

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 731 812**

51 Int. Cl.:

G01R 31/02 (2006.01)

H02H 3/33 (2006.01)

H02H 3/347 (2006.01)

H02H 1/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.03.2015 PCT/CN2015/074669**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.09.2015 WO15139655**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.03.2015 E 15766034 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.03.2019 EP 3121921**

54 Título: **Dispositivo de protección de corriente residual**

30 Prioridad:

21.03.2014 CN 201410108242

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

19.11.2019

73 Titular/es:

**SEARI ELECTRIC TECHNOLOGY CO., LTD.
(50.0%)**

**505 Wuning Road, Putuo District
Shanghai 200063, CN y
ZHEJIANG CHINT ELECTRICS CO., LTD. (50.0%)**

72 Inventor/es:

**CHEN, YONGLIANG;
XU, LEI;
CHEN, LIJUN y
YANG, SHIJIANG**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 731 812 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

Dispositivo de protección de corriente residual

Antecedentes de la invención

1. Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a un aparato de protección de corriente y, más en particular, se refiere a un aparato de protección de corriente residual que es sensible a la corriente total.

2. Técnica relacionada

10 La protección de corriente mediante la monitorización de una corriente residual es una medida de protección importante en líneas eléctricas. En la técnica anterior, se utiliza un circuito de excitación para generar una corriente de alta frecuencia en un núcleo magnético y después para generar un campo magnético de alta frecuencia. Cuando una corriente de baja frecuencia o una corriente continua existe en un arrollamiento primario, cambiará la saturación de un circuito magnético y el campo magnético de alta frecuencia se desviará, de manera que puede detectarse la corriente de baja frecuencia o la corriente continua.

15 El documento CN1387213A, titulado "bobina de acoplamiento de test para proteger un dispositivo frente a fugas eléctricas a tierra y dispositivo de protección contra fugas eléctricas a tierra" ("*test mutual inductor for protecting device against electric ground leakage and protecting device against electric ground leakage*") describe un transformador de detección de corriente de núcleo de hierro toroidal contra fugas eléctricas a tierra. El dispositivo de protección contra fugas eléctricas a tierra es sensible a corriente de falta alterna (AC), corriente de falta continua (DC) o corriente de falta periódica de fugas a tierra. El dispositivo de protección comprende: un circuito de excitación conectado a al menos un arrollamiento secundario de un transformador de detección, en donde el circuito de excitación aplica una señal de excitación; un circuito de procesamiento conectado al arrollamiento secundario; un circuito de suministro de potencia conectado al circuito de excitación y el circuito de procesamiento; un transformador de detección. El dispositivo de protección comprende adicionalmente un circuito magnético compuesto por un material magnético basado en hierro. El material magnético tiene cristales cuyo grosor no excede 20 100 micrómetros y poseen un ciclo magnético estático o de baja frecuencia que es virtualmente rectangular, y la coercitividad en el ciclo magnético es menor de 3 Amperios/metro. El documento CN1387213A utiliza una onda triangular como corriente de excitación. La presencia de una componente de corriente continua producirá un desplazamiento en un punto de saturación. Una corriente de falta de corriente continua se detecta midiendo un momento de saturación. El documento CN1387213A requiere circuitos complejos tales como un circuito integral o un módulo de detección de saturación, lo que aumenta el coste económico de la complejidad del circuito.

25 El documento CN1712973, titulado "dispositivo para medir corrientes continuas y/o alternas" ("*device for reading of direct and/or alternating currents*") describe un dispositivo para detectar corriente continua y/o alterna. El dispositivo se utiliza para la realización de instrumentación de medida amperométrica de alta sensibilidad o para la detección de fallos diferenciales junto con interruptores automáticos. El dispositivo comprende un núcleo magnético dispuesto de una manera tal que rodea al menos un conductor que conduce corriente. Un arrollamiento rodea al núcleo magnético y está conectado eléctricamente a una resistencia eléctrica. Una fuente de tensión genera una tensión (V_{excit}) de accionamiento que permite la circulación de una corriente (I_{excit}) de pick-up en el arrollamiento y en el núcleo. Se utilizan medios de amplificación para detectar la tensión (V_{sense}) en los terminales de la resistencia con el fin de generar una primera señal (V_{ampl}) que es representativa de la corriente (I_{excit}) definida anteriormente. El dispositivo comprende también un bloque de circuito de ajuste de realimentación que adquiere la primera señal (V_{ampl}) de entrada con el fin de generar una segunda señal que invierte la tensión (V_{excit}) de accionamiento cuando la corriente (I_{excit}) de pick-up alcanza valores predeterminados. El documento CN1712973 utiliza una corriente de excitación con una frecuencia fija, y la precisión de detección del documento CN1712973 está restringida por la ratio de Amperios-vuelta de los arrollamientos primario y secundario.

35 El documento US 4.276.510 describe un aparato para sensar la corriente primaria de un transformador de corriente. Un arrollamiento secundario de un transformador de corriente es accionado por una fuente de corriente alterna de alta frecuencia para excitar el núcleo para alternar. Un sensor de bobina sensa las bobinas del arrollamiento secundario. Cualquier diferencia de la corriente primaria de baja frecuencia en estas bobinas se utiliza para desarrollar una corriente que circula a través de un arrollamiento de núcleo terciario para equilibrar estas bobinas. Esta corriente de arrollamiento terciario se convierte así en una medida precisa de la corriente primaria. En el documento US 4.276.510 se varía una bobina (permeabilidad magnética), debe evitarse una saturación prematura, y también debe evitarse una falta de saturación bajo una corriente de falta (a no ser que la corriente de falta sea demasiado pequeña). Antes de la saturación completa, debe ocurrir una inversión, y se determina un período de inversión mediante los valores óhmicos de las resistencias R1, R2, R3 y las tensiones de activación de transistores. El documento US 4.276.510 utiliza un arrollamiento de núcleo terciario y circuitos analógicos complejos, lo que aumentará en gran medida la dificultad y el coste económico de la implementación, e influirá en la precisión de la detección.

El documento US 6 658 360 B1 describe un sistema de detección de corriente de falta que detecta una corriente de falta generada en un camino conductor que suministra potencia a un dispositivo eléctrico y evita que la corriente de falta se suministre al dispositivo eléctrico.

5 Sistemas de detección de corriente de falta adicionales se describen en los documentos GB 1 485 968 A, EP 0 349 880 A y WO 2013/128803 A1.

En resumen, los circuitos de excitación en la técnica anterior requieren una potencia eléctrica muy elevada y tienen una estructura compleja, lo que aumentará el coste económico del circuito y el consumo de potencia. Además, un circuito de excitación complejo no resulta apropiado para diseños de dimensiones pequeñas y consideraciones de compatibilidad electromagnética.

