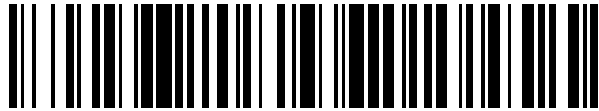


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 574 989**

51 Int. Cl.:

H01H 47/22 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.01.2010 E 10732059 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.04.2016 EP 2387790**

54 Título: **Un sistema para el control con precisión de las características funcionales de un relé**

30 Prioridad:

15.01.2009 US 354704

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
23.06.2016

73 Titular/es:

**LEACH INTERNATIONAL CORPORATION
(100.0%)
6900 Orangethorpe Avenue, P.O.Box 5032
Buena Park, CA 90622-5032, US**

72 Inventor/es:

**CRITCHLEY, MALCOLM J. y
TSAO, YEN-KUEI**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 574 989 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

Un sistema para el control con precisión de las características funcionales de un relé

5 **Antecedentes de la invención**

La presente invención se refiere en general a un sistema para el control con precisión de las características funcionales de un relé. Más específicamente, la presente invención se refiere a un sistema para proporcionar una corriente constante a un relé a pesar de las variaciones en la tensión de alimentación y la temperatura.

10 Los relés generalmente funcionan bajo condiciones que no requieren tiempos de precisión. En algunas aplicaciones, sin embargo, puede ser necesario un control preciso de las características funcionales de un relé. Las características funcionales importantes de un relé incluyen la tensión de funcionamiento, la tensión de liberación, el tiempo de funcionamiento, y el tiempo de liberación. Para un relé que tenga contactos normalmente abiertos, la tensión de funcionamiento es la mínima tensión de bobina del relé requerida para efectuar el cierre de los contactos del relé a continuación de la aplicación de dicha tensión de funcionamiento. La tensión de liberación es la máxima tensión de bobina del relé que provoca que los contactos del relé permanezcan cerrados antes de que los contactos habrán cuando dicha tensión se disminuye o retira. El tiempo de funcionamiento es el tiempo transcurrido desde una aplicación de tensión a la bobina del relé hasta que los contactos cierran. El tiempo de liberación es el tiempo transcurrido desde la retirada de la tensión a la bobina del relé hasta que los contactos abren.

25 El funcionamiento de un relé electromagnético está controlado por propiedades físicas tales como la masa de las partes móviles, las fuerzas de fricción entre componentes, las ventajas mecánicas del diseño y las fuerzas magnéticas generadas por el motor del relé o solenoide que mueve una masa móvil para cerrar los contactos. La masa de las partes móviles, el componente de las fuerzas de fricción y las ventajas mecánicas requeridas para proporcionar el requisito de fuerza de contacto no cambian generalmente con la temperatura. Las fuerzas magnéticas generadas por el motor del relé o solenoide son directamente proporcionales al número de vueltas de devanado de la bobina y la corriente que fluye a través de esas vueltas. El número de vueltas de la bobina es fijo pero la resistencia del material del devanado de la bobina, y por ello la corriente de la bobina, varía con la temperatura de acuerdo con el coeficiente de temperatura de la resistencia del material del devanado.

35 Las características funcionales de un relé dependen grandemente de la corriente de la bobina, que varía de acuerdo con la resistencia de la bobina. Por lo tanto, variaciones en la temperatura pueden provocar cambios sustanciales en las características funcionales de los relés y también presentan desafíos significativos en su diseño.

40 El documento EP 1 840 922 A1 desvela un circuito de relé controlado que comprende un relé, en el que el relé comprende una pluralidad de fases funcionales, incluyendo la fase de conmutación y una fase de mantenimiento; y un circuito de control del relé. El documento US 2006/0139839 A1 desvela un circuito de accionamiento del relé que comprende un circuito de fuente de alimentación, un circuito de energización inicial y un circuito de baja energización de mantenimiento. El documento WO 01/13395 A1 muestra otra disposición más de un circuito para el funcionamiento de un relé.

Sumario de la invención

45 Aspectos de la invención se refieren a un sistema para el control con precisión de las características funcionales de un relé. En una realización, la invención se refiere a un relé que tiene unas características de rendimiento que varían con una temperatura del relé, en la que el relé comprende una pluralidad de fases funcionales que incluyen una fase de conmutación, y un circuito de control del relé configurado para proporcionar una corriente preseleccionada al relé al menos durante la fase de conmutación, en el que la corriente preseleccionada permanece sustancialmente constante a pesar de un cambio en la temperatura del relé, y en la que el relé se configura para transitar desde una posición no activada a una posición activada durante la fase de conmutación.

55 En otra realización, la invención se refiere a un circuito de relé controlado con precisión que incluye un relé que tiene unas características de rendimiento que varían con una temperatura del relé, en la que el relé comprende una pluralidad de fases funcionales que incluyen una fase de conmutación, un circuito de control del relé configurado para proporcionar una corriente preseleccionada al relé al menos durante la fase de conmutación, y una fuente de tensión configurada para proporcionar una tensión al circuito de control del relé, variando la tensión desde una tensión mínima a una tensión máxima, en la que la corriente preseleccionada permanece sustancialmente constante a pesar de un cambio en la tensión proporcionada al circuito de control del relé, y en la que el relé se configura para transitar desde una posición no activada a una posición activada durante la fase de conmutación.

Breve descripción de los dibujos

65 La FIG. 1 es un diagrama de bloques esquemático de un sistema de control de potencia que incluye un relé controlado mediante un circuito de control del relé de acuerdo con una realización de la presente invención.

La FIG. 2 es un diagrama de bloques esquemático de un circuito de control del relé conectado con un relé de

acuerdo con una realización de la presente invención.

La FIG. 3 es un diagrama esquemático de un circuito de control del relé simulado conectado con un relé de acuerdo con una realización de la presente invención.

5 La FIG. 4 es un gráfico de la tensión de alimentación y corriente de bobina respecto al tiempo para el circuito de control del relé simulado de la FIG. 3.

La FIG. 5 es un gráfico de la tensión de bobina y corriente de bobina respecto al tiempo para el circuito de control del relé simulado de la FIG. 3.

La FIG. 6 es un diagrama esquemático de un circuito de control del relé, conectado a un relé, que tiene un circuito de control externo de acuerdo con una realización de la presente invención.

10 La FIG. 7 es un diagrama esquemático de un circuito de control del relé simulado, conectado con un relé, que tiene un control externo de acuerdo con una realización de la presente invención.

La FIG. 8 es un diagrama de bloques esquemático de un circuito de control del relé conectado con un relé de acuerdo con otra realización de la presente invención.

15 La FIG. 9 es una tabla que ilustra los efectos de las variaciones de temperatura sobre las características funcionales de un relé convencional no compensado.

La FIG. 10 es una tabla que ilustra los efectos de las variaciones de temperatura sobre las características funcionales de un relé controlado mediante un circuito de control del relé de acuerdo con una realización de la presente invención.

20 **Descripción detallada de la invención**

Las variaciones en la temperatura ambiente y tensión de alimentación pueden dar como resultado cambios sustanciales en los parámetros de funcionamiento de un relé, especialmente la corriente de la bobina. El material estándar del devanado de una bobina de relé es hilo magnético de cobre. Para un intervalo de temperatura de 25 -55 °C a 85 °C, correspondientes a un cambio de temperatura de 130 °C, el cambio en la resistencia provocada por la temperatura puede ser tan alto como un 60 %. Un relé de 28 V de corriente continua (Vcc) típico puede tener un intervalo de tensión de funcionamiento que varía desde 18 voltios de CC a 32 voltios de CC (o hasta 40 Vcc a corto plazo). Esto da como resultado un intervalo de tensión máxima de hasta 22 Vcc (40 Vcc menos 18 Vcc) o un cambio total de aproximadamente el 50 %. La combinación de variaciones de temperatura y tensión, consideradas acumulativamente, frecuentemente cambian por lo tanto las condiciones de funcionamiento o características en más del 100 %. Por ello, los circuitos de relé típicos generalmente deben adaptarse a una amplia variedad de condiciones de funcionamiento que obligan frecuentemente a compromisos no deseables en su diseño.

35 Para ilustrar dichas variaciones en la temperatura y los cambios resultantes en la corriente de la bobina, se analiza el funcionamiento de un relé de 28 voltios típico que requiere aproximadamente 2 vatios de potencia para cambiar la posición de sus contactos. La Tabla 1 ilustra las características funcionales de un relé de 28 voltios convencional accionado aproximadamente a 32 voltios sobre un intervalo de temperaturas.

