



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 283 093**

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

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Número de solicitud europea: **99126047 .2**

(86) Fecha de presentación : **28.12.1999**

(87) Número de publicación de la solicitud: **1083658**

(87) Fecha de publicación de la solicitud: **14.03.2001**

(54) Título: **Disposición de circuito para la supervisión de un conmutador electrónico previsto para el control de una carga.**

(30) Prioridad: **08.09.1999 DE 199 42 830**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**16.10.2007**

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**16.10.2007**

(73) Titular/es: **Rolf Melcher**  
**Karlstrasse 54**  
**76133 Karlsruhe, DE**  
**Siegfried Seliger**

(72) Inventor/es: **Melcher, Rolf y**  
**Seliger, Siegfried**

(74) Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

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

Disposición de circuito para la supervisión de un conmutador electrónico previsto para el control de una carga.

La invención se refiere a una unidad de supervisión y de medición de la corriente para transistores MOSFET en configuración de lado bajo (LS) y/o de lado alto (HS) con cualquier carga eléctrica, especialmente carga inductiva. El cometido en el que se basa la invención consiste en la detección precisa de la corriente a través del transistor y en la detección de estados libres de error simplemente a través de la observación de la curva de la tensión entre fuente y drenaje en un transistor HS y LS para el accionamiento de una carga.

La invención descrita se podría emplear, por ejemplo, en un excitador de bobinas de una válvula electromagnética. El excitador de bobinas puede estar realizado en este caso como conmutador LS y/o como conmutador HS. Otras aplicaciones posibles son un circuito puente MOSFET para la activación de motores DC impulsados, motores paso a paso o motores asíncronos. Una detección precisa de la curva de la tensión - de la corriente es necesaria para la realización de una regulación de la corriente así como para la diagnosis de errores. Por ejemplo, con un circuito integrado (ASIC) para la activación de un semi-puente/puente completo, formado a partir de semiconductores de potencia externos del tipo de transistor de efecto de campo se pueden supervisar, a través de la disposición descrita anteriormente, los picos de corriente de carga producidos y el calentamiento interno de los conmutadores de potencia a través de la determinación exacta de la resistencia  $R_{DSon}$  y de la tensión de los conmutadores.

Para la realización de la funcionalidad descrita se aplica actualmente, en el caso de las activaciones de carga con MOSFETS de potencia discretos, principalmente un procedimiento de medición que se basa en la medición de la tensión a través de una resistencia de derivación en el circuito de corriente de carga (ver, por ejemplo, los documentos US-A-4 967 309 y US-A-4 820 968). La activación de estos MOSFETS de potencia discretos se realiza actualmente con ICs sobre la base de procesos BCD y procesos CMOS de tensión fija. En el caso de corrientes de carga altas, no es rentable integrar la resistencia de derivación en el módulo de activación. Por lo tanto, se emplean también MOSFETS de potencia, que poseen una salida de corriente de detección, a través de la cual se acopla una parte de la corriente de carga. Entonces se puede integrar esta resistencia en el módulo de activación, con lo que se pueden ahorrar componentes externos. Esta ventaja se compensa a través de un gasto funcional más elevado para los MOSFETS de potencia discretos. En las configuraciones de conmutadores LS/HS integrados sobre la base de procesos BCD aislados de conjunción o procesos CMOS, el sobregasto no es significativo. Aquí es un inconveniente que los MOSFETS de potencia se fabrican con un proceso relativamente costoso con respecto a los transistores discretos, de manera que está solución no es ya, sin embargo, rentable para una intensidad determinada de la corriente. Por lo tanto, una medición de la corriente, por ejemplo, en un puente de un motor, que está constituido por MOSFETS de potencia discretos sin resistencias de derivación sobre la base de la caída de la tensión a través del trayecto entre fuente y drenaje no es deseable. Puesto que la resistencia de conexión del transistor está sometida a una dispersión ejemplar relativamente grande, a una dependencia de la temperatura y a una degradación por envejecimiento, esta medición es, sin embargo, poco exacta y, por lo tanto, sólo insuficiente para una regulación o supervisión, por ejemplo, de un puente de un motor. Los métodos de calibración que se basan en curvas de calibración de la resistencia de conexión en función de la temperatura son costosos y caros.