10 **Resumen**

La presente invención describe un aparato de protección de corriente residual que es simple en su estructura y fácil de implementar, pero que es sensible a la corriente total.

De acuerdo con una realización de la presente invención, se describe un aparato de protección de corriente residual. El aparato de protección de corriente residual comprende: un primer núcleo magnético de detección, un segundo núcleo magnético de detección, un primer circuito de detección de corriente de falta, un segundo circuito de detección de corriente de falta, un circuito de accionamiento y un módulo de suministro de potencia bipolar. El primer núcleo magnético de detección tiene arrollado a su alrededor un cable conductor de un bucle principal. El primer núcleo magnético de detección es un núcleo magnético de detección de corriente total y comprende un arrollamiento primario compuesto por conductores que conducen corriente y un arrollamiento secundario. El segundo núcleo magnético de detección tiene arrollado a su alrededor el cable conductor del bucle principal. El segundo núcleo magnético de detección es un transformador de corriente electromagnético y comprende un arrollamiento primario y un arrollamiento secundario. El primer circuito de detección de corriente de falta está acoplado con el primer núcleo magnético de detección. El primer circuito de detección de corriente de falta comprende un circuito de muestreo de señal acoplado con el arrollamiento secundario del primer núcleo magnético de detección, un circuito de procesamiento y un circuito comparador. El circuito de muestreo de señal comprende un circuito oscilador auxiliar y un circuito de filtrado paso bajo. El primer circuito de detección de corriente de falta depende de una tensión de red. El primer circuito de detección de corriente de falta lleva a cabo un muestreo de la corriente total en el bucle principal, con el fin de detectar una corriente residual de falta de corriente alterna de alta frecuencia, una corriente residual de continua y una corriente residual de corriente continua suave. El segundo circuito de detección de corriente de falta está acoplado con el arrollamiento secundario del segundo núcleo magnético de detección. El segundo circuito de detección de corriente de falta es independiente de la tensión de red. El segundo circuito de detección de corriente de falta lleva a cabo un muestreo electromagnético de corriente en el bucle principal, con el fin de detectar una corriente residual de alterna de frecuencia industrial y una corriente residual de corriente continua pulsátil. Una entrada del circuito de accionamiento está conectada al primer circuito de detección de corriente de falta y al segundo circuito de detección de corriente de falta, y una salida del circuito de accionamiento está conectada a un mecanismo de ejecución para disparar la entrada en funcionamiento del mecanismo de ejecución. El módulo de suministro de potencia bipolar está conectado al bucle principal y al primer circuito de detección de corriente de falta. El circuito oscilador auxiliar y el primer núcleo magnético de detección forman un circuito RL multivibrador, y el módulo de suministro de potencia bipolar excita al circuito RL multivibrador de tal manera que el circuito RL multivibrador acopla mediante modulación una corriente residual y una portadora. El circuito de filtrado paso bajo recibe una salida del circuito RL multivibrador, lleva a cabo un desacoplamiento entre la corriente residual y la portadora, filtra la portadora y entrega una forma de onda muestreada de la corriente residual. El segundo circuito de detección de corriente de falta obtiene energía directamente a través del segundo núcleo magnético de detección en un modo electromagnético, y el segundo circuito de detección de corriente de falta discrimina una corriente residual basándose en la energía obtenida y entrega una segunda señal de circuito de falta.

De acuerdo con una realización, el circuito de muestreo de señal está acoplado con el primer núcleo magnético de detección para formar un circuito magnético de modulación y demodulación que lleva a cabo un muestreo de la corriente total en el bucle principal, y el circuito de muestreo de señal entrega una forma de onda muestreada. El circuito de procesamiento está conectado al circuito de muestreo de señal, y el circuito de procesamiento amplifica e invierte la forma de onda muestreada. El circuito comparador recibe una salida del circuito de procesamiento, y el circuito comparador discrimina la salida del circuito de procesamiento y entrega una señal de primer circuito de falta.

De acuerdo con una realización, el módulo de suministro de potencia bipolar reduce la tensión de red mediante un suministro de potencia conmutable y forma una salida de suministro de potencia bipolar positiva-negativa a través de un circuito simétrico con auto-realimentación. La salida de suministro de potencia bipolar positiva-negativa trabaja como un suministro de potencia de trabajo del primer circuito de detección de corriente de falta. El circuito de muestreo de señal, el circuito de procesamiento y el circuito comparador del primer circuito de detección de corriente de falta son accionados por el módulo de suministro de potencia bipolar.

De acuerdo con una realización, el circuito oscilador auxiliar y el circuito de filtrado paso bajo están dotados de un amplificador, respectivamente, y la frecuencia de corte superior del circuito de filtrado paso bajo es de 2 kHz.

De acuerdo con una realización, el circuito de procesamiento comprende un circuito amplificador y un circuito de valor absoluto, que amplifican e invierten la forma de onda muestreada de la corriente residual.

5 De acuerdo con una realización, el circuito comparador comprende un amplificador, y el circuito comparador compara una señal entregada por el circuito de procesamiento con un umbral predeterminado, y entrega la señal de primer circuito de falta.

10 De acuerdo con una realización, el circuito de accionamiento comprende un amplificador operacional, un circuito de compensación de error de pérdida de potencia y un diodo. Una entrada positiva del amplificador operacional está conectada al primer circuito de detección de corriente de falta, y una entrada negativa del amplificador operacional está conectada al circuito de compensación de error de pérdida de potencia. Un segundo circuito de detección de corriente de falta está conectado a un terminal positivo del diodo. Un terminal negativo del diodo está conectado a una salida del amplificador operacional y funciona como una salida del circuito de accionamiento.

De acuerdo con una realización, el mecanismo de ejecución entra en operación cuando el circuito de accionamiento entrega una señal.

15 El aparato de protección de corriente residual de la presente invención es sensible a la corriente total. El aparato de protección de corriente residual posee dos circuitos de detección, de manera que los dos circuitos de detección no interfieren uno con otro y no se requiere ningún circuito de conversión entre los mismos. El aparato de protección de corriente residual posee una estructura simple y es fácil de implementar. El aparato de protección de corriente residual puede trabajar en un modo de bajo consumo, y puede evitar una acción de error correspondiente a una desconexión debido a una señal de error provocada por una pérdida de potencia de un circuito de muestreo.

20 **Breve descripción de los dibujos**

Las características propias, naturalezas y ventajas de la invención enunciadas anteriormente y otras adicionales se apreciarán mediante la siguiente descripción de las realizaciones incorporando los dibujos, en los cuales,

La Figura 1 ilustra un diagrama esquemático de una estructura eléctrica de un aparato de protección de corriente residual de acuerdo con una realización de la presente invención.

