



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 338 304**

51 Int. Cl.:
H03K 5/1252 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **02779847 .9**

96 Fecha de presentación : **05.12.2002**

97 Número de publicación de la solicitud: **1456951**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **15.09.2004**

54

Título: **Controlador de puente-H y sistema de conversión de potencia con dicho controlador.**

30

Prioridad: **21.12.2001 SE 2001104400**

73

Titular/es: **Bang & Olufsen IcePower A/S**
Gl. Lundetoftevej 1 B, Stuen
2800 Lyngby, DK

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:
06.05.2010

72

Inventor/es: **Nielsen, Ole, Neis**

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:
06.05.2010

74

Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 338 304 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

Controlador de puente-H y sistema de conversión de potencia con dicho controlador.

5 Campo técnico

El presente invento se refiere a un controlador de la etapa de potencia de puente-H que comprende interruptores de potencia primero y segundo conectados a sus respectivos circuitos de corriente en serie, un generador de pulsos para generar una forma de onda de pulsos de voltaje, dispuesto para controlar dicho primer interruptor de potencia, un primer generador de corriente para generar un pulso de corriente para cada borde de salida de dicha forma de onda de pulsos de voltaje, y un segundo generador de corriente para generar un pulso de corriente para cada borde de ataque de dicha forma de onda de pulsos de voltaje.

El invento puede ser usado ventajosamente en los sistemas de conversión de potencia, en los que se requiere una operación combinada con un bajo consumo de energía, como por ejemplo en un controlador de un motor, y en particular en la amplificación de potencia para usos de audio.

Antecedentes en la técnica

Un puente-H es un convertidor de potencia que comprende dos interruptores de potencia, por ejemplo, transistores, uno denominado como el transistor del lado de baja, y el otro denominado como el transistor del lado de alta. Cada transistor es controlado por circuitos de controlador separados, es decir, por un controlador del lado de baja y por un controlador del lado de alta.

En la técnica bien conocida, los sistemas de control para un controlador del lado de alta comprenden una técnica de pulsos, según la cual se transmiten pulsos estrechos de corriente de establecer y de restablecer al controlador del lado de alta, en el cual está situado un circuito usado para almacenamiento de información, para restablecer la señal de control original. Tal sistema es conocido de la patente de EE.UU. N° 5.514.981 titulada "Reset dominant level-shift circuit for noise immunity" ("Circuito de desplazamiento de nivel dominante de restablecimiento para inmunidad frente a ruidos"), de la patente de EE.UU. N° 5.105.099 titulada "Level shift circuit with common mode rejection" ("Circuito de desplazamiento de nivel con rechazo del modo común"), y del documento WO 2001/75941.

En el control de pulsos, un problema importante es el que plantean las corrientes inducidas dv/dt en el modo común, en los circuitos de corriente de los nodos de establecer y restablecer, que surgen de las capacidades parásitas en los generadores de pulsos de corriente. El valor de dv/dt en el terminal de salida (voltaje de error) de la etapa de salida puede alcanzar valores muy altos -por lo que incluso capacitancias parásitas muy pequeñas darán por resultado corrientes inducidas en el modo común de dv/dt . El ruido en el modo común puede ser causa de operación falsa en el interruptor de salida, dando por resultado una descarga brusca en la etapa de potencia.

Convencionalmente, los pulsos de corriente han sido convertidos en pulsos de voltaje en el controlador del lado de alta, por medio de dos resistencias de polarización. Esta solución no proporciona de por sí rechazo alguno del modo común, y han sido obligatorios circuitos adicionales.

Un modo de resolver los problemas causados por el ruido en el modo común ha consistido en añadir un filtrado de paso bajo combinado con el ajuste de los umbrales de los niveles de establecer/restablecer, con objeto de obtener una función dominante de restablecimiento, que conduzca a una operación más predecible. Desafortunadamente, esa solución pone en compromiso la velocidad y el rendimiento energético a causa del filtrado de paso bajo, el cual exige un aumento de la anchura de los pulsos de corriente.

Otra solución ha consistido en añadir circuitería lógica después de dichas resistencias de polarización, para suprimir las señales en el modo común; esto, sin embargo, implica una cantidad sustancial de circuitería de puerta.