Se conoce a partir del documento DE-A-197 43 346 una disposición de circuito para la regulación sincronizada de la corriente de cargas inductivas, en la que en paralelo a la carga está conectado un diodo de circuito abierto con instalación de medición de la corriente. En esta disposición de circuito se puede prescindir de una resistencia de derivación, puesto que la medición de la corriente se lleva a cabo exclusivamente durante el estado de desconexión de la instalación de conmutación que conmuta la carga.

Por último, se conoce a partir del documento DE-A-197 36 752 otra disposición de circuito para la protección de un circuito de excitación, en el que se mide la tensión que cae a través de un transistor de efecto de campo de excitación y es evaluada por un microprocesador. La determinación de la corriente de carga presupone en esta disposición de circuito el conocimiento de la resistencia interior del transistor de efecto de campo. Esta resistencia interna no es constante, sin embargo, sobre la zona de trabajo del transistor de efecto de campo, por lo que la disposición de circuito conocida mide en realidad de forma inexacta y solamente puede servir con condiciones para la protección del circuito de excitación.

El documento US 5804979 publica un circuito, en el que se puede medir de la misma manera la impedancia de un componente resistivo. Este circuito trabaja con una corriente de modulación y con un medidor de la tensión, que mide a través de un conmutador o bien la caída de la tensión en virtud de la corriente de carga o bien la caída de la tensión provocada a través de la corriente de modulación.

La invención tiene el cometido de crear una disposición de circuito para la supervisión de un conmutador electrónico previsto para el control de una carga y que es atravesado por una corriente de carga para el accionamiento de la carga, que no requiere modificaciones en el conmutador electrónico y que no necesita la utilización de una resistencia de derivación.

Para la solución de este cometido, se propone con la invención una disposición de circuito para la supervisión de un conmutador electrónico previsto para el control de una carga y que es atravesado, dentro de intervalos de conexión, por una corriente de carga para el accionamiento de la carga, que presenta en una zona parcial de su estado de conexión un

comportamiento de resistencia esencialmente lineal y cuyo punto de trabajo durante el control de la carga se encuentra en esta zona parcial del estado de conexión, estando provista la disposición de circuito, de acuerdo con la invención, con

- 5 - un generador de señales de modulación para la generación de una señal de modulación que modula la corriente de carga que fluye a través del conmutador electrónico,
- un primer dispositivo de medición de la tensión para la medición de la primera caída de la tensión que se puede atribuir a la señal de modulación a través del conmutador electrónico,
- 10 - un segundo dispositivo de medición de la tensión para la medición de la caída de la tensión que se puede atribuir a la corriente de carga a través del conmutador electrónico, y
- 15 - una unidad de evaluación, que calcula la corriente de carga con la ayuda de la señal de modulación así como de la primera y la segunda caída de la tensión.

La presente invención parte de una configuración de conmutador de lado bajo/lado alto (LS/HS), que está constituido por MOSFETS de potencia, por ejemplo con carga inductiva y tiene como objeto la realización de un circuito para la medición de la corriente de carga sobre la base de la tensión de fuente y drenaje de los conmutadores MOSFET. El núcleo de la invención es el retorno de la medición de la corriente a una determinación del comportamiento de conexión diferencial de los transistores LS/HS activos. La resistencia diferencial del transistor conectado se puede determinar midiendo la modificación de la tensión de la fuente - drenaje provocada a través de una modificación conocida de la corriente que fluye a través del conmutador (modulación de la corriente). Si el transistor se encuentra en una zona de trabajo aproximadamente lineal, es decir, que la diferencia de la tensión fuente de la puerta y la tensión umbral es mayor que la tensión de la fuente - drenaje, entonces la resistencia de conexión diferencial y el valor absoluto de la resistencia de conexión son idénticos. Por lo tanto, se puede determinar la corriente de carga buscada a partir del valor absoluto de la tensión de la fuente - drenaje y la resistencia de conexión diferencial.

De acuerdo con la invención, no es absolutamente necesario determinar por separado la resistencia de conexión diferencial. Para la determinación de la corriente de carga, la resistencia de conexión diferencial solamente sirve como variable intermedia, que no debe ser suministrada necesariamente como valor por la unidad de evaluación. En su lugar, es suficiente que la unidad de evaluación determine la magnitud (momentánea) de la corriente de carga a través del cálculo correspondiente de la señal de modulación y de la primera así como de la segunda caída de la tensión de acuerdo con la Ley de Ohm.

