

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 382 450**

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

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **08010198 .3**
96 Fecha de presentación: **04.06.2008**
97 Número de publicación de la solicitud: **2131497**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **09.12.2009**

54 Título: **Conmutador semiconductor con desconexión en cortocircuito**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
08.06.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
08.06.2012

73 Titular/es:
**EBERSPÄCHER CONTROLS GMBH & CO. KG
GEWERBEPARK WEST 13
76863 HERXHEIM, DE**

72 Inventor/es:
Wandres, Steffen

74 Agente/Representante:
Miltenyi, Peter

ES 2 382 450 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

Conmutador semiconductor con desconexión en cortocircuito

La presente invención se refiere a conmutadores semiconductores para conmutar la corriente bajo carga de un consumidor eléctrico y particularmente a conmutadores semiconductores con circuito de vigilancia integrado para la protección contra sobrecorriente y cortocircuito.

En muchos ámbitos, los conmutadores semiconductores han desplazado, debido a sus propiedades de conmutación excelentes, a los relés electromecánicos convencionales. Los actuales conmutadores semiconductores están compuestos la mayoría de las veces de un MOSFET de potencia para conmutar la corriente bajo carga así como un circuito de control y vigilancia integrado y se ofrecen por diversos fabricantes con las denominaciones Smart Power Mosfets, Intelligent Power Switch o IPS, Profet, IntelliMAX y otros.

Los conmutadores semiconductores que son adecuados para conmutar la tensión de alimentación positiva de un consumidor se denominan habitualmente conmutadores del lado de alto potencial (highside). El circuito de control y vigilancia de estos conmutadores contiene una bomba de carga para la generación de una tensión de control lo suficientemente alta que se requiere para poder controlar el MOSFET de potencia de canal N. Ya que en este caso se trata de transistores de conmutación puros que estáticamente pueden adoptar solamente los estados encendido o apagado, no es deseable que los mismos alcancen el funcionamiento lineal, es decir, un estado no completamente encendido o apagado. Por tanto, estos elementos constitutivos poseen un reconocimiento de subtensión que desconecta de forma dirigida el MOSFET en cuanto la tensión de alimentación ya no es suficiente para el funcionamiento seguro de la bomba de carga. Además, estos elementos constitutivos, sin embargo, también poseen mecanismos protectores que desconectan el MOSFET con sobrecorriente o cortocircuito. Además, estos elementos constitutivos también poseen una protección de batería inversa que hace que el MOSFET sea conductor de forma inversa con un cambio de polaridad de la tensión de funcionamiento (terminal de VCC de forma negativa con respecto a la masa). En la Fig. 1 está representado un posible diagrama de bloques de un elemento constitutivo de este tipo.

La desconexión de subtensión desconecta el MOSFET en cuanto la tensión de funcionamiento VCC pasa por debajo de un determinado valor U_{UV} . Cuando vuelve a ascender a la tensión de alimentación VCC y ha superado un determinado valor (con histéresis adecuada con respecto al valor de desconexión) se vuelve a conectar el MOSFET.

Además de la desconexión de subtensión está previsto también un mecanismo para devolver todo el circuito a un estado de partida definido. Una REINICIALIZACIÓN (RESET) de este tipo de todo el circuito se realiza con una disminución de la tensión de funcionamiento VCC por debajo de una tensión U_{RS} , que se encuentra por debajo del umbral de desconexión de subtensión U_{UV} , $U_{RS} < U_{UV}$. En cuanto vuelve a aumentar la tensión de alimentación VCC y ha superado un determinado valor (con histéresis adecuada con respecto al valor de desconexión), el circuito vuelve a activarse.

La desconexión de sobrecorriente o cortocircuito desconecta por encima de una determinada corriente bajo carga el MOSFET para proteger el mismo frente a una sobrecarga. Además se almacena en este caso el estado "sobrecorriente/cortocircuito" en un elemento de memoria (circuito biestable (flipflop)) para impedir una conexión automática cuando vuelva a disminuir la corriente bajo carga. Después de una desconexión de sobrecorriente o cortocircuito realizada, el conmutador semiconductor integrado puede volver a hacerse funcionar sólo mediante una desconexión y conexión definida.

Se encuentran aplicaciones para tales conmutadores semiconductores, por ejemplo, en el ámbito automovilístico, en el que se tienen que conmutar consumidores de corriente continua eléctricos, tales como, por ejemplo, lámparas y accionadores, con corrientes bajo carga del orden de magnitud desde 1...10 A. Existen mayores requisitos en cuanto a la capacidad portadora de corriente del conductor semiconductor, por ejemplo, en calefactores adicionales eléctricos, que pueden presentar potencias de algunos kW, de tal manera que para el control de tales dispositivos calefactores con tensiones de a bordo de 10...500 V tienen que conmutarse corrientes de algunos 10...100 A. Los requisitos con respecto a la máxima tensión de conmutación (10...500 V) y frecuencia de conmutación (0...100 Hz) a este respecto en la mayoría de los casos son comparativamente bajos.

El mecanismo protector convencional que se ha descrito anteriormente frente a sobrecorriente y cortocircuito puede fallar en ciertas circunstancias, sobre todo durante la conmutación de grandes corrientes (de algunos 10 A a 100 A) y cuando la línea de entrada de la tensión de alimentación presenta una inductancia notable de algunos μ H. Este problema se refiere particularmente a la eléctrica de vehículos motorizados, en la que los consumidores eléctricos están separados con frecuencia por un haz de cables extendido de la fuente de corriente (generador o batería). A este respecto, en el caso de un cortocircuito, provocado por la resistencia inductiva de la inductancia de línea puede producirse una caída de la tensión de alimentación VCC en la conexión de tensión de funcionamiento (terminal de VCC) del conmutador semiconductor integrado. Si a este respecto la tensión de alimentación VCC cae por debajo del umbral de desconexión de REINICIALIZACIÓN U_{RS} , entonces el elemento constitutivo realiza una REINICIALIZACIÓN y borra el elemento de memoria. El estado "sobrecorriente/cortocircuito" de este modo no se puede almacenar. Esto tiene como consecuencia que se produce inmediatamente después de la desconexión una

nueva conexión. Si sigue existiendo el cortocircuito se repite de nuevo el mismo ciclo. El elemento constitutivo de este modo se somete de forma extrema a esfuerzo, ya que durante cada ciclo de conmutación tiene que transformar una energía de

$$E=1/2*I_L^2/R_L*(VCC + |Vout|) * \ln(1 + (I_L*R_L)/(|Vout|))$$

- 5 en calor, siendo I_L = carga/corriente de cortocircuito, L = inductancia de línea, R_L = resistencia de carga, VCC = tensión en el drenaje (drain) (terminal de VCC), $|Vout|$ = magnitud de la tensión en la fuente (terminal de salida).

En el caso de cortocircuito, por lo tanto, sería deseable una desconexión permanente, en la que una reconexión se realizase solamente mediante una retirada definitiva de la señal de conexión en la conexión de control IN/GND. Con este fin, el conmutador semiconductor integrado se comprueba por tanto habitualmente con un microcontrolador que desconecta con reconocimiento de un cortocircuito el control de transistor. Sin embargo, esto está asociado con una gran complejidad en cuanto a la técnica de conmutación.