Se puede conseguir disminuir el consumo de energía en el controlador para lograr un alto rendimiento del sistema, disminuyendo para ello el voltaje de control de la puerta, preferiblemente hasta el nivel lógico (5 voltios). Al hacerlo así, se mejora también la actuación en cuanto a velocidad del sistema. La disminución del voltaje de control de la puerta reduce también el margen de ruido para la caída de voltaje en las resistencias polarizadoras. Por lo tanto, se plantea un reto para los circuitos de desplazamiento de nivel basados en las resistencias polarizadoras cuando el terminal de carga sea negativo con respecto a tierra. Esto es debido al hecho de que las caídas de voltaje en las resistencias polarizadoras son limitadas, lo cual puede ser causa de una operación falsa del MOSFET (Transistor de Efecto de Campo de Semiconductor de Óxido Metálico). La situación de voltaje del terminal de carga negativo tiene lugar en situaciones de oscilación no deseada ("ringing") y cuando el diodo del cuerpo (diodo entre el cátodo (salida) y el ánodo/fuente)) en el lado de baja del MOSFET del puente-H está conduciendo.

En general, el uso de resistencias de polarización no es adecuado para el voltaje del controlador del nivel lógico, debido a que el voltaje en el terminal de carga negativo que debe esperarse pone en compromiso el nivel lógico de las entradas de establecer/restablecer del lado de alta.

Objetos del invento

Un objeto del presente invento es proporcionar un nuevo sistema para recibir y manipular los pulsos de corriente de establecer y restablecer en un controlador del lado de alta, obteniéndose con ello condiciones de funcionamiento fiables para operar los transistores de conmutación de potencia.

Un segundo objeto del invento es proporcionar un controlador de puente-H con cancelación de las corrientes en el modo común.

10 Sumario del invento

Estos y otros objetos se consiguen mediante un controlador de puente-H de la clase mencionada a modo de introducción, que comprende además un circuito receptor de corriente diferencial, que tiene al menos una memoria intermedia de baja impedancia conectada a dichos generadores de corriente primero y segundo, dispuesto dicho circuito de receptor de corriente diferencial para generar una señal de salida igual a la diferencia de las corrientes que circulan a través de dichos generadores de corriente, dispuesta dicha señal de salida para controlar dicho segundo interruptor de potencia.

De acuerdo con una realización preferida, los pulsos de corriente de establecer y restablecer son recibidos en memorias intermedias de la corriente de no inversión y de inversión de baja impedancia, respectivamente. Las salidas de estas memorias intermedias con luego conectadas y sumadas. Cuando se suman las corrientes de ruido en el modo común inducidas por el dv/dt en los circuitos de corriente de establecer y restablecer, una corriente será invertida, de modo que las corrientes se cancelan, y se evita un disparo en falso.

De acuerdo con el invento, las señales generadas por pulsos permanecen como corrientes que son insensibles a las capacitancias, y también el controlador es inmune a los voltajes de error negativos. Además, es ahora posible reducir el voltaje de control requerido, reduciéndose con ello el consumo de energía y disminuyendo las temperaturas de funcionamiento para el controlador de puente-H.

Las entradas de baja impedancia dan por resultado la eliminación de las oscilaciones de voltaje en las entradas, y el punto de sesgo de esas entradas estará tan próximo como sea posible al suministro de energía positiva del controlador del lado de alta. Esto permitirá que el desplazamiento de nivel presente una función segura, incluso para altos voltajes de error negativos, debido a que los puntos de decisión no están ya basados en las caídas de voltaje a través de las anteriores resistencias de polarización. Esta característica representa una gran ventaja en términos de reducción de la energía, ya que permite disminuir el voltaje de operación del controlador. Esto hace posible disminuir la disipación de energía, una reducción del tamaño de la parte de oblea electrónica, y una mejora de las actuaciones en cuanto a velocidad.

En la salida de ese punto de suma puede estar dispuesta una memoria intermedia lógica con una resistencia de realimentación, que actúa como una célula de memoria. La señal de control restaurada para el controlador de la puerta se encuentra entonces en la salida de la célula de memoria. El valor de la resistencia y el umbral del error determinan la magnitud de la corriente para voltear el circuito de almacenamiento de información. Se cancelan con ello las corrientes del modo común y se consigue el rechazo del ruido en el modo común.