Si es necesario para fines de supervisión el conocimiento de la resistencia de conexión momentánea del conmutador electrónico, ésta se puede calcular por la unidad de evaluación con la ayuda de la señal de modulación y de la primera caída de la tensión, es decir, con la ayuda de la caída de la tensión, provocada a través de la modulación de la corriente de carga sobre la resistencia de conexión.

Con la ayuda de una calibración realizada con anterioridad del conmutador electrónico, se puede determinar su temperatura en función de la modificación de la resistencia de conexión. A través de la determinación de la resistencia de conexión se puede también en la unidad de evaluación la temperatura momentánea del conmutador electrónico.

En el caso general, en el conmutador electrónico se trata de un transistor de efecto de campo, especialmente de un MOSFET.

La señal de modulación, en la que se trata especialmente de una corriente de medición alimentada a la línea de conexión entre el conmutador electrónico y la carga y/o "tomada" a partir de este punto nodal, fluye en función de la relación de las impedancias de la carga y del conmutador electrónico a través de estos dos componentes. Si la impedancia (resistencia de conexión) del conmutador electrónico en el punto de trabajo es insignificante con respecto a la impedancia de la carga, se puede pasar por alto la porción de la corriente de medición que fluye a través de la carga durante la determinación en la unidad de evaluación. Por lo tanto, por razones de simplificación se trabaja entonces en la unidad de evaluación con la corriente de medición generada por el dispositivo de generación de la corriente de medición. Esta corriente de medición se conoce en principio, y se puede calcular, por ejemplo, a partir de la señal de activación del generador de la señal de modulación, en la que se trata en este caso de una fuente de corriente.

En cambio, si la impedancia del conmutador electrónico no es insignificante con respecto a la impedancia de la carga, entonces, conociendo la impedancia de la carga, se puede determinar la porción de la corriente de medición que fluye a través del conmutador electrónico, de manera que esta porción de la corriente de medición, que fluye a través del conmutador electrónico, entra en los cálculos en la unidad de evaluación.

Con la ayuda del dispositivo de acuerdo con la invención se puede calcular, por lo tanto, como se ha descrito anteriormente, durante un intervalo de conexión la corriente que fluye a través del conmutador electrónico cerrado, que fluye también a través de la carga propiamente dicha. Cuando el conmutador electrónico está desconectado no fluye ninguna corriente de carga a través de la carga, puesto que el conmutador abierto interrumpe la conexión de la carga con la fuente de tensión de funcionamiento. Si se genera en este caso, además, una señal de modulación para la corriente de carga que no fluye, entonces en último término a través de la carga fluye una corriente, que se designa

más arriba también con corriente de medición. Cuando el conmutador está abierto, esta corriente de medición fluye a través de la carga. Si la impedancia de carga es desconocida, pero es esencialmente lineal y especialmente constante, se puede calcular la impedancia momentánea de la carga con la ayuda de la corriente de medición y de la primera caída de la tensión. Si la tensión de alimentación es conocida, entonces ésta entra en el cálculo de la impedancia; pero esta tensión de alimentación o bien tensión de funcionamiento se puede calcular también durante aquellos intervalos, en los que no fluye a través de la carga ninguna corriente que se pueda atribuir a la señal de modulación, a través de la medición de la segunda caída de la tensión. A través de esta determinación de la impedancia de la carga se puede conseguir en último término una exactitud elevada de la medición de la disposición de circuito de acuerdo con la invención, en efecto, utilizando como ayuda la impedancia de la carga, determinada en el estado de desconexión del conmutador, durante la determinación siguiente de la corriente de carga con el conmutador cerrado.

A continuación se explica en detalle la invención con la ayuda del dibujo. En particular:

Las figuras 1 y 2 muestran ejemplos de realización de la disposición de circuito de acuerdo con la invención en la aplicación para la supervisión de los conmutadores de lado alto y de lado bajo de un circuito de activación de puente del motor, y

Las figuras 3 y 4 muestran ejemplos de realización de la disposición de circuito de acuerdo con la invención en la aplicación para conmutadores electrónicos que funcionan como conmutadores de lado alto o bien de lado bajo.