10

Por el documento EP 0 599 455 A2 se conoce un circuito protector contra sobrecorriente para un transistor de potencia. Este circuito protector contiene un detector de corriente que genera una señal de tensión que indica la magnitud de la corriente que fluye a través del transistor de potencia. Si esta corriente supera un umbral predefinido, mediante el circuito protector se impide en primer lugar un aumento adicional de la corriente antes de que se desconecte completamente con una continuidad del cortocircuito después de un tiempo predefinido. Por este documento se conoce también un "circuito de retención", que retiene una señal de modulación por amplitud de impulso aplicada en la entrada de control de transistor de potencia en el caso de cortocircuito en el nivel de "encendido" hasta que se haya realizado la desconexión controlada del transistor de potencia.

15

Por los documentos EP 1 176 685 A1 y US 2004/0207967 se conocen asimismo conmutadores semiconductores con circuito protector contra sobrecorriente. Este circuito protector contiene una fuente de corriente de referencia que imita el recorrido de corriente transitorio durante la conexión de la carga. Un comparador compara la corriente a través del FET de potencia con la potencia de referencia para detectar un cortocircuito eventualmente presente y desconectar el FET de potencia. Después de la desconexión realizada se conecta de nuevo el conmutador semiconductor con un cierto tiempo de retraso, estando previstos un contador y una unidad de memoria para desconectar permanentemente el conmutador semiconductor después de un número predefinido de intentos de conexión.

20

25

Sin embargo, en los conmutadores semiconductores convencionales con circuito protector contra sobrecorriente pueden aparecer problemas cuando debido a un cortocircuito se colapsa temporalmente la alimentación de tensión y se pierde el estado almacenado en la unidad de memoria.

30

Por tanto, es objetivo de la presente invención especificar un conmutador electrónico con desconexión de cortocircuito mejorada.

Esto se consigue mediante las características de la reivindicación independiente. Las formas de realización preferentes son objeto de las reivindicaciones dependientes.

Es el enfoque particular de la presente invención proporcionar un circuito adicional que tire del potencial de la conexión de masa del conmutador semiconductor integrado con una caída de la tensión de funcionamiento hasta un valor por debajo del potencial de masa, para garantizar de este modo que entre la conexión de tensión de funcionamiento y la conexión de masa exista una tensión que sea suficiente para almacenar el estado "sobrecorriente/cortocircuito" e impedir de este modo una reconexión.

35

De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención se proporciona un conmutador electrónico para conmutar la corriente bajo carga de un consumidor de corriente continua eléctrico con las características de la reivindicación 1.

40

El conmutador electrónico comprende una entrada de señal de control, abriéndose y cerrándose el conmutador electrónico dependiendo de una señal de control aplicada en la entrada de señal de control y el resultado de la detección almacenado en el equipo de memoria. De este modo, el conmutador electrónico puede permanecer desconectado después de la detección de un cortocircuito o una sobrecorriente por motivos de seguridad, incluso aunque siga estando presente en la entrada de señal la señal ENCENDIDO.

45

Preferentemente, el circuito adicional une la conexión de masa del conmutador semiconductor integrado con la masa. En un conmutador semiconductor integrado, cuya masa y entrada de control se extraen por la misma conexión, el circuito adicional une la conexión de masa del conmutador semiconductor integrado, sin embargo, ventajosamente con la entrada de señal de control del conmutador electrónico.

50

Ventajosamente, el circuito adicional está diseñado de tal modo que la disminución de tensión a lo largo del circuito adicional asciende durante el funcionamiento normal esencialmente a 0 voltios. En este caso, el circuito adicional no perjudica de ningún modo la alimentación de corriente del conmutador semiconductor integrado.

5 Ventajosamente, el circuito adicional está diseñado de tal forma que la disminución de tensión a lo largo del circuito adicional con una caída de la tensión en la conexión de tensión de funcionamiento del elemento constitutivo de conmutador semiconductor integrado se corresponde esencialmente con la tensión de funcionamiento durante el funcionamiento normal. En este caso queda garantizada la alimentación de corriente del conmutador semiconductor integrado incluso durante la caída de la tensión en la conexión de tensión de funcionamiento.

Preferentemente, el circuito adicional se forma por un resistor óhmico. De esta forma se consigue una realización particularmente sencilla y económica de la presente invención.

10 Ventajosamente, el circuito adicional se forma por un diodo (D1) conectado durante el funcionamiento normal en sentido de paso o por un transistor que está controlado durante el funcionamiento normal y que durante una caída de la tensión bloquea en la conexión de tensión de funcionamiento. De esta forma se reduce la corriente de descarga del condensador de apoyo, por lo que resulta posible poder salvar caídas de tensión que duran también más tiempo.

15 Ventajosamente, el elemento constitutivo de conmutador semiconductor integrado contiene adicionalmente un circuito protector contra cambio de polaridad, estando unida la conexión de masa del elemento constitutivo de conmutador semiconductor integrado adicionalmente mediante una conexión en serie de un resistor óhmico y un diodo conmutado en sentido de bloqueo durante el funcionamiento normal con la masa. De esta forma, el circuito protector frente a cambio de polaridad en el caso de un cambio de polaridad de la tensión de funcionamiento puede conectar el conmutador semiconductor integrado para impedir un sobrecalentamiento o incluso una destrucción debido a la potencia de pérdida generada mediante la disminución de tensión a lo largo del diodo corporal (body) del MOSFET.

20

De acuerdo con un aspecto adicional de la presente invención se proporciona una red de a bordo de vehículo motorizado con una fuente de corriente, un haz de cables unido con la fuente de corriente y un consumidor eléctrico, en la que el consumidor eléctrico está conectado un conmutador electrónico de acuerdo con la invención a un extremo opuesto con respecto a la fuente de corriente del haz de cables.

25 La invención se describe a continuación con referencia a las figuras adjuntas, en las que:

la Fig. 1 muestra un diagrama de bloques de un conmutador del lado de alto potencial Smart-Power convencional,

la Fig. 2 muestra un diagrama de conexiones para un conmutador electrónico de acuerdo con una primera forma de realización ilustrativa de la presente invención,

30 la Fig. 3 muestra un diagrama de conexiones para un conmutador electrónico de acuerdo con una segunda forma de realización de la presente invención,

la Fig. 4 muestra un diagrama de conexiones para un conmutador electrónico de acuerdo con una tercera forma de realización de la presente invención,

35 la Fig. 5 muestra un diagrama de conexiones para un conmutador electrónico de acuerdo con una cuarta forma de realización de la presente invención,

la Fig. 6 muestra un diagrama de conexiones para un conmutador electrónico de acuerdo con una quinta forma de realización de la presente invención y

la Fig. 7 muestra un diagrama de conexiones para un conmutador electrónico de acuerdo con una sexta forma de realización de la presente invención.

40 A continuación se describen de forma detallada las formas de realización individuales de la presente invención.

La Fig. 2 es un diagrama de conexiones para un conmutador electrónico 200 de acuerdo con una primera forma de realización ilustrativa de la presente invención. En este diagrama de conexiones está unida una carga (R_{Carga}) o un consumidor de corriente continua eléctrico mediante un conmutador semiconductor integrado IC1 con la tensión de funcionamiento U_B . La tensión de funcionamiento puede ponerse a disposición a este respecto en forma de una tensión continua mediante una batería, un acumulador, un condensador o similares. La inductancia de la línea de entrada, que puede ser, por ejemplo, parte de un haz de cables, se representa mediante L. El conmutador semiconductor integrado IC1 posee además de las conexiones de conmutación VCC y SALIDA una entrada de control IN/GND con actividad BAJA (LOW). "Actividad BAJA" se refiere a que el conmutador semiconductor se conecta mediante la aplicación del nivel lógico "BAJO" y se desconecta mediante la aplicación del nivel lógico "ALTO".