Tabla 1

Temperatura de la bobina	-40 °C	25 °C	+85 °C
Tensión nominal (bobina)	28	28	28
Potencia nominal (bobina)	2	2	2
Resistencia de la bobina a 25 °C	290	290	290
Tolerancia (-5 %)	275	275	275
Resistencia real	275	275	275
Temperatura nominal	25	25	25
Temperatura de trabajo	-40	0	85
Intervalo de temperatura	-65	0	60
Resistencia a la temperatura	191	275	353
Caída de diodo	0,7	0,7	0,7
Tensión de la bobina	32,2	32,2	32,2
Tensión real	31,5	31,5	31,5
Corriente de la bobina (A)	0,165	0,114	0,089

40 En la Tabla 1, se muestran las características del relé en tres puntos de temperatura que incluyen -40 °C, 25 °C, y 85 °C. También, en la Tabla 1, la tensión real aplicada a la bobina es de aproximadamente 32 voltios. La última fila ilustra la corriente de la bobina en los tres puntos de temperatura. La Tabla 2 ilustra las características funcionales del relé de 28 voltios convencional accionado a aproximadamente 18 voltios sobre un intervalo de temperaturas.

45

Tabla 2

Temperatura de la bobina	-40 °C	25 °C	+85 °C
Tensión nominal (bobina)	28	28	28
Potencia nominal (bobina)	2	2	2
Resistencia de la bobina a 25 °C	290	290	290
Tolerancia (+5 %)	304	304	304
Resistencia real	304	304	304
Temperatura nominal	25	25	25
Temperatura de trabajo	-40	0	85
Intervalo de temperatura	-65	0	60
Resistencia a la temperatura	211	304	390
Caída de diodo	0,7	0,7	0,7
Tensión de la bobina	18	18	18
Tensión real	17,3	17,3	17,3
Corriente de la bobina (A)	0,082	0,057	0,044

En la Tabla 2, la tensión real aplicada a la bobina es de aproximadamente 17 voltios. También se representan las características del relé en los mismos puntos de temperatura de -40 °C, 25 °C, y 85 °C que en la Tabla 1. También, en la Tabla 2, la corriente de bobina más pequeña se halla a 85 °C y es de 0,044 amperios (A). En la Tabla 1, la corriente de bobina mayor se encuentra a -40 °C y es de 0,165 A. La relación de la corriente de bobina mayor a la corriente de bobina más pequeña es de 3,75. Por ello, los datos empíricos representados en la Tabla 1 y Tabla 2 ilustran una variación de corriente máxima del 375 % a través de un intervalo de tensión de 18 a 32 voltios y un intervalo de temperatura de -40 °C a 85 °C.

Volviendo ahora a los dibujos, realizaciones de los circuitos de control del relé controlan con precisión la corriente proporcionada a un relé a pesar de cambios en la tensión y temperatura. En muchas realizaciones, los circuitos de control del relé proporcionan una corriente constante a pesar de cambios en tensión y temperatura. En varias realizaciones, los circuitos de control del relé incluyen un regulador de tensión lineal ajustable y una resistencia de control para proporcionar la corriente constante. En otras realizaciones, pueden usarse otros componentes del circuito para proporcionar la corriente constante.

En una realización, los circuitos de control del relé y los relés controlados se usan para controlar la distribución de potencia en un sistema eléctrico de un avión. La potencia puede distribuirse usando varios sistemas de CC o CA (mono, bi o trifásica) o combinaciones de los mismos. En un cierto número de realizaciones, el relé tiene un interruptor en carga que conmuta una fuente de alimentación de CC. En varias realizaciones, las fuentes de alimentación de CC funcionan a 28 voltios, 26 voltios o 270 voltios. En una realización, las fuentes de alimentación en CC funcionan en un intervalo de 11 a 28 voltios. En otras realizaciones, los relés incluyen tres interruptores en carga que conmutan fuentes de alimentación de CA. En una realización, la fuente de alimentación de CA funciona a 115 voltios y a una frecuencia de 400 hercios. En otras realizaciones, los relés controlados por los circuitos de control del relé tienen un único interruptor en carga que puede conmutar una fuente de la alimentación de CC o una única fase de una fuente de alimentación de CA. En otras realizaciones, las fuentes de alimentación funcionan a otras tensiones y otras frecuencias. En una realización, las fuentes de alimentación de CC pueden incluir baterías, unidades de alimentación auxiliar y/o fuentes de alimentación de CC externas. En una realización, las fuentes de alimentación de CA incluyen generadores, turbinas de aire de impacto y/o fuentes de alimentación de CA externas.

La FIG. 1 es un diagrama de bloques esquemático de un sistema de control de potencia 100 que incluye un relé 104 controlado por un circuito de control del relé 102 de acuerdo con una realización de la presente invención. El circuito de control del relé 102 y el relé 104 pueden formar de modo efectivo un circuito de relé controlado con precisión 110 que resiste y contrarresta cambios en factores variables que afectan al funcionamiento del relé, tales como cambios en la tensión de alimentación o temperatura ambiente. El relé 104 se conecta al circuito de control del relé 102, a una fuente de alimentación 106, y a una carga 108. En el funcionamiento, el relé 104 controla la circulación de la corriente entre la fuente de alimentación 106 y la carga 108 basándose en señales de control recibidas desde el circuito de control del relé 102. En una realización, la fuente de alimentación 106 es una fuente usada comúnmente en un avión. En dichos casos, la carga es una carga del avión tal como, por ejemplo, la iluminación del avión y/o los sistemas de calefacción y refrigeración del avión.

La FIG. 2 es un diagrama de bloques esquemático de un circuito de control del relé 202 y un relé 204 de acuerdo con una realización de la presente invención. El circuito de control del relé 202 se conecta al relé 204 y forma de modo efectivo un circuito de relé controlado con precisión 210. El circuito de control del relé 202 incluye un regulador de tensión lineal ajustable 214 que tiene una entrada de ajuste 215 y un terminal de salida 217 conectado a una resistencia de control 216. El regulador ajustable 214 se conecta a una fuente de alimentación 212. La resistencia de

control 216 se conecta al relé 204 en un nodo. El nodo que conecta el relé 204 y la resistencia 216 está conectado también a la entrada de ajuste 215 del regulador de tensión ajustable 214.

5 En funcionamiento, el regulador de tensión lineal ajustable 214 mantiene una tensión relativamente constante a través del terminal de salida 217 y la entrada de ajuste 215. Al colocar una resistencia de control 216 a través del terminal de salida 217 y el terminal de entrada de ajuste 215, el regulador de tensión ajustable actúa para proporcionar una corriente constante, y por lo tanto una caída de tensión constante, a través de la resistencia de control 216. En dicho caso, cuando la resistencia del relé 204 varía de acuerdo con los cambios en la temperatura o la tensión aplicada, el regulador de tensión ajustable actúa para compensar esos cambios de modo que se proporcione una corriente constante a pesar de la variación.

15 En una realización, el regulador de tensión ajustable es un regulador de tensión ajustable positivo LM117 fabricado por Linear Technology Corporation of Milpitas, California. En dicho caso, el regulador intenta mantener una tensión de referencia constante de 1,25 voltios a través del terminal de salida y del terminal de entrada ajustable. En este caso, se proporciona una corriente constante de aproximadamente 0,1 A al relé 204, cuando el regulador de tensión 214 está conectado. Cuando la resistencia de los devanados de la bobina del relé 204 cambia en respuesta a un cambio en la temperatura, el regulador de tensión ajustable ajusta la tensión proporcionada en su terminal de salida 217 para mantener la corriente constante de aproximadamente 0,1 A. Por ejemplo, cuando la temperatura se incrementa, la resistencia de la bobina del relé 204 también se incrementa. En dicho caso, el regulador de tensión 20 214 debe incrementar la tensión en el terminal de salida 217 para mantener la corriente constante y la tensión de referencia a través de la resistencia de control 216.

25 El uso de un regulador de tensión lineal ajustable proporciona beneficios no solo en el mantenimiento de una corriente constante en la bobina del relé, sino también en soportar las oscilaciones en la tensión de conmutación suministrada al relé. Por ejemplo, el regulador de tensión es generalmente capaz de aceptar un amplio intervalo de oscilaciones en la tensión de entrada proporcionada siempre que dicha tensión de entrada sea mayor que la de la tensión de salida del regulador en al menos una caída de tensión. La caída de tensión es generalmente una característica del regulador.