Breve descripción de los dibujos

En lo que sigue se describirá con más detalle la realización actualmente preferida del presente invento, con referencia a los dibujos que se acompañan.

La Fig. 1 es un diagrama esquemático de una implementación de la técnica anterior de un control de pulsos de un controlador del lado de alta.

La Fig. 2 es un diagrama con una base de tiempos común, en el que se ha representado la temporización del sistema de la Fig. 1.

La Fig. 3 es un diagrama esquemático de un controlador de puente-H de acuerdo con una realización preferida del invento.

La Fig. 4 es un diagrama en el que se muestran los pulsos de corriente en el sistema de la Fig. 3.

60 Descripción detallada de las realizaciones preferidas

En la Fig. 1 se ha ilustrado una topología para una etapa de salida. El controlador tiene dos resistencias de polarización 1, 2, un filtro o bloque de puerta 4 para rechazar el ruido, y un circuito 3 de almacenamiento de información. El sistema comprende además generadores de corriente 11, 12 controlados por un generador de pulsos 10.

La etapa de salida comprende dos interruptores 31 y 33 de potencia de canal N. El terminal de carga se ha designado como V_{offset} 41. Los terminales de salida, 41 y tierra o $-V_d$, pueden controlar cualquier tipo de carga, por ejemplo una carga inductiva, tal como una bobina o un transductor electrodinámico. El voltaje de error es también el potencial de

ES 2 338 304 T3

referencia para el controlador del lado de alta, y en la operación normal será de 0 V o de $\pm V_d$ 42. El controlador del lado de alta es alimentado desde el suministro V_{bs} 40, y ese voltaje es preferiblemente igual al voltaje de suministro V_d 42.

5 En la Fig. 2 se explica la funcionalidad básica del controlador del lado de alta controlado por pulsos, conocida de la técnica anterior, mostrándose la temporización del sistema. Los generadores de corriente 11, 12 generan pulsos de corriente estrechos en los bordes de ataque y de salida de la forma de onda de pulsos de voltaje generada por el generador de pulsos 10. Éste produce pulsos de voltaje estrechos sobre las resistencias 1 y 2 para establecer y restablecer, respectivamente, el circuito de almacenamiento de información 3, el cual, a través de un controlador 26,
10 proporciona una señal de control de puerta para el dispositivo de interruptor flotante.

En la Fig. 3 se ha representado la primera realización preferida del invento, en la que a los componentes que son similares a los componentes de la Fig. 1 se les han asignado idénticos números de referencia. Los generadores de corriente 11, 12 y el generador de pulsos 10, pueden ser implementados como cualquier topología de generador dado.
15 Los interruptores de potencia 31 y 33 pueden ser cualquier tipo de transistor, preferiblemente un tipo de transistor optimizado para operar en un estado de "on" (conectado), o de "off" (desconectado), tal como un Transistor de Efecto de Campo. El suministro de potencia V_d 42, como se ha ilustrado en la Fig. 3, es un solo suministro de potencia de voltaje (+ y referencia a tierra). Los nodos del circuito fijados a tierra pueden ser reemplazados por nodos de circuito de suministro negativo, de modo que el controlador del lado de baja use el suministro negativo como referencia, y se
20 puede usar un doble suministro (\pm) V_d 42.

Además, el controlador de puente-H de la Fig. 3 comprende un circuito 27 receptor de corriente, que tiene una pluralidad de memorias intermedias de corriente de entrada de baja impedancia. En el ejemplo ilustrado, esas memorias intermedias de corriente de baja impedancia son implementadas como espejos de corriente 20, 21, 23, basados en transistores MOSFET. Las memorias intermedias de corriente 20, 21, 23 están conectadas al suministro de voltaje V_{bs}
25 de acuerdo con la Fig. 3.

