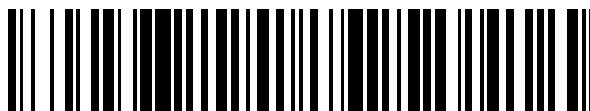


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 729 074**

51 Int. Cl.:

H03K 17/72 (2006.01)

H02H 5/08 (2006.01)

H03K 17/0814 (2006.01)

A61C 17/22 (2006.01)

A61C 17/26 (2006.01)

A46B 15/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.04.2014** **PCT/CN2014/075014**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.10.2015** **WO15154264**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.04.2014** **E 14888932 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.03.2019** **EP 3131203**

54 Título: **Dispositivo con voltaje de extremo de interruptor controlable**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
30.10.2019

73 Titular/es:

SHANGHAI SHIFT ELECTRICS CO. LTD (100.0%)
No.489 Jinbai Road, Jinshan Industrial Zone
Shanghai 201506, CN

72 Inventor/es:

DAI, XIAOGUO y
XU, ZHENWU

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 729 074 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 con voltaje de extremo de interruptor controlable

Antecedentes

5 La presente invención se refiere en general al campo de los circuitos domésticos y, más particularmente, a un dispositivo capaz de reducir efectivamente el voltaje entre los contactos del interruptor en un entorno húmedo.

10 Un interruptor se usa usualmente para activar o desactivar los aparatos eléctricos, y también se puede usar para seleccionar diferentes modos de operación de los aparatos eléctricos, en cierto sentido, el interruptor es un dispositivo para lograr el contacto entre personas y aparatos eléctricos. Actualmente hay una gran cantidad de aparatos eléctricos que comprenden baterías recargables o baterías secas, etc. como su fuente de alimentación, por lo que los aparatos eléctricos tienen fuentes de alimentación con un voltaje de salida superior a 1 V, sin embargo, los aparatos eléctricos disponibles en el mercado usualmente tienen un voltaje entre los contactos del interruptor aproximadamente iguales o mayores que el voltaje de salida de la fuente de alimentación.

15 Es bien sabido que los aparatos eléctricos, tales como cepillos de dientes, dispositivos de afeitado o dispositivos para quitar el vello eléctricos, se colocan con frecuencia en el inodoro húmedo y, durante su uso o proceso de limpieza, es probable que tengan acceso a una variedad de soluciones acuosas. La solución acuosa es típicamente conductora, y cuando el sello hermético de un aparato eléctrico funciona mal, una solución acuosa de este tipo podría causar que el espacio entre los contactos dentro del interruptor que tiene la diferencia de potencial se someta a una solución o corriente acuosa conductora de la solución acuosa conductora o una mezcla de la solución acuosa conductora y la corriente de la solución acuosa, pero tal líquido o gas conductor o una mezcla de líquido y gas causaría una reacción electroquímica bajo la acción del voltaje anterior entre los contactos del interruptor, y este tipo de reacción electroquímica podría corroer el interruptor y, por lo tanto, causar una falla del interruptor. CN102904211A proporciona un dispositivo de protección del aparato y un circuito de seguridad. El dispositivo de protección del aparato comprende un circuito de interruptor y un circuito conductor de disparo de agua; el circuito conductor de disparo de agua comprende un primer conductor y un segundo conductor conectado con el cátodo de una fuente de alimentación, y el primer conductor no se pone en contacto con el segundo conductor; el circuito de interruptor comprende un extremo de salida conectado con un extremo de entrada de ánodo de un aparato que se va a proteger, un segundo extremo de entrada conectado con el primer conductor del circuito conductor de disparo de agua, y un primer extremo de entrada conectado con el ánodo de la fuente de alimentación; y el primer conductor del circuito conductor disparador de agua está conectado con el segundo extremo de entrada del circuito de interruptor.

25 Por lo tanto, se desea proporcionar un circuito que haga que el interruptor sea adecuado para el ambiente húmedo al tiempo que proporciona una mayor estabilidad y seguridad.

Sumario

35 Para resolver los problemas anteriores, la presente invención propone un dispositivo con voltaje controlable entre contactos de interruptor capaces de funcionar de manera estable en condiciones húmedas con alta seguridad.

40 La presente invención propone un dispositivo con voltaje controlable entre contactos de interruptor que comprende: una unidad de señal del interruptor para emitir una señal del interruptor correspondiente de acuerdo con el estado de un interruptor, en el que el interruptor está acoplado entre la unidad de señal del interruptor y una salida de una fuente de alimentación; un circuito de polarización acoplado a la unidad de señal del interruptor, para enviar un voltaje de polarización a la unidad de señal del interruptor; en el que cuando el interruptor está abierto y existe un líquido conductor y/o la corriente de un líquido conductor dentro del interruptor, la unidad de polarización coopera con la unidad de señal del interruptor para controlar el voltaje del terminal del interruptor y la corriente que fluye a través del interruptor.

45 Un aspecto de la presente invención propone un dispositivo con voltaje controlable entre contactos de interruptor que comprende:

una unidad de señal del interruptor, en el que la unidad de señal del interruptor comprende un primer transistor, un interruptor está acoplado entre el primer transistor y una salida de una fuente de alimentación para controlar el cierre-apertura de la trayectoria de corriente entre el primer transistor y la fuente de alimentación;

un circuito de polarización acoplado a la unidad de señal del interruptor,

50 caracterizado porque la unidad de señal del interruptor está adaptada para emitir una señal del interruptor correspondiente de acuerdo con el estado del interruptor,

en el que el circuito de polarización comprende dos partes de resistencia en serie y con valores de resistencia fijos, las partes de resistencia se acoplan a la salida de la fuente de alimentación y la unidad de señal del interruptor respectivamente, la parte de resistencia acoplada a un polo positivo de la fuente de alimentación es una parte de

polarización superior, mientras que la parte de resistencia acoplada a un polo negativo de la fuente de alimentación es una parte de polarización inferior, para proporcionar un voltaje de polarización al terminal de control del primer transistor de la unidad de señal del interruptor, para controlar el voltaje entre los contactos del interruptor y la corriente que fluye a través del interruptor, cuando se abre el interruptor, si existe un líquido conductor y/o la corriente de un líquido conductor dentro del interruptor, el primer transistor está en estado de encendido; si el interior del interruptor está seco, el primer transistor se encuentra en estado de apagado.

Preferiblemente, los valores de resistencia de las dos partes de resistencia satisfacen la siguiente relación:

$$R_u \geq (0,5 * R_l) / (U - 0,5)$$

en la que R_u y R_l representan las partes de resistencia que forman la parte de polarización superior y la parte de polarización inferior respectivamente, y U representa el voltaje de alimentación.

