

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 387 298**

51 Int. Cl.:
H03K 17/082 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **04356011 .9**
- 96 Fecha de presentación: **10.02.2004**
- 97 Número de publicación de la solicitud: **1450487**
- 97 Fecha de publicación de la solicitud: **25.08.2004**

54 Título: **Procedimiento y sistema de control de un transistor de potencia**

30 Prioridad:
10.02.2003 FR 0301551

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
20.09.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
20.09.2012

73 Titular/es:
**ALSTOM
3 AVENUE ANDRÉ MALRAUX
92300 LEVALLOIS-PERRET, FR**

72 Inventor/es:
Lepage, Jean-Pierre

74 Agente/Representante:
Ponti Sales, Adelaida

ES 2 387 298 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

Procedimiento y sistema de control de un transistor de potencia

[0001] La invención se refiere a un procedimiento y a un sistema de control de un componente electrónico de potencia.

5 **[0002]** Más concretamente, la invención se refiere a un procedimiento de control que contiene un proceso de pilotaje de la apertura y/o del cierre del componente electrónico de potencia, comprendiendo el proceso de pilotaje varias etapas para controlar la aplicación de una sucesión de tensiones de conmutación diferentes en un electrodo de control de dicho componente entre el instante en que se inicia el proceso de pilotaje y el instante en que debe acabarse la apertura y/o el cierre del componente electrónico de potencia, realizándose el paso de una etapa a la
10 etapa siguiente en este proceso de pilotaje automáticamente a partir del momento en que se satisface una condición de paso correspondiente.

[0003] Estos procesos de control son conocidos bajo los términos de control CATS y divulgados para transistores de potencia en "Control CATS: Evaluación de la Robustez y Aplicación en el acondicionamiento de control al cierre ", N. IDIR, H. SAWEZYN, J.J. FRANCHAUD, R. BAUSIERE, Université de Lille 1, Laboratoire L2EP.

15 **[0004]** Estos procesos de control CATS se han desarrollado para controlar la derivada di/dt de la intensidad de la corriente que circula entre el colector y el emisor del transistor de potencia así como las variaciones de la derivada dv/dt de la tensión en los bornes del transistor de potencia.

20 **[0005]** Este objetivo se alcanza aplicando varias tensiones sucesivas diferentes entre el inicio y el fin del proceso de conmutación del transistor. Entre esta sucesión de tensiones, al menos una tensión llamada de frenado tiene un valor intermedio diferente de aquellas capaces de mantener el transistor de potencia en los estados pasantes y no pasante. El valor de esta tensión de frenado se escoge para frenar la conmutación del transistor de potencia y, de paso, limitar y controlar las variaciones de las derivadas di/dt y dv/dt durante el cierre y durante la apertura del transistor de potencia respectivamente. La duración durante la cual esta tensión de frenado se aplica en el electrodo de control del transistor de potencia debe ser controlada con precisión para limitar pérdidas de conmutación, es decir
25 la potencia consumida durante cada conmutación. A tal efecto, el fin de la aplicación de esta tensión de frenado se controla automáticamente cuando se satisfacen una o varias condiciones de paso. Por ejemplo, en el documento precedente, el fin de la aplicación de la tensión de frenado se controla automáticamente si la tensión en los bornes de un diodo montado en posición antiparalelo con respecto al transistor de potencia es inferior a un umbral predeterminado y si la derivada de esta misma tensión es inferior a otro umbral.

30 **[0006]** Sin embargo, en caso de disfuncionamiento del transistor de potencia, la condición de paso para controlar el fin de la aplicación de la tensión de frenado puede no realizarse jamás. En estas condiciones, el procedimiento de control queda bloqueado, lo cual se traduce en el mantenimiento de la tensión de frenado en el electrodo de control del transistor de potencia durante una duración indeterminada. Esta situación conduce, en el mejor de los casos, a consumir inútilmente energía y, en el peor, a deteriorar el transistor de potencia.

35 **[0007]** En la solicitud US 2002/0167826 también se ha propuesto vigilar la tensión modo cátodo de un transistor IGBT para identificar la ocurrencia de una desaturación y por lo tanto la eventualidad de una desaturación para controlar una reducción de la tensión ánodo cátodo según una ley de variación temporal predeterminada. Como ocurre en los procesos conocidos, la desaturación puede muy bien no ocurrir jamás incluso si el transistor IGBT padece un disfuncionamiento.

40 **[0008]** La invención se propone dar remedio a este inconveniente proponiendo un procedimiento de control del tipo control CATS de un componente electrónico de potencia en el cual se evita el consumo inútil de energía o el deterioro del componente.

[0009] Por lo tanto, tiene por objeto un procedimiento de control como el descrito más arriba, caracterizado por el hecho de que comprende las etapas consistentes en:

- 45
- extraer el valor de al menos un parámetro de funcionamiento característico de la reacción del componente electrónico de potencia en respuesta a la aplicación sucesiva de dichas tensiones de conmutación,
 - verificar, gracias a los valores extraídos, si esta reacción del componente electrónico de potencia se produce en un retardo impartido predeterminado,
 - en caso afirmativo, dejar que dicho proceso de pilotaje se desarrolle normalmente, y
- 50
- si no, interrumpir dicho proceso de pilotaje y activar inmediatamente un proceso de salvaguardia de la integridad del componente electrónico de potencia.