Una forma de realización de esta función de acuerdo con la invención se lleva a cabo, por ejemplo, con la ayuda de un modulador de corriente y de una demodulación síncrona de la tensión de acuerdo con las figuras 1 ó 2. La corriente de medición con la amplitud  $I_{REF}$  y la frecuencia  $\omega$  es alimentada, de acuerdo con las figuras 1 y 2, a la toma central entre el transistor y la inductividad. La modificación de la tensión, provocada por la corriente de medición, a través del trayecto fuente - drenaje del transistor conectado es recuperada a continuación de nuevo con un demodulador síncrono. La amplitud de la tensión  $U_d$  calculada de esta manera junto con la amplitud de la corriente de referencia impresa ( $I_{REF}$ ) posibilita la determinación de la resistencia de conexión diferencial del transistor  $R_{DIFF}$ . Con la ayuda del valor DC de la tensión de fuente - drenaje y de la resistencia  $R_{DIFF}$  calculada es posible ahora determinar la corriente de carga.

La invención se puede ver, por lo tanto, en una disposición de circuito para la determinación de variables de medición, como  $Z$ ,  $U$ ,  $I$  de una disposición de conmutador con una disposición de carga discrecional con la ayuda del recorrido de la fuente - drenaje de un transistor de efecto de campo con comportamiento de resistencia lineal en el estado conductor, que dispone de un dispositivo con un primer punto de conexión entre la disposición de carga discrecional y la conexión de fuente o conexión de drenaje del transistor de efecto de campo, que puede alimentar o descargar una corriente de medición, que se diferencia de la corriente de carga en la forma de la frecuencia y/o en la forma de la señal, y que dispone, por lo demás, de un primer circuito de medición con un segundo punto de conexión, por ejemplo en el electrodo de fuente o electrodo de drenaje, y con un tercer punto de conexión, por ejemplo, en el electrodo de drenaje o en el electrodo de fuente, que solamente reacciona a modificaciones de la tensión provocadas a través de la corriente de medición alimentada o descargada, así como contiene un segundo circuito de medición, que mide la caída de la tensión provocada a través de la corriente de carga, por ejemplo en la disposición de conmutador y, en efecto, de tal forma que, cuando se conoce la corriente de medición del dispositivo en el primer punto de conexión, la tensión de medición del primer circuito de medición permite la determinación exacta de la impedancia de la disposición de conmutador y posibilita conjuntamente con la medición de la tensión de la segunda disposición la determinación de la corriente a través de la disposición de conmutador con carga discrecional. En virtud de una señal de medición (corriente de medición), que se superpone de acuerdo con la invención ala corriente de carga del transistor de efecto de campo a supervisar, se pueden obtener informaciones sobre la resistencia de conexión actual del transistor. A este respecto, es útil el comportamiento de resistencia lineal del transistor. El transistor sirve, por decirlo así, como resistencia de derivación, de manera que se puede prescindir de una resistencia separada de derivación o bien de medición de acuerdo con la invención.

Las figuras 3 y 4 muestran la utilización de la disposición de circuito de acuerdo con la invención para la supervisión de un MOSFET utilizado como conmutador de lado bajo o bien de lado alto. En este ejemplo de realización, la señal de modulación es una corriente de medición superpuesta a la corriente de carga.

El MOSFET 10 es activado por un circuito de excitación de la señal de control 12, que se activa de nuevo por una unidad de evaluación 14 en forma de un microprocesador. Esta unidad de evaluación 14 activa también un generador de señales de medición 16, que genera una corriente de medición AC y la alimenta al nodo entre el MOSFET 10 y la carga 18. La caída de la tensión que se produce a través del MOSFET 10 es alimentada a un primer dispositivo de medición de la tensión 20 y a un segundo dispositivo de medición de la tensión 22. El primer dispositivo de medición de la tensión 20 calcula en este caso aquella porción de la caída de la tensión, que es provocada a través de la corriente de medición, mientras que el segundo dispositivo de medición de la tensión 22 determina la caída de la tensión, provocada por la corriente de carga, a través del MOSFET 10. Las señales de salida de los dos dispositivos de medición de la tensión son alimentadas a través de un convertidor AD 24 a la unidad de evaluación 14 que, como se ha descrito en detalle anteriormente, si se desea, a partir de la magnitud de la corriente de medición y a partir de la señal de salida del dispositivo de medición de la tensión 20 determina la resistencia de conexión diferencial del MOSFET 10 o bien a partir de la magnitud de la corriente de medición y de las señales de salida de los dispositivos de medición de la tensión 20, 22 determina directamente la corriente de carga actual de acuerdo con la Ley de Ohm. Además, la unidad

## ES 2 283 093 T3

de evaluación 14 puede determinar también la temperatura actual del MOSFET 10 y, en concreto, con la ayuda de la resistencia de conexión actual que, de acuerdo con una calibración realizada con anterioridad, es una medida de la temperatura del MOSFET 10.