Preferiblemente, el primer transistor es un transistor bipolar, un contacto del interruptor está acoplado al emisor del primer transistor, en el que el interruptor está acoplado en serie con la unión PN entre el emisor y la base del primer transistor para formar un primer circuito en serie, donde el primer circuito en serie se acopla en paralelo con la parte de polarización superior del circuito de polarización; o el interruptor está acoplado en serie con la unión NP entre el emisor y la base del primer transistor para formar un segundo circuito en serie, donde el segundo circuito en serie está acoplado en paralelo con la parte de polarización inferior del circuito de polarización.

Preferiblemente, los circuitos en serie primero y segundo comprenden además al menos una resistencia.

Preferiblemente, el dispositivo comprende además un motor eléctrico acoplado a la salida de la unidad de señal del interruptor.

Preferiblemente, el dispositivo comprende además un módulo de salida que comprende un segundo transistor y un motor eléctrico acoplado en serie con el segundo transistor; en el que el módulo de salida está acoplado a la salida de la unidad de señal del interruptor, y el estado de funcionamiento del motor eléctrico se configura con base en la señal de salida de la unidad de señal del interruptor.

Preferiblemente, al menos una resistencia de desincronización está acoplada en serie entre la salida de la unidad de señal del interruptor y el nivel bajo.

Preferiblemente, el circuito comprende además un módulo de análisis de señal acoplado entre el módulo de salida y la salida de la unidad de señal del interruptor, con el fin de emitir la señal de control para controlar el módulo de salida de acuerdo con la señal de salida de la unidad de señal del interruptor.

Preferiblemente, el segundo transistor es un transistor de efecto de campo, en el que el motor eléctrico está acoplado en serie al drenaje del segundo transistor.

Preferiblemente, el segundo transistor es un transistor bipolar, en el que el motor eléctrico está acoplado en serie al colector del segundo transistor.

Preferiblemente, el primer transistor es un transistor de efecto de campo, y un contacto del interruptor está acoplado a la fuente del primer transistor, en el que el interruptor está acoplado en serie con la unión NP entre la compuerta y la fuente del primer transistor para formar un primer circuito en serie, donde el primer circuito en serie se acopla en paralelo con la parte superior de polarización del circuito de polarización; el interruptor está acoplado en serie con la unión PN entre la compuerta y la fuente del primer transistor para formar un segundo circuito en serie, estando el segundo circuito en serie acoplado en paralelo con la parte de polarización inferior del circuito de polarización.

Otro aspecto de la presente invención propone un cepillo de dientes eléctrico que comprende una cabeza de cepillo acoplada al motor eléctrico; el motor eléctrico determina si se debe mover la cabezal del cepillo para operar de acuerdo con el control del interruptor.

Al adoptar la solución técnica de la presente invención, es posible hacer que el voltaje entre el contacto del interruptor sea menor que 1V cuando se abre el interruptor, lo que deprime considerablemente la reacción electroquímica del interruptor, prolongando así la vida útil del interruptor y evitando la posibilidad de explosión de hidrógeno.

Breve descripción de los dibujos

Una mejor comprensión de la presente invención estará disponible después de referirse a la descripción de las realizaciones de la presente invención realizada en conjunto con los dibujos adjuntos, y otros propósitos, detalles, características y ventajas de la presente invención serán aún más evidentes, en la cual:

La Fig. 1 es un diagrama esquemático de un circuito de aplicación del interruptor disparador en la técnica anterior;

La Fig. 2 es un diagrama de circuito equivalente donde el interior del interruptor de la Fig. 1 tiene una solución

acuosa;

La Fig. 3 es un diagrama esquemático de un circuito de interruptor de corriente típico en la técnica anterior;

La Fig. 4 es un diagrama de circuito equivalente donde el interior del interruptor mostrado en la Fig.3 tiene una solución acuosa;

5 La Fig. 5 es un diagrama esquemático of un circuito para reducir el voltaje entre los contactos del interruptor de acuerdo con una realización de la presente invención;

La Fig. 6 es un diagrama de circuito equivalente donde el interior del interruptor mostrado en la Fig.5 tiene una solución acuosa;

10 La Fig. 7 es un diagrama esquemático de otro circuito para reducir el voltaje entre los contactos del interruptor de acuerdo con una realización de la presente invención;

La Fig. 8 es un diagrama de circuito equivalente donde el interior del interruptor mostrado en la Fig.7 tiene una solución acuosa;

La Fig. 9 es un diagrama esquemático de otro circuito para reducir el voltaje entre los contactos del interruptor de acuerdo con una realización de la presente invención;

15 La Fig. 10 es un diagrama esquemático de otro circuito para reducir el voltaje entre los contactos del interruptor de acuerdo con una realización de la presente invención;

La Fig. 11 es un diagrama de circuito equivalente donde el interior del interruptor mostrado en la Fig.9 tiene una solución acuosa;

20 La Fig. 12 es un diagrama de circuito equivalente donde el interior del interruptor mostrado en la Fig.10 tiene una solución acuosa.

Descripción detallada

25 Las realizaciones preferidas de la presente divulgación se describirán a continuación con más detalle haciendo referencia a los dibujos adjuntos. Aunque los dibujos han mostrado realizaciones preferidas de la presente divulgación, debe apreciarse que la presente divulgación se puede lograr de varias maneras en lugar de estar restringida por las realizaciones expuestas en la presente memoria. Por el contrario, la provisión de estas realizaciones es meramente para el propósito de una comprensión completa y total de la presente divulgación, y también puede presentar el alcance completo de la presente divulgación al experto en la técnica.

30 El experto en la técnica puede entender que la solución acuosa conductora, la corriente de la solución acuosa o su mezcla causaría una reacción electroquímica similar y un circuito equivalente cuando la misma sale dentro del interruptor, por lo tanto, esta realización analiza el caso en el que solo la solución acuosa conductora sale dentro del interruptor, y los resultados del análisis son igualmente aplicables al caso de la corriente de solución acuosa conductora o la mezcla de la solución acuosa conductora y la corriente de la solución acuosa existente dentro del interruptor. En esta realización, un objeto con una resistencia equivalente menor a $1M\Omega$ se define como un objeto conductor.

35 En aras de la concisión, en la siguiente descripción, "voltaje entre los contactos del interruptor" se conoce como "voltaje del terminal del interruptor" para abreviar.

40 La Fig. 1 es un diagrama esquemático de un circuito de aplicación del interruptor disparador en la técnica anterior. El experto en la técnica puede entender que, cuando se abre el interruptor K11, el voltaje en el interruptor K11 es igual a VDD11, y luego al voltaje U11 de salida de la fuente de alimentación, pero para la mayoría de los aparatos eléctricos, el voltaje U11 de salida de la fuente de alimentación generalmente es mayor que 1V, y en esta realización, U11 es igual a 3V.

El análisis del principio de funcionamiento del circuito de la Fig. 1 es el siguiente:

(1) El interruptor está en el aire seco.