45

50

Con un conmutador semiconductor integrado con entrada de control con actividad BAJA, la entrada de control puede asumir al mismo tiempo la función de la conexión de masa, ya que el circuito de control y vigilancia integrado puede alimentarse con corriente con la conexión VCC unida con la tensión de funcionamiento positiva y la entrada de control IN/GND colocada con respecto a masa en el estado conectado. En el estado desconectado (entrada de

control IN/GND en ALTO lógico o abierta), el circuito de control y vigilancia integrado no tiene corriente.

5 Cuando se detecta en el estado conectado un cortocircuito o una sobrecorriente, el circuito de vigilancia puede desconectar el MOSFET y almacenar el estado "cortocircuito" en el circuito biestable. El contenido de la memoria del circuito biestable permanece entonces tanto tiempo como se alimenta con corriente el circuito de control y vigilancia integrado, es decir, tanto tiempo como la entrada de control se encuentre en el nivel BAJO. Solamente una retirada controlada de la señal de control externa (entrada de control en ALTO) conduce a una reinicialización del elemento constitutivo o al borrado del circuito biestable.

10 De acuerdo con la primera forma de realización de la presente invención, con ayuda de dos transistores (externos) T21 y T22 y una alimentación de tensión bipolar U1 y U2, por ejemplo U1 = +5 V y U2 = -5 V, se disminuye el nivel de tensión en la entrada de señal de control IN/GND del conmutador semiconductor integrado IC1 en el valor de la tensión U2 por debajo del nivel de masa (GND). Para la conexión del conmutador electrónico 200 se coloca con respecto a masa la señal de control S. De este modo entra en estado de conducción el transistor T21 y, como consecuencia, el transistor T22. Por ello a su vez disminuye el potencial en la entrada de señal de control IN/GND del conmutador semiconductor integrado IC1 hasta U2 y se conecta el conmutador semiconductor. Para la desconexión del conmutador electrónico 200 se pone la señal de control S en ALTO lógico, de tal forma que ambos transistores T21 y T22 se bloquean. La entrada de señal de control IN/GND del conmutador semiconductor integrado IC1 por lo tanto está abierta (ALTO lógico) y el conmutador semiconductor se bloquea.

20 Si ahora disminuye con el conmutador semiconductor conectado (S=BAJA) la tensión de funcionamiento U_B hasta el potencial de masa, es decir, 0 V, entonces permanece entre las conexiones IN/GND y VCC todavía una diferencia de tensión con la magnitud de la tensión U2. Esto es suficiente para alimentar con corriente el circuito de control interno y particularmente el elemento de memoria interno del conmutador semiconductor integrado IC1. Si la caída de tensión se provocó mediante un cortocircuito en el circuito de carga del conmutador semiconductor, entonces permanece almacenado el estado reconocido en primer lugar "cortocircuito" y se impide una reconexión del conmutador semiconductor después de la caída de tensión.

25 En el caso de un cortocircuito, por lo tanto, el conmutador semiconductor de acuerdo con la invención se desconecta permanentemente, incluso aunque se desencadene mediante el cortocircuito un colapso temporal de la tensión. Una reconexión periódica "al interior del cortocircuito" se impide de forma fiable, se disminuye la carga térmica del conmutador semiconductor integrado y se prolonga correspondientemente la vida útil.

30 La Fig. 3 es un diagrama de conexiones para un conmutador electrónico 300 de acuerdo con una segunda forma de realización de la presente invención. La segunda forma de realización se parece a la primera forma de realización mostrada en la Fig. 2, estando indicados componentes equivalentes con las mismas referencias y omitiéndose una repetición de la explicación correspondiente.

35 A diferencia de la primera forma de realización, la segunda forma de realización trabaja sin tensiones de alimentación adicionales y pone a disposición la tensión de alimentación del conmutador semiconductor durante una caída de tensión con ayuda de un condensador de apoyo. El condensador de apoyo C1 está previsto a este respecto entre la conexión de tensión de funcionamiento VCC y la entrada de control IN/GND de actividad BAJA del conmutador semiconductor integrado IC1.

40 Para la conexión del conmutador electrónico 300 se pone con respecto a masa la señal de control S. De esta forma se lleva también la entrada de señal de control IN/GND del conmutador semiconductor integrado IC1 a potencial de masa, ya que el transistor T31, controlado mediante el resistor R31 y el diodo de Zener D31, está controlado. La corriente de base y, por tanto, la tensión de emisión de base requerida para el control de T31 se generan mediante R31 y D31 a partir de la tensión de alimentación V_B . El condensador C1 se carga hasta la tensión en la conexión VCC, ya que la conexión inferior de C1 se encuentra con T31 que ha entrado en el estado de conducción en el potencial de masa.

45 Con una caída de la tensión de funcionamiento del conmutador semiconductor se bloquea el transistor T31 en cuanto la tensión en la conexión VCC ha disminuido por debajo de una tensión de aproximadamente $U_{D31} + U_{BE}$. Son valores típicos para U_{D31} y U_{BE} : U_{D31} : 5 V a 10 V y U_{BE} : aproximadamente 0,7 V.

50 El condensador C1 está cargado en el momento de la desconexión de T31 hasta la tensión $U_{D31} + U_{BE}$ y retiene por tanto la tensión entre las conexiones IN/GND y VCC en este valor, ya que la conexión IN/GND ya no está unida con la masa mediante el transistor T31 bloqueado. Esta tensión es suficiente para alimentar el circuito de control interno del conmutador semiconductor integrado IC1. Si se provocó la caída de la tensión mediante un cortocircuito en el circuito de carga del conmutador semiconductor, entonces permanece almacenado el estado reconocido en primer lugar "cortocircuito" y se impide una reconexión del conmutador semiconductor después de la caída de tensión.

55 El condensador C1 se descarga mediante la corriente de funcionamiento del conmutador semiconductor IC1 que fluye al interior de la conexión IN/GND; como consecuencia de lo cual disminuye la tensión del condensador y, por tanto, la tensión entre las conexiones VCC e IN/GND. Por lo tanto, la alimentación de corriente del conmutador semiconductor integrado está garantizada solamente durante caídas breves de la tensión, provocadas por un cortocircuito junto con una inductancia de línea, lo que, sin embargo, en muchas aplicaciones es suficiente.

También de acuerdo con la segunda forma de realización se desconecta por tanto en el caso de un cortocircuito el conmutador semiconductor de forma permanente, incluso cuando por el cortocircuito se desencadena un colapso temporal de la tensión. Una reconexión periódica "al interior del cortocircuito" se impide de forma fiable, se disminuye el esfuerzo térmico del conmutador semiconductor integrado y se prolonga la vida útil correspondientemente.

5 Además, el conmutador electrónico de acuerdo con la segunda forma de realización no necesita tensiones de alimentación U1 y U2 adicionales, que no están disponibles en todas las aplicaciones. Particularmente la tensión de alimentación U2 negativa puede generarse la mayoría de las veces solamente de forma compleja con un inversor de tensión. Además, en comparación con la primera forma de realización, la máxima tensión de funcionamiento del conmutador semiconductor (con respecto a la masa) en la conexión VCC no se reduce en la tensión U2.

10 La Fig. 4 es un diagrama de conexiones para un conmutador electrónico 400 de acuerdo con una tercera forma de realización de la presente invención. La tercera forma de realización es similar a la segunda forma de realización mostrada en la Fig. 3, estando indicados componentes equivalentes con las mismas referencias y omitiéndose una repetición de la explicación correspondiente.