- 5 **[0010]** En el procedimiento de más arriba, el tiempo de reacción del componente electrónico de potencia, en respuesta a la aplicación de las tensiones de conmutación sucesivas, se vigila permanentemente. A partir del momento en que ce tiempo de reacción sobrepasa un retardo impartido predeterminado, lo cual es el caso por ejemplo en caso de disfuncionamiento del componente electrónico de potencia, el procedimiento interrumpe el proceso de pilotaje de la abertura y/o del cierre y activa automáticamente un proceso de salvaguardia. A partir de ese momento, en un tal procedimiento de control, es imposible que el proceso de pilotaje de cada abertura y/o cierre quede bloqueado. Por lo tanto, se evita el consumo de energía inútil o el deterioro del componente electrónico de potencia.
- [0011]** Según otras características de un procedimiento conforme a la invención:
- 10 - al menos una condición de paso de una etapa a la siguiente en dicho proceso de pilotaje es función de los valores extraídos para dicho al menos un parámetro de funcionamiento, y, para verificar si la reacción del componente electrónico de potencia se produce en el retardo impartido predeterminado, el procedimiento comprende la etapa consistente en verificar que al menos esta condición de paso se satisface antes de que haya transcurrido el retardo impartido predeterminado;
- 15 - el procedimiento comprende la etapa consistente en verificar que todas las condiciones de paso entre dichas varias etapas de dicho proceso de pilotaje se satisfacen antes de que haya transcurrido un retardo impartido predeterminado común a todas estas condiciones de paso;
- 20 - el retardo común se cuenta a partir del instante en que se inicia la ejecución de dicho proceso de pilotaje, y este retardo común es representativo de un retardo máximo para realizar la conmutación del componente electrónico de potencia;
- uno de los parámetros de funcionamiento extraído es la tensión VCE entre los electrodos de colector y de emisor del componente electrónico de potencia;
- uno de los parámetros de funcionamiento extraído es la tensión en el electrodo de control;
- 25 - una de las etapas de dicho proceso de pilotaje consiste en controlar la aplicación en dicho electrodo de control de una tensión de frenado capaz de frenar la conmutación del componente electrónico de potencia;
- el valor de la tensión de frenado está estrictamente comprendido entre los valores de las tensiones de mantenimiento del componente electrónico de potencia respectivamente en el estado cerrado y en el estado abierto;
- dicho proceso de pilotaje es un proceso de pilotaje del cierre del componente electrónico de potencia y la condición de paso entre la etapa de control de la aplicación de una tensión de frenado y la etapa siguiente se satisface si la tensión entre los electrodos de colector y de emisor es inferior a un primer umbral predeterminado;
- 30 - el proceso de pilotaje del cierre del componente electrónico de potencia se inicia con la etapa de control de la aplicación de la tensión de frenado;
- dicho proceso de pilotaje es un proceso de pilotaje de la abertura del componente electrónico de potencia y la condición de paso entre una etapa precedente y la etapa de control de la aplicación de la tensión de frenado se satisface si la tensión entre los electrodos de colector y de emisor es superior a un segundo umbral predeterminado;
- 35 - el valor del segundo umbral corresponde a la mitad de la tensión a conmutar;
- dicha etapa precedente es una etapa de control de la aplicación de una tensión de valor estrictamente inferior a la de la tensión de frenado;
- 40 - en el proceso de pilotaje de la abertura del componente electrónico de potencia, la condición de paso entre la etapa de control de la aplicación de la tensión de frenado y una etapa siguiente se satisface si la tensión entre los electrodos de colector y de emisor alcanza un máximo.
- [0012]** La invención también tiene por objeto un sistema de control de un componente electrónico de potencia capaz de ejecutar un proceso de pilotaje de la abertura y/o del cierre de este componente, conteniendo dicho proceso de pilotaje varias etapas para controlar la aplicación de una sucesión de tensiones de conmutación diferentes en un electrodo de control del componente electrónico de potencia entre el instante en que se inicia dicho proceso de pilotaje y el instante en que debe acabarse la abertura y/o el cierre del componente electrónico de potencia, realizándose el paso de una etapa a la etapa siguiente en este proceso de pilotaje estando automáticamente a partir del momento en que se satisface una condición de paso correspondiente, caracterizado por el hecho de que el sistema comprende un calculador electrónico capaz de:
- 45

- extraer el valor de al menos un parámetro de funcionamiento característico de la reacción del componente electrónico de potencia en respuesta a la aplicación sucesiva de dichas tensiones de conmutación,

- verificar, gracias a los valores extraídos, si esta reacción del componente electrónico de potencia se produce en un retardo impartido predeterminado,

5 - en caso afirmativo, dejar dicho proceso de pilotaje (50, 80) se desarrolle normalmente, y

- si no, interrumpir dicho proceso de pilotaje y activar inmediatamente la ejecución de un proceso de salvaguardia de la integridad del componente electrónico de potencia.

[0013] Según otras características de un sistema de control conforme a la invención:

10 - al menos una condición de paso de una etapa a la siguiente de dicho proceso de pilotaje es función de los valores extraídos para dicho al menos un parámetro de funcionamiento, y, para verificar si la reacción del componente electrónico de potencia se produce en el retardo impartido predeterminado, el calculador electrónico es capaz de verificar que al menos una condición de paso se satisface antes de que haya transcurrido un retardo impartido predeterminado para esta condición de paso;

15 - el calculador electrónico es capaz de verificar que todas las condiciones de paso entre dichas etapas del proceso de pilotaje se satisfacen antes de que haya transcurrido un retardo impartido predeterminado común a todas estas condiciones de paso.

[0014] La invención también tiene por objeto un soporte de grabación de informaciones que comprende instrucciones para la ejecución de las etapas de un procedimiento de control de un componente electrónico de potencia conforme a la invención, cuando dichas instrucciones son ejecutadas por un calculador electrónico.

20 **[0015]** La invención será mejor comprendida con la lectura de la descripción siguiente, determinada únicamente a título de ilustración, y hecha haciendo referencia a los dibujos, en los cuales:

- la figura 1 es una ilustración esquemática de la arquitectura de un sistema conforme a la invención;

- la figura 2 es un organigrama de un procedimiento de control de la abertura de un componente electrónico de potencia conforme a la invención;

25 - las figuras 3A y 3B son unos gráficos que ilustran cada uno la evolución en el transcurso del tiempo de un parámetro de funcionamiento del componente electrónico de potencia durante la aplicación del procedimiento de la figura 2;

- la figura 4 es un organigrama de un procedimiento de control del cierre de un componente electrónico de potencia conforme a la invención; y

30 - las figuras 5A y 5B son unos gráficos que ilustran cada uno la evolución en el transcurso del tiempo de un parámetro de funcionamiento del componente electrónico de potencia durante la aplicación del procedimiento de la figura 4.

[0016] La figura 1 representa un encendedor electrónico 4 capaz de controlar los transistores de potencia de un dispositivo de conmutación electrónica 6 en función de consignas transmitidas por un calculador 8.

35 **[0017]** El dispositivo de conmutación 6 es por ejemplo un ondulador trifásico convencional realizado a partir de transistores 10 de potencia IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) y de diodos 12 conectados en posición antiparalelo entre el colector y el emisor de cada uno de los transistores 10.