45 Cuando se abre el interruptor K_{11} , el puerto I/O¹¹ del módulo IC1 de procesamiento de señales no está acoplado con el nivel bajo (suelo), por lo que el puerto I/O¹¹ está en un nivel alto, y el puerto I/O¹² genera un nivel bajo, el motor M₁₁ eléctrico está inhabilitado para operar. Cuando el usuario presiona el interruptor K₁₁ durante un período de tiempo superior a 100 ms, el interruptor K₁₁ pone en cortocircuito directamente el puerto I/O¹¹ al nivel bajo, es decir, el puerto I/O¹¹ se cae repentinamente del nivel alto al nivel bajo, luego IC1 detecta el cambio abrupto de nivel de I/O¹¹ y determina que el interruptor se ha activado, por lo que se emite un nivel alto en el puerto I/O¹² para activar el transistor Q₁₁ de efecto de campo para que funcione y a continuación, accione el motor M₁₁ de accionamiento para que funcione.

Cuando el motor eléctrico funciona y el usuario libera el interruptor, el nivel en el puerto I/O¹¹ se restaura a un nivel alto desde el nivel bajo, IC1 reconoce que dicho proceso es un proceso que libera el interruptor, por lo tanto, el estado de funcionamiento de corriente del motor eléctrico no se cambia, y se mantiene el funcionamiento del motor eléctrico. Cuando el interruptor K₁₁ se presiona nuevamente por más de 100 ms, es decir, el nivel de I/O¹¹ se cambia abruptamente nuevamente de un nivel alto a un nivel bajo, IC1 reconoce que el interruptor se activa nuevamente, por lo que se emite un nivel bajo en el puerto I/O¹² y luego el transistor Q₁₁ de efecto de campo se apaga, de modo que el motor M₁₁ eléctrico se detiene. Los procesos se ciclan de esta manera para repetir la operación.

Suponiendo que V_{DD} es un voltaje de alimentación para IC1, en esta realización, el nivel alto se define como mayor o igual a 0,7 veces de V_{DD}, y el nivel bajo se define como menor o igual a 0,3 veces de V_{DD}. Aparentemente, cuando el nivel en el puerto está entre 0,3 V_{DD} y 0,7 V_{DD}, IC1 no puede determinar si dicho nivel es alto o bajo. Normalmente, una resistencia R₁₂ de desincronización de aproximadamente 100 KΩ se acopla en serie entre I/O¹¹ y V_{DD} dentro de IC1 (como se muestra en la Fig.1), es decir, I/O¹¹ y V_{DD} se acoplan entre sí a través de resistencia de desincronización.

Cuando existe una solución acuosa conductora dentro del interruptor de los aparatos eléctricos debido al mal sellado de los aparatos eléctricos, el interruptor K₁ es equivalente a un interruptor K₂₁ ideal y una resistencia R_{agua 2} equivalente en paralelo. La Fig. 2 es un diagrama de circuito equivalente de la Fig. 1 donde el interior del interruptor tiene una solución acuosa.

La solución acuosa conductora corresponde al electrólito, tanto los polos positivos como negativos del interruptor con voltaje terminal y el electrólito constituyen un sistema electrolítico. De acuerdo con la teoría electroquímica, el voltaje de descomposición teórica del agua es de 1,23 V, es decir, cuando el voltaje del terminal del interruptor es mayor que 1,23 V, es probable que el agua libere hidrógeno en el polo negativo, pero que libere oxígeno en el polo positivo. La mezcla del hidrógeno y el oxígeno en un espacio relativamente cerrado es arriesgada, cuando el volumen de hidrógeno mezclado en el aire es del 4 % al 74,2 % del volumen total, la chispa que se produce cuando el motor eléctrico funciona puede detonar el hidrógeno, dañando así los aparatos eléctricos o causando incidentes de seguridad más graves.

Además, incluso si el voltaje del terminal del interruptor es inferior a 1,23 V, todavía existe la electrólisis debido a la conductividad de la solución acuosa. Un proceso de electrólisis de este tipo oxidaría y pasivaría el metal en el polo positivo, de modo que la conductividad del polo positivo se empobrece y, por lo tanto, provoca un contacto pobre entre los polos positivo y negativo del interruptor cuando los polos positivo y negativo entran en contacto, y luego causan falla del interruptor y acortamiento de la vida del interruptor. Obviamente, cuanto mayor es el voltaje del terminal del interruptor, más serio es el efecto de la electrólisis, por lo tanto, la falla del interruptor ocurrirá cada vez más rápido.

El voltaje de alimentación de los aparatos eléctricos es generalmente mayor que 1,0V, y en las aplicaciones típicas del suministro de la batería, el voltaje de alimentación es 1,2V, 1,5V, 2,4V y 3V. Por lo tanto, los circuitos típicos disponibles en el mercado actualmente tienen el riesgo analizado anteriormente.

De acuerdo con la teoría electroquímica, la resistencia R_{agua 2} equivalente está relacionada con el grado de electrólisis de la solución acuosa, es decir, cuando la electrólisis de la solución acuosa se inicia, existen menos iones en la solución acuosa y su conductividad es pobre, por lo tanto, la resistencia R_{agua 2} equivalente es relativamente mayor, en esta realización, el experimento demuestra que el R_{agua 2} en este punto es aproximadamente igual a 100 KΩ. Cuando la electrólisis continúa durante un cierto período de tiempo, el ion en la solución acuosa aumenta y su conductividad también se incrementa, la resistencia R_{agua 2} equivalente disminuye relativamente, y el experimento demuestra que R_{agua 2} en este punto es aproximadamente igual a 40KΩ.

Con la distribución de voltaje de la rama U₁₁-R₁₂-K₂₁ de la Fig. 2, se puede derivar una relación de voltaje como se muestra en la expresión (1):

$$\begin{cases} U_{11} = U_{R12} + U_{K21} \\ U_{R12} = i_{21} \cdot R_{12} \\ U_{K21} = i_{21} \cdot R_{\text{agua } 2} \end{cases} \quad (1)$$

En la que R₁₂ está configurado para ser 100 KΩ, U₁₁ es el voltaje de alimentación que es la suma del voltaje de la resistencia R₁₂ y el voltaje del interruptor K₂₁, U_{K21} es el voltaje a través del interruptor K₂₁, U_{R12} es el voltaje de la resistencia R₁₂ de desincronización dentro de IC, i₂₁ es la corriente que fluye a través de las resistencias R₁₂ y R_{agua 2}.

Como puede verse en la expresión (1), cuando R₁₂ = R_{agua 2}, los voltajes a través del interruptor U_{K21} = 0,5U₁₁ ≈ 0,5V_{DD11}. Por lo tanto, es difícil para IC1 determinar si el nivel de I/O¹¹ es un nivel alto o bajo. Cuando el usuario presiona el interruptor y el nivel de I/O¹¹ cambia bruscamente de 0,5V_{DD11} a un nivel bajo, ya que IC1 puede

reconocer que el nivel inicial de I/O^{11} es bajo, IC1 determina que la presión del interruptor en este momento es una presión no válida, IC1 no puede arrancar el motor eléctrico para operar. En este punto, el usuario puede determinar la falla del interruptor.