15 La tercera forma de realización se caracteriza por un número particularmente reducido de elementos de construcción requeridos adicionalmente. Tal como se puede ver en la Fig. 4, el circuito externo del conmutador semiconductor integrado IC1 está compuesto solamente del condensador de apoyo C1 y un diodo D41, que une la entrada de señal del conmutador electrónico 400 con la entrada de señal del conmutador semiconductor integrado IC1, estando unido el ánodo del diodo D41 con la entrada de señal del conmutador semiconductor integrado IC1.

20 Para conectar el conmutador electrónico 400 se pone la entrada de control S mediante un aparato de control externo con respecto a masa. De este modo, mediante el diodo D41 se lleva prácticamente a masa también la conexión IN/GND del conmutador semiconductor integrado IC1. Mediante la tensión aplicada ahora entre las conexiones VCC e IN/GND se alimenta el conmutador semiconductor integrado y se conecta. El condensador C1 está cargado ahora hasta la tensión que se encuentra entre las conexiones VCC e IN/GND. Si, provocado por un cortocircuito en el circuito de carga, la tensión en la conexión VCC disminuye rápidamente, entonces esta disminución de tensión se transmite mediante el condensador C1 a la conexión IN/GND. Ya que el diodo D41 desacopla la conexión IN/GND de la entrada de control S, el potencial en la conexión IN/GND se hace correspondiente negativo. El circuito de control de este modo permanece alimentado a pesar de que el potencial en la conexión VCC puede haber disminuido hasta 0 V. La capacitancia de C1 determina el máximo tiempo de puenteo posible. C1 se descarga esencialmente solo mediante el flujo de corriente al interior de la conexión IN/GND.

25 De acuerdo con la tercera forma de realización se garantiza por tanto de forma particularmente sencilla en cuanto a la técnica de conexiones que en el caso de un cortocircuito se desconecte permanentemente el conmutador semiconductor incluso cuando se desencadene mediante el cortocircuito un colapso temporal de la tensión. Una reconexión periódica "al interior del cortocircuito" se impide de forma fiable, se disminuye el esfuerzo térmico del conmutador semiconductor integrado y se prolonga la vida útil correspondientemente.

30 Las formas de realización que se han descrito anteriormente de la presente invención, sin embargo, tienen la desventaja de que la protección frente a cambio de polaridad (protección de batería inversa) implementada la mayoría de las veces en los conmutadores semiconductores deja de funcionar. Sin embargo, esta desventaja, tal como se muestra de forma ilustrativa en la Fig. 5, se puede evitar mediante un circuito adicional. Este circuito adicional puede usarse también en las demás formas de realización para obtener en las mismas la misma ventaja.

35 La Fig. 5 es un diagrama de conexiones para un conmutador electrónico 500 de acuerdo con una cuarta forma de realización de la presente invención. La cuarta forma de realización es similar a la tercera forma de realización mostrada en la Fig. 4, estando indicados componentes equivalentes con las mismas referencias y omitiéndose una repetición de la correspondiente explicación.

40 La cuarta forma de realización se diferencia de la tercera forma de realización solamente porque la entrada de control IN/GND del conmutador semiconductor integrado IC1 está unida mediante una conexión en serie de un diodo D52 que se hace funcionar en sentido de bloqueo y un resistor R51 con la masa. Con una polaridad correcta de la tensión de alimentación U_B , el diodo D52 se bloquea durante el funcionamiento normal. Por lo tanto, el funcionamiento del conmutador electrónico 500 no se diferencia del del conmutador electrónico de la tercera forma de realización. Únicamente en el caso de un cortocircuito, cuando se tira del potencial de la entrada de control del conmutador semiconductor integrado hasta un valor por debajo del potencial de masa, el diodo D52 se convierte en conductor, de tal forma que el condensador además de mediante la corriente al interior de la entrada de control IN/GND también se descarga mediante el diodo D52 y el resistor R51.

45 Por lo tanto, el resistor R51 se tiene que elegir con la mayor resistencia posible para que la corriente de descarga de C1 a través de R51 y D52 permanezca lo más baja posible. El valor máximo indicado en la ficha de datos del fabricante, sin embargo, tampoco se debe superar, ya que de lo contrario no trabaja de forma fiable la protección de batería inversa. Típicamente se preverá para R51 un valor de 510 ohmios hasta 10 kOhm.

50 El valor para C1 depende del flujo de corriente en la conexión IN/GND del conmutador semiconductor integrado, de la selección de R51, de la velocidad de modificación de la corriente di/dt (esta se determina mediante la

sobrecorriente y la inductancia de línea) y del umbral de desconexión de REINICIALIZACIÓN. Los valores típicos se encuentran en el intervalo de 100 nF a 1 μ F. El valor se tiene que determinar de tal manera que con la menor tensión de alimentación, máximo valor de tensión para nivel BAJO en la entrada de control y máxima inductancia de línea, la tensión entre las conexiones IN/GND y SALIDA no alcance el umbral de desconexión de REINICIALIZACIÓN.

Si aparece ahora un cortocircuito del segundo tipo (cortocircuito después de que ya estuviese conectado el transistor) o del primer tipo (conexión al interior del cortocircuito), entonces a pesar de la caída de tensión provocada por la disminución de tensión inductiva en la inductancia de línea de entrada se reconoce de forma segura y almacena el cortocircuito. El conmutador se bloquea por sí mismo y puede volver a retrocederse solamente mediante una retirada definida de la señal de conexión en la conexión IN/GND. Después se puede volver a conectar el transistor mediante una señal de control correspondiente en la entrada de señal S.

Además se garantiza también con un cambio de polaridad de la tensión de funcionamiento la alimentación de corriente del circuito de control y vigilancia integrado del conmutador semiconductor IC1 mediante el diodo D52, de tal forma que permanece la funcionalidad de batería inversa.

Las formas de realización que se han descrito anteriormente se describieron en relación con conmutadores semiconductores integrados, que se caracterizan por una entrada de señal de actividad BAJA. Sin embargo, la presente invención no está limitada a tales conmutadores semiconductores, sino que puede aplicarse asimismo sobre conmutadores semiconductores integrados con entrada de señal de actividad ALTA o, de forma más general, a conmutadores semiconductores con conexión a masa dedicada para la alimentación del circuito de control y vigilancia integrado.

La Fig. 6 es un diagrama de conexiones para un conmutador electrónico 600 de acuerdo con una quinta forma de realización de la presente invención. La quinta forma de realización es similar a la segunda forma de realización mostrada en la Fig. 3, estando indicados componentes equivalentes con las mismas referencias y omitiéndose una repetición de la correspondiente explicación.

La quinta forma de realización se diferencia de la segunda forma de realización mostrada en la Fig. 3 solamente en que el conmutador semiconductor integrado IC2 dispone de una conexión de masa dedicada para la alimentación del circuito de control y vigilancia integrado y el condensador de apoyo C1 está previsto de forma correspondiente entre la conexión de tensión de funcionamiento VCC y la conexión de masa GND del conmutador semiconductor integrado. Además, el circuito adicional con el transistor T31 no une la entrada de control IN del conmutador semiconductor integrado con la entrada de control S del conmutador electrónico, sino la conexión de masa dedicada GND del conmutador semiconductor integrado IC2 con la masa.

Ya que, tal como ya se ha mencionado anteriormente, la entrada de control de actividad BAJA se tiene que poner con respecto a masa para la conexión del conmutador semiconductor y, por tanto, al mismo tiempo se corresponde con la conexión de masa del circuito de control y vigilancia integrado, el funcionamiento de la quinta forma de realización no se diferencia esencialmente del de la segunda forma de realización.