40 **[0018]** El transistor 10 es típicamente capaz de conmutar corrientes que van hasta 1000 A y de soportar una tensión VCE entre el colector y el emisor en el estado no pasante, es decir en el estado abierto, comprendida entre 250 y 4000 V. En el estado pasante, es decir en el estado cerrado, la tensión VCE es generalmente inferior a 5 V.

[0019] Aquí, para simplificar la ilustración, solamente se ha representado uno solo de estos transistores 10 y uno de estos diodos 12.

45 **[0020]** Este ondulador trifásico 6 está por ejemplo destinado a alimentar una máquina eléctrica giratoria 14. En estas condiciones, el calculador 8 tiene como función suministrar al encendedor 4 unas consignas de control de la potencia desarrollada por la máquina 14, y el encendedor tiene por función convertir estas consignas en instrucciones de control de cada uno de los transistores de potencia 10. El procedimiento de conversión de las consignas suministradas por el calculador en instrucciones de control de cada uno de los transistores de potencia es clásico y no se describirá aquí.

- [0021]** Únicamente los elementos del encendedor 4 necesarios para la comprensión del nuevo sistema de control aquí descrito se han representado en la figura 1. Además, al ser el sistema de control empleado en el encendedor 4 el mismo en cada uno de los transistores de potencia 10, solamente el sistema de control de uno de estos transistores de potencia se describirá aquí en detalle.
- 5 **[0022]** El encendedor 4 comprende una unidad 20 de pilotaje de la tensión V_{GE} aplicada a la rejilla del transistor 10, un circuito 22 de adquisición de informaciones relativas a la tensión V_{CE} entre el colector y el emisor del transistor 10, y una unidad 24 de tratamiento lógico capaz, a partir de las informaciones suministradas por el circuito 22, de controlar la unidad de pilotaje 20.
- 10 **[0023]** La unidad de pilotaje 20 es capaz de aplicar, a la rejilla del transistor 10, cuatro tensiones diferentes V_{15} , V_{10} , V_0 y V_{-10} correspondientes respectivamente a una tensión de mantenimiento del transistor en el estado pasante, de frenado de la conmutación del transistor, de bloqueo del transistor y de mantenimiento del transistor en el estado no pasante. Clásicamente, las tensiones V_{15} y V_0 son iguales respectivamente a + 15 V y 0 V. El valor de la tensión de frenado está, preferentemente, estrictamente comprendida entre las tensiones V_0 y V_{15} y por ejemplo se escoge aquí igual a 10 V.
- 15 **[0024]** La tensión V_{-10} es capaz de mantener el transistor de potencia 10 en el estado no pasante, incluso si esta se ve perturbada, por ejemplo a causa de perturbaciones electromagnéticas causadas por la conmutación de otros transistores de potencia situados a proximidad. A tal efecto, su valor se escoge claramente inferior a la de la tensión de bloqueo para que una perturbación no pueda modificar este valor para hacerlo superior a la tensión de bloqueo, lo cual podría conllevar una conmutación no controlada del transistor de potencia 10. Aquí, este valor se ha escogido igual a -10V.
- 20 **[0025]** El circuito 22 de adquisición de informaciones comprende tres circuitos 30, 32 y 34 de análisis de informaciones relativas a la tensión V_{CE} y un circuito 36 rebajador de tensión conectado a la entrada de cada uno de estos tres circuitos de análisis.
- 25 **[0026]** El circuito 36 está destinado a convertir la tensión V_{CE} extraída del colector del transistor 10 en una tensión proporcional, pero comprendida entre 0 y 5 V suministrada a la entrada de los tres circuitos de análisis 30 a 34.
- 30 **[0027]** El circuito 30 es un comparador analógico clásico destinado a comparar la tensión suministrada por el circuito 36 con un umbral S_1 y a suministrar el resultado de esta comparación a la unidad de tratamiento lógico 24. El valor del umbral S_1 corresponde aquí a un valor de la tensión V_{CE} por debajo del cual se admite que el transistor 10 esté en el estado pasante. El valor de umbral S_1 es constante y se escoge preferentemente inferior a 50 V y aquí igual a 10 V.
- 35 **[0028]** El circuito 32 es también un comparador analógico convencional capaz de comparar la tensión suministrada por el circuito rebajador 36 con un umbral S_2 y de suministrar el resultado de esta comparación a la unidad de tratamiento lógico 24. El valor del umbral S_2 es, aquí, constante y se escoge para corresponder sensiblemente a la mitad de la tensión V_{CE} a conmutar. Aquí, el valor de S_2 se escoge igual a 500 V.
- 40 **[0029]** El circuito 34 es capaz de detectar el pico de tensión V_{CE} que se produce justo antes de que el transistor 10 haya acabado su conmutación hacia el estado no pasante y de suministrar a la unidad de tratamiento lógico 24 esta información. El circuito 34 está también realizado de manera convencional con ayuda, por ejemplo, de componentes analógicos.
- 45 **[0030]** La unidad de tratamiento lógico 24 es un calculador electrónico que constituye una máquina de estados finitos, capaz de pasar automáticamente de un estado de control de la unidad de pilotaje 20 a otro cuando se satisface una condición de paso al estado siguiente. La unidad de tratamiento lógico 24 es aquí capaz de ejecutar instrucciones grabadas en un soporte de grabación de informaciones 40. Este soporte de grabación 40 contiene aquí instrucciones para la ejecución de las etapas de los procesos descritos más abajo con referencia a las figuras 3 y 4.
- 50 **[0031]** Además, en este soporte de grabación de informaciones 40, también se graban los parámetros necesarios para el desarrollo de los procesos de las figuras 2 y 4 y en especial dos constantes $T_{MAX\ ABERTURA}$ y $T_{MAX\ CIERRE}$ correspondientes a los retardos máximos para respectivamente pasar del estado no pasante al estado pasante y viceversa.
- [0032]** Ventajosamente y para presentar una buena insensibilidad a las perturbaciones ambientales, la unidad de tratamiento lógico 24 es un componente CPLD (Complex Programmable Logic Device) programado en un lenguaje VHDL (Very High Descriptive Language).
- [0033]** La unidad de tratamiento lógico 24 comprende, además, un contador de tiempo 42 capaz de ser activado en el inicio de cada conmutación del transistor 10 y una entrada 44 para extraer la tensión V_{GE} en la rejilla del transistor 10.