El controlador incluye también una célula de memoria 28, que comprende una memoria intermedia lógica 25 y una resistencia de realimentación positiva 24, conectada al controlador 26. Los generadores de corriente 11, 12 están conectados a los espejos 20 y 21, respectivamente, mientras que los espejos 21 y 23 están conectados a la célula de memoria 28.
30

Al operar, se generan formas de onda de pulsos de voltaje por el generador de pulsos 10, y son transformados en pulsos de corriente por los generadores de corriente 11 y 12. El primer generador de corriente 11 genera un pulso I_{reset}
35 para cada borde de salida del pulso de voltaje, mientras que el segundo generador de corriente 12 genera un pulso I_{set} para cada borde de ataque del pulso de voltaje. Estos pulsos de corriente son recibidos por los espejos de corriente 20 y 21, respectivamente, en el circuito receptor de corriente 27. El pulso de corriente de restablecimiento I_{reset} recogido en el espejo es suministrado desde el espejo de corriente 20 al espejo de corriente 23, donde es de nuevo reflejado en el espejo. Finalmente, las salidas de los espejos de corriente 21 y 23 son sumadas en el terminal de entrada de la
40 memoria intermedia 25.

Mediante esta topología, las señales permanecen como corrientes y los voltajes de error pueden entonces llegar a ser de hasta $V_{BS}-1$ V, antes de que el desplazamiento de nivel pierda su funcionalidad. Si el voltaje de error aumentase hasta un nivel en el que los generadores de corriente no sean ya capaces de entregar la corriente necesaria, el desplazamiento de nivel no será capaz de conectar el interruptor del lado de alta, evitándose así una fatal descarga brusca. En segundo lugar, es ahora posible reducir los voltajes preferiblemente iguales V_{BS} y V_{drive} hasta tan solo 5 voltios, o incluso menos, obteniéndose con ello considerables economías de energía. Esto contribuirá a disminuir las temperaturas de funcionamiento para el controlador de puente-H.
45

Con referencia a los diagramas de la Fig. 4, el pulso de corriente de establecer I_{set} produce un impulso de corriente de la misma magnitud y dirección en el punto designado como I_{latch} en la Fig. 3. La corriente fluye a la célula de memoria 28. Dicha corriente I_{latch} es convertida en un voltaje a través de la resistencia de realimentación positiva 24, haciendo que la célula de memoria 28 entre en el estado de alta. Cuando se recibe un impulso de corriente de restablecer I_{reset} , circulará una corriente de la misma magnitud, pero de sentido opuesto, en la resistencia de realimentación positiva 24, dando por resultado un restablecimiento de la célula de memoria.
50
55

Continuando con referencia a la Fig. 4, se ha ilustrado en ella un ejemplo de una situación de ruido en el modo común, como pulsos de establecer y restablecer que tienen lugar al mismo tiempo. En esta situación, esas dos corrientes simplemente se cancelan entre sí, obteniéndose un rechazamiento de la corriente en el modo común. Esto se consigue dado que la corriente que fluye a través de la resistencia de realimentación 24 es cero, por lo que no se producirá una caída de voltaje a través de la misma. El controlador de puente-H puede ser implementado en cualquier sistema de conversión de energía dado, que comprenda un puente-H de transistores, tal como de c.c.-c.c., de c.a.-c.a., c.c.-c.a., y c.a.-c.c., o cualquier combinación de los antes mencionados. En particular, el controlador de puente-H puede ser implementado en sistemas de conversión de energía de c.c.-c.a. de alta precisión que comprendan uno, o una pluralidad de puentes-H y uno o una pluralidad de controladores de puente-H.
60
65

El controlador de puente-H puede ser implementado en silicio, reduciéndose así el tamaño y mejorando las actuaciones, en términos de velocidad y de precisión, del controlador de puente-H.

