{disf}$, en que T es el período de la señal de conmutación V_{PWM} .

El circuito de reconstrucción de forma de onda de corriente de salida 100 tiene un terminal de entrada para recibir el voltaje crítico V_e que es enviada y retroalimentada por la salida del amplificador de error 300. Haciendo referencia a las FIG. 3 y 5, durante el intervalo de tiempo de alto nivel t_{on} , la señal de conmutación V_{PWM} se encuentra en el nivel alto, la señal de tiempo de descarga V_{dis} está en el nivel bajo, y la señal de tiempo de descarga inversa V_{disB} se encuentra en el nivel alto. Por lo tanto, el primer interruptor 101 y el tercer interruptor 103 están desactivados, y el segundo interruptor 102 está activado. En este momento, el valor del voltaje crítico V_e se transmite a y se almacena en el primer condensador 104, el valor del voltaje del primer terminal de detección de V_g se corresponde con el voltaje crítico V_e , y el segundo terminal de detección de V_f está conectado a tierra.

A continuación del intervalo de tiempo de alto nivel t_{on} , la señal de conmutación V_{PWM} se conmuta al nivel bajo, y el circuito de reconstrucción de forma de onda de corriente de salida 100 empieza a operar en el inicio del intervalo de tiempo del tiempo de descarga t_{disc} . Durante el intervalo de tiempo del tiempo de descarga t_{disc} , la señal de conmutación V_{PWM} está en el nivel bajo, la señal de tiempo de descarga V_{dis} está en el nivel alto, y la señal de tiempo de descarga inversa V_{disB} se encuentra en el nivel bajo. Por lo tanto, el primer interruptor 101 y el tercer interruptor 103 se activan, y el segundo interruptor 102 se desconecta. En consecuencia, el voltaje previo del primer terminal de detección V_g (es decir, el voltaje crítico V_e) se transmite al segundo terminal de detección V_f . Dado que el segundo interruptor 102 es controlado por la señal de tiempo de descarga V_{dis} , durante la transmisión del voltaje crítico V_e al segundo terminal de detección de V_f , el voltaje crítico V_e sufre un desplazamiento de fase en el tiempo de descarga t_{disc} . El segundo terminal de detección V_f detecta una señal del acumulador V_a que tiene una amplitud igual al voltaje crítico V_e y que se produce en sincronización con la señal de tiempo de descarga V_{dis} . El acumulador 105 se utiliza para ajustar la señal del acumulador V_a y para enviar la señal de onda cuadrada V_a .

La FIG. 7 es un diagrama que muestra formas de onda de la señal de acumulador V_a y de la señal de onda cuadrada V_a .

La amplitud de la señal de onda cuadrada V_a es A veces la amplitud de la señal de búfer V_a , y la señal de onda cuadrada V_a también se sincroniza con la señal de tiempo de descarga V_{dis} , en que $A = (N_p/N_s) / (2 * K)$, y K tiene un valor igual a la de la resistencia de detección R_s .

Por lo tanto, la amplitud de la señal de onda cuadrada V_a se ajusta a $V_e * (N_p/N_s) / (2 * K)$.

A continuación, antes de que la señal de conmutación V_{PWM} se conmute de nuevo al nivel alto, el circuito de reconstrucción de forma de onda de corriente de salida 100 opera todavía en el intervalo de tiempo de nivel bajo t_{disf} . Durante el intervalo de tiempo de nivel bajo t_{disf} , la señal de conmutación V_{PWM} está en el nivel bajo, la señal de tiempo de descarga V_{dis} está en el nivel bajo, y la descarga de señal de tiempo inversa V_{disB} está en el nivel alto. Por lo tanto, el primer interruptor 101 y el segundo interruptor 102 están activados, y el tercer interruptor 103 está desactivado. En este momento, el primer terminal de detección de V_g no detecta ninguna señal, y el segundo terminal de detección de V_f está conectado a tierra.

Por lo tanto, en un modo de funcionamiento continuo, el circuito de reconstrucción de forma de onda de corriente de salida 100 realiza repetidamente un procesamiento de la señal de muestreo y mantenimiento y cambio de fase del voltaje crítico V_e , y, finalmente, el circuito de reconstrucción de forma de onda de corriente de salida 100 emite una señal de onda cuadrada V_a que tiene una amplitud correspondiente al voltaje crítico V_e y que se produce en sincronización con la señal de tiempo de descarga V_{dis} . Sobre la base de esta función, la señal de onda cuadrada V_a tiene una forma de onda correspondiente a una forma de onda de la salida de corriente I_o . Es decir, el circuito de reconstrucción de forma de onda de corriente de salida 100 se puede utilizar para la reproducción de una forma de onda correspondiente a la salida de corriente I_o .