30 En la realización ilustrada, la resistencia de control es de 12 ohmios. En otras realizaciones, la resistencia de control puede tomar otros valores. En un cierto número de realizaciones, la resistencia de control tiene una muy baja tolerancia para minimizar la variación en la corriente que circula a través de la resistencia.

35 En otras realizaciones, pueden usarse otros circuitos capaces de proporcionar una corriente constante para controlar el relé. En algunas realizaciones, los otros circuitos de control del relé pueden tolerar amplias oscilaciones de tensión en tanto proporcionan la corriente constante.

40 La FIG. 3 es un diagrama esquemático de un circuito de relé simulado 310 de acuerdo con una realización de la presente invención. El circuito de relé simulado 310 se usa para examinar las características funcionales de un circuito de relé en particular e incluye un circuito de control del relé simulado 302 conectado con un relé simulado 304 que se conecta a un circuito de supresión de transitorios 318. El circuito de control del relé simulado 302 incluye una fuente de tensión de CA 312 conectada a un regulador de tensión ajustable 314 que tiene un terminal de salida y un terminal de ajuste. Se conectan una resistencia 316 y un condensador 320 en paralelo a través del terminal de salida y el terminal de ajuste del regulador 314. Un segundo condensador 322 conecta el terminal de ajuste a una tierra 323. La tierra 323 se conecta también a la fuente de tensión 312.

50 El relé simulado 304 incluye una resistencia R2 conectada al terminal de ajuste del regulador 314 y a la tierra 323 a través de un inductor/bobina L1. El inductor L1 se conecta en paralelo mediante un tercer condensador C3. El relé simulado 304 incluye también una resistencia R4 conectada al terminal de ajuste del regulador 314 y a la tierra 323. La combinación de R2, L1, C3 y R4 proporciona las características eléctricas de un relé típico.

55 El circuito de supresión de transitorios 318 incluye un diodo 324 conectado en serie con dos diodos zener (326, 328). El cátodo del diodo zener 328 se conecta a tierra 323. Los diodos zener 326 y 328 están orientados en la misma dirección de modo que el cátodo del zener 326 se conecta al ánodo del zener 328. El diodo 324 y el zener 326 se conectan en una configuración en oposición de modo que el ánodo del diodo 324 se conecta al ánodo del diodo zener 326. El cátodo del diodo 324 se conecta al terminal de ajuste del regulador 314. El circuito de supresión de transitorios 318 maneja los picos de tensión polarizada inversa con los diodos zener y descarga de modo efectivo el relé simulado 304. Más específicamente, el circuito de supresión de transitorios 318 puede descargar la energía almacenada en la bobina L1.

60 En funcionamiento, la fuente de tensión de CA 312 proporciona una señal de tensión de 32 voltios después de un retardo de 10 milisegundos (ms). La señal de tensión se proporciona de ese modo con un tiempo de elevación de 10 ms y un tiempo de caída de 10 ms. En otras realizaciones, la fuente de tensión de CA puede proporcionar una señal de tensión a otro nivel de tensión y con otras características de tiempos.

65

La FIG. 4 es un gráfico de la tensión de alimentación 410 y una corriente de bobina 408 respecto al tiempo 406 para el circuito de control del relé simulado de la FIG. 3. La corriente de bobina 408 es el resultado de la tensión de alimentación aplicada 410. Una escala de tensión 402 y una escala de corriente 404 representan la magnitud de la tensión de alimentación y la corriente de la bobina, respectivamente. Una línea horizontal discontinua 412 indica la magnitud de la corriente de la bobina a la que los contactos del relé cierran, o cambian en otra forma de posición (por ejemplo, para un relé normalmente cerrado). El tiempo de funcionamiento se ilustra como el tiempo de elevación en la tensión de alimentación 410, o el tiempo desde cuando la tensión de alimentación 410 está a 0 voltios al tiempo en el que la tensión de alimentación 410 está en la línea de "contactos cerrados" 412, a aproximadamente 23 voltios. El tiempo de liberación puede observarse también como el tiempo de caída en la tensión de alimentación 410, en el que el tiempo de caída es el tiempo que se inicia desde la retirada de la tensión de alimentación 410 al punto en el que los contactos están abiertos (por ejemplo, justamente por debajo de la línea horizontal de contactos cerrados en la parte de caída de la tensión de alimentación 410).

En los ensayos de simulación de la realización descrita en la FIG. 3, el tiempo de funcionamiento no cambió a pesar de las variaciones en la alimentación de tensión a lo largo de un intervalo de 18 a 40 Vcc. De modo similar, el tiempo de liberación no cambió a pesar de la variación en la alimentación de tensión variable desde 18 a 40 Vcc. En un ensayo de simulación adicional de la realización descrita en la FIG. 3, el tiempo de funcionamiento permaneció sin cambios a pesar de variaciones en la temperatura de la bobina del relé. De modo similar, el tiempo de liberación permaneció sin cambios a pesar de variaciones en la temperatura de la bobina del relé. De modo efectivo, los ensayos de simulación muestran que las características funcionales del relé simulado controlado con precisión permanecen sustancialmente sin cambios a pesar de variaciones tanto en la temperatura como en la tensión aplicada al relé.

En un cierto número de realizaciones, las características de rendimiento del relé pueden clasificarse en múltiples fases funcionales. En algunas realizaciones, por ejemplo, puede definirse una fase de conmutación como la fase en la que el relé transita desde un estado no energizado a un estado energizado. En una realización, la fase de conmutación es un periodo de tiempo que corresponde al tiempo de funcionamiento. En otra realización, una fase de mantenimiento del relé puede definirse como la fase en la que el relé mantiene el estado energizado. El estado no energizado, tal como se usa en el presente documento, significa al estado del relé cuando se ha aplicado poca o ninguna tensión a la bobina del relé. El estado energizado, tal como se usa en el presente documento, significa el estado conmutado del relé después de que se haya aplicado una tensión de conmutación, suficiente para efectuar un cambio en la posición de los contactos del relé, al relé.

La FIG. 5 es un gráfico de una tensión de bobina típica 510 y una corriente de bobina 508 respecto al tiempo 506 para el circuito de control del relé simulado de la FIG. 3. Una escala de tensión 502 y una escala de corriente 504 representan la magnitud de la tensión de la bobina y corriente de bobina, respectivamente. Una línea horizontal discontinua 512 indica la magnitud de la corriente de la bobina 508 a la que los contactos del relé cierran, o conmutan en otra forma.

La FIG. 6 es un diagrama esquemático de un circuito de control del relé 602 que tiene un circuito de control externo 620 de acuerdo con una realización de la presente invención. El circuito de control del relé 602 incluye un regulador de tensión lineal ajustable 614 que tiene una entrada de ajuste 615 y un terminal de salida 617 conectado a una resistencia de control 616. El regulador ajustable puede mantener una tensión constante a pesar de variaciones en la tensión de entrada. El regulador ajustable 614 se conecta también a una fuente de alimentación 612. La resistencia de control 616 se conecta al relé 604 en un nodo. El nodo de conexión del relé 604 y la resistencia 616 se conecta también a la entrada de ajuste 615 del regulador de tensión ajustable 614 a través de un diodo 618. El ánodo del diodo 618 se conecta a la entrada de ajuste 615 del regulador de tensión 614. El cátodo del diodo 618 se conecta al relé 604.

Se conecta un circuito de control externo 620 a la entrada de ajuste 615 del regulador de tensión lineal 614. En la realización ilustrada en la FIG. 6, el circuito de control externo 620 se muestra como un interruptor simple de una posición. En otras realizaciones, el circuito de control externo 620 puede incluir otras formas de control y circuitos de procesamiento conectados a un dispositivo de conmutación. Los circuitos de control externo 620 pueden permitir un control remoto del circuito de control del relé 602. En la realización ilustrada en la FIG. 6, los circuitos de control externo se configuran para llevar la entrada de control del regulador a tierra. En dicho caso, el regulador 614 se inhabilita y el relé se desenergiza. En un cierto número de realizaciones, los circuitos de control externo 620 permiten una anulación del relé independientemente del estado de la corriente del regulador de tensión 614. En algunas realizaciones, el circuito de control externo inhabilita de forma efectiva el relé 604.

En funcionamiento, el circuito de control del relé 602 puede de otra manera funcionar en la forma descrita para la realización de la FIG. 2.

La FIG. 7 es un diagrama esquemático de un circuito de control del relé simulado que tiene un circuito de control externo de acuerdo con una realización de la presente invención. El circuito de control externo incluye una fuente de tensión V2 que controla un transistor Q1 para el accionamiento del terminal de ajuste del regulador de tensión U1 a tierra. En otros aspectos, la realización de la FIG. 7 puede funcionar como el circuito de control del relé simulado

descrito por la FIG. 3.

