

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 703 993**

51 Int. Cl.:

**H03K 17/082** (2006.01)

**H03K 17/60** (2006.01)

**H03K 17/61** (2006.01)

**H03K 17/691** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.08.2015 PCT/EP2015/068592**

87 Fecha y número de publicación internacional: **10.03.2016 WO16034384**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.08.2015 E 15756859 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.10.2018 EP 3189593**

54 Título: **Conmutador electrónico**

30 Prioridad:  
**05.09.2014 DE 202014007096 U**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**13.03.2019**

73 Titular/es:  
**ELLENBERGER & POENSGEN GMBH (100.0%)  
Industriestrasse 2-8  
90518 Altdorf, DE**

72 Inventor/es:  
**ASANZA MALDONADO, DIEGO, FERNANDO**

74 Agente/Representante:  
**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 703 993 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 electrónico

- 5 La invención se refiere a un conmutador electrónico para conmutar una carga, con un circuito amperimétrico que discurre entre una conexión de tensión continua y una conexión de carga y en el que están conectados un transistor de potencia y un sensor de corriente que detecta la corriente de carga, así como con un dispositivo de control o de regulación que excita el transistor de potencia en función de la corriente de carga.
- 10 Un conmutador electrónico de este tipo que se denomina también conmutador electrónico automático o relé electrónico sirve para conmutar una carga y trabaja en el intervalo de bajo voltaje (DC 24V). Un conmutador de este tipo resulta adecuado especialmente para el uso en un sistema de distribución de corriente, tal como se conoce por ejemplo por el documento EP1186086B1. En este sistema de distribución de corriente conocido, un número de circuitos eléctricos son alimentados juntos con una corriente continua por medio de una fuente de alimentación, por
- 15 ejemplo, también sincronizada, y los conmutadores electrónicos empleados realizan también la función de un conmutador de protección electrónico para dominar una corriente de sobrecarga y un cortocircuito en un circuito eléctrico individual y para activar eficazmente en tal caso de sobrecarga o de cortocircuito, dado el caso, a continuación de una limitación activa de corriente.
- 20 En combinación con una fuente de alimentación lineal, un conmutador electrónico de este tipo se conoce por el documento DE20302275A1. Este presenta en un circuito amperimétrico que discurre entre una conexión de servicio y una conexión de carga un transistor de potencia (MOSFET) y un dispositivo de regulación al que para la excitación de limitación de corriente del conmutador de potencia (conmutador semiconductor) se suministra un valor de medición detectado por un sensor de corriente en el circuito amperimétrico. El dispositivo de regulación que según
- 25 una forma de realización comprende un amplificador operacional que trabaja como comparador está conectado, para su alimentación de tensión, a una bomba de carga para conseguir el aumento de la tensión en su entrada de control, que es necesario para el funcionamiento del transistor de potencia, lo que permite a su vez el uso de una variante de canal N comparativamente económica de un transistor de efecto de campo (MOSFET) como elemento que conmuta la carga.
- 30 Durante el uso práctico de un conmutador electrónico de este tipo con bomba de carga se ha demostrado que son indeseablemente altos no sólo el gasto en topología de conmutación, sino más bien también las pérdidas de potencia del orden de especialmente 450 mV a 500 mV en una conexión del conmutador electrónico conocido a una red de tensión continua de 24 V.
- 35 La invención tiene el objetivo de proporcionar un conmutador electrónico (relé electrónico) con una pérdida especialmente baja, especialmente realizado con un bajo gasto en técnica de conmutación y con un alto grado de eficacia. Preferentemente, el conmutador electrónico debe poder realizar también la función de un conmutador de protección electrónico.
- 40 Este objetivo se consigue según la invención con las características de la reivindicación 1. Realizaciones, variantes y perfeccionamientos ventajosos son objeto de las reivindicaciones subordinadas.
- 45 Para ello, el conmutador electrónico que para conmutar una carga trabaja a modo de un relé electrónico presenta en un circuito amperimétrico que discurre entre una conexión de tensión continua y una conexión de carga un transistor de potencia realizado especialmente como transistor de efecto de campo (MOSFET), y un sensor de corriente que detecta la corriente de carga y cuya señal de medición se conduce a un dispositivo de control o de regulación que controla el transistor de potencia. Dicho dispositivo de control o de regulación está conectado en el circuito secundario de un circuito convertidor con separación galvánica en forma de un transformador, cuyo circuito primario está unido a la conexión de tensión continua a través de una disposición de conmutador controlada, especialmente
- 50 autocontrolada.
- La invención parte de la idea de que para la realización de un conmutador electrónico que trabaje con la menor pérdida posible, su circuito de alimentación no debería trabajar a modo de una fuente de alimentación lineal, sino según el principio de una fuente de alimentación conmutada. De esta manera, como se ha encontrado, también un conmutador electrónico o un conmutador de protección electrónico que trabaja según el principio de convertidor (convertidor de tensión continua) en el que está basada una fuente de alimentación conmutada, también se puede realizar no sólo con una pérdida especialmente baja, sino también con un alto grado de eficacia.
- 55 El circuito convertidor del conmutador electrónico (conmutador de protección) puede estar realizado de forma controlada por medio de una electrónica correspondiente o de forma autocontrolada. Por lo tanto, el circuito convertidor trabaja de manera adecuada según el principio de convertidor de bloqueo o de resonancia de un convertidor de tensión continua con separación galvánica. En el caso de un circuito convertidor preferentemente autocontrolado, convenientemente, en el circuito primario del circuito convertidor del conmutador electrónico están
- 60 conectados dos transistores que trabajan en el devanado primario del transformador y/o al menos un componente para la formación de un circuito oscilante.
- 65