5 La descripción anterior de las figuras 3 y 4 presupone que la impedancia de MOSFET 10 en el estado de conexión es insignificante con respecto a la impedancia de la carga 18. Si éste no es el caso, entonces a partir de la relación de las impedancias, debe tomarse la porción de la corriente de medición que fluye a través del MOSFET 10 como base para los cálculos en la unidad de evaluación 10.

10 Como se ha descrito anteriormente, en el generador de señales de modulación se puede tratar de una fuente sinusoidal, que genera de forma continua o temporal la señal de modulación y la transmite al circuito. Después de que la corriente de carga ha sido modulada, en el primer dispositivo de medición de la tensión se trata en último término de un demodulador, que mide a través de la demodulación de su valor de entrada en último término la caída de la tensión a través de la carga, que se puede atribuir a la modulación. El generador de señales de modulación y el demodulador  
15 del primer dispositivo de medición de la tensión están sincronizados entre sí de una manera más ventajosa. Mientras que la fuente sinusoidal se utiliza especialmente para la realización de una señal de modulación continua, para la realización de su señal de modulación discreta en el tiempo se puede utilizar una fuente de impulsos como generador de señales de modulación. También en este caso, en el primer dispositivo de medición de la tensión se trata de un demodulador, estando conectados la fuente de impulsos y el demodulador de nuevo de una manera más conveniente  
20 de forma sincronizada.

La realización técnica de circuito del generador de señales de modulación puede estar configurada, por ejemplo, de tal forma que en paralelo a la carga está conectada una fuente de corriente. En una disposición de circuito de este tipo, la dinámica de la señal de modulación es independiente del valor de la corriente de carga. En cambio, si se provee  
25 el generador de señales de modulación con una resistencia controlable, que está colocada en paralelo al conmutador electrónico, entonces la dinámica de la señal de modulación depende linealmente de la corriente de carga, en cambio la modulación es, sin embargo, escasa de pérdidas.

En general, para todos los casos descritos aquí, se aplica que la modulación/demodulación de la corriente de carga  
30 se puede realizar o bien de forma continua en el tiempo o de forma discreta en el tiempo. Esto depende totalmente del caso de aplicación concreto.

Por lo que se refiere a la unidad de evaluación, en los ejemplos de realización de la invención descritos aquí se indican en cada caso microprocesadores, es decir, circuitos digitales. Pero de la misma manera es posible también  
35 realizar la unidad de evaluación a través de un circuito que trabaja de forma analógica. Aquí son previsibles ventajas con respecto a la necesidad de espacio para este circuito analógico. La evaluación se lleva a cabo o bien con la ayuda de los valores momentáneos de las dos caídas de la tensión o de la señal de modulación y/o con la ayuda de la amplitud de la señal de modulación o bien de las caídas de la tensión. Si se mide a través de varios ciclos, entonces se puede determinar la corriente de carga como valor medio de la corriente de carga determinada por cada ciclo.  
40