Tal como se muestra en la FIG. 6, el filtro de paso bajo 200 comprende una primera resistencia 201 y un segundo condensador 202. La primera resistencia 201 está conectada entre el circuito de reconstrucción de forma de onda de corriente de salida 100 y el amplificador de error 300. La primera resistencia 201 se utiliza para recibir la señal de onda cuadrada V_a .

- 5 El segundo condensador 202 está conectado a un nodo entre la primera resistencia 201 y el amplificador de error 300. Dado que el segundo condensador 202 tiene una función de reactancia y está conectado en paralelo con el circuito de reconstrucción de forma de onda de corriente de salida 100, el segundo condensador 202 puede ser utilizado para filtrar componentes de alta frecuencia de la señal de onda cuadrada V_a .
- 10 Por lo tanto, el filtro de paso bajo 200 se puede utilizar para filtrar los componentes de alta frecuencia de la señal de onda cuadrada V_a y dar salida a una señal de CC V_b basándose en las propiedades de la primera resistencia y el segundo condensador.

Para una relación entre las formas de onda de la señal DC V_b , la señal de onda cuadrada V_a y la señal de búfer V_a , también puede hacerse referencia a la FIG. 7.

- 15 De acuerdo con una forma de realización de la presente invención, el regulador del circuito primario aislado 20 puede conmutar el transformador 10 mediante el uso de la señal de conmutación V_{PWM} . Dado que la corriente de salida I_o de la fuente de alimentación puede ser interpretada como una corriente media generada en el lado secundario del transformador 10 en un período T de la señal de conmutación V_{PWM} , la corriente de salida I_o se puede expresar por medio de la ecuación (3).

20
$$I_o = (I_{spk} * t_{disc}) / (2 * T) \quad (3)$$

De acuerdo con las ecuaciones (1) y (2), la ecuación (3) puede modificarse a la ecuación (4) a continuación.

$$I_o = (N_P / N_S) * (V_e * t_{disc} / R_S) / (2 * T) \quad (4)$$

Por lo tanto, se puede apreciar a partir de la ecuación (4) que la corriente de salida I_o de la fuente de alimentación puede ser estabilizada y ajustada por medio del regulador del circuito primario aislado.

- 25 En consecuencia, el regulador del circuito primario aislado de la presente invención puede conmutar el transformador mediante la utilización de la señal de conmutación, estabilizar y ajustar la corriente de salida de la fuente de alimentación. Por otra parte, el regulador de circuito primario aislado de la presente invención utiliza además el circuito de control que tiene el diseño de retroalimentación para reemplazar el detector e integrador de forma de onda convencional. Por lo tanto, el regulador del circuito primario aislado de la presente invención no detecta directamente la señal de voltaje de conmutación generado en el lado primario del transformador, sino que indirectamente obtiene el voltaje crítico equivalente. Por lo tanto, el regulador del circuito primario aislado de acuerdo con una forma de realización de la presente invención no sólo puede estabilizar y ajustar la corriente de salida de la fuente de alimentación, sino que además puede evitar un pico de voltaje provocado por la conmutación repentina de un interruptor.

35

Reivindicaciones

1. Un regulador de circuito primario aislado, que utiliza un método de promedio para controlar una corriente de salida en un lado primario de un transformador, en que el regulador de circuito primario aislado comprende:

5

un detector de tiempo de descarga (22) configurado para estar conectado al transformador, para detectar un tiempo de descarga de una corriente de conmutación generada en un lado secundario del transformador, y para enviar una señal de tiempo de descarga y una señal de tiempo de descarga inversa;

10

un oscilador (24) para generar una señal de oscilación;