El circuito convertidor genera a partir de la tensión continua de servicio en el lado de entrada del conmutador de potencia que conmuta en el lado de carga, por ejemplo, una tensión de entrada de  $24V_{CC}$ , una tensión de salida generada a partir de ello preferentemente según el principio de un convertidor descendente o convertidor reductor para la alimentación del dispositivo de control o de regulación para el conmutador de potencia, por ejemplo, una tensión de alimentación o de servicio de  $5V_{CC}$ . De manera adecuada, el dispositivo de control o de regulación presenta por tanto un amplificador operacional que está conectado por el lado de salida a la entrada de control del transistor de potencia y a cuyas conexiones de alimentación está conectada la tensión de salida del circuito convertidor.

En una variante ventajosa de esta forma de realización del dispositivo de control o de regulación del conmutador electrónico, el amplificador operacional excita el conmutador de potencia en función de una desviación de la corriente de carga de un valor de referencia. Para ello, convenientemente, una de las entradas de comparador del amplificador operacional está conectada a una toma, que forma el valor de referencia, de un divisor de tensión conectado en el circuito secundario del circuito convertidor. En el caso de la integración de una electrónica en el circuito convertidor del conmutador electrónico, que entonces también puede actuar como conmutador de protección, el valor de referencia también puede ser definido por la electrónica.

Preferentemente, está prevista una electrónica de control conectada adecuadamente en el circuito primario del circuito convertidor, para realizar funciones de conmutador de protección, especialmente para la limitación de corriente, y/o para la excitación de la disposición de conmutador del circuito convertidor. Por lo tanto, el conmutador electrónico se puede parametrizar a través de la electrónica en cuanto a la corriente nominal y/o a una limitación de corriente para la realización de una protección contra sobrecargas o contra cortocircuitos, por ejemplo, a través de un sistema de bus.

En otra forma de realización ventajosa, a la conexión de tensión continua está conectado un componente (diodo) para la regulación de la tensión de salida del circuito convertidor y/o al devanado primario del transformador del circuito convertidor está conectado un diodo y/o en el circuito primario del circuito convertidor está conectado al menos un componente (capacitor), que con el devanado primario del transformador forma un circuito oscilante (de resonancia).

Las ventajas logradas con la invención consisten especialmente en que la realización de un conmutador electrónico o de un conmutador de protección con un circuito convertidor, la alimentación de tensión para el transistor de potencia (conmutador semiconductor) y para la electrónica de control o de regulación pueden reunirse en una alimentación de tensión, preferentemente a modo de una fuente de alimentación conmutada y especialmente a una conexión de tensión de red o de servicio de 24 V CC. Además, el conmutador de protección electrónico puede hacerse funcionar sin bomba de carga y construirse con una técnica de conmutación económica. Además, mediante el conmutador electrónico o el conmutador de protección según la invención se consigue una reducción de las pérdidas de potencia en aproximadamente 50%, por ejemplo, de 480 mW a 240 mW.