La FIG. 8 es un diagrama de bloques esquemático de un circuito de control del relé 800 conectado con un relé 802 de acuerdo con otra realización de la presente invención. El circuito de control del relé 800 incluye un interruptor MOSFET 804 de potencia para controlar la circulación de corriente al relé 802, una resistencia de control 806 para proporcionar una corriente constante, un regulador de tensión lineal 808 para proporcionar una tensión constante, circuitos previos al regulador 810 para acondicionar la tensión de alimentación para un regulador 808, y circuitos de control 812 para el control del interruptor MOSFET 804 para conectar y desconectar la corriente constante al relé 800.

El terminal de drenaje del interruptor MOSFET 804 se conecta al relé 802. El terminal de fuente del interruptor 804 se conecta a la resistencia de control 806 y a una entrada de ajuste, "ADJ", del regulador de tensión lineal 808. La resistencia de control 806 se conecta a un terminal "OUT" del regulador de tensión 808. Un terminal "IN" del regulador de tensión 808 se conecta a los circuitos previos al regulador 810. Los circuitos previos al regulador 810 se conectan a una fuente de tensión 811. La fuente de tensión 811 se conecta también a los circuitos de control 812. Los circuitos de control 812 se conectan mediante los circuitos de fuente de señal a la puerta del interruptor MOSFET 804. Un circuito RC conecta la puerta del interruptor MOSFET 804 a la fuente. En varias realizaciones, el interruptor MOSFET 804 es un MOSFET de canal P de potencia.

En funcionamiento, los circuitos de control 812 controlan el interruptor MOSFET 804 por medio de la fuente de señal. Cuando la fuente de señal se lleva a tierra, la tensión de puerta del conmutador 804 se convierte en una fracción de la tensión en el terminal de fuente. La fracción puede depender de los valores de resistencia en el divisor de tensión ilustrado. En la realización ilustrada en la FIG. 8, la tensión de puerta puede ser un sexto de la tensión de fuente cuando la fuente de señal se ha llevado a tierra. En una realización, la tensión del terminal de fuente es aproximadamente 12 voltios. En dicho caso, la tensión de puerta es de aproximadamente 2 voltios y la tensión $-V_{GS}$ es mayor que la tensión de umbral para conexión (por ejemplo, aproximadamente 4 voltios). En dicho caso, el interruptor MOSFET 804 se conecta y se proporciona una corriente constante al relé 802. Cuando la fuente de señal se lleva a la tensión de alimentación en lugar de a tierra, la puerta es llevada a una tensión más alta y $-V_{GS}$ ya no es mayor que el umbral. En dicho caso, el interruptor MOSFET se desconecta y se suministra poca o ninguna corriente al relé. En otras realizaciones, el regulador de tensión 808 puede controlarse mediante la conmutación del terminal ADJ a tierra.

Los circuitos previos al regulador 810 acondicionan la tensión proporcionada al regulador de tensión, en algunas realizaciones, los circuitos previos al regulador incluyen circuitos de supresión de transitorios que suprimen transitorios, tales como picos en la tensión de alimentación.

En una realización, el regulador de tensión ajustable es un regulador de tensión ajustable positivo LM317 fabricado por Linear Technology Corporation of Milpitas, California. En la realización ilustrada, la resistencia de control tiene una resistencia de 9,1 ohmios. En otras realizaciones, la resistencia de control puede tener un valor de resistencia que sea mayor de o menor de 9,1 ohmios. En una realización, el interruptor MOSFET es un MOSFET de potencia de canal P IRFR5410 fabricado por International Rectifier Corporation de El Segundo, California. En una realización, el relé 802 controla el flujo de alimentación entre una fuente de alimentación secundaria y un bus primario en el avión. En dicho caso, el relé puede tener que reaccionar a una pérdida brusca de potencia en una corta cantidad de tiempo. En este caso, el circuito de relé controlado con precisión, al ser virtualmente resistente a variaciones en la temperatura y la tensión, puede reaccionar rápidamente para conmutar a la alimentación auxiliar al bus primario del avión. En otras realizaciones, el circuito de control del relé se usa para conmutar la alimentación entre otras fuentes de alimentación y buses, o entre otros componentes de los sistemas de alimentación.

La FIG. 9 es una tabla que ilustra los efectos de las variaciones de temperatura sobre las características funcionales de un relé convencional o no compensado. Los datos mostrados en la FIG. 9 se basan en un relé que no está controlado por un circuito de control del relé capaz de suministrar una corriente constante, y por ello está efectivamente sin compensar. Las primeras dos filas demuestran el efecto general de la temperatura sobre las características o parámetros funcionales del relé particular sin compensar. Por ejemplo, si la temperatura se incrementa, como se representa en la segunda fila (fila dos) desde la parte superior de la tabla, la resistencia del relé se incrementa, la corriente del relé baja, la tensión de funcionamiento sube, la tensión de liberación sube, el tiempo de funcionamiento sube y el tiempo de liberación sube. Sin embargo, si la temperatura disminuye, tal como se representa en la fila tres, la resistencia del relé baja, la corriente del relé sube, la tensión de funcionamiento baja, la tensión de liberación baja, el tiempo de funcionamiento baja y el tiempo de liberación baja.

Cuando la temperatura varía desde +25 °C a +85 °C (fila cinco), la resistencia del relé varía aproximadamente el 20 por ciento, la corriente del relé varía aproximadamente el 20 por ciento, la tensión de funcionamiento varía aproximadamente el 20 por ciento, la tensión de liberación varía aproximadamente el 20 por ciento, el tiempo de funcionamiento varía aproximadamente el 20 por ciento y el tiempo de liberación varía aproximadamente el 20 por ciento. De modo similar, cuando la temperatura varía desde +25 °C a -55 °C (fila seis), la resistencia del relé varía aproximadamente en el 30 por ciento, la corriente del relé varía aproximadamente el 30 por ciento, la tensión de funcionamiento varía aproximadamente el 30 por ciento, la tensión de liberación varía aproximadamente el 30 por

ciento, el tiempo de funcionamiento varía aproximadamente el 30 por ciento y el tiempo de liberación varía aproximadamente el 30 por ciento. En consecuencia, la tabla de la FIG. 9 confirma que hay una variación generalmente sustancial en el funcionamiento de un relé convencional con la temperatura.

- 5 En la tabla mostrada en la FIG. 9 para un relé no compensado, el tiempo de transición desde la apertura de los contactos del relé al cierre de los contactos del relé tiene lugar a aproximadamente el 70 % de la elevación de la corriente en la bobina del relé, en la que los contactos del relé se mueven durante aproximadamente el 7 % del tiempo de elevación de la corriente en la bobina antes de que se cierre el contacto.
- 10 La FIG. 10 es una tabla que ilustra los efectos de las variaciones de temperatura sobre las características funcionales de un relé controlado por un circuito de control del relé de acuerdo con una realización de la presente invención. A diferencia del relé no compensado de la FIG. 9, las características funcionales del relé controlado mediante un circuito de control de corriente constante varían en aproximadamente el 1 por ciento con las variaciones en la temperatura. El relé controlado a corriente constante puede por tanto soportar cambios en la temperatura de funcionamiento significativamente mejor que el relé convencional. En dicho caso, se consiguen ventajas significativas en los tiempos de rendimiento. En algunas realizaciones, el uso de relés controlados a corriente constante proporciona un consumo de potencia reducido dando como resultado un menor calor auto-generado y una vida más larga del relé.
- 15
- 20 Aunque la descripción anterior contiene muchas realizaciones específicas de la invención, estas no deberían interpretarse como limitaciones en el alcance de la invención, sino más bien como un ejemplo de una realización de la misma. En consecuencia, el alcance de la invención debería determinarse no por las realizaciones ilustradas, sino por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un circuito de relé controlado con precisión (110, 210, 310) que comprende:

5 un relé (104, 204, 304) que tiene características de rendimiento que varían con una temperatura del relé (104, 204, 304), en donde el relé comprende una pluralidad de fases funcionales que incluyen una fase de conmutación y una fase de mantenimiento; y un circuito de control del relé (102, 202, 302),
 10 en donde el relé (104, 204, 304) está configurado para transitar desde una posición no activada a una posición activada durante la fase de conmutación, y en donde el relé (104, 204, 304) está configurado para mantener la posición activada durante la fase de mantenimiento,
 15 **caracterizado por que** el circuito de control del relé (102, 202, 302) comprende un regulador de tensión lineal y una resistencia conectada al regulador de tensión lineal y en serie con el relé, estando configurado el regulador de tensión lineal para suministrar una corriente preseleccionada sustancialmente constante al relé al menos durante la fase de conmutación y la fase de mantenimiento a pesar de un cambio en la temperatura del relé (104, 204, 304).