25 La Figura 2 ilustra un esquema eléctrico de un circuito de muestreo de señal de un aparato de protección de corriente residual de acuerdo con una realización de la presente invención.

La Figura 3 ilustra una forma de onda muestreada del circuito de muestreo de señal de la Figura 2.

La Figura 4 ilustra un esquema eléctrico de un circuito de accionamiento de un aparato de protección de corriente residual de acuerdo con una realización de la presente invención.

30 La Figura 5 ilustra una forma de onda de salida del circuito de accionamiento de la Figura 4.

Descripción detallada de realizaciones

35 Tal como se muestra en la Figura 1, la presente invención describe un aparato de protección de corriente residual. La Figura 1 ilustra un diagrama esquemático de una estructura eléctrica del aparato de protección de corriente residual. El aparato de protección de corriente residual comprende un primer núcleo 107 magnético de detección, un segundo núcleo 108 magnético de detección, un primer circuito 102 de detección de corriente de falta, un segundo circuito 103 de detección de corriente de falta, un circuito 104 de accionamiento y un módulo 105 de suministro de potencia bipolar.

40 El primer núcleo 107 magnético de detección tiene arrollado a su alrededor un cable conductor de un bucle principal. El primer circuito 102 de detección de corriente de falta está acoplado con el primer núcleo 107 magnético de detección. El primer circuito 102 de detección de corriente de falta depende de una tensión de red, y el primer circuito 102 de detección de corriente de falta lleva a cabo un muestreo de la corriente total del bucle principal, con el fin de detectar una corriente residual de falta de corriente alterna de alta frecuencia, una corriente residual de corriente continua pulsátil y una corriente residual de corriente continua suave.

45 El segundo núcleo 108 magnético de detección también tiene arrollado a su alrededor el cable conductor del bucle principal. El segundo circuito de detección de corriente de falta está acoplado con el segundo núcleo 108 magnético de detección. El segundo circuito 103 de detección de corriente de falta es independiente de la tensión de red. El segundo circuito 103 de detección de corriente de falta lleva a cabo un muestreo electromagnético de corriente en el bucle principal, con el fin de detectar una corriente residual de corriente alterna de frecuencia industrial y una corriente residual de corriente continua pulsátil.

50 Una entrada del circuito 104 de accionamiento está conectada al primer circuito 102 de detección de corriente de falta y al segundo circuito 103 de detección de corriente de falta, y una salida del circuito 104 de accionamiento está conectada a un mecanismo 106 de ejecución para disparar la entrada en funcionamiento del mecanismo 106 de ejecución.

El módulo 105 de suministro de potencia bipolar está conectado al bucle principal y al primer circuito 102 de detección de corriente de falta. El módulo 105 de suministro de potencia bipolar disminuye la tensión de red mediante un suministro de potencia conmutable y forma una salida de suministro de potencia bipolar positiva-negativa a través de un circuito simétrico con auto-realimentación. La salida de suministro de potencia bipolar positiva-negativa trabaja como un suministro de potencia de trabajo del primer circuito 102 de detección de corriente de falta.

Así, la presente invención proporciona un aparato de protección de corriente residual que es sensible a la corriente total. El primer circuito 102 de detección de corriente de falta del aparato de protección de corriente residual depende de una tensión de red. A través de un transformador de corriente total, el primer circuito 102 de detección de corriente de falta es capaz de detectar una corriente residual de falta de corriente alterna, una corriente residual de corriente continua pulsátil y una corriente residual de corriente continua suave con una frecuencia por debajo de 1 KHz. El segundo circuito 103 de detección de corriente de falta del aparato de protección de corriente residual es independiente de la tensión de red. A través de un transformador de corriente electromagnético, el segundo circuito 103 de detección de corriente de falta es capaz de detectar una corriente residual de corriente alterna de frecuencia industrial y una corriente residual de corriente continua pulsátil. El primer circuito 102 de detección de corriente de falta y el segundo circuito 103 de detección de corriente de falta están integrados a través del circuito 104 de accionamiento. El circuito 104 de accionamiento dispara el mecanismo 106 de ejecución para hacerlo entrar en operación. El primer circuito 102 de detección de corriente de falta y el segundo circuito 103 de detección de corriente de falta están acoplados con el primer núcleo magnético de detección y con el segundo núcleo magnético de detección, respectivamente. El primer núcleo magnético de detección es un núcleo magnético de detección de corriente total. Un arrollamiento primario del primer núcleo magnético de detección está compuesto por conductores que conducen corriente, y un arrollamiento secundario del primer núcleo magnético de detección está acoplado con el circuito 109 de muestreo. El segundo núcleo magnético de detección es un transformador de corriente electromagnético, y un arrollamiento secundario del segundo núcleo magnético de detección está acoplado con el segundo circuito de detección de corriente de falta.

El primer circuito 102 de detección de corriente de falta comprende un circuito 109 de muestreo de señal, un circuito 110 de procesamiento y un circuito 111 comparador. El circuito 109 de muestreo de señal está acoplado con el primer núcleo 107 magnético de detección para formar un circuito magnético de modulación y demodulación que lleva a cabo el muestreo de la corriente total en el bucle principal. El circuito 109 de muestreo de señal entrega una forma de onda muestreada. El circuito 110 de procesamiento está conectado al circuito 109 de muestreo de señal. El circuito 110 de procesamiento amplifica e invierte la forma de onda muestreada. El circuito 111 de comparación recibe una salida del circuito 110 de procesamiento. El circuito 111 comparador discrimina la salida del circuito 110 de procesamiento y entrega una señal de primer circuito de falta. El circuito 109 de muestreo de señal, el circuito 110 de procesamiento y el circuito 111 comparador del primer circuito 102 de detección de corriente de falta están accionados por el módulo 105 de suministro de potencia bipolar.