ES 2 338 304 T3

REIVINDICACIONES

1. Un puente-H que comprende:
- 5 interruptores de potencia primero y segundo, conectados con sus respectivos circuitos de corriente en serie,
- un generador de pulsos para generar una forma de onda de pulsos de voltaje, dispuesto para controlar dicho primer interruptor de potencia (33),
- 10 un primer generador de corriente (11), para generar una primera señal de corriente que incluye un pulso de corriente por cada flanco negativo de dicha forma de onda de pulsos de voltaje,
- un segundo generador de corriente (12), para generar una segunda señal de corriente que incluye un pulso de corriente por cada flanco positivo de dicha forma de onda de pulsos de voltaje, y
- 15 un circuito (27) receptor de corriente diferencial, conectado a dichos generadores de corriente primero y segundo, y dispuesto para generar una señal de corriente de salida (I_{atch}) igual a la diferencia de dichas señales de corriente primera y segunda generadas por dichos generadores de corriente (11, 12),
- 20 dispuesta dicha señal de corriente de salida para controlar a dicho segundo interruptor de potencia (31).
2. Un controlador de puente-H de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho circuito (27) receptor de la corriente diferencial comprende al menos una memoria intermedia de corriente de baja impedancia (20, 21, 23).
- 25 3. Un controlador de puente-H de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho circuito (27) receptor de la corriente diferencial comprende tres memorias intermedias de corrientes de baja impedancia (20, 21, 23).
4. Un controlador de puente-H de acuerdo con la reivindicación 2 ó 3, en el que una al menos de dichas memorias intermedias de corriente es un circuito de espejos de corriente (20, 21, 23).
- 30 5. Un controlador de puente-H de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende además una célula de memoria (28) que tiene una memoria intermedia (25) y una resistencia de realimentación (24), estando conectada dicha célula de memoria a dicha señal de salida (I_{atch}).
- 35 6. Un controlador de puente-H de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que dichos interruptores de potencia son transistores (31, 33), tales como Transistores de Efecto de Campo.
7. Un controlador de puente-H de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende además dos fuentes de voltaje (40, 42), que preferiblemente entregan voltajes de la misma magnitud.
- 40 8. Un controlador de puente-H de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende además una operación de voltaje de nivel lógico, con un voltaje de nivel lógico de 0-5 voltios.
9. Un controlador de puente-H de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, implementado sobre sustratos de silicio.
- 45 10. Un sistema de conversión de energía para controlar una carga inductiva, que comprende un controlador de puente-H de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes.
- 50 11. Un sistema de conversión de energía de acuerdo con la reivindicación 10, que comprende una pluralidad de controladores de puentes-H de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes.
12. Un sistema de conversión de energía, de acuerdo con la reivindicación 10 u 11, usado para conversión de potencia de audio de c.c.-c.a.
- 55 13. Un controlador de puente-H de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además:
- una primera memoria intermedia de corriente de inversión de baja impedancia (20, 23) dispuesta para recibir dicha primera señal de corriente,
- 60 una segunda memoria intermedia de corriente de no inversión de baja impedancia (21) dispuesta para recibir a dicha primera señal de corriente,
- una memoria intermedia (25) dispuesta para sumar las salidas de dichas memorias intermedias de corrientes primera y segunda y para dar salida a dicha señal de corriente de salida.
- 65

ES 2 338 304 T3

14. Un controlador de puente-H de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además:
un primer espejo de corriente (20) dispuesto para recibir dicha primera señal de corriente,
5 un segundo espejo de corriente (21) dispuesto para recibir dicha segunda señal de corriente,
un tercer espejo de corriente (23) dispuesto para recibir una salida de dicho primer espejo de corriente,
una memoria intermedia (25) dispuesta para sumar las salidas de dichos espejos de corriente primero y tercero (20,
10 23) y para dar salida a dicha señal de corriente de salida.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