- 5 Cuando $R_{12} = 100K \Omega$, $R_{agua\ 2} = 40K \Omega$ y sustituyendo el mismo en la expresión (1), puede verse que $U_{K21} = 0,286U_{11} \approx 0,286 V_{DD11}$. En este punto, el nivel de I/O^{11} es $0,286 V_{DD11}$, e IC1 determina que el nivel de I/O^{11} es bajo. De manera similar, en este punto, incluso si el usuario presiona el interruptor, el motor eléctrico no puede ponerse en marcha.

- 10 En general, debido a que el voltaje del terminal del interruptor es mayor que $1,0 V$, la resistencia equivalente de la solución acuosa a través del interruptor puede influir directamente en la función del interruptor, y también puede causar una falla del interruptor. Además, en un proceso de electrólisis durante más tiempo, se producirá una gran cantidad de conductores eléctricos libres dentro del interruptor. Debido a la pequeña brecha entre los polos positivo y negativo del interruptor, estos conductores eléctricos libres a veces podrían acortar los polos positivo y negativo del interruptor, lo que provocaría un cortocircuito en el interruptor y, por lo tanto, la falla del interruptor.

- 15 En vista de lo anterior, cuando el interruptor está en un estado abierto, se someterá directamente a un voltaje de alimentación superior a $1 V$, una vez que exista una solución y/o corriente acuosa conductora de la solución acuosa dentro del interruptor, existe el riesgo de que el hidrógeno y el oxígeno se mezclen y exploten y existen varios problemas de falla del interruptor.

La Fig. 3 es un diagrama esquemático de un circuito típico de interruptor de encendido en la técnica anterior, la Fig. 4 es un diagrama de circuito equivalente donde el interior del interruptor de la Fig. 3 tiene una solución acuosa.

- 20 Obviamente, cuando el interruptor K_{31} está abierto, el voltaje del interruptor K_{31} es igual al voltaje U_{31} de alimentación, pero U_{31} siempre es mayor que $1V$, en esta realización, U_{31} es igual a $3V$.

Un breve análisis del principio de funcionamiento del circuito de la Fig. 3 es el siguiente:

- (1) Cuando el interruptor K_{31} está en el aire seco, la resistencia equivalente en el interruptor K_{31} es infinita, por lo que el estado de funcionamiento del circuito depende del estado del interruptor K_{31} .
- 25 (2) Cuando el interruptor K_{31} está en un ambiente húmedo, el interruptor K_{31} es equivalente a un interruptor K_{41} ideal y una resistencia $R_{agua\ 4}$ equivalente en paralelo.

De manera similar, cuando el voltaje a través del interruptor K_{31} es grande, una vez que existe una solución y/o corriente acuosa conductora de la solución acuosa dentro del interruptor, existe el riesgo de que el hidrógeno y el oxígeno se mezclen y exploten, así como diversos problemas de fallo del interruptor.

- 30 La presente invención permite que al menos una unión PN o NP de un transistor sea acoplada en serie en la ruta de corriente desde un interruptor a una fuente de alimentación, particularmente como se muestra en las Figs. 5, 7 y 9, un terminal del interruptor está acoplado al emisor de un primer transistor, el interruptor está acoplado en serie con la unión NP entre la base y el emisor del primer transistor, constituyendo un primer circuito en serie, y el primer circuito en serie está acoplado en paralelo con la parte de polarización superior del circuito de polarización del primer transistor. Podría apreciarse que el primer circuito en serie también puede comprender una resistencia apropiada, es decir, el interruptor y la unión NP entre la base y el emisor del primer transistor y la resistencia apropiada constituyen el primer circuito en serie. La parte de polarización superior mencionada anteriormente del circuito de polarización es una parte del circuito de polarización que conecta eléctricamente la base del primer transistor y el polo positivo de la fuente de alimentación.

- 40 En consecuencia, cuando el primer transistor está alterado en su tipo, por ejemplo, como se muestra en la Fig. 10, un terminal del interruptor está acoplado al emisor del primer transistor, el interruptor está acoplado en serie con la unión PN entre la base y el emisor del primer transistor para constituir un segundo circuito en serie, y el segundo circuito en serie está acoplado en paralelo con la parte de polarización inferior del circuito de polarización del primer transistor. De manera similar, el segundo circuito en serie también puede comprender una resistencia apropiada, es decir, el interruptor, la unión PN entre la base y el emisor del primer transistor y la resistencia adecuada constituyen el segundo circuito en serie. La parte de polarización inferior mencionada anteriormente del circuito de polarización es una parte del circuito de polarización que conecta eléctricamente la base del primer transistor y el polo negativo de la fuente de alimentación.

- 50 El circuito de polarización superior (o inferior) acoplado en paralelo con el primer circuito en serie anterior (o segundo) debe tener un voltaje menor que el voltaje de alimentación. Obviamente, la suma del voltaje del terminal del interruptor y el voltaje entre el emisor y la base del primer transistor es igual al voltaje del circuito de polarización superior (o inferior) correspondiente. Por lo tanto, el voltaje del terminal del interruptor es la diferencia entre el voltaje del circuito de polarización superior (o inferior) correspondiente y el voltaje entre el emisor y la base del primer transistor, configurando así racionalmente el circuito de polarización del primer transistor y el tipo del primer transistor, es posible establecer que el voltaje del terminal del interruptor sea menor que $1 V$ y mayor que $0 V$ cuando el interruptor se abre y existe una solución acuosa conductora dentro del interruptor.

Un análisis aún más detallado es el siguiente:

Cuando se abre el interruptor, dado que un terminal del interruptor que tiene solución acuosa conductora está acoplado al emisor del primer transistor, si el primer transistor no está encendido, no fluirá corriente a través del emisor del primer transistor, es decir, ninguna corriente pasa a través del interruptor ideal y la resistencia equivalente del interruptor, por lo que el voltaje del terminal del interruptor es cero. Obviamente, en este punto, el voltaje del circuito de polarización superior (o inferior) correspondiente es menor o igual al voltaje de umbral de la unión PN (o NP) entre el emisor y la base del primer transistor, es decir, incluso si el interruptor está cerrado, el primer transistor aún no se puede encender de manera efectiva, y el motor eléctrico no puede funcionar, por lo tanto, la polarización del circuito de polarización no está disponible.