A continuación, con la ayuda de un dibujo se describen en detalle ejemplos de realización de la invención. En este muestran:

la figura 1 esquemáticamente en un diagrama de bloques, un conmutador electrónico (conmutador de protección) que trabaja según el principio de convertidor, con una electrónica para controlar el conmutador en el lado primario de un circuito convertidor, y  
 la figura 2 en una representación según la figura 1, el conmutador electrónico (conmutador de protección) con un conmutador convertidor autocontrolado.

Las piezas que se corresponden unas a otras llevan en ambas figuras los mismos signos de referencia.

El conmutador electrónico 1 representado esquemáticamente en las figuras 1 y 2 comprende un transistor de potencia o un conmutador semiconductor 2, especialmente un MOSFET, que en el lado de la fuente de drenaje está conectado en un circuito amperimétrico 3. Al transistor de potencia 2 está postconectado en dicho circuito amperimétrico 3 un sensor de corriente 4, por ejemplo, en forma de un shunt. El circuito amperimétrico 3 se extiende entre una conexión de tensión de servicio 5 y una salida de carga 6a positiva a la que se conecta el polo positivo de una carga 7 que ha de ser conmutada, mientras que su polo negativo se ha de conectar a una conexión de carga 6b negativa correspondiente del conmutador electrónico 1. Dicha conexión de carga 6b está conectada a la potencia de referencia ( $-U_B$ ) o a tierra GND. La tensión de servicio positiva ( $+U_B$ ) con especialmente  $U_B = 24 V_{DC}$  se aplica como tensión continua (CC) en la conexión de tensión de servicio 5 del conmutador 1.

Estando conectada la carga 7 y cerrado el conmutador 1, es decir, cuando el transistor de potencia 2 de este está excitado en el sentido de paso, partiendo de la conexión de tensión de servicio 5 fluye a través del circuito amperimétrico 3 y de la carga 7 una corriente de carga  $I_L$  hacia la potencia de referencia o la tierra GND. La corriente  $I_L$  que fluye a través del circuito amperimétrico 3 y a través de la carga 7 se conduce, por medio del sensor de corriente 4 como valor de medición o como señal de medición  $S_{IL}$  correspondiente en forma de una caída de tensión encima del shunt 4, a un dispositivo de control o de regulación 8.

5 El dispositivo de control o de regulación 8 comprende sustancialmente un amplificador operacional 9, a cuya primera entrada de comparador se conduce la señal de medición  $S_{IL}$  y a cuya otra entrada de comparador se conduce un valor de referencia  $S_R$ . El valor de referencia  $S_R$  puede ser generado, al igual que una señal de control para la conexión y la desconexión del transistor de potencia 2, por una electrónica de control 10. Dicha electrónica de control 10 está provista por ejemplo de conexiones para un sistema de bus 11, a través del cual se dan señales externas al conmutador electrónico 1 y/o se pueden transmitir señales de diagnóstico o de error a un dispositivo de orden superior.

10 El transistor de potencia 2 está conectado con su conexión de drenaje D a la conexión de tensión de servicio 5 y, con su conexión de fuente S, a través del sensor de corriente 4, a la conexión de carga 6a positiva. El puerto G como entrada de control del transistor de potencia 2 está conectado a la salida del dispositivo de control o de regulación 8. Por lo tanto, su amplificador operacional 9 está conectado en el lado de salida a la entrada de control G del transistor de potencia 2.

15 La alimentación de tensión del dispositivo de control o de regulación 8 o del amplificador operacional 9 se realiza por medio de un conmutador convertidor 12 con un transformador 13. El conmutador convertidor 12 está conectado, por el lado de entrada, a una conexión de tensión de servicio 5 y, a través de un capacitor  $C_1$  y, dado el caso, de componentes pasivos adicionales - por ejemplo, a través de la conexión de carga 6d - está conectado a tierra GND. La tensión de entrada  $U_E$  del conmutador convertidor 12 corresponde por tanto a la tensión de servicio  $U_B$ . A través del transformador 13 se realiza la separación galvánica entre un circuito primario 14 y un circuito secundario 15 del conmutador convertidor 12. En el circuito secundario 15 de este está conectado el dispositivo de control o de regulación y, por tanto, el amplificador operacional 9 de este.