2. El circuito de la reivindicación 1, que comprende además:

20 una fuente de tensión configurada para proporcionar una tensión al circuito de control del relé, variando la tensión desde una tensión mínima a una tensión máxima; en donde el regulador de tensión lineal está además configurado para suministrar la corriente preseleccionada sustancialmente constante a pesar de un cambio en la tensión proporcionada al circuito de control del relé.

3. El circuito de la reivindicación 1, en el que el regulador de tensión lineal está configurado para mantener una tensión sustancialmente constante a través de la resistencia a pesar del cambio en la temperatura del relé.

4. El circuito de la reivindicación 3, en el que el regulador de tensión lineal comprende:

30 una entrada acoplada a una fuente de tensión; y una entrada de ajuste acoplada al relé, en donde la entrada de ajuste está acoplada al relé usando un diodo, en donde el cátodo del diodo está acoplado al relé.

5. El circuito de la reivindicación 1, en el que el circuito de control del relé comprende un circuito de anulación configurado para controlar una circulación de corriente a un relé y para ser controlado por circuitos externos.

6. El circuito de la reivindicación 1, en el que el circuito de control del relé comprende además:

40 un interruptor MOSFET acoplado a la resistencia y al relé [[:]], en el que el interruptor MOSFET está controlado por circuitos externos.

7. El circuito de la reivindicación 6, en el que el regulador de tensión lineal comprende:

45 una entrada acoplada a una fuente de tensión; una salida acoplada a la resistencia; y una entrada de ajuste acoplada al interruptor MOSFET.

50 8. El circuito de la reivindicación 1, en el que el circuito de relé controlado con precisión comprende características funcionales y está configurado para mantener las características funcionales sustancialmente sin cambio a pesar del cambio en la temperatura del relé.

9. El circuito de la reivindicación 8, en el que las características funcionales incluyen una tensión de funcionamiento, una tensión de liberación, un tiempo de funcionamiento y un tiempo de liberación.

10. El circuito de la reivindicación 8, en el que la temperatura varía dentro de un intervalo de 25 grados Celsius a 85 grados Celsius.

60 11. El circuito de la reivindicación 8, en el que la temperatura varía dentro de un intervalo de 25 grados Celsius a -55 grados Celsius.

65 12. El circuito de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el regulador de tensión lineal está además configurado para mantener variaciones de la corriente preseleccionada en menos del 2 por ciento a pesar del cambio en la temperatura del relé.

13. El circuito de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el circuito de relé controlado con precisión está configurado para mantener variaciones de las características funcionales en menos del 2 por ciento a pesar del cambio en la temperatura del relé.