Para el propósito de que el transistor se encienda efectivamente cuando el interruptor está cerrado, el voltaje del circuito de polarización superior (o inferior) correspondiente se puede configurar para que sea mayor que el voltaje de umbral de la unión PN (o NP) entre el emisor y la base del transistor. Cuando el voltaje del circuito de polarización superior (o inferior) correspondiente es mayor que el voltaje de umbral de la unión PN (o NP) entre el emisor y la base del transistor, el voltaje del terminal del interruptor es la diferencia entre el voltaje del circuito de polarización superior (o inferior) correspondiente y el voltaje entre el emisor y la base del primer transistor, y el voltaje del terminal del interruptor es mayor que 0V. Cuando se abre el interruptor y existe una solución acuosa conductora dentro del interruptor, el primer transistor, que tiene su emisor acoplado a un terminal del interruptor, está en un estado encendido, además, debido a que el voltaje del terminal del interruptor es la diferencia entre el voltaje del circuito de polarización superior (o inferior) correspondiente y el voltaje entre el emisor y la base del primer transistor, es decir, el voltaje del circuito de polarización superior (o inferior) correspondiente y el voltaje entre el emisor y la base del primer transistor determina la magnitud del voltaje del terminal del interruptor. En general, hay un pequeño cambio en el voltaje entre el emisor y la base, por lo que el voltaje del circuito de polarización superior (o inferior) correspondiente controla la magnitud del voltaje del terminal del interruptor. Por lo tanto, en esta realización, al configurar racionalmente el circuito de polarización y el tipo del primer transistor, es posible configurar el voltaje del terminal del interruptor para que sea menor que 1V y mayor que 0V cuando se abre el interruptor y existe una solución acuosa conductora dentro del cambiar. En esta realización, se emplean dos resistencias para constituir el circuito de polarización del transistor, sin embargo, es obvio que se puede aplicar cualquier combinación de los componentes electrónicos capaces de lograr un circuito de polarización de división de voltaje a esta realización. Por ejemplo, es posible una combinación de varias resistencias, una combinación de una resistencia y un diodo, y una combinación de una resistencia y un diodo Zener y similares.

El análisis anterior prueba que la característica de encendido del transistor se puede utilizar para reducir el voltaje del terminal en los dos terminales del interruptor cuando se abre, especialmente cuando el interruptor se abre y el interior del interruptor tiene una solución acuosa conductora o la corriente de la solución acuosa o una mezcla de la solución acuosa conductora y la corriente de la solución acuosa, se puede utilizar la característica de encendido del transistor para reducir efectivamente el voltaje del terminal del interruptor y la corriente interna. De acuerdo con la teoría electroquímica, un voltaje suficientemente bajo y una corriente suficientemente baja podrían inhibir la reacción electroquímica entre el electrolito y el interruptor.

La Fig. 5 es un diagrama esquemático de un circuito para reducir el voltaje del terminal del interruptor de acuerdo con una realización de la presente invención. El circuito comprende:

- (1) una fuente U_{51} de alimentación para suministrar un voltaje de funcionamiento al circuito;
 - (2) una unidad de señal del interruptor que comprende un primer transistor Q_{51} para emitir una señal del interruptor de acuerdo con el estado de un interruptor K_{51} , en la que el interruptor K_{51} está acoplado entre el primer transistor Q_{51} y la salida de la fuente U_{51} de alimentación, y se utiliza para controlar el cierre-apertura de la ruta de corriente entre el primer transistor Q_{51} y la salida de la fuente U_{51} de alimentación;
 - (3) un circuito de polarización constituido por las resistencias R_{51} y R_{52} en serie, las resistencias R_{51} y R_{52} están acopladas respectivamente a la salida de la fuente U_{51} de alimentación y la unidad de señal del interruptor para emitir un voltaje de polarización a la unidad de señal del interruptor, es decir, el nodo de las resistencias R_{51} y R_{52} está acoplado a la base del transistor Q_{51} ;
 - (4) un módulo IC5 de análisis de señal acoplado al colector del primer transistor Q_{51} , que se utiliza para emitir una señal de control correspondiente de acuerdo con la salida de la señal de conmutación del colector del primer transistor Q_{51} ;
 - (5) un módulo de salida que comprende un segundo transistor Q_{52} y un motor M_{51} eléctrico, el módulo de salida determina si arranca el motor M_{51} eléctrico de acuerdo con la salida de la señal de control del módulo IC5 de análisis de señal.
- Como se puede ver en la Fig. 5, el voltaje a través del interruptor K_{51} está determinado por el tipo de transistor Q_{51} (es decir, el primer transistor) y el circuito de polarización, como se muestra en la expresión (2):

$$U_{K51} = \frac{R_{51}}{R_{51} + R_{52}} \cdot U_{51} - V_{EB} \quad (2)$$

En la que U_{K51} es el voltaje a través del interruptor K_{51} , V_{EB} es el valor absoluto del voltaje de la unión PN entre el emisor y la base del transistor Q_{51} .

Por lo tanto, al configurar racionalmente el circuito de polarización y el transistor Q_{51} , es posible configurar el voltaje a través del interruptor K_{51} para que sea menor que 1V y mayor que 0V cuando el interruptor K_{51} se abre y el interior del interruptor K_{51} tiene una solución y/o corriente conductora.

A objeto de que el transistor Q_{51} se encienda cuando el interruptor K_{51} está cerrado, el voltaje de salida del circuito de polarización está configurado para ser mayor que V_{EB} , de modo que el voltaje U_{K51} puede ser mayor que 0V. Un experto en la técnica puede apreciar que, para los transistores del mismo tipo, V_{EB} tiene poco cambio en su valor, por lo tanto, el voltaje de salida del circuito de polarización determina el valor del voltaje U_{K51} .

En comparación con la Fig. 1, un transistor Q_{51} está acoplado en serie en la ruta de corriente desde el interruptor K_{51} hasta la fuente U_{51} de alimentación en la Fig. 5. Cuando el interruptor K_{51} está cerrado, la corriente del emisor que fluye a través del interruptor K_{51} es $I_E = I_{EB} + I_{EC}$, donde $I_{EC} = I_{R53} + I_{IC}$, es decir, la corriente del colector fluiría hacia la fuente U_{51} de alimentación a través de la resistencia R_{53} e IC5 respectivamente.

La explicación del principio de funcionamiento del circuito de la Fig. 5 es la siguiente:

(1) Cuando se abre K_{51} , Q_{51} no se enciende, el nivel de I/O^{51} es el voltaje de R_{53} y, en este punto, el nivel de I/O^{51} es un nivel bajo.