Tal como se muestra en la Figura 2, la Figura 2 ilustra un esquema eléctrico de un circuito de muestreo de señal. El circuito 109 de muestreo de señal comprende un circuito oscilador auxiliar y un circuito de filtrado paso bajo. El circuito oscilador auxiliar y el primer núcleo 107 magnético de detección están acoplados para formar un circuito RL multivibrador. El módulo 105 de suministro de potencia bipolar excita al circuito RL multivibrador de tal manera que el circuito RL multivibrador lleva a cabo un acoplamiento mediante modulación de una corriente residual y una portadora. El circuito de filtrado paso bajo recibe una salida del circuito RL multivibrador, lleva a cabo un desacoplamiento entre la corriente residual y la portadora, filtra la portadora y entrega una forma de onda muestreada de la corriente residual. El circuito oscilador auxiliar y el circuito de filtrado paso bajo están dotados de un amplificador, respectivamente, y una frecuencia de corte superior del circuito de filtrado paso bajo es de 2 kHz. El circuito 110 de procesamiento comprende un circuito amplificador y un circuito de valor absoluto, que amplifica e invierte la forma de onda muestreada de la corriente residual. El circuito 111 comparador comprende un amplificador, compara una señal entregada por el circuito 110 de procesamiento con un umbral predeterminado, y entrega la señal de primer circuito de falta. El primer circuito 102 de detección de corriente de falta de la presente invención puede llevar a cabo todas las funciones utilizando cuatro amplificadores operacionales, cuyo coste económico es bajo y cuyo consumo es pequeño. La implementación de un circuito RL multivibrador junto con el circuito 109 de muestreo de señal y el primer núcleo 107 magnético de detección puede simplificar la estructura del circuito. Una señal de corriente de falta de una corriente de falta, incluyendo una corriente residual de corriente alterna, una corriente residual de corriente continua pulsátil y una corriente residual de corriente continua suave, pueden muestrearse a través del circuito de muestreo de señal mediante el acoplamiento de la corriente de falta con una corriente de excitación de alta frecuencia. Para detectar una corriente residual de corriente alterna con una frecuencia inferior a 1 KHz, se requiere que una frecuencia de una corriente de excitación sea mucho mayor que la frecuencia de la corriente de falta. La frecuencia de la corriente de excitación debe ser al menos 5 veces mayor que la frecuencia de la onda moduladora (la corriente de falta) y se prefiere que sea 10 veces superior. La corriente de falta acoplada con la corriente de excitación de alta frecuencia puede ser desacoplada a través de un filtro de paso bajo mediante el filtrado de la corriente de excitación de alta frecuencia. La corriente de falta (la corriente residual) puede restaurarse y convertirse en una señal de tensión que puede ser tratable por un aparato de etapa final. El circuito 110 de procesamiento amplifica la señal de tensión y filtra picos de pulso de la señal. La señal de tensión es entonces rectificadora y convertida en una señal de tensión positiva mediante el circuito de valor absoluto y es

entregada al circuito 111 comparador. Continuando con la Figura 2, el primer núcleo 107 magnético de detección está conectado a una entrada inversora y una salida del amplificador U1 operacional. Una resistencia R1 y una resistencia R2 conectan una entrada inversora y una entrada no inversora del amplificador U1 operacional a masa, respectivamente. Una resistencia R3 conecta la entrada no inversora y la salida del amplificador U1 operacional dando lugar a realimentación positiva. Se forma así el circuito RL multivibrador. El circuito RL multivibrador puede reflejar una variación de un campo magnético alrededor del primer núcleo 107 magnético de detección como una variación del ciclo de trabajo de una onda cuadrada de salida. El amplificador U1 operacional y componentes auxiliares forman el circuito oscilador auxiliar. Una salida del circuito RL multivibrador está conectada a un condensador C1 y a una resistencia R4, y conectada a continuación a una resistencia R5 y a una resistencia R6, respectivamente. La resistencia R5 está conectada a masa. La resistencia R6 está conectada a un amplificador U2 operacional y a un condensador C2, respectivamente. Un extremo del condensador C2 está conectado a masa. El amplificador U2 operacional y componentes auxiliares forman un circuito de filtrado paso bajo y de demodulación, que convierte una variación del ciclo de trabajo en una variación de tensión. La Figura 3 ilustra una forma de onda muestreada del circuito de muestreo de señal de la Figura 2. La forma de onda superior mostrada en la Figura 3 es una forma de onda correspondiente a una situación en la que no existe corriente residual en el bucle principal, y la forma de onda inferior mostrada en la Figura 3 es una forma de onda que corresponde a una situación en la que existe corriente residual en el bucle principal. Tal como se muestra en la Figura 3, cuando existe corriente residual en el bucle principal, un flanco de una onda cuadrada entregada por el circuito RL multivibrador no cambia (es decir, un período de la forma de onda cuadrada no cambia), pero se desplaza una línea de separación del ciclo de trabajo de la misma, lo que significa que cambia el ciclo de trabajo.

El primer núcleo 107 magnético de detección es un núcleo magnético de detección de corriente total. Un arrollamiento primario del primer núcleo 107 magnético de detección está compuesto por conductores que conducen corriente. Un arrollamiento secundario del primer núcleo 107 magnético de detección está acoplado con el circuito 109 de muestreo de señal. El primer núcleo 107 magnético de detección y el circuito 109 de muestreo de señal forman el circuito RL multivibrador. El arrollamiento secundario del primer núcleo magnético de detección actúa como una bobina del circuito RL multivibrador. Puesto que la corriente en una bobina no puede cambiar de manera abrupta, la corriente se atenúa en la bobina. La tensión entregada por el circuito de procesamiento es comparada con una tensión de referencia en la entrada no inversora del amplificador operacional, y la tensión de salida se invierte cuando es menor que la tensión de referencia. El circuito RL multivibrador genera una oscilación auto-excitada y aplica una señal de corriente de portadora de alta frecuencia al arrollamiento secundario. Cuando se produce un fallo en el bucle principal, se lleva a cabo una modulación de la corriente de falta con la señal de corriente portadora. Sin embargo, se requiere que la frecuencia de la señal de corriente portadora sea mucho mayor que la frecuencia de la onda moduladora (la corriente de falta). La frecuencia de la señal de corriente portadora debe ser al menos 5 veces mayor que la frecuencia de la onda moduladora (la corriente de falta), y se prefiere que sea 10 veces mayor. De acuerdo con una realización, la frecuencia de la señal de corriente portadora es de 8 KHz, lo que permite su uso para detectar una corriente residual de corriente alterna, una corriente residual de corriente continua pulsátil y una corriente residual de corriente continua suave con una frecuencia inferior a 1 KHz. El circuito RL multivibrador del circuito 109 de muestreo de señal está conectado al circuito de filtrado paso bajo. La señal formada por el acoplamiento entre la señal de corriente de falta y la señal de corriente portadora se desacopla en el circuito de filtrado paso bajo. Una frecuencia de corte superior del circuito de filtrado paso bajo es de 2 KHz, y entonces se filtra la señal de corriente portadora. La señal muestreada (la señal de corriente de falta) es conectada entonces al circuito 110 de procesamiento. Un circuito rectificador de media está cargado con un amplificador inversor para formar un circuito rectificador de onda completa. El circuito debe cumplir un requerimiento predeterminado de tal manera que cada pico de la tensión de salida tenga una misma altura. La señal de corriente de falta desacoplada es entregada al circuito 111 comparador. Cuando la señal de corriente de falta (representada por una tensión) es mayor que una tensión umbral de una entrada inversora del circuito 111 comparador, el circuito 111 comparador entrega una señal de tensión positiva. La señal de tensión positiva se proporciona al circuito 104 de accionamiento para accionar el mecanismo 106 de ejecución, y el mecanismo 106 de ejecución desconecta un interruptor de la red.