20 Por lo demás, el circuito secundario 15 del conmutador convertidor 12 se compone sustancialmente de un rectificador 16 en forma de un diodo  $D_1$  y de un capacitor de filtraje o de aplanamiento  $C_2$ . Un divisor de tensión  $R_1$   $R_2$  igualmente conectado en el circuito secundario 15 está previsto según una variante de realización para la formación del valor de referencia  $S_R$ , de tal forma que la toma 17 de este está conectada a la entrada de referencia del dispositivo de control o de regulación 8 o del amplificador operacional 9 de este. Mediante la elección de la relación de resistencia  $R_1$ ,  $R_2$  se puede predefinir o ajustar por ejemplo la corriente nominal ( $I_N$ ) del conmutador electrónico 1, por ejemplo, de tal forma que una de las dos resistencias  $R_1$ ,  $R_2$  está realizada como potenciómetro.

25 Sin embargo, preferentemente, el valor de referencia  $S_R$  también puede fijar un valor umbral de una limitación de corriente activa del conmutador 1, pudiendo ascender dicho valor umbral por ejemplo a entre 1,5 y 2 veces la corriente nominal  $I_N$  correspondiente. Por lo tanto, en caso de sobrecarga o de cortocircuito, la corriente de carga  $I_L$  que fluye a través del circuito amperimétrico 3 puede limitarse activamente por medio del transistor de potencia 2, de tal forma que este, desde el estado anterior totalmente conductor, es cerrado por medio del dispositivo de control o de regulación 8. La limitación de corriente se realiza entonces al valor de referencia  $S_R$  ajustado o predefinido, realizándose después de transcurrir un tiempo de activación ajustado un bloqueo total del transistor de potencia 2 y por tanto se desconecta la carga 7 (caso de activación).

30 El conmutador convertidor 12 trabaja convenientemente a modo de una fuente de alimentación conmutada con regulación descendente, de manera que la tensión de entrada  $U_E$ , correspondiente a la tensión de servicio  $U_B$ , del conmutador convertidor 12 es transformada en el lado secundario en una tensión de salida  $U_A$  comparativamente baja. Por medio de esta es alimentado energéticamente el dispositivo de control o de regulación 8. La tensión de salida  $U_A$  del conmutador convertidor 12 puede ser por ejemplo de 5 V. Sin embargo, el conmutador convertidor 12 también puede trabajar como regulador ascendente, por ejemplo, para conseguir, según el tipo de transistor empleado, en el puerto G de este una mayor tensión que en su drenaje D.

35 Mientras que el devanado secundario  $L_2$  del transformador 13 está conectado en el circuito secundario 15, el devanado primario  $L_1$  del transformador 3 está conectado en el circuito primario 14. En el circuito primario 14 del conmutador convertidor 12 está previsto un circuito de aplanamiento y/o de rectificación 17 que por ejemplo puede estar formado por resistencias y capacitores así como diodos (diodos Zener) y que sirve para la alimentación de tensión de la electrónica 10. En el circuito primario 14 del conmutador convertidor 12 se encuentra además un diodo  $D_2$  para la regulación de la tensión de salida  $U_A$ .

40 Mientras según la forma de realización según la figura 1, el conmutador convertidor 12 está realizado según el principio de un convertidor bloqueable con un transistor o transistor de potencia 19 conectado en el circuito primario 14, el conmutador convertidor 12 según la forma de realización según la figura 2 trabaja según el principio de convertidor resonante o de flujo. En esta forma de realización, el transistor 19 se excita con impulsos rectangulares, cuya frecuencia de impulsos es especialmente superior o igual a 16 kHz. Una tensión alterna generada de esta manera en el lado primario se transforma al lado secundario del transistor 13 y se rectifica allí para estar disponible como tensión de salida  $U_A$  (tensión continua, CC).

45 En la forma de realización según la figura 1, el transistor (transistor de potencia) 19, conectado en el circuito primario 14, del conmutador convertidor 12 está conectado en el lado de excitación a un controlador en forma por ejemplo de

un modulador de duración de impulsos (PWM) 20 que a su vez está conectado a la electrónica 10 siendo controlado por esta.