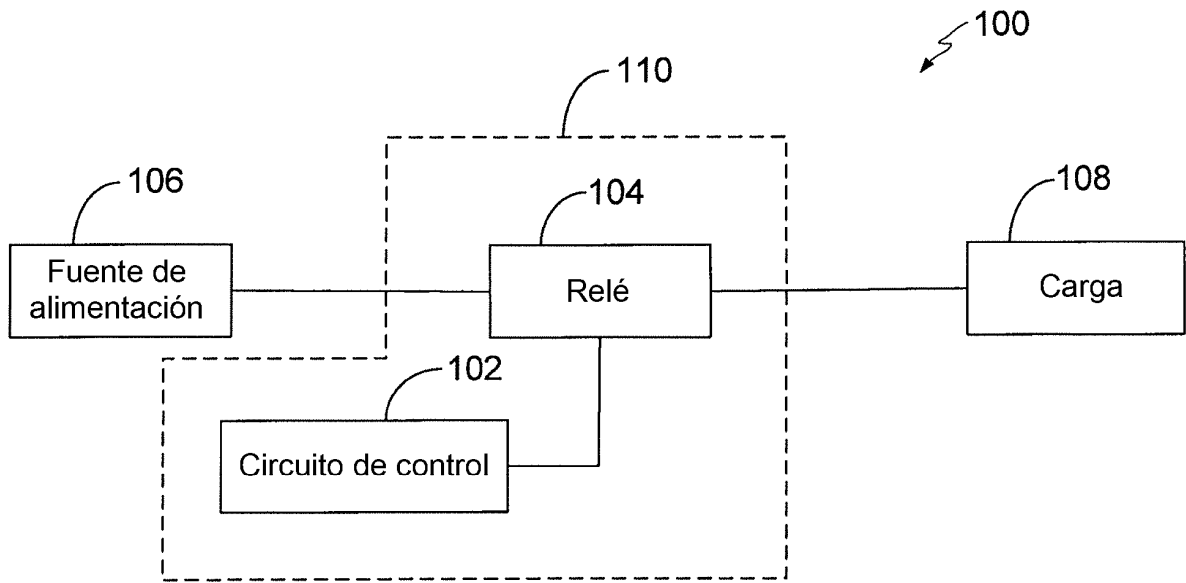


FIG. 1

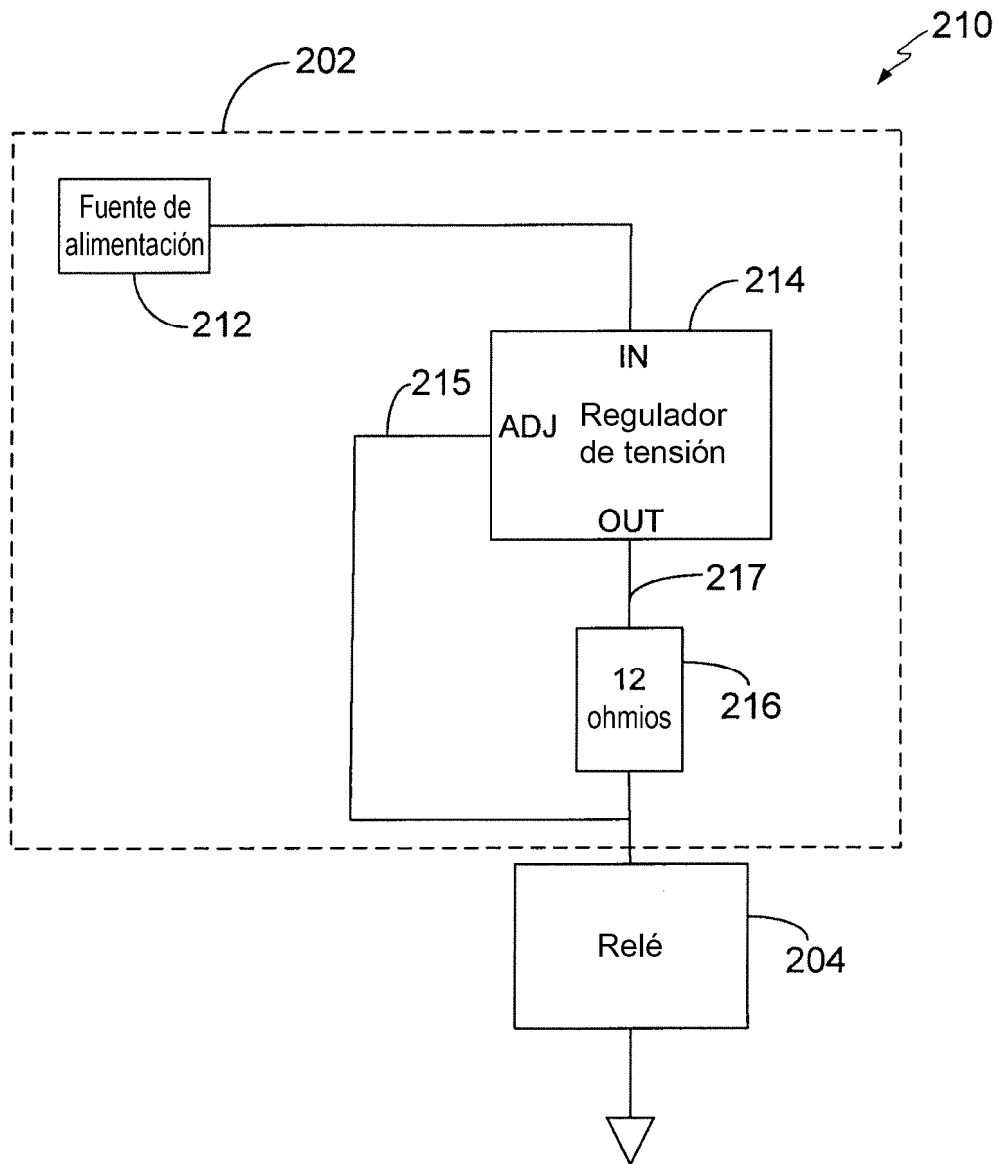


FIG. 2

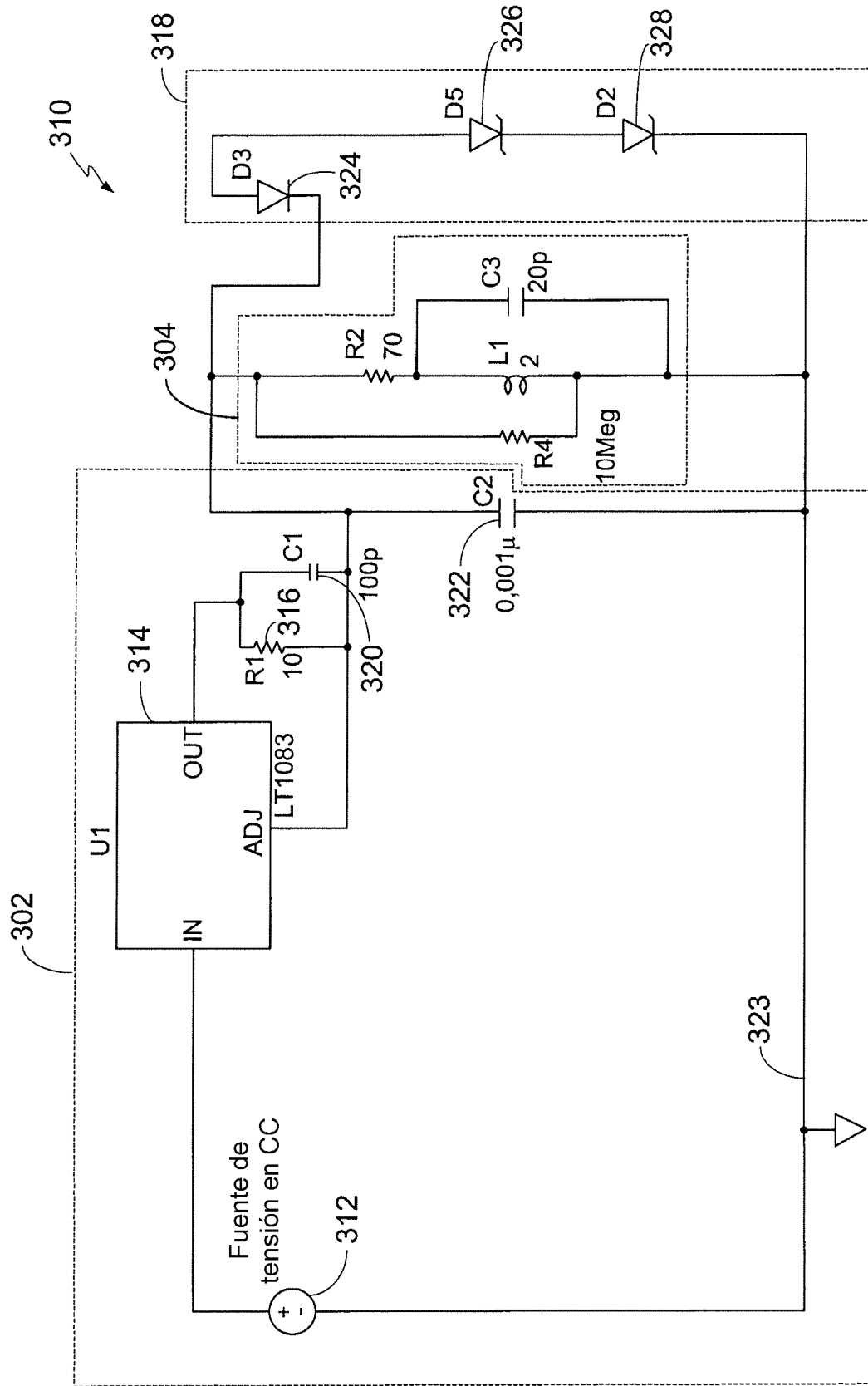


FIG. 3

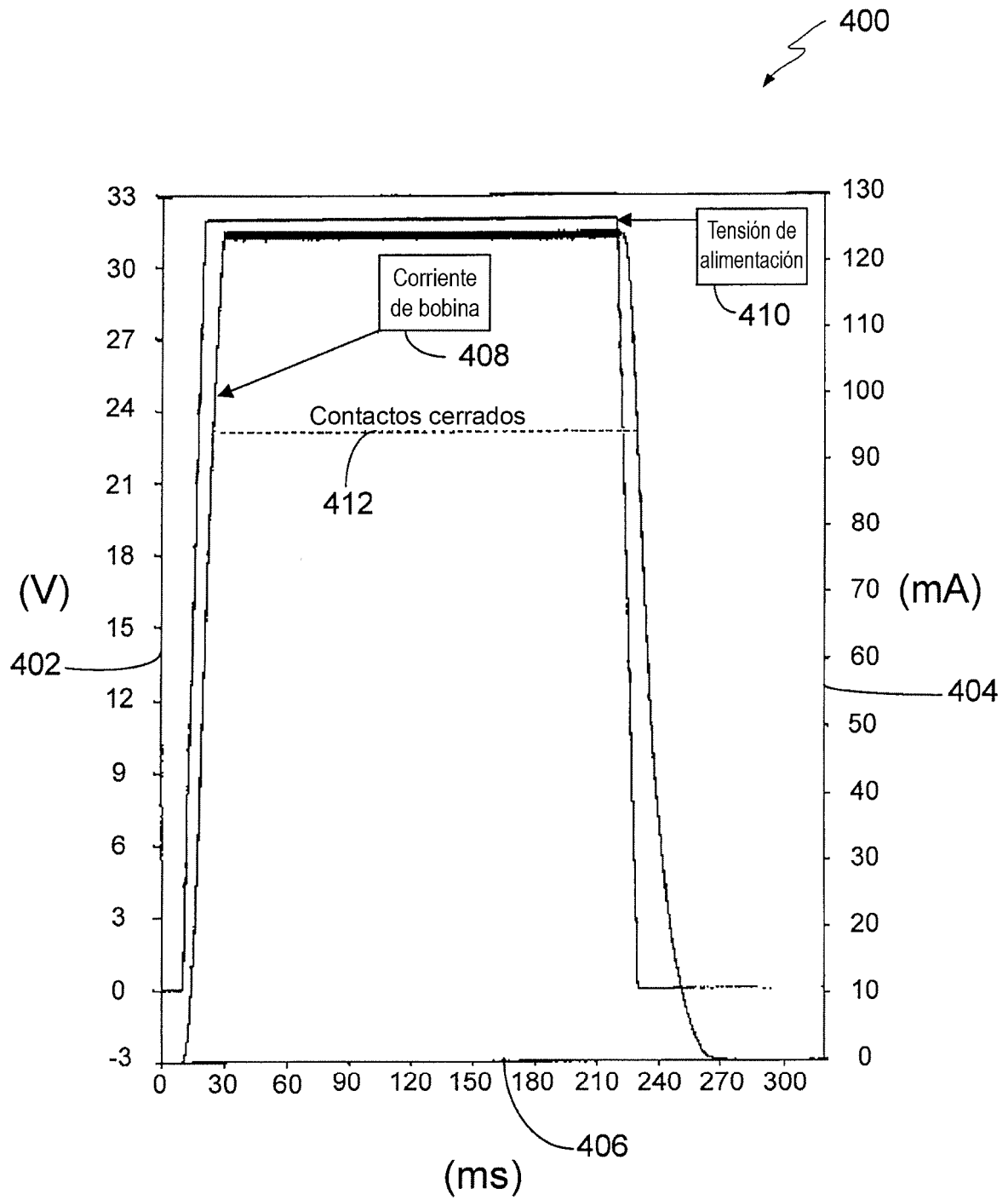


FIG. 4

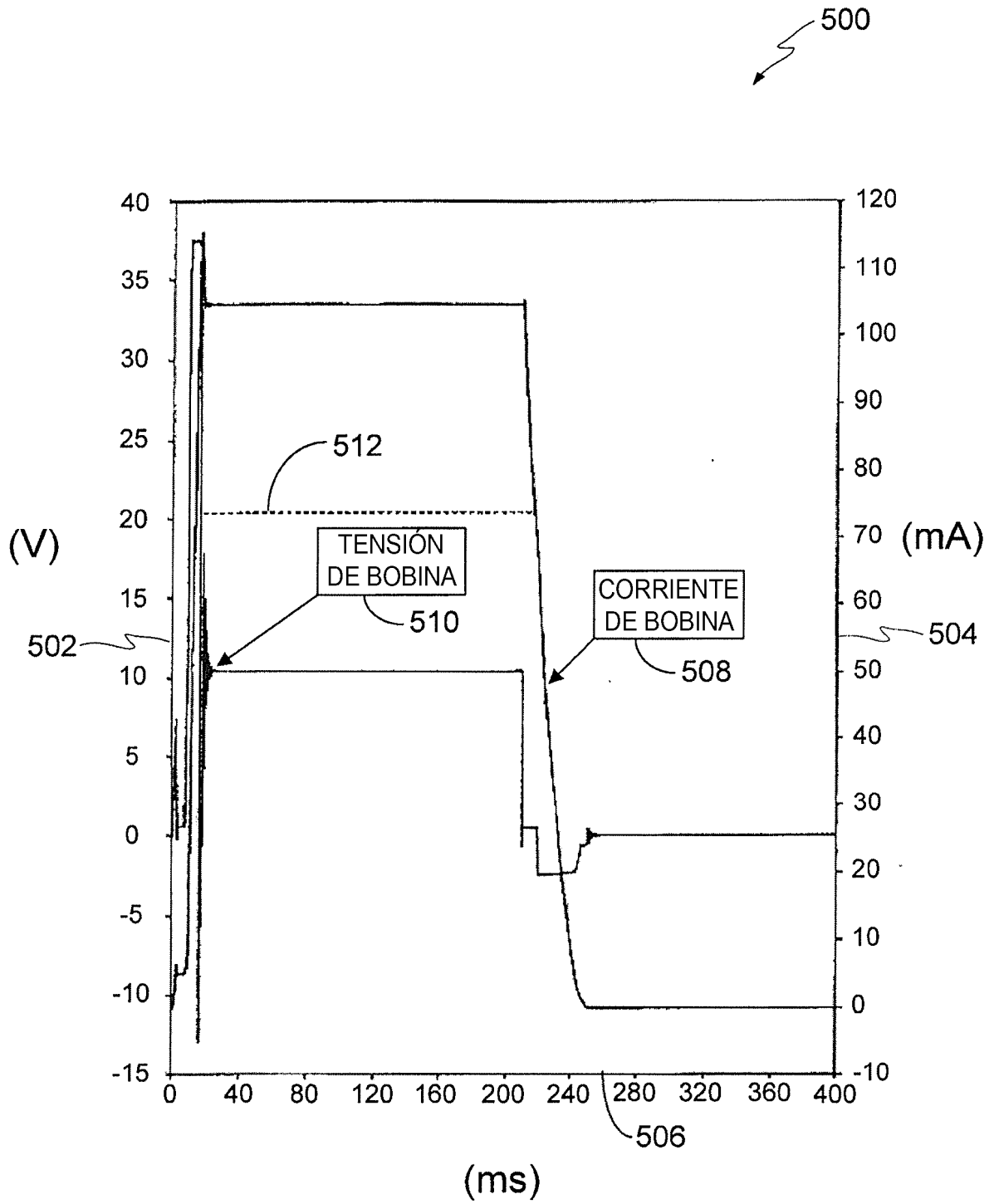


FIG. 5

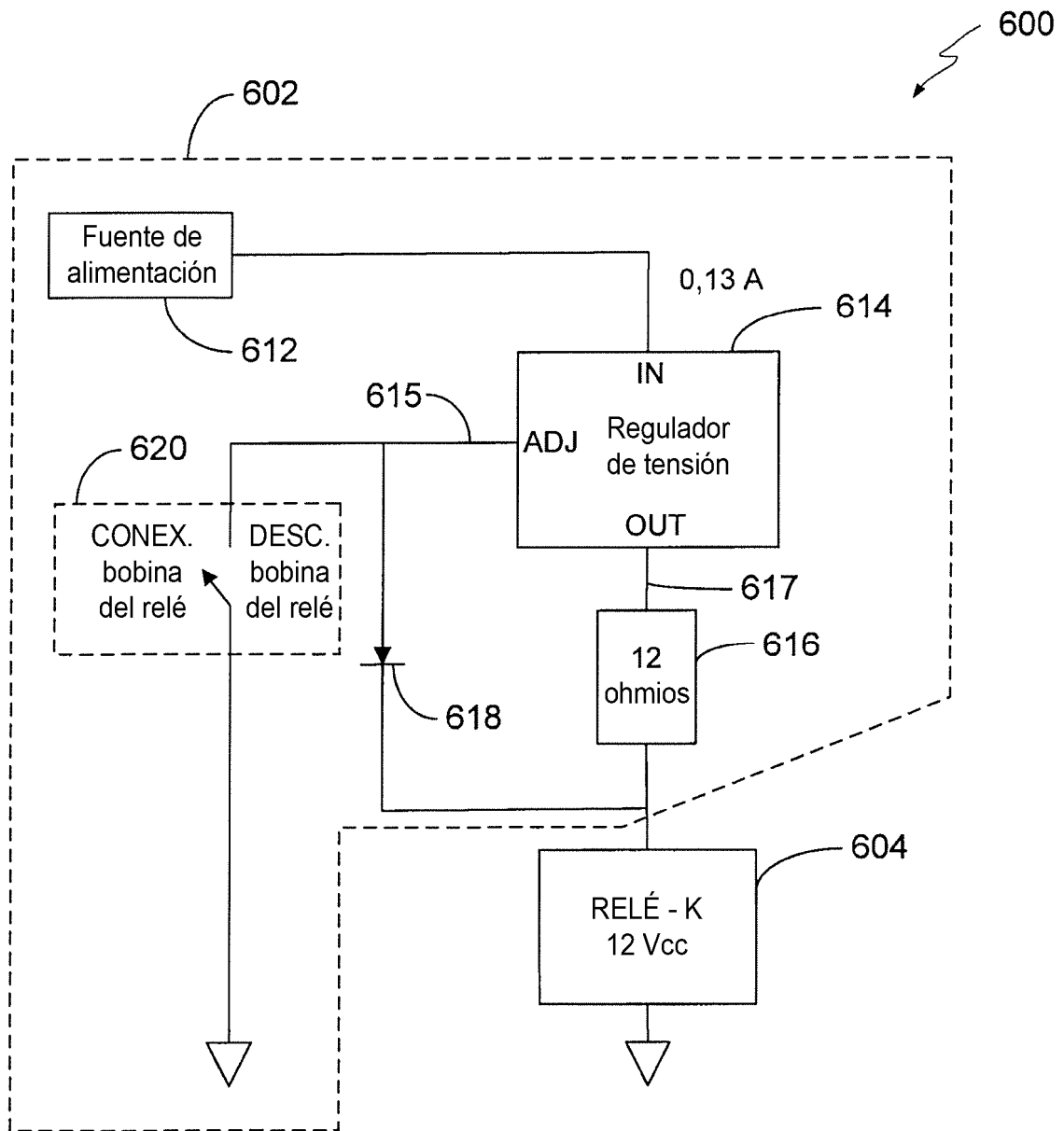


FIG. 6

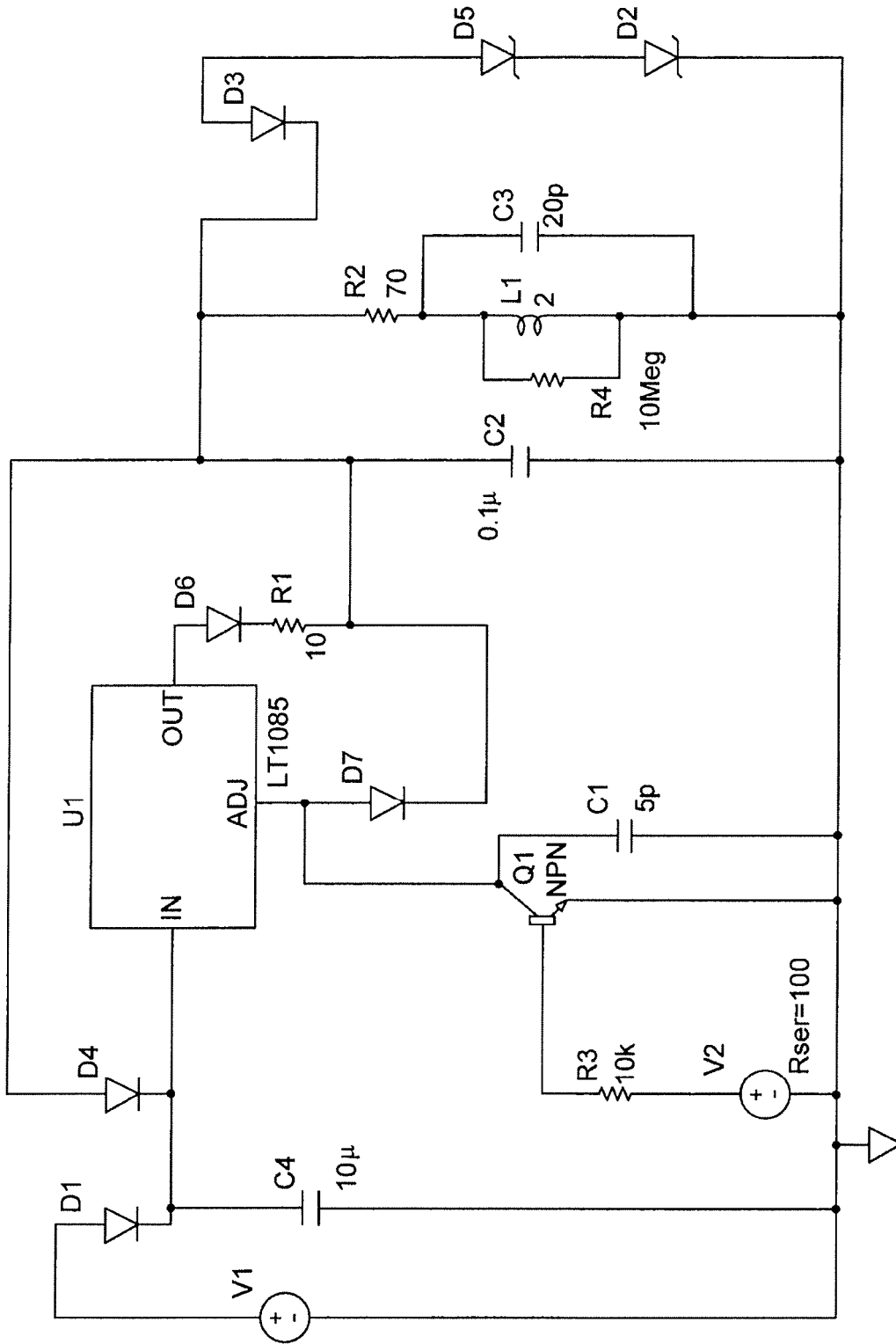


FIG. 7

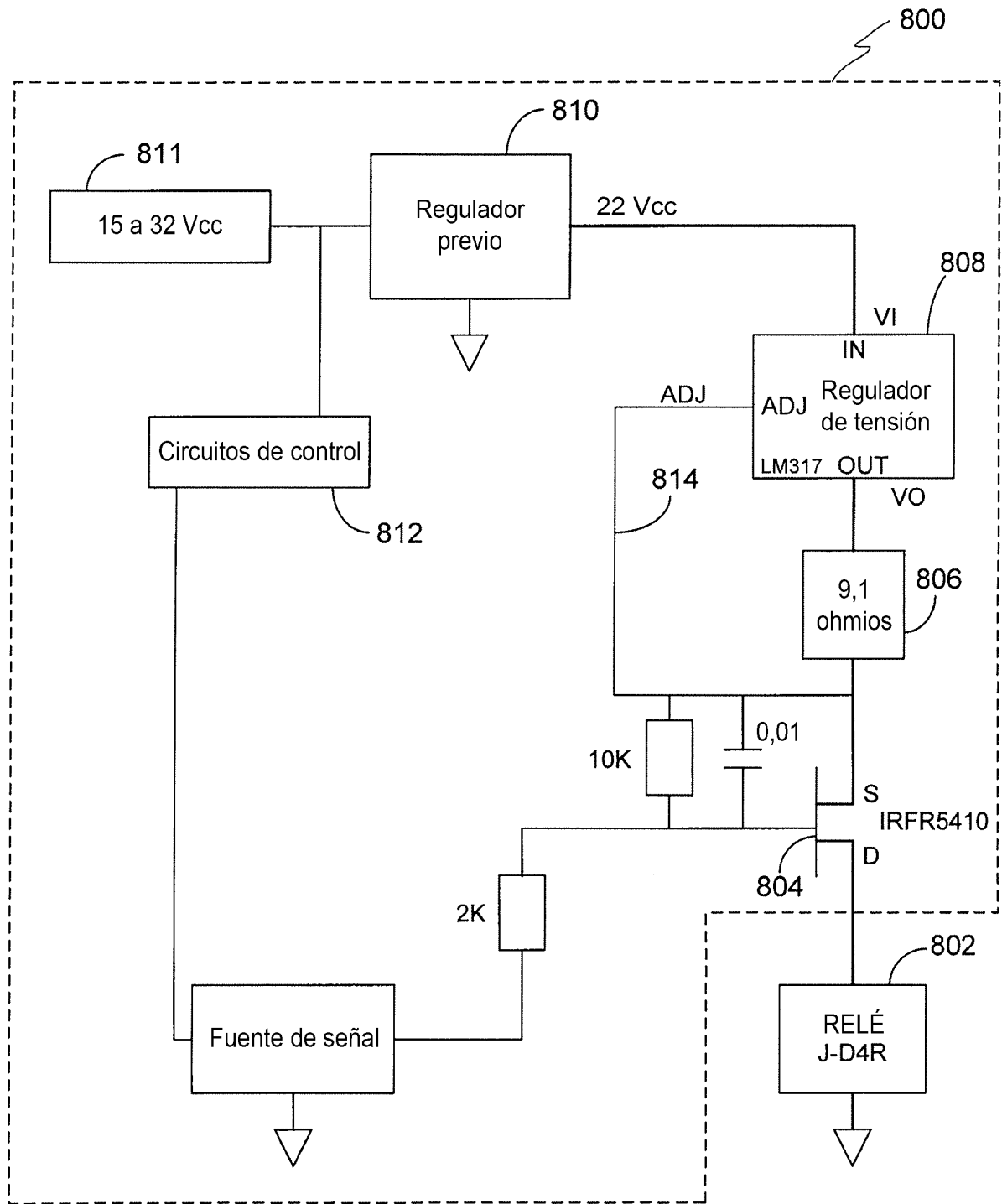


FIG. 8

Dependencia de los parámetros, relé no compensado

Temperatura	Resistencia	Corriente	Tensión de funcionamiento	Tensión de liberación	Tiempo de funcionamiento	Tiempo de liberación