En la Fig. 6 el transistor T31, controlado mediante R31 y D31, normalmente siempre está controlado. La corriente de base y, por tanto, la tensión de emisión de base requerida para el control de T1, se genera mediante R31 y D31 a partir de la tensión de alimentación U_B . El condensador C1 se carga hasta la tensión en la conexión VCC, ya que la conexión inferior de C1 con T31 que ha entrado en estado de conducción se encuentra en potencial de masa.

Para la conexión del conmutador semiconductor se coloca con la señal de control S la entrada de señal de control IN del conmutador semiconductor en el nivel ALTO.

Si disminuye ahora, por ejemplo desencadenado mediante un cortocircuito, la tensión en la conexión de tensión de funcionamiento VCC del conmutador semiconductor integrado IC2 hasta un potencial de masa, es decir, 0 V, entonces se bloquea el transistor T31 en cuanto la tensión en la conexión VCC haya caído por debajo de una tensión de aproximadamente $(U_{D31} + U_{BE})$.

El condensador C1 está cargado en el momento de la desconexión de T1 hasta la tensión $(U_{D31} + U_{BE})$ y retiene por tanto la tensión entre las conexiones VCC y GND en este valor, ya que la conexión de masa GND del conmutador semiconductor integrado IC2 ya no está unido con la masa mediante el transistor T31 bloqueado. Esta tensión es suficiente para alimentar el circuito de control interno del conmutador semiconductor.

Si la caída de la tensión se produjo mediante un cortocircuito en el circuito de carga del conmutador semiconductor, entonces permanece almacenado el estado reconocido en primer lugar "cortocircuito" y se impide una reconexión del conmutador semiconductor después de la caída de la tensión.

El condensador C1 se descarga mediante la corriente de funcionamiento del conmutador semiconductor; como consecuencia de esto disminuye la tensión del condensador y, por tanto, la tensión en las conexiones VCC y GND. Al igual que en las otras formas de realización a excepción de la primera forma de realización, la alimentación de corriente del conmutador semiconductor integrado está garantizada por tanto solamente durante caídas breves de la

tensión, provocadas por un cortocircuito junto con la inductancia de línea, lo que, sin embargo, en muchas aplicaciones es suficiente.

5 La Fig. 7 es un diagrama de conexiones para un conmutador electrónico 700 de acuerdo con una sexta forma de realización de la presente invención. La sexta forma de realización es similar a la quinta forma de realización mostrada en la Fig. 6, estando indicados componentes equivalentes con las mismas referencias y omitiéndose una repetición de la correspondiente explicación.

10 La sexta forma de realización se diferencia de la quinta forma de realización mostrada en la Fig. 6 solamente en que el circuito adicional que une la conexión de masa del conmutador semiconductor integrado IC2 con la masa se sustituyó mediante un resistor óhmico sencillo. De esta manera se produce una estructura de conexión particularmente sencilla, que al mismo tiempo posee la ventaja de que se mantiene la funcionalidad de batería inversa y no se aumenta el consumo de corriente de reposo.

15 Tal como se ha descrito anteriormente, la caída de tensión negativa se acopla en el caso de un cortocircuito mediante C1 de la conexión VCC a la conexión GND. En otra forma de consideración se podría decir también que C1 salva la caída de tensión de alimentación entre las conexiones VCC y GND del elemento constitutivo, sirviendo el resistor R72 sin embargo de forma decisiva para que la conexión de masa del conmutador semiconductor integrado IC2 pueda llegar a encontrarse también en un potencial por debajo del potencial de masa.

20 El condensador de apoyo C1 se descarga mediante el resistor R72 y la corriente de funcionamiento del elemento constitutivo IC2. El valor para C1 depende por lo tanto de la corriente de funcionamiento del conmutador semiconductor integrado, la selección de R1, la velocidad de modificación de corriente di/dt (esta se determina mediante la sobrecorriente y la inductancia de línea) y el umbral de desconexión de REINICIALIZACIÓN. Los valores típicos se encuentran en el intervalo de 100 nF a 1 μ F. El valor se tiene que determinar de tal manera que con la mínima tensión de alimentación y máxima inductancia de línea, la tensión entre las conexiones VCC y GND no alcance el umbral de desconexión de REINICIALIZACIÓN.

25 De este modo se garantiza que el circuito de control interno y particularmente el elemento de memoria interno del conmutador semiconductor integrado IC2 se alimente sin interrupción con corriente. Si la caída de tensión se provocó mediante un cortocircuito en el circuito de carga del conmutador semiconductor, entonces permanece almacenado el estado reconocido en primer lugar "cortocircuito" y se impide una reconexión del conmutador semiconductor después de la caída de tensión.

30 En el caso de un cortocircuito se desconecta por lo tanto permanentemente el conmutador semiconductor de acuerdo con la invención incluso aunque se desencadene mediante el cortocircuito un colapso temporal de la tensión. Una reconexión periódica "al interior del cortocircuito" se impide de forma fiable, se disminuye el esfuerzo térmico del conmutador semiconductor integrado y se prolonga la vida útil correspondientemente. De acuerdo con la sexta forma de realización de la presente invención se consiguen estas ventajas con un circuito adicional particularmente sencillo.

35 Con la presente invención se especifica por lo tanto un circuito adicional sencillo para conmutadores semiconductores integrados autoprotectores, que sirve para que el conmutador semiconductor permanezca desconectado de forma fiable en el caso de un cortocircuito incluso a pesar de que se colapse temporalmente por el cortocircuito la tensión de alimentación en el conmutador semiconductor. De acuerdo con la invención, esto se consigue tirando del potencial de la conexión de masa del conmutador semiconductor integrado en el caso de
40 cortocircuito hasta un valor por debajo del potencial de masa, para garantizar de este modo que entre la conexión de tensión de funcionamiento y la conexión de masa exista una tensión que sea suficiente para almacenar el estado "sobrecorriente/cortocircuito" e impedir de este modo una reconexión.

REIVINDICACIONES

1. Conmutador electrónico con un elemento constitutivo de conmutador semiconductor integrado (IC1; IC2) para conmutar la corriente bajo carga de un consumidor de corriente continua eléctrico (R_{Carga}) dispuesto entre una salida de conexión (SALIDA) del elemento constitutivo de conmutador semiconductor integrado (IC1; IC2) y la masa,

5 conteniendo el elemento constitutivo de conmutador semiconductor integrado (IC1; IC2) un circuito de vigilancia para la detección de un cortocircuito y un equipo de memoria para el almacenamiento del resultado de la detección, **caracterizado por** una entrada de señal de control (S), abriéndose y cerrándose el conmutador electrónico dependiendo de una señal de control aplicada en la entrada de señal de control (S) y del resultado de la detección almacenado en el equipo de memoria, un condensador (C1) que está previsto entre una conexión de tensión de funcionamiento (VCC) del elemento constitutivo de conmutador semiconductor integrado (IC1; IC2) y una conexión de masa (IN/GND; GND) del elemento constitutivo de conmutador semiconductor integrado (IC1; IC2) y un circuito adicional (T31; D41; R72) que con una caída de la tensión en la conexión de tensión de funcionamiento (VCC) del elemento constitutivo de conmutador semiconductor integrado (IC1; IC2) tira del potencial de la conexión de masa (IN/GND; GND) del elemento constitutivo de conmutador semiconductor integrado (IC1; IC2) hasta un valor por