15

un circuito de control (28) que comprende un circuito de reconstrucción de forma de onda de corriente de salida (100), para dar salida a una señal de ajuste en respuesta a la señal de tiempo de descarga, y la señal de tiempo de descarga inversa realizando un procesamiento de señal de la reconstrucción de forma de onda de corriente de salida por medio del circuito de reconstrucción de forma de onda de corriente de salida (100) que envía una señal de onda cuadrada de acuerdo con la señal del tiempo de descarga, la señal del tiempo de descarga inversa, una señal de conmutación y un voltaje crítico, realizando un procesamiento de señal de filtrado por medio de un filtro de paso bajo (200), la amplificación y la comparación en el voltaje crítico, en que el voltaje crítico se corresponde con un valor de pico de una señal de voltaje generada en el lado primario del transformador, en que el filtro de paso bajo genera una señal de filtrado que se corresponde con la corriente de salida, y la señal de onda cuadrada tiene un ancho correspondiente al voltaje crítico, y se produce en sincronización con la señal de tiempo de descarga, y tiene una forma de onda correspondiente a una forma de onda de la corriente de salida; y

25

un modulador de ancho de pulsos (26) que comprende un primer terminal de entrada y un segundo terminal de entrada, para generar la señal de conmutación, en que el primer terminal de entrada está configurado para recibir la señal de ajuste, el segundo terminal de entrada está configurado para recibir la señal de oscilación, la señal de conmutación tiene un ciclo de trabajos y una frecuencia que se corresponden con la señal de oscilación y la señal de ajuste, y el circuito de control (28) está configurado para regular la corriente de salida del transformador de acuerdo con la señal de ajuste.

30

2. El regulador de circuito primario aislado de acuerdo con la reivindicación 1, en que la señal de voltaje de conmutación es una señal de corriente de magnetización.

35

3. El regulador de circuito primario aislado de acuerdo con la reivindicación 1, en que el circuito de control (28) comprende:

40

un amplificador de error (300) para amplificar la señal de filtrado en el voltaje crítico; y un comparador (400) conectado entre el amplificador de error (300) y el modulador de ancho de pulsos (26) para comparar el voltaje crítico con la señal de voltaje de conmutación para generar la señal de ajuste.

45

4. El regulador de circuito primario aislado de acuerdo con la reivindicación 3, en que el circuito de la reconstrucción de forma de onda de corriente de salida comprende:

50

un primer interruptor (101), que tiene un terminal de entrada conectado al voltaje crítico, en que el primer interruptor (101) es controlado por la señal de conmutación; un segundo interruptor (102), conectado en serie con el primer interruptor (101), en que el segundo interruptor (102) es controlado por la señal de tiempo de descarga; un tercer interruptor (103), conectado al segundo interruptor (102), y conectado en paralelo con el primer interruptor (101) y el segundo interruptor (102), en que el tercer interruptor (103) es controlado por la señal de tiempo de descarga inversa; un primer condensador (104), conectado a un primer nodo entre el primer interruptor (101) y el segundo interruptor (102), para el almacenamiento de voltaje crítico; y un acumulador (105), conectado a un segundo nodo entre el segundo interruptor (102) y el tercer interruptor (103), para el almacenamiento temporal y la salida de la señal de onda cuadrada.

55

5. El regulador de circuito primario aislado de acuerdo con la reivindicación 3, en que el filtro de paso bajo (200) comprende:

5 una primera resistencia (201), conectada entre el circuito de reconstrucción de forma de onda de corriente de salida (100) y el amplificador de error (300), para recibir la señal de onda cuadrada; y

10 un segundo condensador (202), conectado a un nodo entre la primera resistencia (201) y el amplificador de error (300), para el filtrado de un componente de alta frecuencia de la señal de onda cuadrada.