- [0034] El funcionamiento del encendedor 4 se va a describir ahora, primero en el caso del control de la abertura del transistor 10 con referencia a las figuras 2, 3A y 3B, y a continuación en el caso del control del cierre del transistor 10 con referencia a las figuras 4, 5A y 5B.
- 5 [0035] La unidad de tratamiento lógico 24 activa un proceso 50 de pilotaje de la abertura del transistor 10 en un instante determinado, por ejemplo, en función de las consignas transmitidas por el calculador 8.
- [0036] Simultáneamente, la unidad de tratamiento lógico 24 activa, en la etapa 54, el contador de tiempo 42 y extrae permanentemente, durante la etapa 56, las informaciones transmitidas por el circuito de adquisición 22 y la tensión VGE.
- 10 [0037] El proceso 50 se propone frenar la abertura del transistor 10 para controlar las variaciones de la derivada dV_{CE}/dt .
- [0038] La evolución de la tensión V_{CE} y de la tensión V_{GE} durante el desarrollo normal del proceso 50 están representadas respectivamente en las figuras 3A y 3B. En estos gráficos, la escala de tiempo se ha dividido en tres periodos correspondiente cada uno a las etapas del proceso 50 y que lleva por lo tanto los mismos números.
- 15 [0039] El proceso 50 se inicia por una etapa 52 durante la cual la unidad de tratamiento lógico 24 controla la unidad de pilotaje 20 para que esta aplique la tensión de bloqueo V_0 a la rejilla del transistor 10.
- [0040] Durante esta etapa, la tensión V_{GE} es por lo tanto normalmente nula y la tensión V_{CE} debe empezar a aumentar. Esta etapa se acaba automáticamente cuando se satisface una de las dos condiciones de paso 58 o 60.
- [0041] La condición de paso 58 se satisface cuando el comparador 32 indica a la unidad de tratamiento lógico 24 que la tensión V_{CE} es superior al umbral S_2 . Si esta condición 58 se satisface antes de la condición de paso 60, la unidad de tratamiento lógico procede automáticamente a la etapa 64.
- 20 [0042] La condición de paso 60 se satisface a partir del momento en que el contador de tiempo 42 indica que ha transcurrido la duración $T_{MAX\ ABERTURA}$. Si esta condición de paso 60 se satisface antes de la condición de paso 58, entonces se interrumpe el proceso de pilotaje 50 y se activa un proceso de salvaguardia 66.
- 25 [0043] En la etapa 64, la unidad de tratamiento lógico controla la unidad de pilotaje 20 para que este aplique sobre la rejilla del transistor 10 la tensión de frenado V_{10} . Así, durante esta etapa 64, la tensión V_{GE} debe normalmente ser igual a 10 V y la tensión V_{CE} debe seguir creciendo.
- [0044] La etapa 64 se acaba a partir del momento en que se realiza una de las condiciones de paso 70 o 72.
- [0045] La condición de paso 70 se satisface cuando el circuito 34 suministra a la unidad de tratamiento lógico 24 una información según la cual la tensión V_{CE} ha alcanzado su máximo, es decir el punto en que la derivada se anula. Si esta condición 70 se satisface antes de la condición 72, la unidad de tratamiento lógico procede automáticamente a la etapa 74 del proceso 50.
- 30 [0046] La condición de paso 72 se satisface a partir del momento en que el contador de tiempo indica que el tiempo transcurrido desde el inicio del proceso 50 es superior a la duración $T_{MAX\ ABERTURA}$. Si se satisface esta condición de paso 72 antes de la condición 70, la unidad de tratamiento lógico 24 procede automáticamente e inmediatamente a la interrupción del proceso 50 y a la ejecución del proceso 66 de salvaguardia.
- 35 [0047] En la etapa 74, la unidad de tratamiento lógico controla la unidad de pilotaje 20 para que esta aplique la tensión V_{-10} a la rejilla del transistor 10 para mantener el transistor 10 en el estado no pasante.
- [0048] Después de la etapa 74, el proceso 50 se acaba, puesto que la conmutación del transistor 10 ha finalizado. La unidad de tratamiento lógico controla entonces el mantenimiento de la tensión V_{-10} mientras no se recibe una nueva orden de conmutación.
- 40 [0049] Durante el proceso de salvaguardia 66, la unidad de tratamiento lógico 24 controla la unidad de pilotaje 20 para que esta aplique inmediatamente la tensión V_{10} de mantenimiento del transistor 10 en el estado no pasante. Además, se avisa de un fallo de conmutación de la abertura, por ejemplo, al calculador 8, para que, eventualmente, se emprendan tratamientos particulares de esta información.
- 45 [0050] La figura 4 representa el procedimiento de control del cierre del transistor 10.
- [0051] La unidad de tratamiento lógico 24 activa un proceso 80 de pilotaje del cierre del transistor 10 en un instante determinado, por ejemplo, en función de las consignas transmitidas por el calculador 8.