El segundo circuito 103 de detección de corriente de falta está acoplado con el segundo núcleo 108 magnético de detección. El segundo núcleo 108 magnético de detección es un transformador de corriente electromagnético. Un arrollamiento secundario del segundo núcleo 108 magnético de detección está acoplado con el segundo circuito 103 de detección de corriente de falta. El segundo circuito 103 de detección de corriente de falta obtiene energía directamente a través del segundo núcleo 108 magnético de detección de un modo electromagnético. El segundo circuito 103 de detección de corriente de falta discrimina una corriente residual basándose en la energía obtenida y entrega una señal de segundo circuito de falta. El primer circuito 102 de detección de corriente de falta y el segundo circuito 103 de detección de corriente de falta pueden trabajar conjuntamente y no interferirán uno con otro. No se requiere ningún circuito de conversión complejo y los circuitos de detección son fáciles de implementar. El primer circuito 102 de detección de corriente de falta está conectado a un diodo y a una resistencia de un divisor de tensión, de tal manera que la señal de salida del primer circuito 102 de detección de corriente de falta no interferirá con los elementos del segundo circuito 103 de detección de corriente de falta.

El circuito 104 de accionamiento comprende un amplificador operacional, un circuito de compensación de error de pérdida de potencia y un diodo. Una entrada positiva del amplificador operacional está conectada al primer circuito 102 de detección de corriente de falta, y una entrada negativa del amplificador operacional está conectada al circuito

de compensación de error de pérdida de potencia. El segundo circuito 103 de detección de corriente de falta está conectado a un terminal positivo del diodo, y un terminal negativo del diodo está conectado a una salida del amplificador operacional y funciona como una salida del circuito 104 de accionamiento. Un transistor en el circuito RL multivibrador generará una señal de error cuando el transistor entra en estado de corte. La señal de error pasa a través del circuito de desacoplamiento, del circuito de filtrado, del circuito de valor absoluto y del circuito comparador y se acoplará a la salida. La señal de error puede provocar una acción de error en el mecanismo de ejecución. Por lo tanto, se proporciona un circuito de compensación de error de pérdida de potencia en el circuito 104 de accionamiento. El circuito de compensación de error de pérdida de potencia comprende un circuito de estabilización de tensión mediante transistor. La Figura 4 ilustra un esquema eléctrico de un circuito de accionamiento en un aparato de protección de corriente residual de acuerdo con una realización de la presente invención. Una entrada inversora de un amplificador U3 operacional está conectada al circuito de compensación de error de pérdida de potencia. El circuito de compensación de error de pérdida de potencia está compuesto por resistencias R7, R8, R9 y R10, un diodo Z1 Zener y un transistor Q1. Una entrada no inversora del amplificador U3 operacional está conectada a una señal V1 de salida del primer circuito 102 de detección de corriente de falta. V2 es la tensión de salida del segundo circuito 103 de detección de corriente de falta. La tensión V2 está conectada a una salida del amplificador U3 operacional a través de un diodo D1 y da lugar a una señal Vo de accionamiento. Cuando el suministro de potencia sufre pérdida de potencia, el circuito RL multivibrador generará una señal de pulsos de pérdida de potencia que puede provocar una acción de error en el mecanismo de ejecución. Al mismo tiempo, el transistor en el circuito de compensación de error de pérdida de potencia generará una señal de pulsos que es lo suficientemente potente. La señal de pulsos está conectada a la entrada inversora del circuito comparador para compensar la señal de error. La Figura 5 ilustra una forma de onda de salida del circuito de accionamiento de la Figura 4. Tal como se muestra en la Figura 5, la forma de onda superior es una señal de pulsos de compensación generada por el circuito de compensación de error de pérdida de potencia, y la forma de onda inferior es una señal de pulsos de error de pérdida de potencia. Cuando el suministro de potencia sufre pérdida de potencia, el circuito de compensación de error de pérdida de potencia generará una señal de pulsos (señal de pulsos de compensación), un flanco de subida de la cual es más rápido y tiene un valor más alto que la señal de pulsos de error de pérdida de potencia del bucle principal.

El mecanismo 106 de ejecución funciona cuando el circuito 104 de accionamiento entrega una señal.

Un proceso de trabajo del aparato de protección de corriente residual de la presente invención es como sigue: un primer núcleo 107 magnético de detección que tiene arrollado a su alrededor un cable conductor de un bucle principal y un circuito 109 de muestreo de señal de un segundo núcleo 108 magnético de detección forman el circuito RL multivibrador que induce una corriente de falta. La corriente de falta es convertida para constituir una señal de salida muestreada por un circuito de filtrado paso bajo en el circuito 109 de muestreo de señal. Una etapa final del circuito 109 de muestreo de señal está conectada a un circuito 110 de procesamiento. El circuito 110 de procesamiento está compuesto por un circuito amplificador con realimentación negativa y por un circuito de valor absoluto. El circuito 110 de procesamiento amplifica e invierte la señal de salida muestreada recibida del front-end para formar una señal pretratada. Una etapa final del circuito 110 de procesamiento está conectada a un circuito 111 comparador. El circuito 111 comparador comprende un amplificador operacional. El circuito 111 comparador compara la señal pretratada con un umbral predeterminado y entrega una señal de falta. El circuito 111 comparador está conectado directamente a un circuito 104 de accionamiento. Un segundo circuito 103 de detección de corriente de falta utiliza una detección de corriente de falta electromagnética. Un segundo núcleo 108 magnético de detección proporciona energía y señal directamente al segundo circuito 103 de detección de corriente de falta. El segundo circuito 103 de detección de corriente de falta es capaz de detectar una corriente residual de corriente alterna y una corriente residual de corriente continua pulsátil. El segundo circuito 103 de detección de corriente de falta es independiente de la tensión de red, y una señal de falta entregada por el segundo circuito 103 de detección de corriente de falta es conectada al circuito 104 de accionamiento. El circuito 104 de accionamiento comprende un circuito de compensación y un circuito de protección de doble camino. El circuito de compensación se utiliza para evitar un error de pérdida de potencia del circuito RL multivibrador. El circuito de protección de doble camino se utiliza para evitar interferencias entre el primer circuito de detección de corriente de falta y el segundo circuito de detección de corriente de falta. Una etapa final del circuito 104 de accionamiento está conectada a un mecanismo 106 de ejecución. El mecanismo 106 de ejecución dispara un mecanismo para operar de acuerdo con una señal de salida del circuito 104 de accionamiento. Un módulo 105 de suministro de potencia bipolar comprende un suministro de potencia conmutable. Se introduce potencia de red en el módulo 105 de suministro de potencia bipolar y se convierte para constituir un suministro de potencia de corriente continua que es requerido por el primer circuito de detección de corriente de falta. El módulo 105 de suministro de potencia bipolar también proporciona una excitación de corriente positiva-negativa a circuito RL multivibrador.