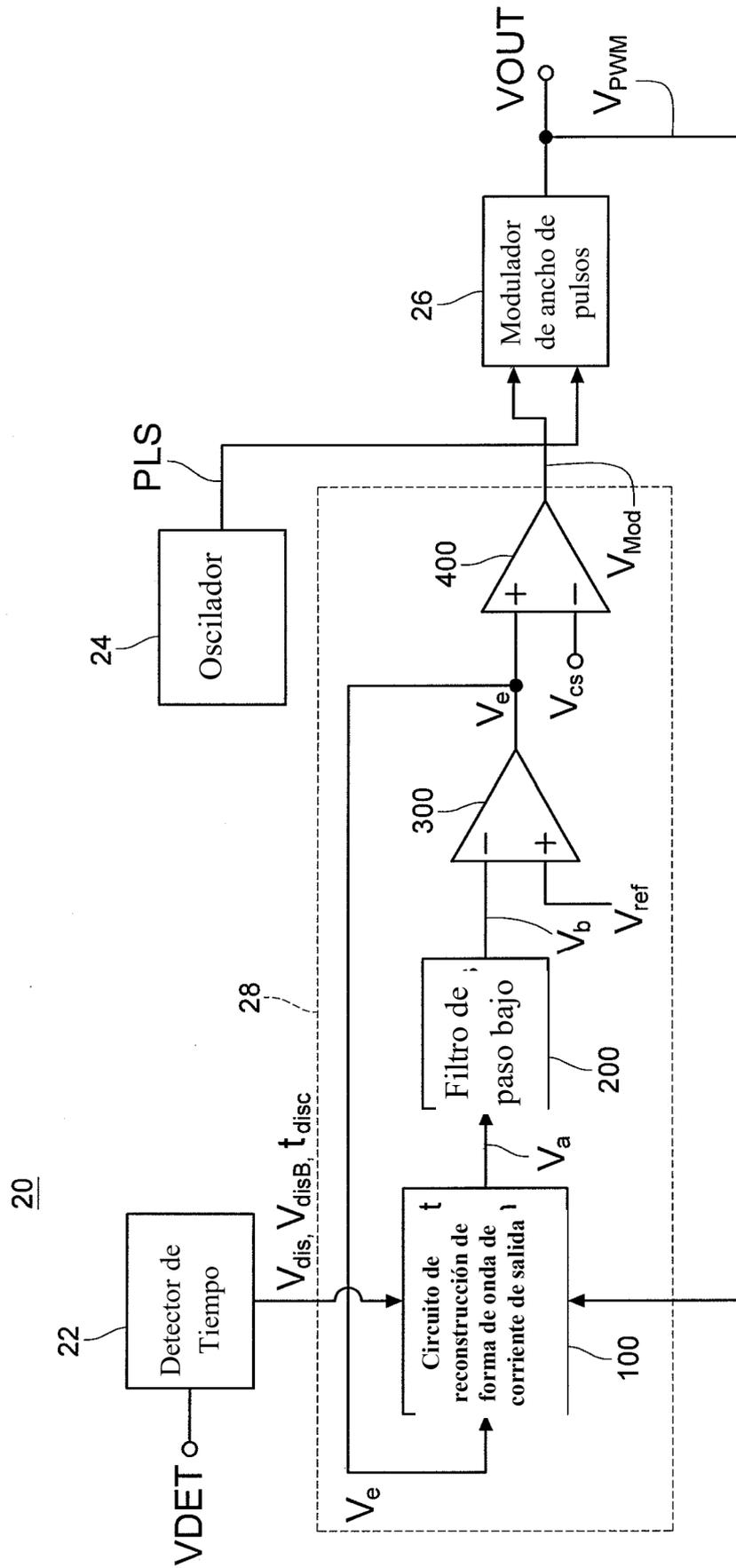


FIG.2

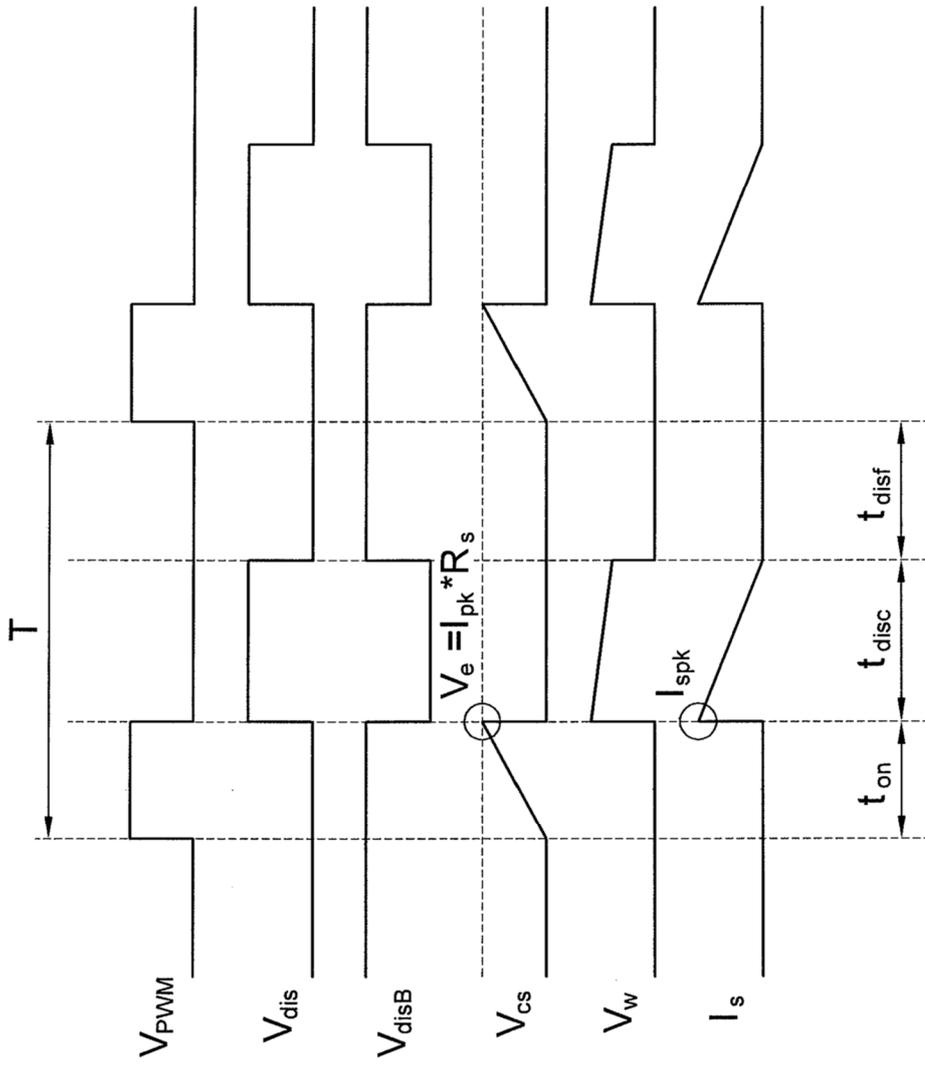


FIG.3