- [0052]** Simultáneamente, la unidad de tratamiento lógico 24 activa, en la etapa 82, el contador de tiempo 42 y extrae permanentemente, en la etapa 84, las informaciones relativas a la tensión V_{CE} transmitidas por el circuito de adquisición 22 y la tensión V_{GE} .
- 5 **[0053]** El proceso 80 se propone frenar el cierre del transistor 10 para controlar las variaciones de la derivada di_E/dt de la corriente que circula en el transistor 10. La evolución de la tensión V_{CE} y de la tensión V_{GE} durante el desarrollo normal del proceso 80 se representan respectivamente en las figuras 5A y 5B.
- [0054]** En estos gráficos, la escala del tiempo se ha sido dividido en tres periodos correspondiente cada uno a las etapas del proceso 80 y llevan por lo tanto los mismos números.
- [0055]** El proceso 80 se inicia con una etapa 86 de control de la aplicación de la tensión de frenado V_{10} .
- 10 **[0056]** La etapa 86 se acaba a partir del momento en que se satisface una de las condiciones de paso 88 o 90. Como esta etapa es normalmente muy corta con respecto a las demás, se ha representado por un punto en las figuras 5A, 5B.
- [0057]** La condición de paso 88 se satisface a partir del momento en que la tensión V_{GE} extraída por la unidad de tratamiento lógico 24 es superior o igual a 10 V. Si se satisface la condición de paso 88 antes de la condición de paso 90, la unidad de tratamiento lógico 24 procede automáticamente a la etapa 92 de mantenimiento de una tensión V_{GE} igual a 10 V.
- 15 **[0058]** Durante la etapa 92, la tensión V_{GE} es por lo tanto normalmente igual a 10 V y la tensión V_{CE} empieza a disminuir.
- [0059]** La etapa 92 se acaba a partir del momento en que se satisface una condición de paso 94 o 96. La condición de paso 94 se satisface aquí a partir del momento en que el comparador analógico 32 indica a la unidad de tratamiento lógico 24 que la tensión V_{CE} es inferior al umbral S_2 . Si la condición de paso 94 se satisface antes de la condición 96, la unidad de tratamiento lógico 24 procede automáticamente a una etapa 98 de control de la unidad de pilotaje 20 para que esta aplique sobre la rejilla 10 la tensión V_{15} de mantenimiento del transistor 10 en el estado pasante.
- 20 **[0060]** La etapa 98 se acaba a partir del momento en que se satisface una condición de paso 100 o 102. La condición de paso 100 se satisface aquí a partir del momento en que la tensión V_{CE} es inferior al umbral S_1 . Si la condición de paso 100 se satisface antes de la condición 102, la unidad de tratamiento lógico 24 procede entonces automáticamente a la etapa 104 de control del mantenimiento de la tensión V_{15} en la rejilla del transistor 10. El proceso 80 de pilotaje se acaba.
- 25 **[0061]** Las transiciones 90, 96 y 102 se satisfacen automáticamente a partir del momento en que el contador de tiempo 42 indica que el tiempo transcurrido desde el inicio del proceso 80 es superior a la duración $T_{MAX\ CIERRE}$. Si se satisface una de estas condiciones, mientras una de las etapas 86, 92 o 98 aún no se ha acabado, la unidad de tratamiento lógico 24 interrumpe el proceso 80 e inicia inmediatamente la ejecución del proceso 66 de salvaguardia descrito con referencia a la figura 2.
- 30 **[0062]** Es importante destacar que, en el modo de realización aquí descrito, la unidad de tratamiento lógico 24, además de ejecutar procesos de pilotaje para frenar la abertura y el cierre del transistor 10, vigila permanentemente el correcto desarrollo temporal de estos procesos. En particular, aquí, la unidad de tratamiento lógico 24 vigila si las condiciones de paso de una etapa a la siguiente en los procesos de pilotaje se realizadas en un retardo predeterminado correspondiente a una duración máxima para que el proceso de pilotaje acabe. A partir de ese momento en que la unidad de tratamiento lógico 24 constata que todas las etapas del proceso de pilotaje no se han realizado en el retardo impartido, interrumpe este proceso de pilotaje y ejecuta inmediatamente un proceso de salvaguardia 66. Así, el procedimiento descrito más arriba evita cualquier bloqueo del proceso de pilotaje.
- 35 **[0063]** Los valores de los umbrales para los procesos de pilotaje de la abertura y del cierre del transistor 10 se han escogido idénticos. Como variante, los valores de los umbrales para el proceso de pilotaje de la abertura del transistor 10 son diferentes de aquellas para el pilotaje del cierre.
- 40
- 45

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento de control de un componente electrónico de potencia (10) que contiene un proceso de pilotaje (50, 80) de la apertura y/o del cierre de este componente, comprendiendo el proceso de pilotaje varias etapas para:
- 10 - controlar la aplicación de una sucesión de tensiones de conmutación diferentes en un electrodo de control de dicho componente entre el instante en que se inicia el proceso de pilotaje y el instante en que debe acabarse la apertura y/o el cierre del componente electrónico de potencia, realizándose el paso de una etapa a la etapa siguiente en este proceso de pilotaje automáticamente a partir del momento en que se satisface una condición de paso correspondiente,
- 15 - extraer (en 56; en 84) el valor de al menos un parámetro de funcionamiento característico de la reacción del componente electrónico de potencia (10) en respuesta a la aplicación sucesiva de dichas tensiones de conmutación, **caracterizado por el hecho de que** comprende las etapas consistentes en:
- 20 - predeterminar al menos un retardo impartido ($T_{\max \text{ apertura}}$, $T_{\max \text{ cierre}}$),
- verificar, gracias a los valores extraídos, si esta reacción del componente electrónico de potencia se produce en el retardo impartido predeterminado,
- en caso afirmativo, dejar (en 58, 70; 88, 94, 100) que dicho proceso de pilotaje (50, 80) se desarrolle normalmente, y
- 25 - si no, interrumpir (en 60, 72; 90, 96, 102) dicho proceso de pilotaje y activar inmediatamente un proceso (66) de salvaguardia de la integridad del componente electrónico de potencia (10).
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por el hecho de que** al menos una condición de paso (58, 70; 88, 94, 100) de una etapa a la siguiente en dicho proceso de pilotaje es función de los valores extraídos para dicho al menos un parámetro de funcionamiento, y por el hecho de que, para verificar si la reacción del componente electrónico de potencia se produce en el retardo impartido predeterminado, el procedimiento comprende la etapa consistente en verificar que al menos esta condición de paso se satisface antes de que haya transcurrido el retardo impartido predeterminado.
3. Procedimiento según la reivindicación 2, **caracterizado por el hecho de que** el procedimiento comprende la etapa consistente en verificar que todas las condiciones de paso (58, 70; 88, 94, 100) entre dichas varias etapas de dicho proceso de pilotaje (50, 80) se satisfacen antes de que haya transcurrido un retardo impartido predeterminado común a todas estas condiciones de paso.
- 35 4. Procedimiento según la reivindicación 3, **caracterizado por el hecho de que** el retardo común se cuenta a partir del instante en que se inicia la ejecución de dicho proceso de pilotaje (50, 80), y por el hecho de que este retardo común es representativo de un retardo máximo para realizar la conmutación del componente electrónico de potencia, (10).
- 40 5. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por el hecho de que** uno de los parámetros de funcionamiento extraído es la tensión (V_{CE}) entre los electrodos de colector y de emisor del componente electrónico de potencia (10).
- 45 6. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por el hecho de que** uno de los parámetros de funcionamiento extraído es la tensión (V_{GE}) en el electrodo de control.
7. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por el hecho de que** una de las etapas (64; 92) de dicho proceso de pilotaje consiste en controlar la aplicación en dicho electrodo de control de una tensión de frenado capaz de frenar la conmutación del componente electrónico de potencia (10).
- 50 8. Procedimiento según la reivindicación 7, **caracterizado por el hecho de que** el valor de la tensión de frenado (V_{10}) está estrictamente comprendido entre los valores de las tensiones de mantenimiento del componente electrónico de potencia respectivamente en el estado cerrado (V_{15}) y en el estado abierto (V_{-10}).
- 55 9. Procedimiento según la reivindicación 7 o 8, **caracterizado por el hecho de que**, dicho proceso de pilotaje es un proceso (80) de pilotaje del cierre del componente electrónico de potencia (10) y por el hecho de que la condición de paso entre la etapa (92) de control de la aplicación de una tensión de frenado y la etapa siguiente se satisface si la tensión (V_{CE}) entre los electrodos de colector y de emisor es inferior a un primer umbral predeterminado (S_2).
- 60 10. Procedimiento según la reivindicación 9, **caracterizado por el hecho de que** el proceso (80) de pilotaje del cierre del componente electrónico de potencia (10) se inicia con la etapa (92) de control de la aplicación de la tensión de frenado.