Cuando existe una tensión de red, un circuito de detección electromagnética (el segundo núcleo 108 magnético de detección y el segundo circuito 103 de detección de corriente de falta) y un circuito de detección electrónica (el primer núcleo 107 magnético de detección y el primer circuito 102 de detección de corriente de falta) trabajan conjuntamente. Si una corriente residual es una corriente residual de corriente alterna de frecuencia de red o una corriente residual de corriente continua pulsátil de frecuencia de red, ambos circuitos de detección entregarán señales de falta, y las señales de falta accionarán el mecanismo 106 de ejecución a través del circuito 104 de accionamiento. Las señales de falta entregadas por diferentes circuitos de detección no interferirán una con otra. Si

- una corriente residual es una corriente residual de corriente continua suave o una corriente residual de alta frecuencia, solamente el primer circuito 102 de detección de corriente de falta entregará una señal de falta y la señal de falta accionará el mecanismo 106 de ejecución a través del circuito 104 de accionamiento. La señal de falta no afectará a un condensador polarizado en el segundo circuito 103 de detección de corriente de falta debido a la existencia de un diodo en inverso y de una resistencia de un divisor de tensión. Mientras tanto, una entrada del segundo circuito 103 de detección de corriente de falta es lo suficientemente débil, de tal manera que el segundo circuito 103 de detección de corriente de falta no influirá en el funcionamiento normal del primer circuito 102 de detección de corriente de falta, ni tampoco accionará el mecanismo 106 de ejecución a través del circuito 104 de accionamiento.
- 10 Cuando no existe tensión de red, el primer circuito 102 de detección de corriente de falta no funciona y no interfiere con otros circuitos, mientras que el segundo circuito 103 de detección de corriente de falta es capaz de detectar una corriente residual de corriente alterna de frecuencia de red o una corriente residual de corriente continua pulsátil de frecuencia de red.
- 15 El aparato de protección de corriente residual de la presente invención es sensible a la corriente total. El aparato de protección de corriente residual tiene dos circuitos de detección, y los dos circuitos de detección no interferirán uno con otro y no se requiere ningún circuito de conversión entre ellos. El aparato de protección de corriente residual tiene una estructura simple y es fácil de implementar. El aparato de protección de corriente residual puede funcionar en un modo de bajo consumo, y puede evitar una acción de error correspondiente a una desconexión debido a una señal de error provocada por una pérdida de potencia de un circuito de muestreo.
- 20 Las realizaciones descritas anteriormente se ofrecen a aquellas personas expertas en la técnica para implementar o utilizar la invención. Pueden llevarse a cabo diversas modificaciones o cambios en estas realizaciones por parte de aquellas personas expertas en la técnica sin separarse del alcance de la invención que está determinada por las reivindicaciones. Por lo tanto, el alcance de protección de la invención no está limitada por las realizaciones descritas anteriormente.

25

REIVINDICACIONES

1. Un aparato de protección de corriente residual que comprende:

5 un primer núcleo (107) magnético de detección que tiene arrollado a su alrededor un cable conductor de un bucle principal, en donde el primer núcleo (107) magnético de detección es un núcleo magnético de detección de corriente total y comprende un arrollamiento primario compuesto por conductores que conducen corriente y un arrollamiento secundario;

un segundo núcleo (108) magnético de detección que tiene arrollado a su alrededor el cable conductor del bucle principal, en donde el segundo núcleo (108) magnético de detección es un transformador de corriente electromagnético y comprende un arrollamiento primario y un arrollamiento secundario;

10 un primer circuito (102) de detección de corriente de falta acoplado con el primer núcleo (107) magnético de detección y que comprende:

un circuito (109) de muestreo de señal acoplado con el arrollamiento secundario del primer núcleo (107) magnético de detección y que comprende un circuito oscilador auxiliar y un circuito de filtrado paso bajo,

un circuito (110) de procesamiento y

15 un circuito (111) comparador,

en donde el primer circuito (102) de detección de corriente de falta depende de una tensión de red, y el primer circuito (102) de detección de corriente de falta lleva a cabo un muestreo de la corriente total en el bucle principal, con el fin de detectar una corriente residual de falta de corriente (AC) alterna de alta frecuencia, una corriente residual de corriente (DC) continua pulsátil y una corriente residual de corriente (DC) continua suave;

20 un segundo circuito (103) de detección de corriente de falta acoplado con el arrollamiento secundario del segundo núcleo (108) magnético de detección, en donde el segundo circuito (103) de detección de corriente de falta es independiente de la tensión de red, y el segundo circuito (103) de detección de corriente de falta lleva a cabo un muestreo de corriente electromagnético en el bucle principal, con el fin de detectar una corriente residual de corriente (AC) alterna de frecuencia de red y una corriente residual de corriente (DC) continua pulsátil;

25 un circuito (104) de accionamiento, en donde una entrada del circuito (104) de accionamiento está conectada al primer circuito (102) de detección de corriente de falta y al segundo circuito (103) de detección de corriente de falta, y una salida del circuito (104) de accionamiento está conectada a un mecanismo (106) de ejecución para disparar la entrada en funcionamiento del mecanismo (106) de ejecución; y

30 un módulo (105) de suministro de potencia bipolar conectado al bucle principal y al primer circuito (102) de detección de corriente de falta,

35 en donde el circuito oscilador auxiliar y el primer núcleo (107) magnético de detección forman un circuito RL multivibrador, el módulo (105) de suministro de potencia bipolar excita al circuito RL multivibrador de tal manera que el circuito RL multivibrador lleva a cabo un acoplamiento mediante modulación de una corriente residual y una portadora, el circuito de filtrado paso bajo recibe una salida del circuito RL multivibrador, lleva a cabo un desacoplamiento entre la corriente residual y la portadora, filtra la portadora y entrega una forma de onda muestreada de la corriente residual, y

40 el segundo circuito (103) de detección de corriente de falta obtiene energía directamente a través del segundo núcleo (108) magnético de detección en un modo electromagnético, y el segundo circuito (103) de detección de corriente de falta discrimina una corriente residual basándose en la energía obtenida y entrega una segunda señal de circuito de falta.