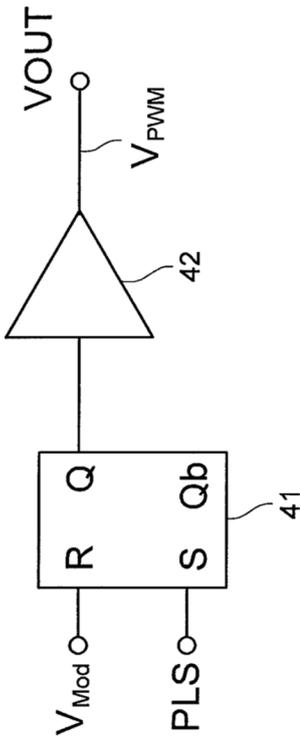


FIG.4A

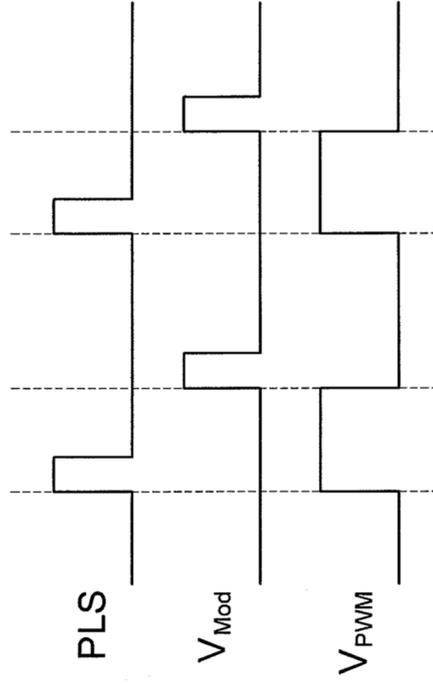


FIG.4B

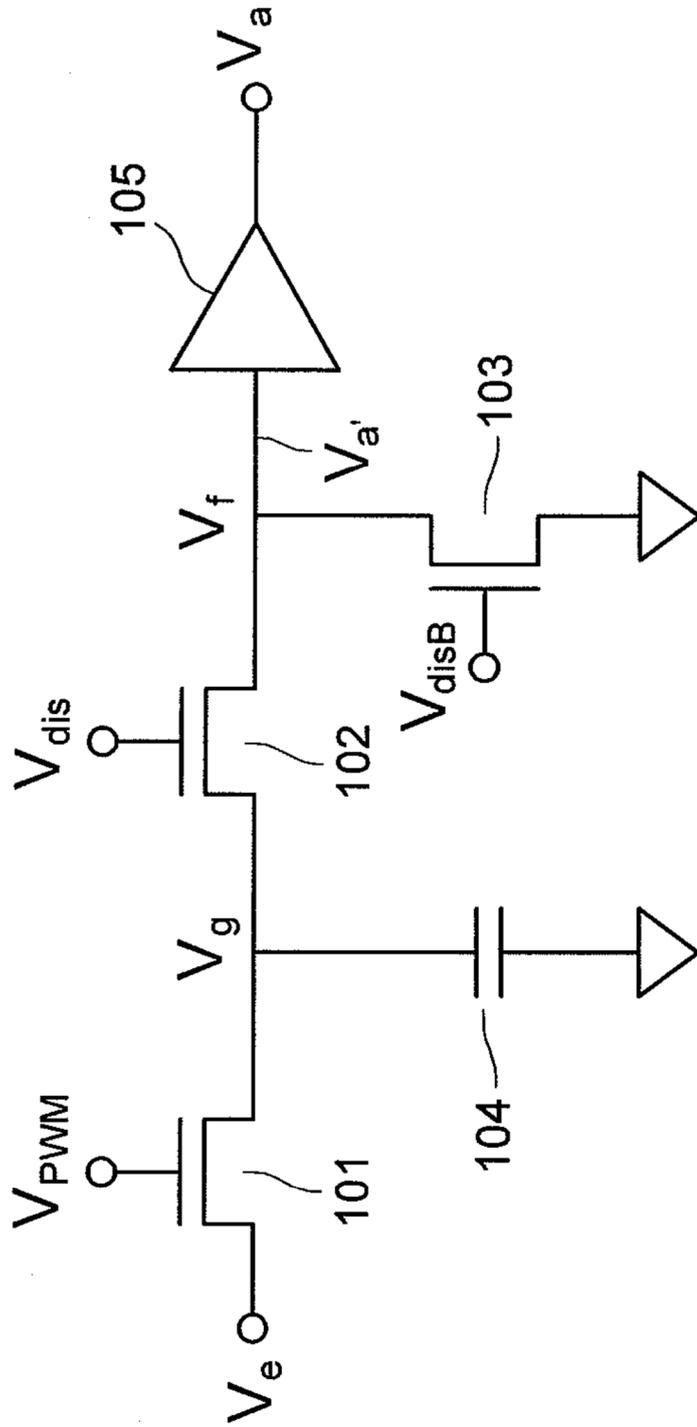