(2) Cuando K_{51} se cierra por más de 100 ms, Q_{51} se enciende efectivamente, R_{53} elevará el potencial en el colector hasta que el potencial sea mayor que $0,7 U_{51}$, es decir, el nivel de I/O^{51} puede identificarse como un alto nivel, IC5 detecta un cambio abrupto del nivel de I/O^{51} de un nivel bajo a un nivel alto, y determina que el interruptor es activado efectivamente por el usuario, luego se emitirá un nivel alto en I/O^{52} para accionar el transistor Q_{52} de efecto de campo y arrancar el motor M_{51} eléctrico. Cuando el usuario abre el interruptor K_{51} , el Q_{51} se apaga, I/O^{51} se restaura de un nivel alto a un nivel bajo, el nivel de I/O^{51} se cambia de un nivel alto a un nivel bajo, IC5 determinará que se libera el interruptor K_{51} , IC5 mantiene el motor eléctrico para operar. Cuando el interruptor K_{51} se cierra nuevamente por más de 100 ms, el nivel de I/O^{51} se cambia abruptamente de un nivel bajo a un nivel alto, IC5 determina que el usuario vuelve a activar el interruptor, IC5 cambia la salida de I/O^{52} desde un nivel alto a un nivel bajo, por lo tanto, el transistor Q_{52} de efecto de campo y el motor M_{51} eléctrico se apagan. Los procesos se ciclan de esta manera para repetir la operación.

Se realizará una descripción detallada a continuación sobre cómo configurar el circuito de polarización y la resistencia R_{53} de carga: cuando K_{51} se abre en el aire seco, debido a que el Q_{51} no está encendido, el voltaje a través de la resistencia R_{53} es 0V, cuando K_{51} está cerrado en el aire seco, K_{51} está en cortocircuito y la resistencia a través del interruptor K_{51} es 0Ω . De acuerdo con la característica de encendido del transistor y el circuito de polarización, se puede obtener una relación de voltaje como se muestra en la expresión (3):

$$\begin{cases} U_{51} = i_{51}R_{51} + (i_{b51} + i_{51})R_{52} \\ i_{b51} = I_S \left(e^{\frac{(U_{eb} - U_d)}{0,025}} - 1 \right) \\ U_{eb} = i_{51}R_{51} \\ U_{eb} > U_d \end{cases} \quad (3)$$

En la que está la corriente de saturación inversa de la unión NP entre la base y el emisor del transistor, U_d es el voltaje de umbral de encendido de la unión NP. En general, i_{b51} es mucho menor que i_{51} , por lo tanto, la influencia de i_{b51} es despreciable en el proceso de cálculo, el transistor U_d de tubo de silicio generalmente es del orden de 0.5V.

En base a la expresión (3), se pudo obtener que los valores de resistencia de R_{51} y R_{52} satisfacen la siguiente relación:

$$R_{51} \geq \frac{0,5}{U_{51} - 0,5} R_{52} \quad (4)$$

En esta realización, se supone que $K_{52} = 120K\Omega$, $U_{51} = 3V$, luego $R_{51} \geq 24 K\Omega$.

La Fig.6 es un diagrama de circuito equivalente donde el interior del interruptor mostrado en la Fig.5 tiene una solución acuosa.

- 5 Cuando el interior del interruptor K_{51} tiene una solución acuosa conductora, es equivalente a un interruptor K_{61} ideal y una resistencia $R_{agua\ 6}$ equivalente en paralelo. Para garantizar un funcionamiento efectivo del interruptor, y también para evitar que el interruptor emita una señal del interruptor errónea a IC5 cuando el interruptor tiene una solución acuosa conductora allí, se requiere que, cuando se abre el interruptor, el nivel en el puerto I/O que conecta IC5 y la señal del interruptor debe ser de nivel bajo, pero cuando el interruptor está efectivamente cerrado, el nivel
- 10 en el puerto de I/O que conecta a IC y la señal del interruptor deben ser de nivel alto.

Cuando el interior del interruptor K_{51} tiene una solución acuosa y el interruptor K_{51} se abre, con base en la rama constituida con la resistencia $R_{agua\ 6}$, el transistor Q_{51} y la resistencia R_{53} , se puede obtener la siguiente relación de voltaje:

$$\begin{cases} U_{51} = U_{R_{agua\ 6}} + U_{ec} + U_{R_{53}} \\ U_{K_{61}} = U_{R_{agua\ 6}} = (i_{b51} + i_{c51}) R_{agua\ 6} \\ U_{R_{53}} = i_{c51} \cdot R_{53} < 0,3U_{51} \end{cases} \quad (5)$$

- 15 Debería apreciarse que, al establecer la resistencia R_{53} de carga en un valor menor que la resistencia $R_{agua\ 6}$ equivalente, cuando $(i_{b51} + i_{c51}) R_{agua\ 6} < 0,3U_{51}$, $IC_{51}R_{53}$ seguramente será inferior a $0,3 U_{51}$.

Por lo tanto, se puede obtener el intervalo de la resistencia R_{53} :

$$R_{53} < \frac{0,3U_{51}R_{agua\ 6}}{U_{K_{61}}} \quad (6)$$

- 20 Para que $U_{K_{61}}$ pueda ser inferior a 1V cuando el voltaje de alimentación es de 2-3V en este circuito, se supone que el valor máximo $U_{K_{61}max}$ de $U_{K_{61}}$ es 1V, el valor mínimo U_{51min} de U_{51} es 2V y el valor mínimo $R_{agua\ 6min}$ de $R_{agua\ 6}$ es 40 K Ω , entonces la resistencia R_{53} está en el intervalo de la siguiente manera:

$$R_{53} < \frac{0,3U_{51min}R_{agua\ 6min}}{U_{K_{61}max}} = 24K\Omega \quad (7)$$

Cuando el interruptor K_{61} está cerrado, $R_{agua\ 6}$ está en corto, se obtiene la siguiente relación de voltaje:

$$\begin{cases} U_{R_{53}} = R_{53} \cdot i_{c51} \\ U_{51} = U_{ec51} + U_{R_{53}} \end{cases} \quad (8)$$

- 25 Obviamente, en este momento, la resistencia R_{53} elevará el potencial en el colector del transistor Q_{51} , y de acuerdo con la característica de encendido del transistor, usualmente cuando $U_{ec51} < 0,7V$, i_{b51} e IC_{51} están en una relación aproximadamente lineal como se muestra en la expresión (9):

$$\begin{cases} i_{c51} = \beta_{51} i_{b51} \\ \frac{U_{ec51}}{0,7} = \frac{\beta_{51}}{\beta_{510}} \end{cases} \quad (9)$$

Cuando $U_{ec51} > 0,7V$, $I_{C51} = \beta_{510} i_{b51}$, donde β_{510} es el aumento de corriente directa del transistor, β_{51} es un aumento de corriente continua transitoria del transistor cuando $U_{ec} < 0,7V$.

De acuerdo con la definición antes mencionada del nivel alto, se requiere que $U_{R53} > 0,7U_{51}$, por lo tanto $U_{ec51} < 0,3 U_{51}$; para garantizar la sensibilidad de la señal del interruptor, generalmente se requiere $U_{ec51} < 0,6 V$.