2. El aparato de protección de corriente residual según la reivindicación 1, en donde

el circuito (109) de muestreo de señal está acoplado con el primer núcleo (107) magnético de detección para formar un circuito magnético de modulación y demodulación que lleva a cabo un muestreo de la corriente total en el bucle principal, y el circuito (109) de muestreo de señal entrega una forma de onda muestreada;

45 el circuito (110) de procesamiento está conectado con el circuito (109) de muestreo de señal, y amplifica e invierte la forma de onda muestreada;

el circuito (111) comparador recibe una salida del circuito (110) de procesamiento, discrimina la salida del circuito (110) de procesamiento y entrega una señal de primer circuito de falta.

3. El aparato de protección de corriente residual según la reivindicación 2, en donde el módulo (105) de suministro de potencia bipolar reduce la tensión de red mediante un suministro de potencia conmutable y forma una salida de suministro de potencia bipolar positiva-negativa a través de un circuito simétrico con auto-realimentación, en donde la salida del suministro de potencia bipolar positiva-negativa trabaja como un suministro de potencia de trabajo del primer circuito (102) de detección de corriente de falta;
- 5 el circuito (109) de muestreo de señal, el circuito (110) de procesamiento y el circuito (111) comparador del primer circuito (102) de detección de corriente de falta están accionados por el módulo (105) de suministro de potencia bipolar.
4. El aparato de protección de corriente residual según la reivindicación 1, en donde el circuito oscilador auxiliar y el circuito de filtrado paso bajo están dotados de un amplificador, respectivamente, y la frecuencia de corte superior del circuito de filtrado paso bajo es de 2 kHz.
- 10 5. El aparato de protección de corriente residual según la reivindicación 3, en donde el circuito (110) de procesamiento comprende un circuito amplificador y un circuito de valor absoluto, que amplifican e invierten la forma de onda muestreada de la corriente residual.
- 15 6. El aparato de protección de corriente residual según la reivindicación 3, en donde el circuito (111) comparador comprende un amplificador, compara una señal entregada por el circuito (110) de procesamiento con un umbral predeterminado, y entrega la señal del primer circuito de falta.
- 20 7. El aparato de protección de corriente residual según la reivindicación 1, en donde el circuito (104) de accionamiento comprende un amplificador operacional, un circuito de compensación de error de pérdida de potencia y un diodo, en donde una entrada positiva del amplificador operacional está conectada al primer circuito (102) de detección de corriente de falta, una entrada negativa del amplificador operacional está conectada al circuito de compensación de error de pérdida de potencia, el segundo circuito (103) de detección de corriente de falta está conectado a un terminal positivo del diodo, y un terminal negativo del diodo está conectado a una salida del amplificador operacional y funciona como una salida del circuito (104) de accionamiento.
- 25 8. El aparato de protección de corriente residual según la reivindicación 1, en donde el mecanismo (106) de ejecución entra en funcionamiento cuando el circuito (104) de accionamiento entrega una señal.