- 5 **11.** Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 10, **caracterizado por el hecho de que**, dicho proceso de pilotaje es un proceso (50) de pilotaje de la abertura del componente electrónico de potencia (10) y por el hecho de que la condición de paso (58) entre una etapa precedente y la etapa (64) de control de la aplicación de la tensión de frenado se satisface si la tensión (V_{CE}) entre los electrodos de colector y de emisor es superior a un segundo umbral predeterminado (S_2).
- 10 **12.** Procedimiento según la reivindicación 11, **caracterizado por el hecho de que** el valor del segundo umbral (S_2) corresponde a la mitad de la tensión a conmutar.
- 15 **13.** Procedimiento según la reivindicación 11 o 12, **caracterizado por el hecho de que** dicha etapa precedente es una etapa (52) de control de la aplicación de una tensión de valor estrictamente inferior a la de la tensión de frenado.
- 20 **14.** Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 13, **caracterizado por el hecho de que**, en el proceso (50) de pilotaje de la abertura del componente electrónico de potencia (10), la condición (70) de paso entre la etapa (64) de control de la aplicación de la tensión de frenado y una etapa siguiente (74) se satisface si la tensión (V_{CE}) entre los electrodos de colector y de emisor alcanza un máximo.
- 25 **15.** Sistema de control de un componente electrónico de potencia capaz de ejecutar un proceso de pilotaje (50, 80) de la abertura y/o del cierre de este componente, conteniendo dicho proceso de pilotaje varias etapas para controlar la aplicación de una sucesión de tensiones de conmutación diferentes en un electrodo de control del componente electrónico de potencia entre el instante en que se inicia dicho proceso de pilotaje y el instante en que debe acabarse la abertura y/o el cierre del componente electrónico de potencia, realizándose el paso de una etapa a la etapa siguiente en este proceso de pilotaje automáticamente a partir del momento en que se satisface una condición de paso correspondiente, comprendiendo el sistema un calculador electrónico (24) adaptado para:
- 30 - extraer el valor de al menos un parámetro de funcionamiento característico de la reacción del componente electrónico de potencia (10) en respuesta a la aplicación sucesiva de dichas tensiones de conmutación, **caracterizado por el hecho de que** el calculador electrónico (24) está además adaptado para:
- 35 - grabar al menos un retardo impartido predeterminado ($T_{max\ abertura}$, $T_{max\ cierre}$),
- 40 - verificar, gracias a los valores extraídos, si esta reacción del componente electrónico de potencia se produce en el retardo impartido predeterminado,
- 45 - en caso afirmativo, dejar que dicho proceso de pilotaje (50, 80) se desarrolle normalmente, y
- 50 - si no, interrumpir dicho proceso de pilotaje (50, 80) y activar inmediatamente la ejecución de un proceso (66) de salvaguardia de la integridad del componente electrónico de potencia.
- 16.** Sistema según la reivindicación 15, **caracterizado por el hecho de que** al menos una condición de paso de una etapa a la siguiente de dicho proceso de pilotaje es función de los valores extraídos para dicho al menos un parámetro de funcionamiento, y por el hecho de que, para verificar si la reacción del componente electrónico de potencia (10) se produce en el retardo impartido predeterminado, el calculador electrónico (24) es capaz de verificar que al menos una condición de paso se satisface antes de que haya transcurrido un retardo impartido predeterminado para esta condición de paso.
- 17.** Sistema según la reivindicación 16, **caracterizado por el hecho de que** el calculador electrónico (24) es capaz de verificar que todas las condiciones de paso entre dichas etapas del proceso de pilotaje se satisfacen antes de que haya transcurrido un retardo impartido predeterminado común a todas estas condiciones de paso.
- 18.** Soporte de grabación de informaciones que comprende instrucciones para la ejecución de las etapas de un procedimiento de control de un componente electrónico de potencia (10) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, cuando dichas instrucciones son ejecutadas por un calculador electrónico (24).