En general, cuando el voltaje de salida de la fuente de alimentación es mayor que su voltaje U_{519} de corte de salida, se requiere mantener las operaciones normales del motor eléctrico, en ese momento, el primer transistor tiene su $U_{ec51} < 0,3U_{519}$.

Preferiblemente, para hacer el circuito aún más seguro, se puede suponer que $U_{ec51} \leq 0,24 U_{519}$. En consecuencia, se puede obtener la siguiente relación:

$$\beta_{51} \leq \frac{12\beta_{510}U_{519}}{35} \quad (10)$$

$$R_{53} > \frac{133}{60\beta_{510}i_{b51}} \quad (11)$$

Obviamente, cuando la fuente de alimentación emite el voltaje U_{519} de corte, la corriente de base del transistor es un valor mínimo (es decir, i_{b519}), el intervalo numérico de R_{53} se puede ajustar como:

$$R_{53} > \frac{133}{60\beta_{510}i_{b519}} \quad (12)$$

En resumen, el intervalo numérico de la resistencia R_{53} es:

$$\frac{133}{60\beta_{510}i_{b519}} < R_{53} < \frac{0,3U_{519}R_{agudo\ 6\ m\Omega}}{U_{K61\ máx.}} \quad (13)$$

En esta realización, el transistor Q_{51} es del tipo 9014, entonces el intervalo numérico correspondiente de R_{53} es: $11,07\ K\Omega < R_{53} < 24\ K\Omega$

Además, para estabilizar el funcionamiento del circuito, también es necesario limitar aún más la corriente i_{b519} de base cuando el circuito funciona al voltaje U_{519} de corte de la fuente de alimentación. A se preestablece como factor multiplicador de la corriente i_{519} que fluye a través de la resistencia R_{51} puesto que la corriente i_{b519} base en esta condición, es decir, $A = i_{519}/i_{b519}$, generalmente se asume que A es 100. Como se puede ver con base en las características del transistor bipolar, cuando $i_{b519} \approx 10i_s$, se puede obtener aproximadamente la siguiente relación:

$$\begin{cases} U_{519} = i_{519}(R_{51} + R_{52}) + i_{b519}R_{52} > (i_{519} + i_{b519}) \cdot (R_{51} + R_{52}) \\ i_{b519} \approx i_s \left(e^{\frac{(U_{eb519} - U_d)}{0,026}} - 1 \right) \end{cases} \quad (14)$$

Para hacer que el voltaje del terminal del interruptor sea inferior a 1V, se debe cumplir la relación mostrada por la expresión (15):

$$i_{51}R_{51} - U_{eb} < 1V \quad (15)$$

Con las expresiones (14) y (15), es posible determinar el intervalo de R_{51}

Además, la resistencia total del circuito de polarización está en un intervalo:

$$R_{51} + R_{52} \leq \frac{U_{519}}{A i_s} \quad (17)$$

- 5 Cuando el voltaje de salida de la fuente de alimentación está en su valor máximo U_{518} , se requiere que exista una solución acuosa dentro del interruptor y que el voltaje del terminal del interruptor abierto sea menor que nV , entonces se puede obtener la siguiente relación:

$$\begin{cases} U_{518} = i_{518}(R_{51} + R_{52}) + i_{b518}R_{52} \\ i_{b518} = i_s \left(e^{\frac{(U_{eb518} - U_d)}{0.026}} - 1 \right) \\ i_{518}R_{51} \leq U_{eb518} + n \\ i_{b518} \geq 10i_s \end{cases} \quad (18)$$

- 10 Por la expresión (18), es posible obtener el intervalo numérico de R_{51} en el caso del valor U_{518} máximo del voltaje de salida de la fuente de alimentación, y además en conjunción con la expresión (16), el intervalo numérico de resistencia R_{51} se puede determinar de la siguiente manera:

$$R_{51} \geq \frac{R_{52}(U_d + 0.026 \ln 11)}{(U_{519} - 10i_s R_{52} - U_d - 0.026 \ln 11)} \quad (16)$$

Además, el intervalo de la resistencia R_{53} se puede determinar:

$$\frac{133}{60\beta_{510}i_{b519}} \leq R_{53} \leq \frac{0,3U_{518min}R_{aguan-6min}}{U_{K61max}} \quad (20)$$

- 15 En esta realización, se supone que $U_{519} = 2V$, $U_d = 0,5V$, $U_{518} = 3V$, $\beta_{510} = 200$, $i_s = 0,0001mA$, $R_{52} = 120 K\Omega$, $n = 1V$, $A = 100$, entonces el intervalo de R_{51} es como sigue:

$$51,21K\Omega \leq R_{51} \leq 142,28K\Omega \quad (21)$$

$$R_{51} > \frac{0,5R_{52}}{U_{51} - 0,5} = 24K\Omega \quad (22)$$

Así, de acuerdo con las expresiones (20), (21) y (22), se puede obtener que $R_{51}=56 K\Omega$, $R_{52}=120 K\Omega$, $R_{53}=18 K\Omega$.

- 20 El proceso de cálculo anterior demuestra que el circuito de la Fig. 5 puede coincidir con el transistor Q_{51} adecuado, resistencia $R_{51}-R_{53}$. Con base en la configuración anterior, la variación de nivel en el puerto de I/O que conecta IC5 a la señal del interruptor puede reflejar exactamente la acción de apertura o cierre del interruptor, y al mismo tiempo, el voltaje del terminal del interruptor se establece en menos de $1V$ cuando el interruptor está en su estado abierto, así la reacción electroquímica dentro del interruptor se deprime considerablemente y la vida del interruptor se prolonga.

- 25 La Fig. 7 es un diagrama esquemático de otro circuito para reducir el voltaje del terminal del interruptor de acuerdo con una realización de la presente invención. En comparación con la Fig. 3, un transistor Q_{71} (es decir, el primer transistor) está acoplado en serie en la ruta de corriente desde el interruptor K71 hasta la fuente de alimentación.

Las resistencias R_{71} y R_{72} constituyen un circuito de polarización para suministrar un voltaje de polarización a la base del transistor Q_{71} .