10 debajo del potencial de la masa.
2. Conmutador electrónico de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el circuito adicional (T31; D41; R72) la conexión de masa (GND) del conmutador semiconductor integrado con la masa.
3. Conmutador electrónico de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el circuito adicional (T31; D41; R72) la

20 conexión de masa (IN/GND) del conmutador semiconductor integrado con la entrada de señal de control (S) del conmutador electrónico.
4. Conmutador electrónico de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, estando diseñado el circuito adicional (T31; D41; R72) de tal forma que la disminución de la tensión a lo largo del circuito adicional (T31; D41; R72) durante el funcionamiento normal asciende esencialmente a 0 voltios.
5. Conmutador electrónico de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, estando diseñado el circuito adicional

25 (T31; D41; R71) de tal forma que la disminución de tensión a lo largo del circuito adicional (T31; D41; R72) con una caída de la tensión en la conexión de tensión de funcionamiento (VCC) del elemento constitutivo de conmutador semiconductor integrado (IC1; IC2) se corresponde esencialmente con la tensión de funcionamiento durante el funcionamiento normal.
6. Conmutador electrónico de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el circuito adicional (T31;

30 D41; R72) está formado por un resistor óhmico (R72).
7. Conmutador electrónico de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el circuito adicional (T31; D41; R72) está formado por un diodo (D41) conectado durante el funcionamiento normal en dirección de paso.
8. Conmutador electrónico de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el circuito adicional (T31;

35 D41; R72) está formado por un transistor (T31) que está controlado durante el funcionamiento normal y que se bloquea con una caída de la tensión en la conexión de tensión de funcionamiento (VCC).
9. Conmutador electrónico de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, en el que el elemento constitutivo de conmutador semiconductor integrado contiene adicionalmente un circuito protector contra cambio de polaridad y en el que la conexión de masa (IN/GND; GND) del elemento constitutivo de conmutador semiconductor integrado (IC1; IC2) está unida adicionalmente mediante una conexión en serie de un resistor óhmico (R51) y un diodo (D52)

40 conectado durante el funcionamiento normal en dirección de bloqueo con la masa.
10. Red de a bordo de vehículo motorizado con una fuente de corriente (U_B), un haz de cables (L) unido con la fuente de corriente (U_B) y un consumidor eléctrico (R_{Carga}), en el que el consumidor eléctrico (R_{Carga}) está conectado mediante un conmutador electrónico (200; 300; 400; 500; 600; 700) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 9

45 en un extremo opuesto con respecto a la fuente de corriente (U_B) del haz de cables (L).