FIG.5

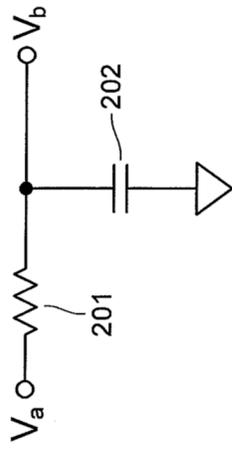


FIG.6

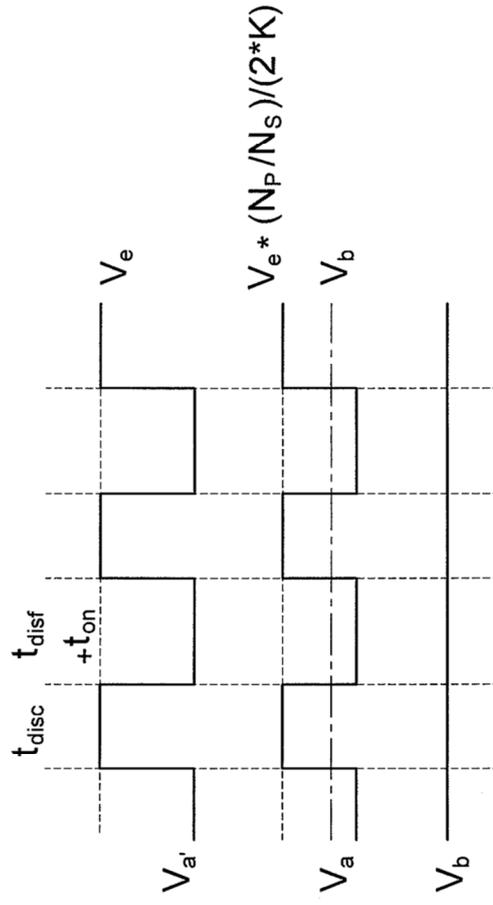


FIG.7