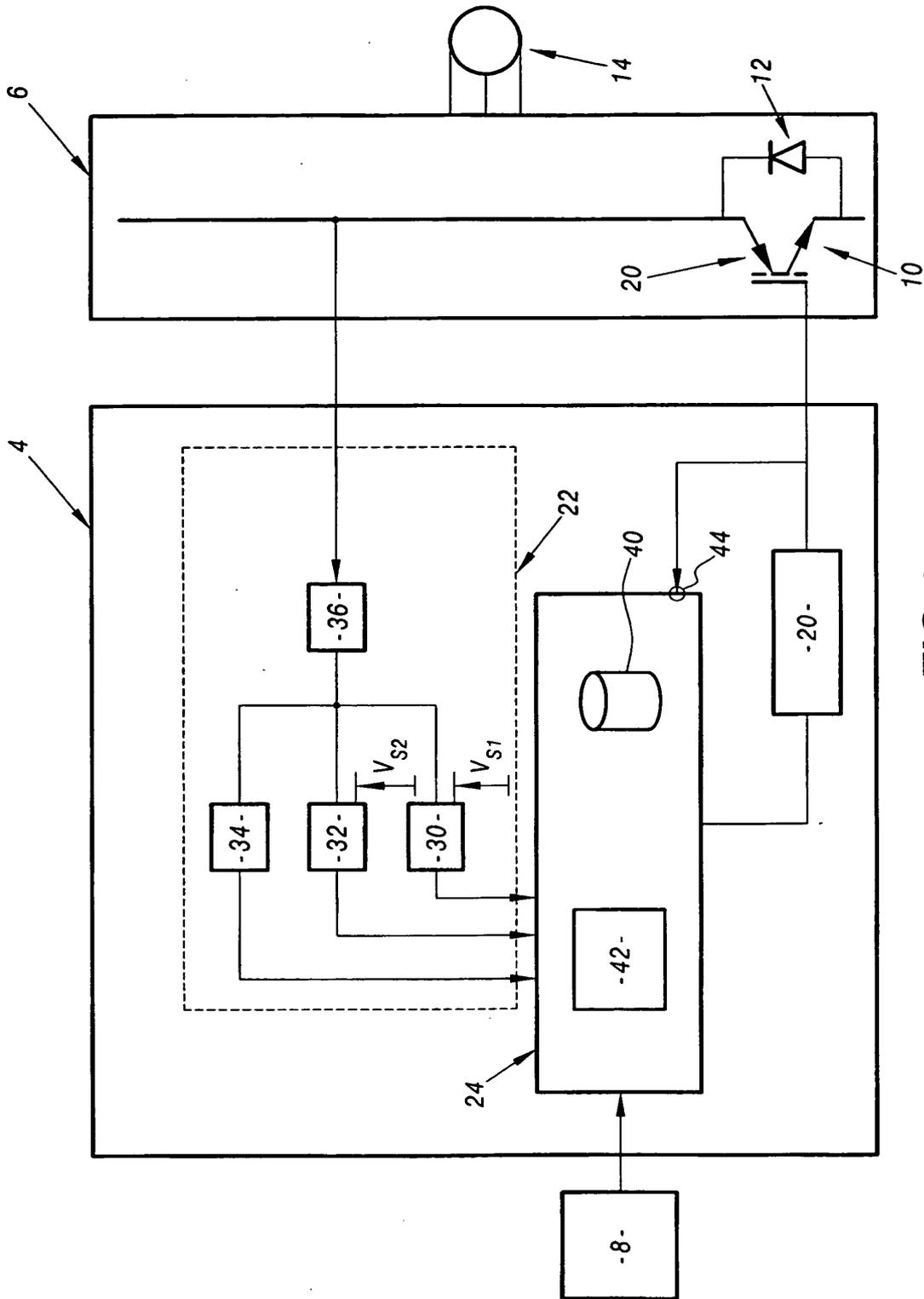


FIG.1

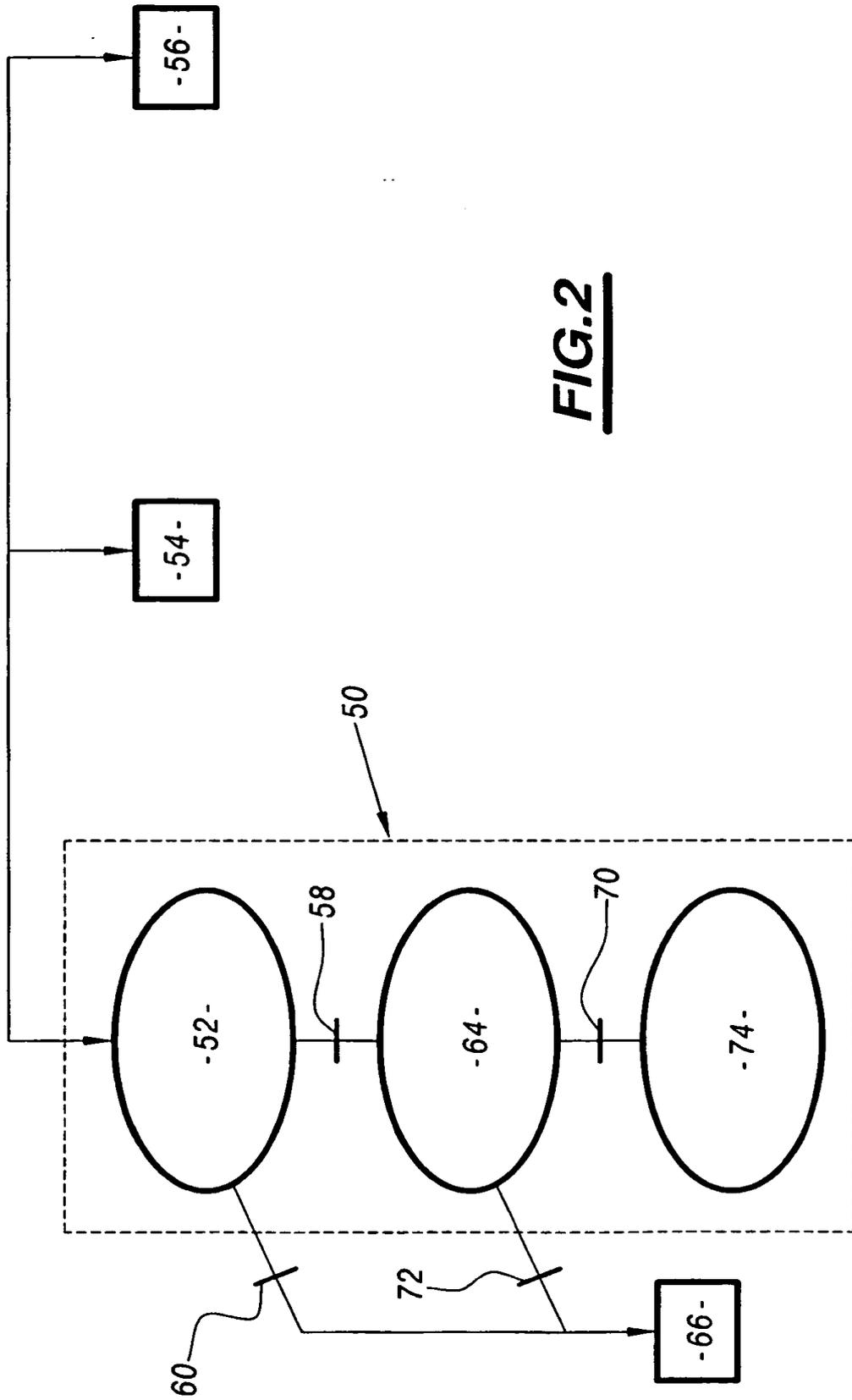


FIG. 2

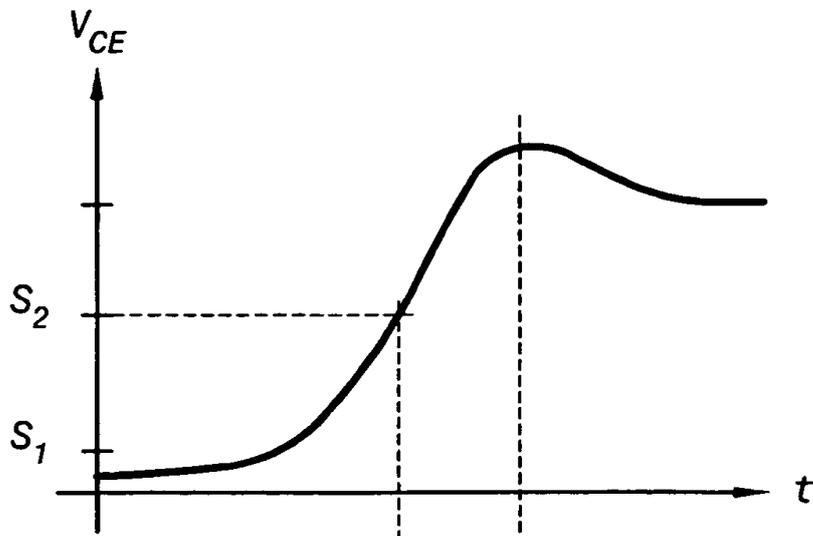


FIG.3A