5 En la forma de realización según la figura 2, un capacitor  $C_3$  y/o  $C_4$  forma junto a la inductividad del transformador 13, especialmente con el devanado primario  $L_1$  de este, un circuito oscilante. Pero la inductividad también puede estar formada por una bobina adicional. En esta forma de realización, convenientemente, dos transistores  $T_1$ ,  $T_2$  trabajan, por ejemplo, en contrafase, para generar una tensión alterna en el lado primario, en el devanado primario  $L_1$  del transformador 13. La tensión alterna transformada al lado secundario del transistor 13 a su vez se rectifica y está disponible como tensión de salida  $U_A$  (tensión continua, CC). Para ello, los transistores  $T_1$  y  $T_2$  están conectados de manera no representada en detalle, dentro de un circuito de transistor 20, con otros componentes (resistencias, capacitores), de tal forma que por ejemplo siempre uno de los dos está puesto en estado de conducción, mientras el otro transistor bloquea, y viceversa.

15 La invención no se limita a los ejemplos de realización descritos anteriormente. Más bien, el experto también puede deducir de estos otras variantes de la invención sin abandonar el objeto de la invención. Especialmente, todas las características individuales descritas en relación con los ejemplos de realización también pueden combinarse entre sí de otra manera sin abandonar el objeto de la invención.

Lista de signos de referencia

20	1	Conmutador / conmutador de protección electrónico
	2	Transistor de potencia / MOSFET
	3	Circuito amperimétrico
	4	Sensor de corriente / shunt
25	5	Conexión de tensión de servicio
	6a	Conexión de carga (positiva)
	6b	Conexión de carga (negativa)
	7	Carga
	8	Dispositivo de control / de regulación
30	9	Amplificador de operación
	10	Electrónica
	11	Sistema de bus
	12	Circuito convertidor
	13	Transformador
35	14	Circuito primario
	15	Circuito secundario
	16	Rectificador / diodo
	17	Toma
	18	Circuito de rectificación / de aplanamiento
40	19	Transistor / transistor de potencia
	20	Controlador / PWM
	21	Circuito de transistor
	$C_N$	Capacitor ( $n = 1, 2, 3, 4$ )
45	D	Drenaje
	G	Puerto
	GND	Tierra
	$I_L$	Corriente de carga
	$L_1$	Devanado primario
50	$L_2$	Devanado secundario
	$R_{1,2}$	Resistencia óhmica
	S	Fuente
	$S_{IL}$	Valor / señal de medición
	$S_R$	Valor de referencia
55	$U_E$	Tensión de entrada
	$U_A$	Tensión de salida
	$U_B$	Tensión de servicio

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Conmutador electrónico (1) para conmutar una carga (7), con un circuito amperimétrico (3) que discurre entre una conexión de tensión de servicio (5) y una conexión de carga (6a) y en el que están conectados un transistor de potencia (2) y un sensor de corriente (4) que detecta la corriente de carga ( $I_L$ ), así como con un dispositivo de control o de regulación (8, 9) que excita el transistor de potencia (2) en función de la corriente de carga ( $I_L$ ), caracterizado porque el dispositivo de control o de regulación (8, 9) está conectado en el circuito secundario (15) de un circuito convertidor (12) con un transformador (13), cuyo circuito primario (14) está unido a la conexión de tensión continua (5) a través de una disposición de conmutador (19, 20) controlada.
- 10 2. Conmutador electrónico (1) según la reivindicación 1, caracterizado porque el dispositivo de control o de regulación (8) presenta un amplificador operacional (9) que está conectado por el lado de salida a la entrada de control (G) del transistor de potencia (2) y al que, para su alimentación, se conduce la tensión de salida ( $U_A$ ) del circuito convertidor (12).
- 15 3. Conmutador electrónico (1) según la reivindicación 2, caracterizado porque el amplificador operacional (9) excita el conmutador de potencia (2) en función de una desviación de la corriente de carga ( $I_L$ ) de un valor de referencia ( $S_R$ ).
- 20 4. Conmutador electrónico (1) según la reivindicación 3, caracterizado porque una de las entradas de comparador del amplificador operacional (9) está conectada a una toma (17), que forma el valor de referencia ( $S_R$ ), de un divisor de tensión ( $R_1, R_2$ ) conectado en el circuito secundario (15) del circuito convertidor (12).
- 25 5. Conmutador electrónico (1) según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque está prevista una electrónica de control (10) conectada en el circuito primario (14) del circuito convertidor (12), para realizar funciones de conmutador de protección, especialmente para la limitación de corriente, y/o para la excitación de la disposición de conmutador (19, 21) del circuito convertidor (12).
- 30 6. Conmutador electrónico (1) según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque en el circuito primario (14) del conmutador convertidor (12), para la regulación de la tensión de salida ( $U_A$ ) de este, y/o al devanado primario (14) del transformador (13) del circuito convertidor (12) está conectado un diodo (D).
- 35 7. Conmutador electrónico (1) según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque en el circuito primario (14) del circuito convertidor (12) están conectados dos transistores ( $T_1, T_2$ ) que trabajan en el devanado primario ( $L_1$ ) del transformador (13).
- 40 8. Conmutador electrónico (1) según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque el conmutador convertidor (12) trabaja según el principio de convertidor de bloqueo, de resonancia o de flujo.
- 45 9. Conmutador electrónico (1) según una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado porque el conmutador convertidor (12) está realizado de forma autocontrolada.
10. Conmutador electrónico (1) según una de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado porque en el circuito primario (14) del conmutador convertidor (12) está conectado un capacitor ( $C_4$ ) para formar un circuito oscilante, especialmente junto con una inductividad de transformador (en el lado primario).