Crece	SUBE	BAJA	SUBE	SUBE	SUBE	SUBE
Disminuye	BAJA	SUBE	BAJA	BAJA	BAJA	BAJA
10 °C	~4 %	~4 %	~4 %	~4 %	~0,4 %	~0,4 %
+25 °C a +85 °C	~20 %	~20 %	~20 %	~20 %	~20 %	~20 %
+25 °C a -55 °C	~30 %	~30 %	~30 %	~30 %	~30 %	~30 %

FIG. 9

El tiempo de transición de abierto a cerrado tiene lugar a ~70 % de la elevación de la corriente en la bobina y se mueve durante el 7 % de elevación de la corriente de la bobina para cerrar antes de que acabe la elevación de la corriente

Dependencia de los parámetros, relé compensado

Temperatura	Resistencia	Corriente	Tensión de funcionamiento	Tensión de liberación	Tiempo de funcionamiento	Tiempo de liberación
Crece	SUBE	BAJA	SUBE	SUBE	SUBE	SUBE
Disminuye	BAJA	SUBE	BAJA	BAJA	BAJA	BAJA
10 °C	~0 %	~0 %	~4 %	~4 %	~0,4 %	~0,4 %
+25 °C a +85 °C	~1 %	~1 %	~1 %	~1 %	~1 %	~1 %
+25 °C a -55 °C	~1 %	~1 %	~1 %	~1 %	~1 %	~1 %

FIG. 10

El tiempo de transición de la armadura de abierto a cerrado tiene lugar a ~70 % de la elevación de la corriente en la bobina y se mueve durante el 7 % de elevación de la corriente de la bobina para cerrar antes de que acabe la elevación de la corriente