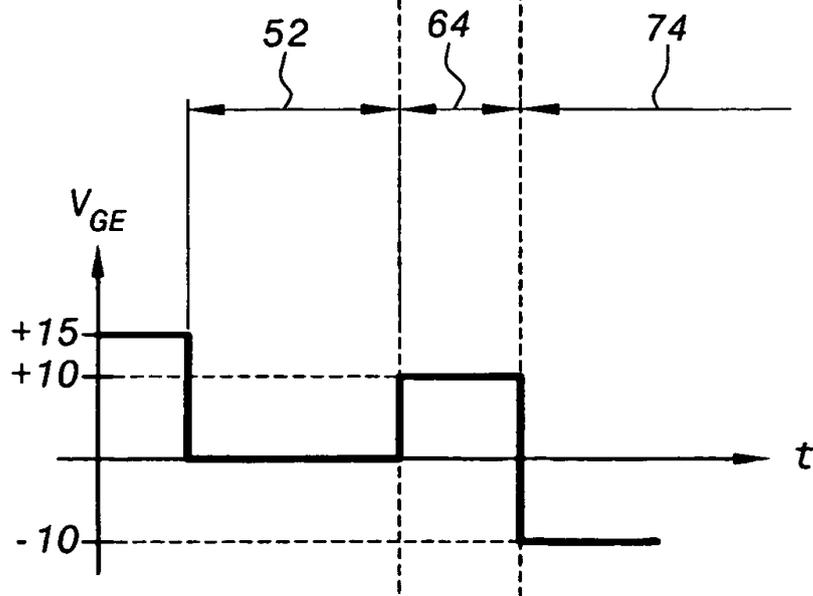


FIG.3B

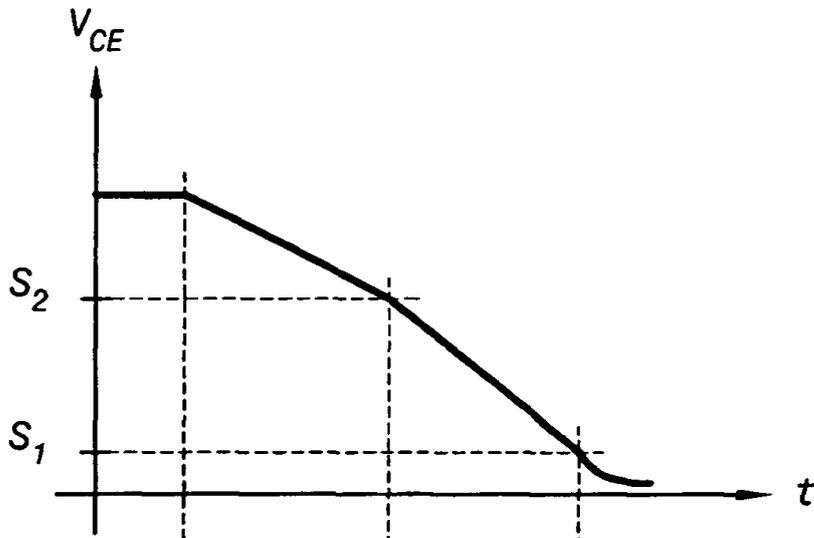


FIG.5A

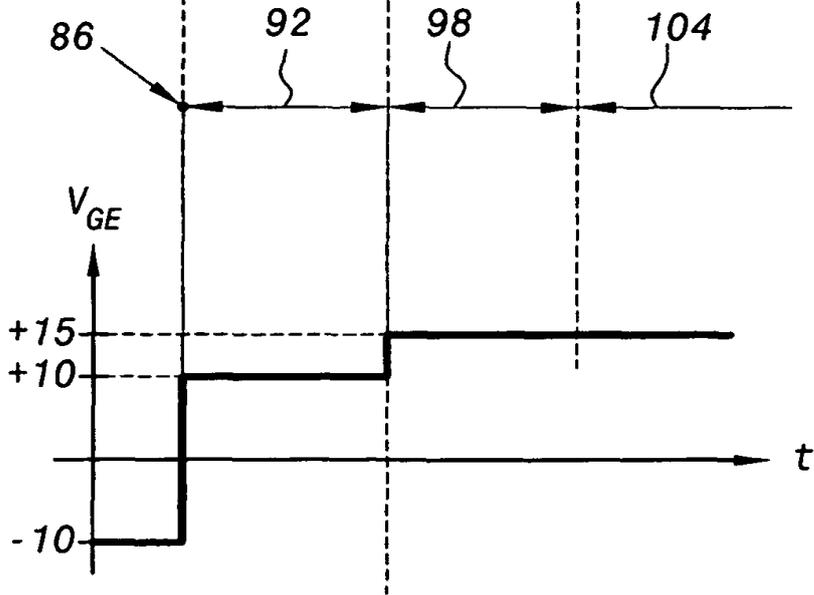


FIG.5B