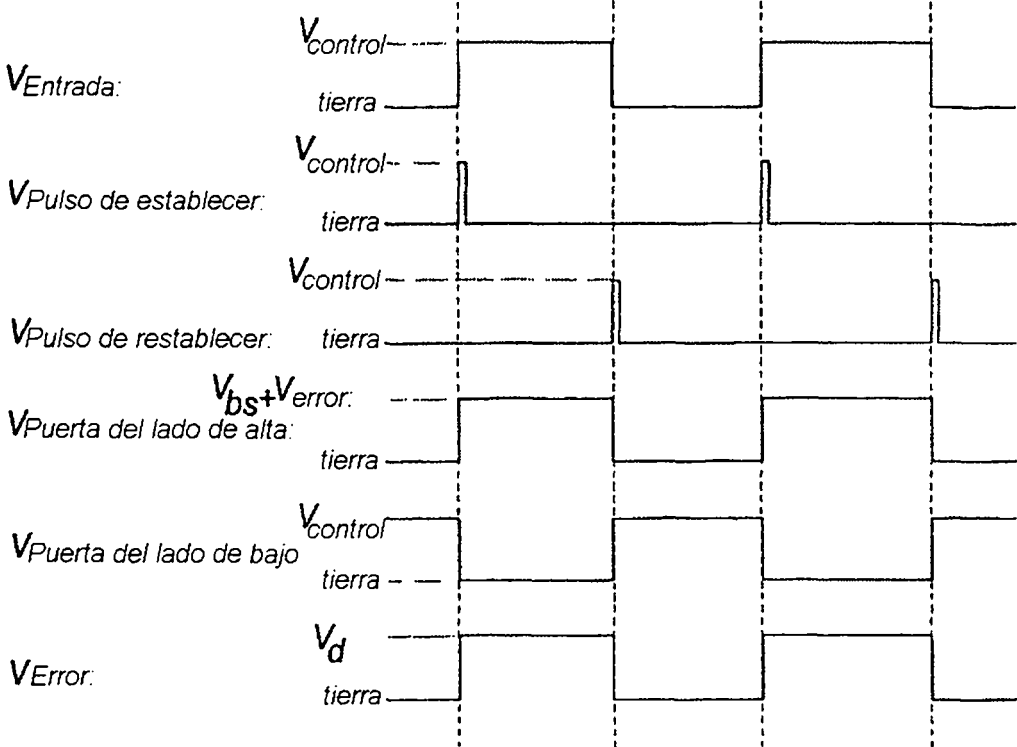


FIG. 2

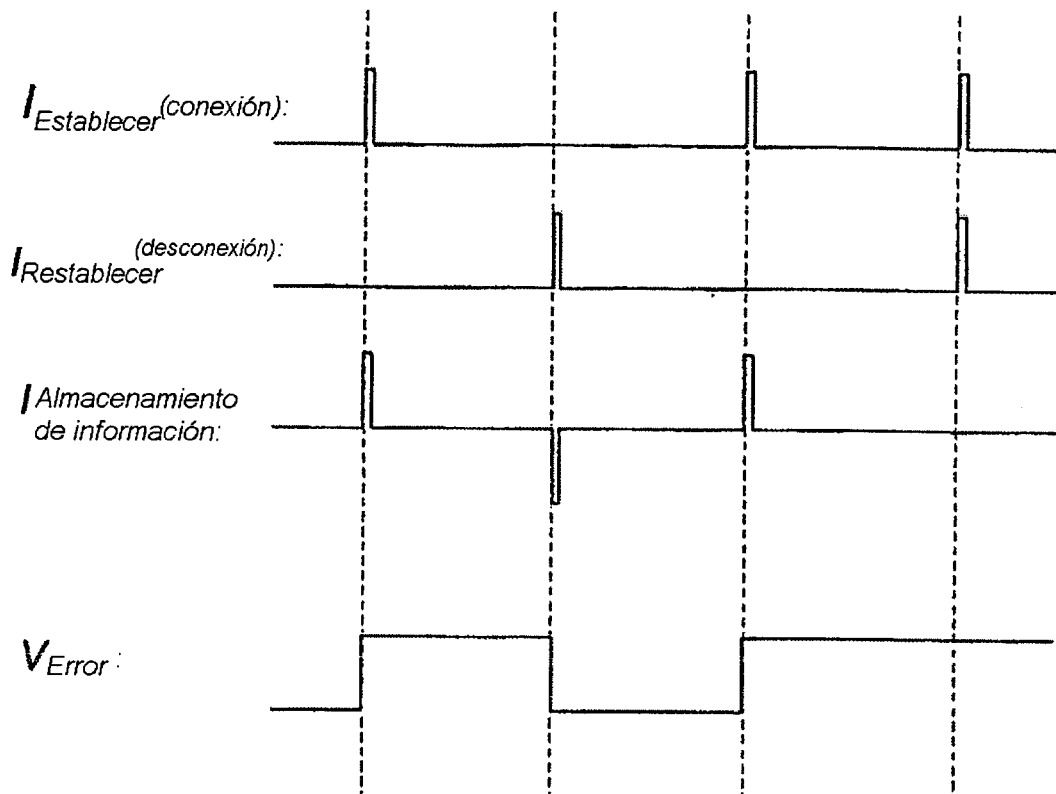


FIG. 4