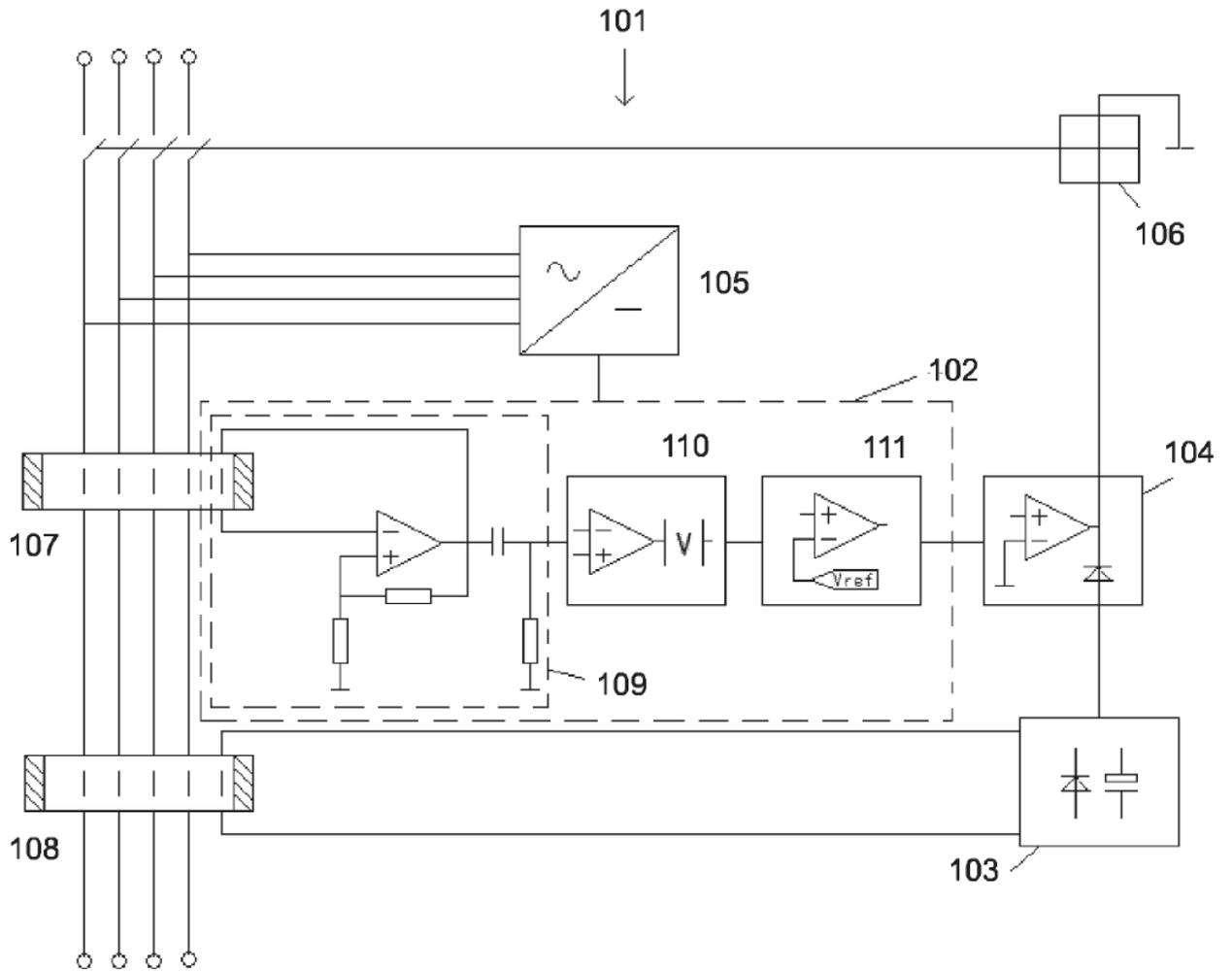


FIG 1

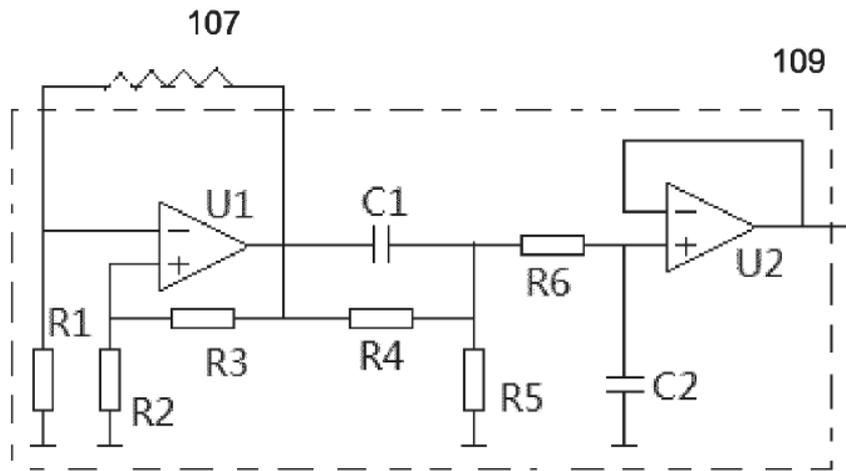


FIG 2

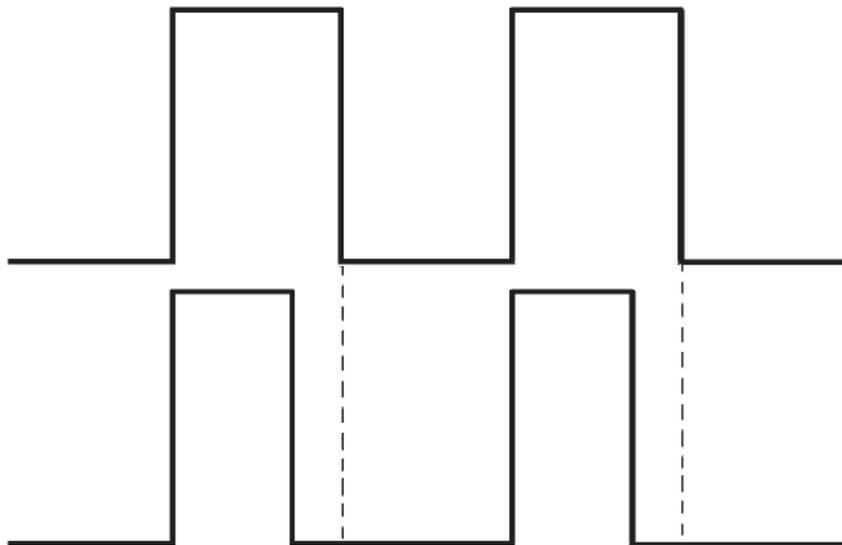


FIG 3

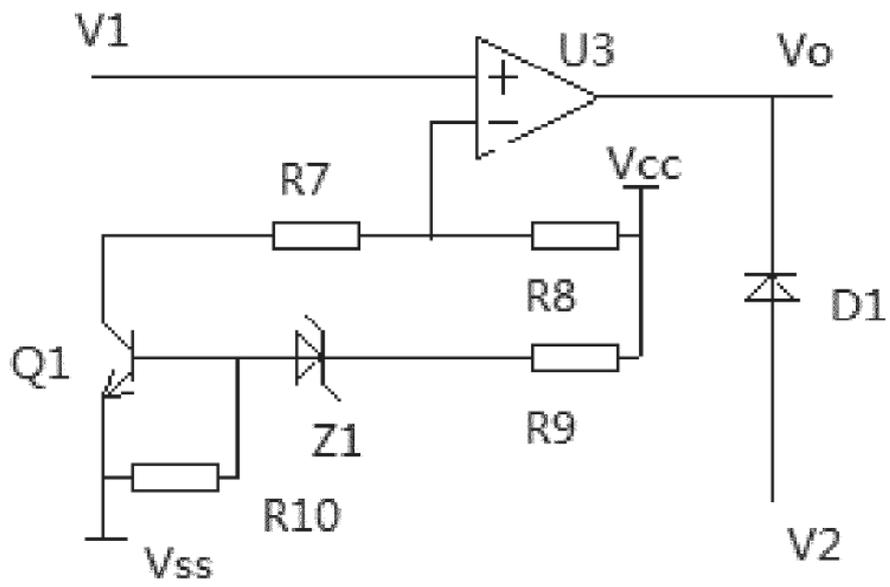


FIG 4

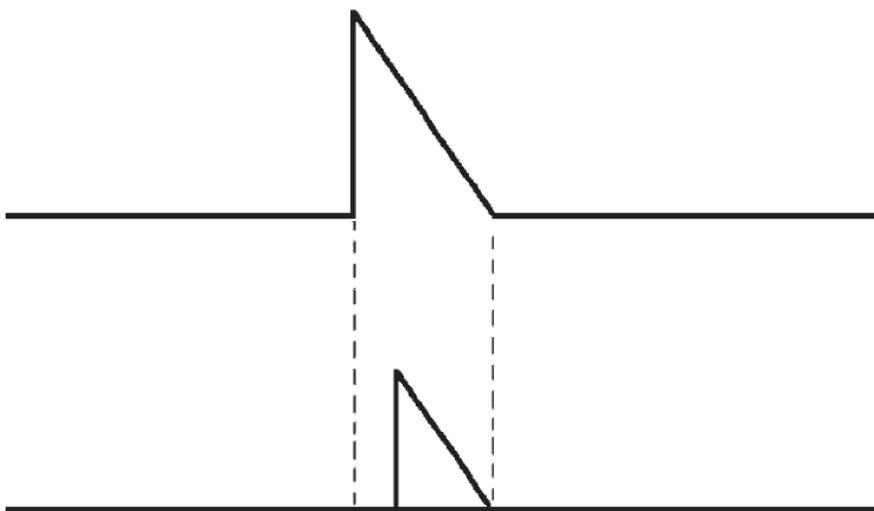


FIG 5