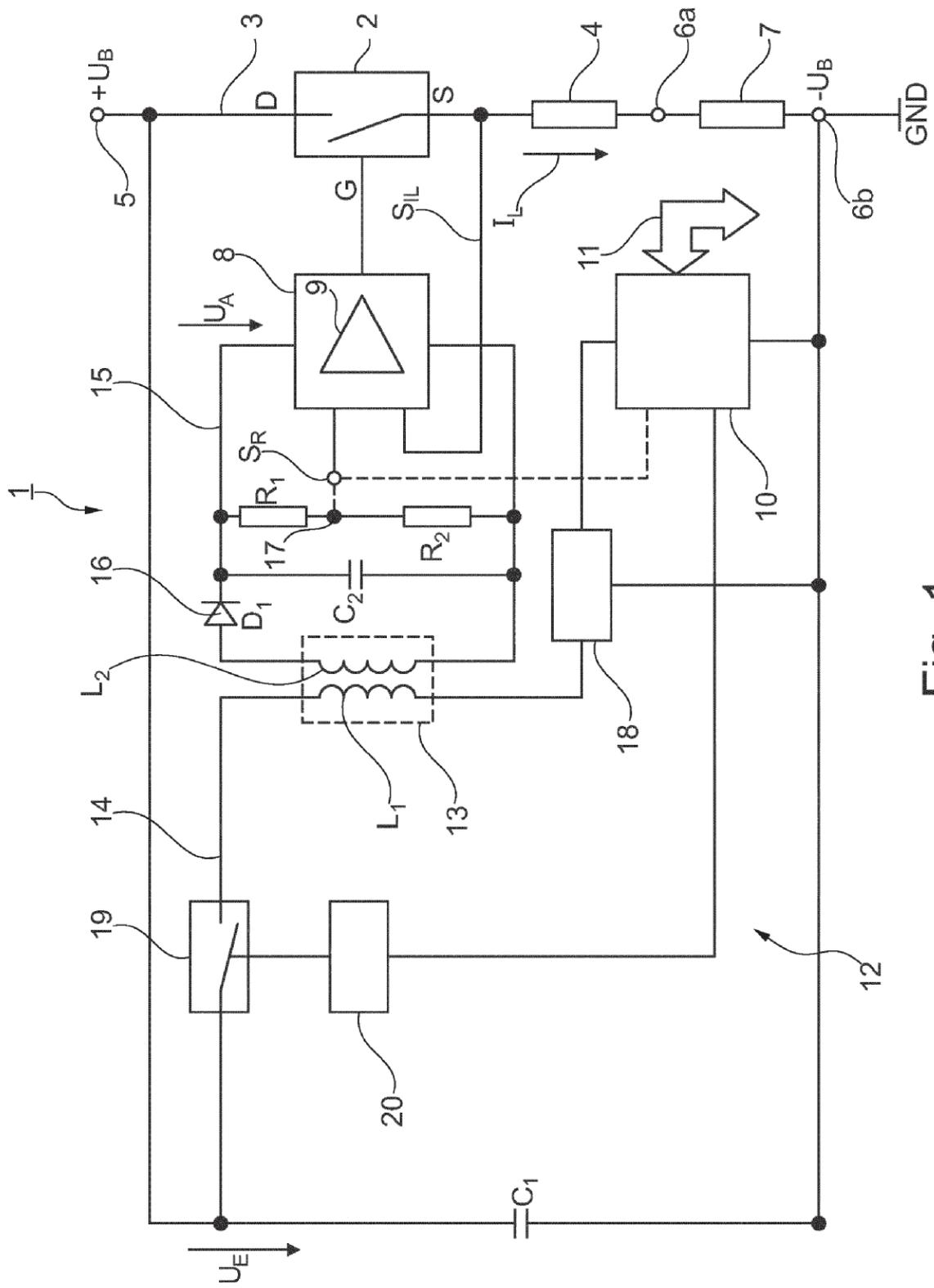


Fig. 1