Fig. 1

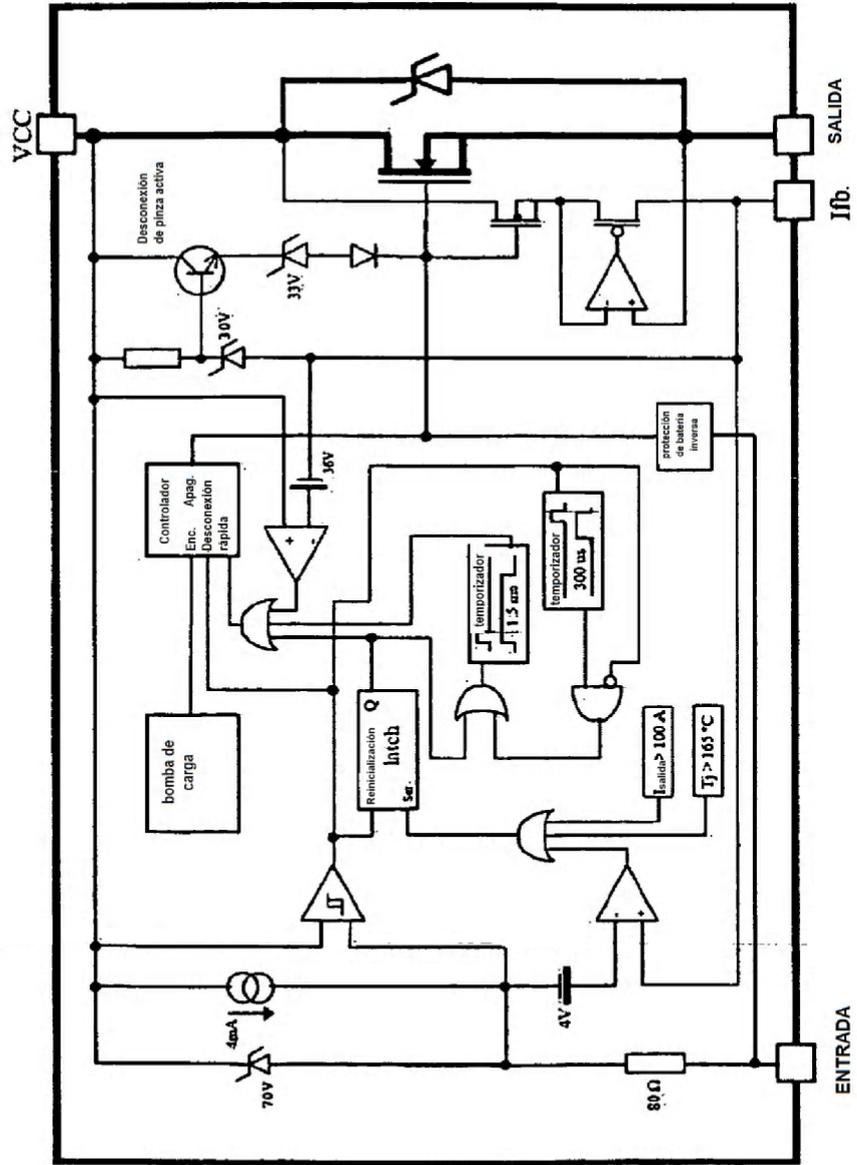


Fig. 2

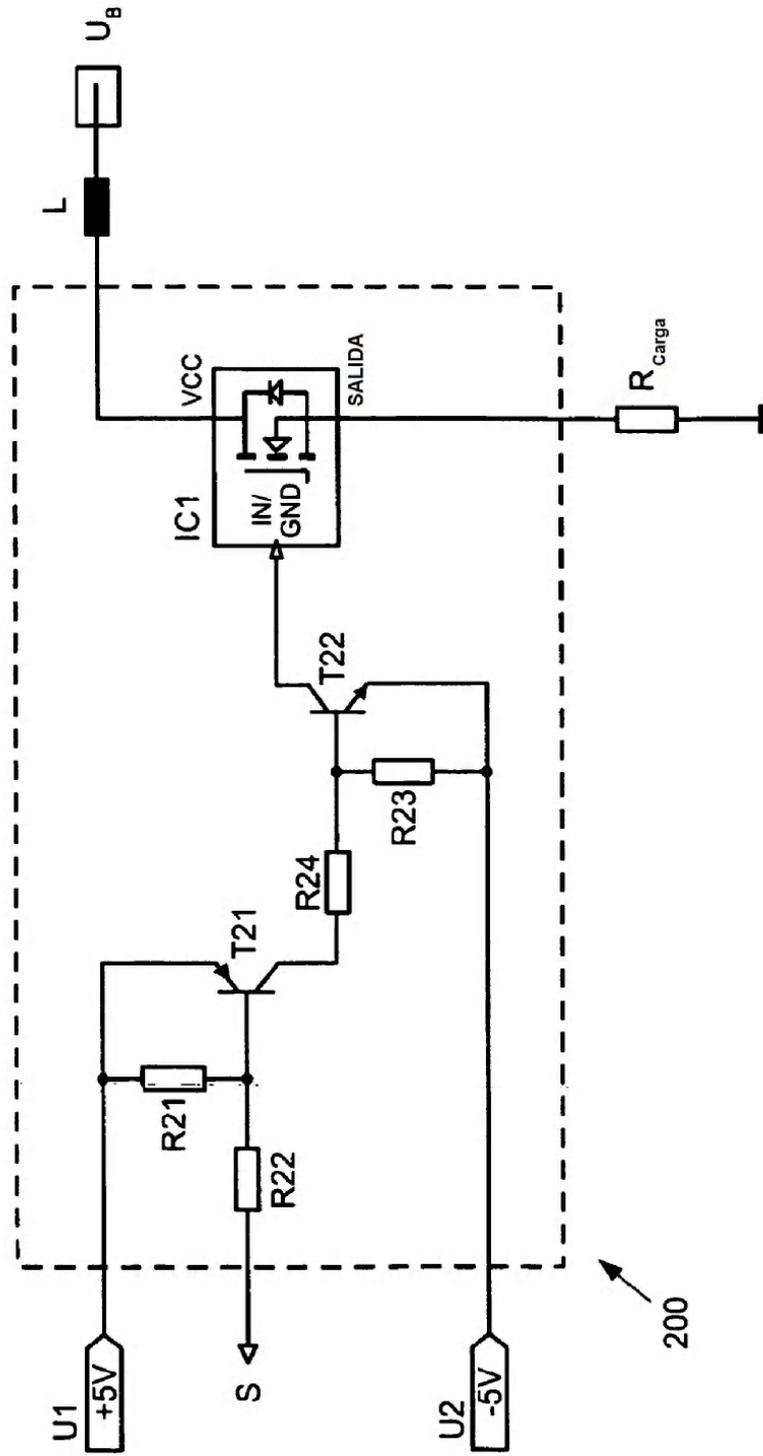


Fig. 3

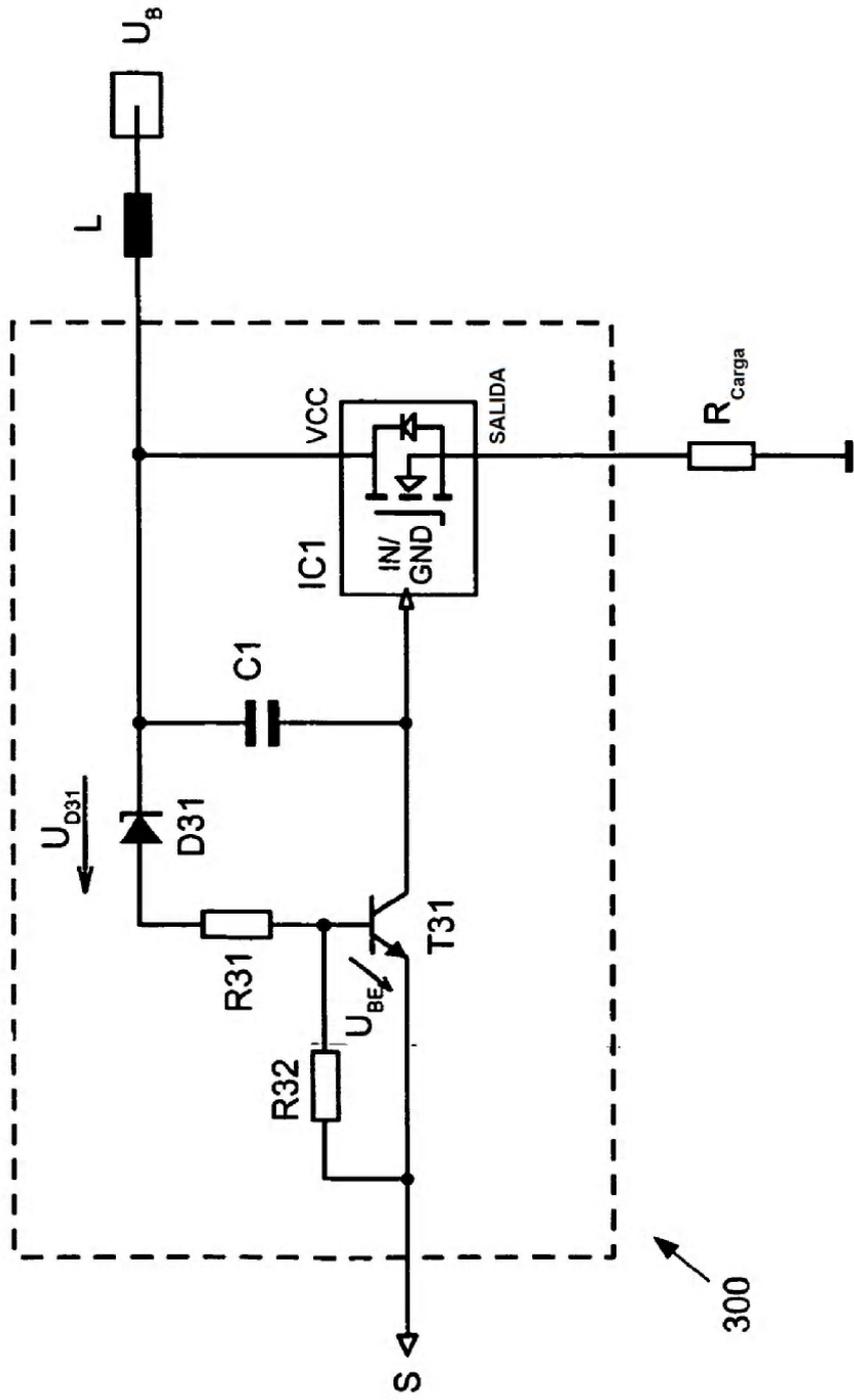