45

50

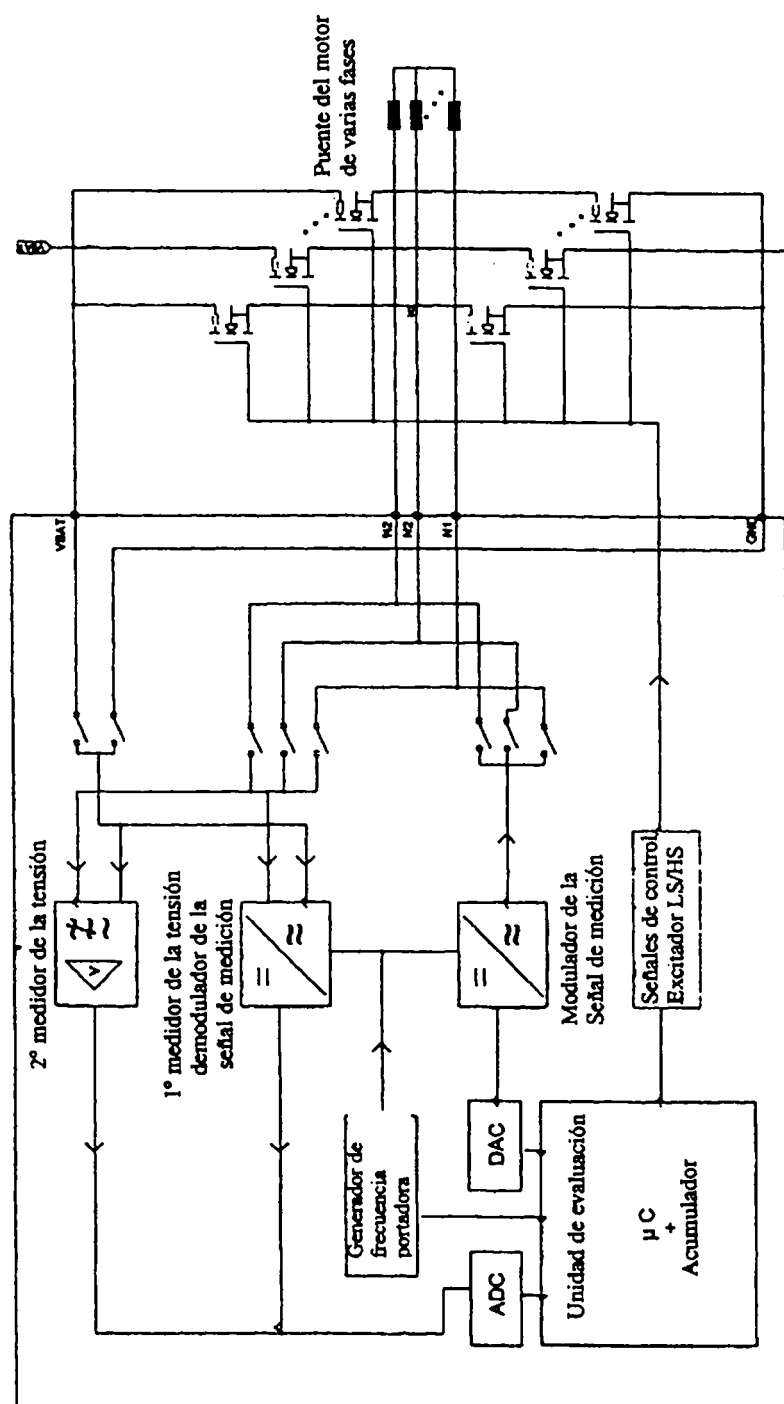
55

60

65

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Disposición de circuito para la supervisión de un conmutador electrónico previsto para el control de una carga y que es atravesado, dentro de intervalos de conexión, por una corriente de carga para el accionamiento de la carga, que presenta, en una zona parcial de su estado de conexión, un comportamiento de resistencia esencialmente lineal y cuyo punto de trabajo durante el control de la carga se encuentra en esta zona parcial del estado de conexión, estando provista la disposición de circuito, con
- 10 - un generador de señales de modulación (16) para la generación de una señal de modulación, que modula la corriente de carga que fluye a través del conmutador electrónico,
- un primer dispositivo de medición de la tensión (20) para la medición de la primera caída de la tensión, que se puede atribuir a la señal de modulación a través del conmutador electrónico (10),
- 15 - un segundo dispositivo de medición de la tensión (22) para la medición de la caída de la tensión, que se puede atribuir a la corriente de carga a través del conmutador electrónico (10), y
- 20 - una unidad de evaluación (14), que calcula la corriente de carga con la ayuda de la señal de modulación así como de la primera y la segunda caída de la tensión.
2. Disposición de circuito de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada** porque la unidad de evaluación (14) calcula con la ayuda de la señal de modulación y de la primera caída de la tensión la resistencia de conexión del conmutador electrónico (10).
- 25 3. Disposición de circuito de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizada** porque la unidad de evaluación (14) calcula la temperatura del conmutador electrónico (10) con la ayuda de la resistencia de conexión calculada del mismo.
4. Disposición de circuito de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizada** porque el conmutador electrónico (10) es un transistor de efecto de campo, especialmente un MOSFET.
- 30 5. Disposición de circuito de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizada** porque la unidad de evaluación (14) calcula, cuando la impedancia del conmutador electrónico (10) en el punto de trabajo es insignificante con respecto a la impedancia de la carga (18), la corriente de carga y/o la resistencia de conexión del conmutador electrónico (10) con la ayuda de la señal de modulación generada por el generador de señales de modulación (16).
- 35 6. Disposición de circuito de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizada** porque la unidad de evaluación (14) calcula, cuando se conoce la impedancia del conmutador eléctrico (10) en el punto de trabajo y no es insignificante con respecto a la impedancia de la carga (18), la corriente de carga y la resistencia de conexión del conmutador electrónico (10) con la ayuda de la señal de modulación corregida de acuerdo con la impedancia de la carga.
- 40 7. Disposición de circuito de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizada** porque la unidad de evaluación (14) calcula fuera de un intervalo de conexión, con la ayuda de la primera y de la segunda caída de la tensión y de la señal de modulación, la impedancia de la carga, si ésta es desconocida, pero la impedancia del conmutador electrónico (10) en el punto de trabajo de la carga es insignificante con respecto a la impedancia de la carga y la impedancia de la carga presenta un comportamiento aproximadamente lineal, en particular es aproximadamente constante.
- 45
- 50
- 55
- 60
- 65