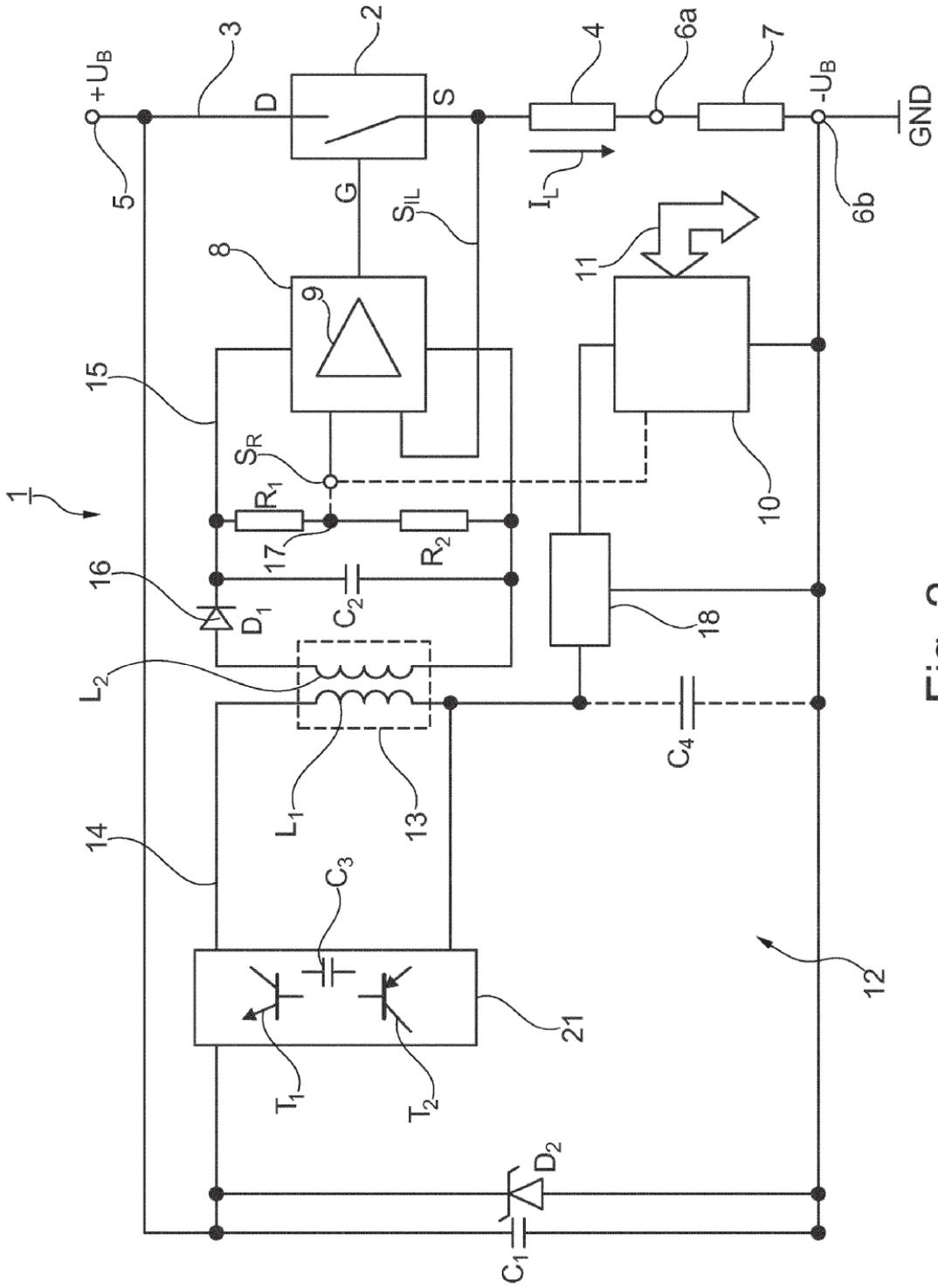


Fig. 2