Fig. 4

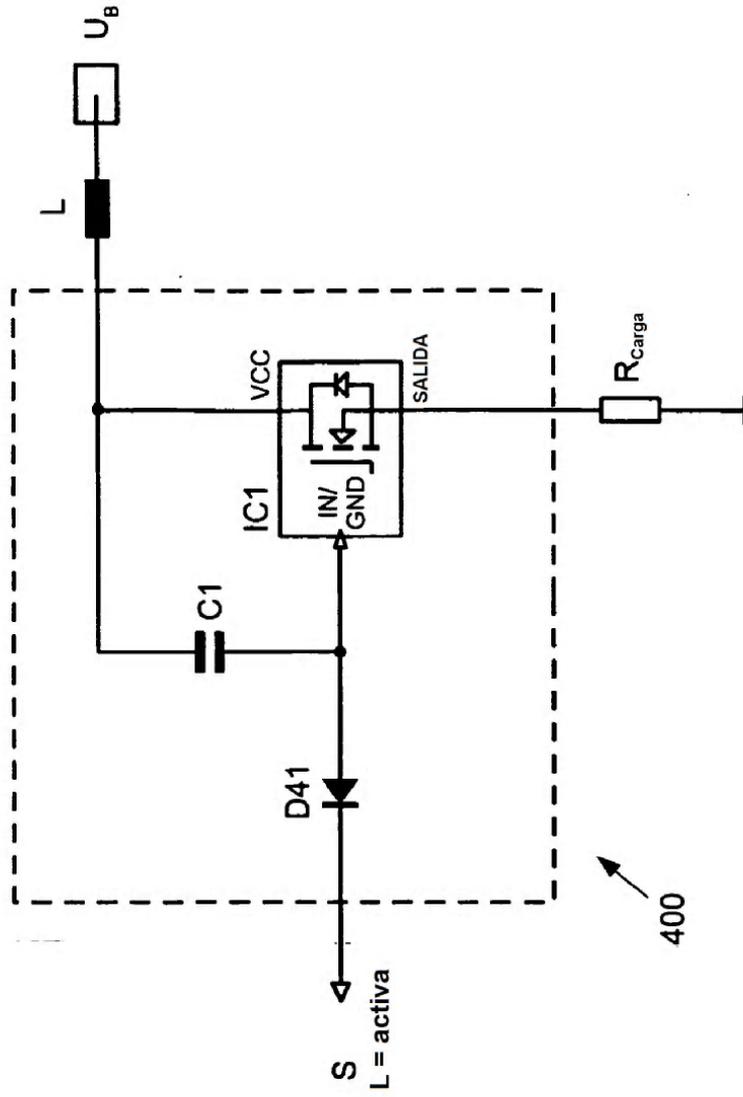


Fig. 5

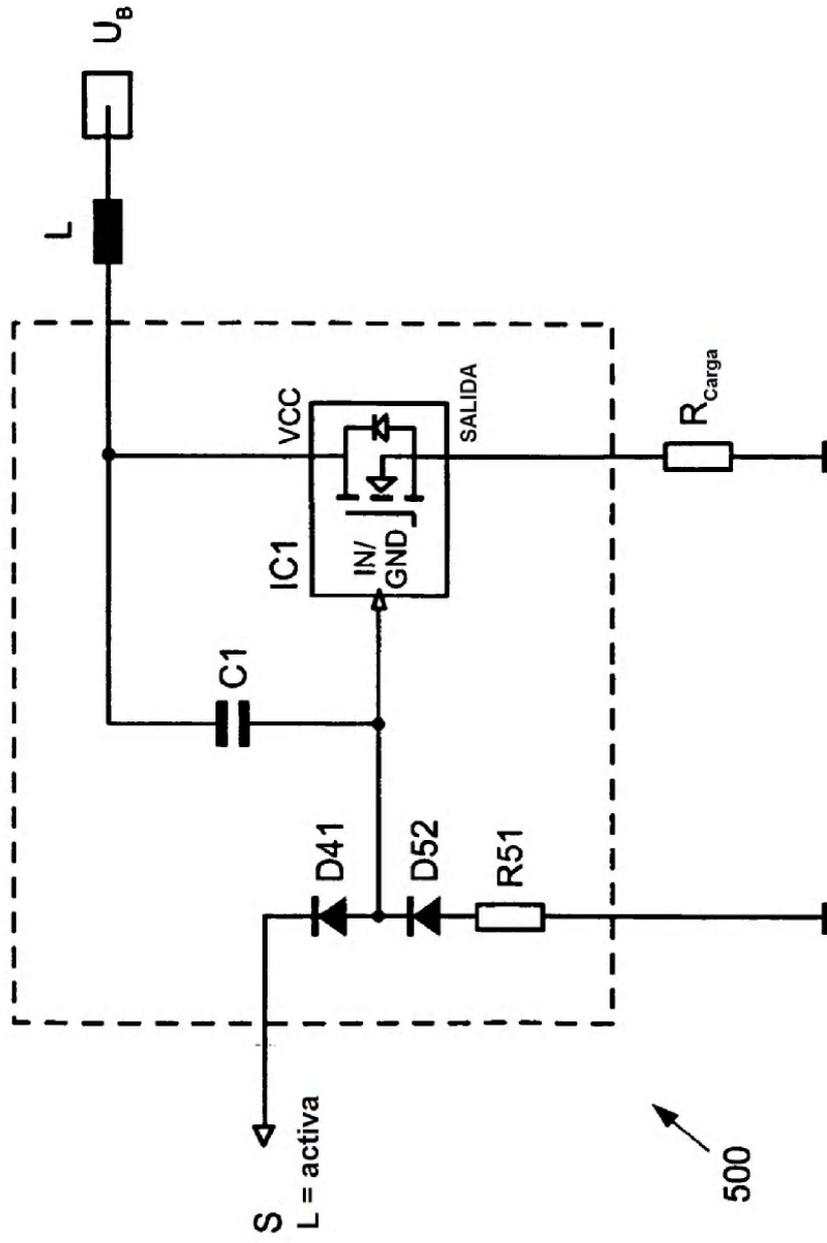


Fig. 6

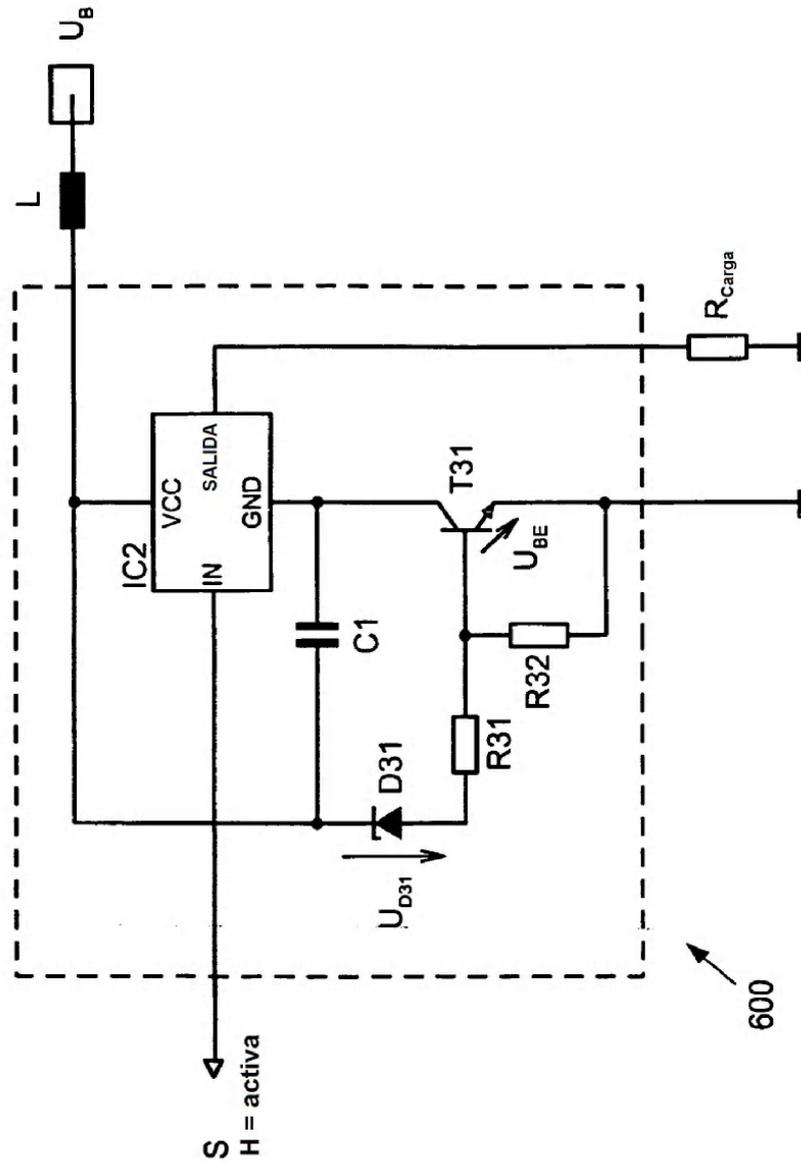


Fig. 7