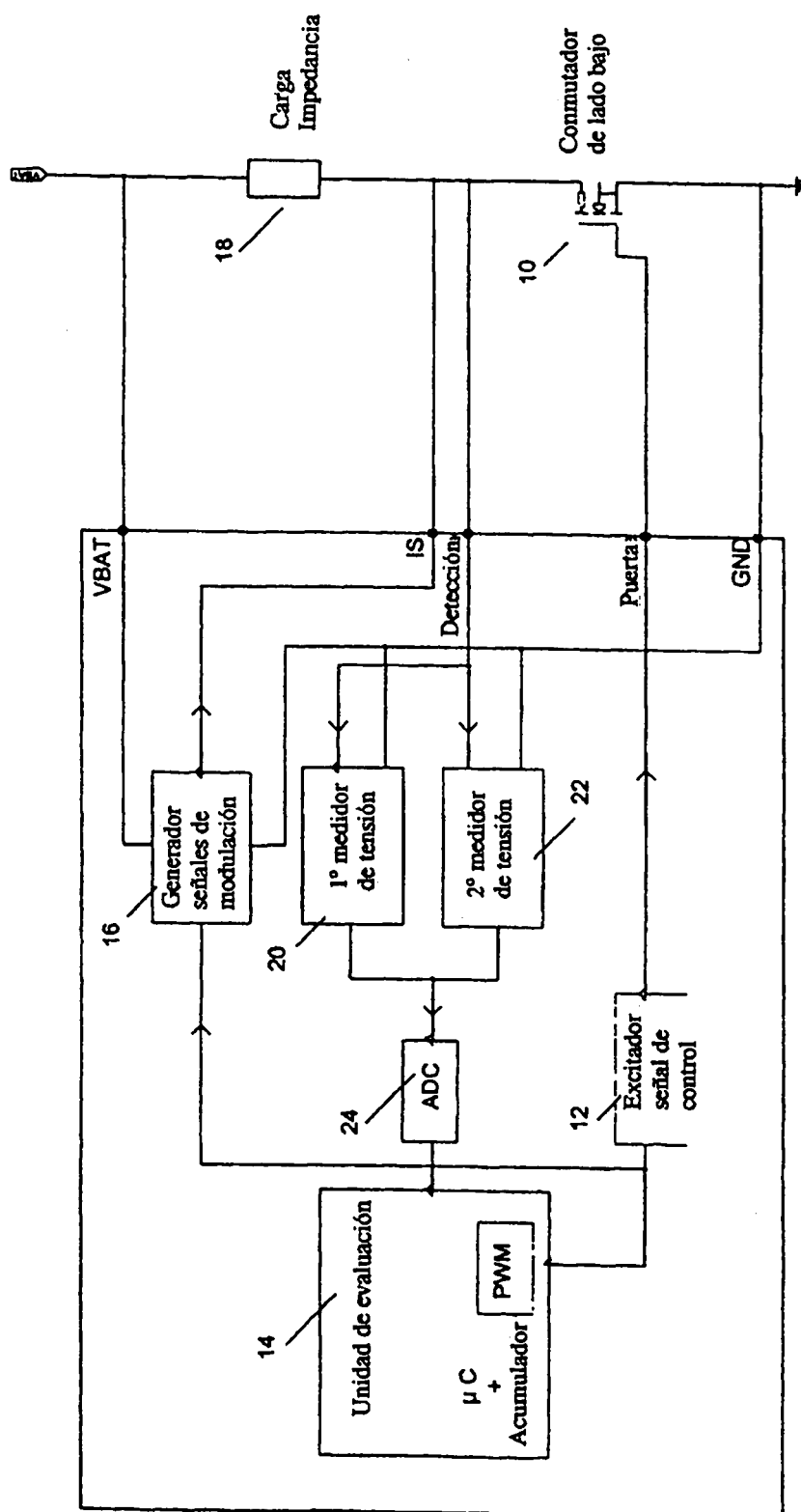


FIG 3

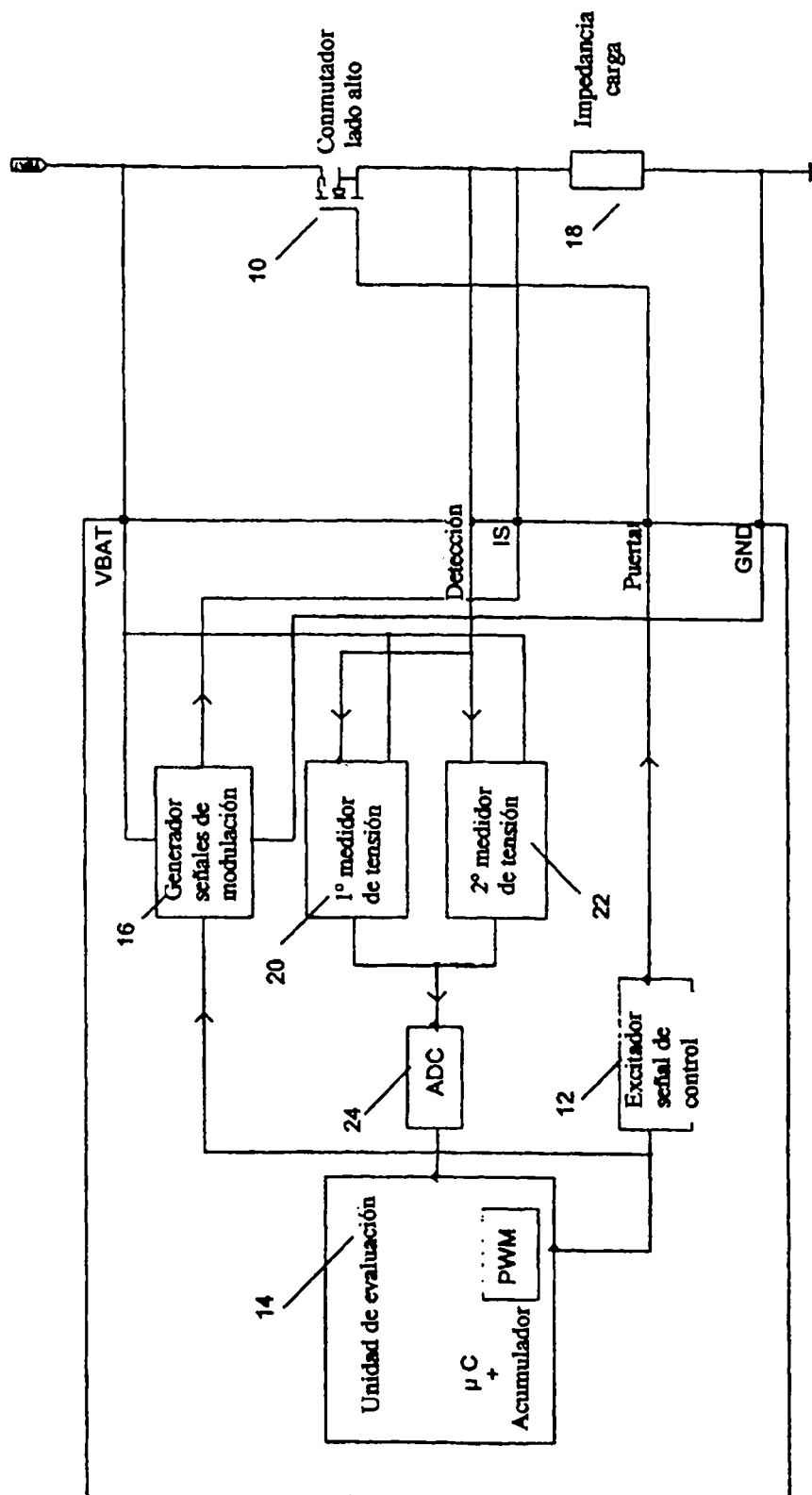


FIG 4