La Fig. 7 es un diagrama de circuito del circuito de la Fig. 3 mejorado en conjunto con la presente invención, el interruptor de la Fig. 7 está en el aire seco. En comparación con la Fig. 3, un transistor Q_{71} está acoplado en serie en la ruta de corriente desde el interruptor K_{71} hasta la fuente de alimentación. Cuando el interruptor K_{71} está cerrado, una parte de la corriente de la fuente de alimentación que fluye a través de K_{71} pasa a través de la unión PN entre el emisor y la base del transistor, a través de la resistencia R_{72} y luego a la fuente de alimentación, mientras que otra parte de la corriente que fluye a través de K_{71} pasa a través de la unión PN y la conexión NP entre el emisor y el colector del transistor, a través del motor eléctrico M_{71} y luego a la fuente de alimentación. Obviamente, la corriente de la fuente de alimentación en la Fig. 3 pasa a través del interruptor K_{31} y el motor M_{31} eléctrico y regresa directamente a la fuente de alimentación, no hay una unión PN o una unión NP de un transistor acoplada en serie en la ruta de corriente desde el interruptor K_{31} a la fuente de alimentación. R_{71} y R_{72} en la Fig. 7 constituyen un circuito de polarización del transistor Q_{71} , la parte de polarización cercana al polo positivo de la fuente de alimentación es la parte de polarización superior, mientras que la parte de polarización cercana al polo negativo de la fuente de alimentación es la parte de polarización inferior, es decir, R_{71} es la parte de polarización superior, R_{72} es la parte de polarización inferior. En la Fig. 7, un terminal del interruptor K_{71} está conectado eléctricamente al emisor del transistor Q_{71} , el interruptor K_{71} está acoplado en serie con la unión PN entre el emisor y la base del transistor Q_{71} , que constituye un primer circuito en serie, y dicho circuito en serie está acoplado en paralelo con la parte de polarización superior (R_{71}) del circuito de polarización del transistor Q_{71} .

El principio de funcionamiento del circuito de la Fig. 7 es el siguiente:

El interruptor K_{71} está en el aire seco, cuando el interruptor K_{71} está abierto, Q_{71} no está encendido, el motor eléctrico M_{71} no puede funcionar. Cuando el interruptor K_{71} está cerrado, Q_{71} se enciende, el motor M_{71} eléctrico funciona y los aparatos eléctricos funcionan. Cuando el interruptor K_{71} se abre una vez más, el transistor Q_{71} se apaga una vez más, el motor eléctrico M_{71} deja de funcionar.

La Fig. 8 es un diagrama de circuito equivalente donde el interior del interruptor que se muestra en la Fig. 7 tiene una solución acuosa. En este punto, el interruptor K_{71} es equivalente a un interruptor K_{81} ideal y una resistencia R_{agua8} equivalente en paralelo. Cuando se abre el interruptor K_{81} , la relación de voltaje se puede obtener de la siguiente manera:

$$U_{R71} = U_{K81} + U_{eb71} = U_{R_{agua8}} + U_{eb71} \quad (23)$$

$$U_{71} = U_{R71} + U_{R72} = U_{M71} + U_{ec71} + (i_{b71} + i_{c71})R_{agua8} \quad (24)$$

En general, R_{agua8} es de decenas de miles de ohmios, pero la resistencia equivalente del motor M_{71} eléctrico es de unos pocos ohmios a más de diez ohmios, de modo que cuando se abre el interruptor K_{81} , U_{K81} es mucho mayor que U_{M71} . Al configurar racionalmente R_{71} y R_{72} en el procedimiento mencionado anteriormente, el voltaje a través del interruptor K_{81} puede ser inferior a 1 V y superior a 0 V, y, en consecuencia, U_{M71} es al menos inferior a 0,1 V, el motor eléctrico M_{71} no funcionará. Cuando existe una solución acuosa conductora dentro del interruptor K_{81} y el interruptor está cerrado, el transistor Q_{71} se enciende para funcionar, el U_{ec71} es muy bajo, por lo tanto, el motor eléctrico M_{71} obtiene un alto voltaje y el motor eléctrico comienza a funcionar. Cuando el interruptor se abre de nuevo, debido a que el voltaje del terminal del interruptor es menor que 1 V y mayor que 0 V, así como mucho mayor que el U_{M71} , por lo tanto, el U_{M71} es al menos inferior a 0,1 V, el motor eléctrico no puede arrancar.

La Fig. 9 es un diagrama esquemático de otro circuito para reducir el voltaje del terminal del interruptor de acuerdo con una realización de la presente invención.

En comparación con la Fig. 3, un transistor Q_{91} (es decir, el primer transistor) está acoplado en serie en la ruta de corriente desde el interruptor K_{91} a la fuente de alimentación, y las resistencias R_{91} y R_{92} constituyen el circuito de polarización del transistor P_{91} . El colector del transistor Q_{91} está acoplado a la compuerta del transistor Q_{92} de efecto de campo (es decir, el segundo transistor), para proporcionar la señal del interruptor del transistor Q_{92} de MOS, para así controlar el estado de funcionamiento del motor M_{91} eléctrico.

Cuando el interruptor K_{91} está en el aire seco y el interruptor K_{91} está abierto, el transistor Q_{91} no se enciende, la compuerta del transistor Q_{92} de efecto de campo está a 0V, el transistor Q_{92} de efecto de campo se apaga, el motor eléctrico no funciona. Cuando el interruptor K_{91} está cerrado, el transistor Q_{91} se enciende, la resistencia R_{93} eleva el potencial de colector del transistor Q_{91} cerca del voltaje de alimentación, por lo que el transistor Q_{92} de efecto de campo se enciende, el motor M_{91} eléctrico funciona. Cuando el interruptor K_{91} se abre nuevamente, el transistor Q_{91}

se apaga una vez más, el motor eléctrico M_{91} deja de funcionar.

Cuando el interior del interruptor tiene una solución acuosa conductora, el interruptor K_{91} es equivalente a un interruptor K_{111} ideal y una resistencia $R_{agua\ 11}$ equivalente en paralelo. La Fig.11 es un diagrama de circuito equivalente donde el interior del interruptor K_{91} de la Fig.9 tiene una solución acuosa.

- 5 Cuando existe una solución acuosa dentro del interruptor K_{91} , la relación de voltaje en el caso de que el interruptor K_{91} se abra es como se muestra en las expresiones (25) y (26):

$$U_{R91} = U_{K111} + U_{eb91} = U_{R_{agua\ 11}} + U_{eb91} \quad (25)$$

$$U_{91} = U_{R91} + U_{R92} = U_{R93} + U_{ec91} + (i_{b91} + i_{c91})R_{agua\ 11} \quad (26)$$

- De manera similar, al configurar la resistencia R_{91} - R_{93} de acuerdo con los procedimientos mencionados anteriormente, es posible que, cuando se abra el interruptor, el voltaje del terminal del interruptor sea menor que 1 V y mayor que 0 V, y en consecuencia, el voltaje de la resistencia R_{93} es menor que 1V. En general, el voltaje de umbral de puesta en marcha del transistor Q_{92} de efecto de campo satisface $V_{gs} > 1,5V$, por lo tanto, el transistor Q_{92} de efecto de campo no puede encenderse, y el motor M_{91} eléctrico no puede funcionar. Al mismo tiempo, debido a que el voltaje del terminal del interruptor es inferior a 1 V, la corriente que fluye a través del interruptor se reduce considerablemente, por lo que el bajo voltaje del terminal del interruptor y la pequeña corriente inhiben enormemente la reacción electroquímica dentro del interruptor, por lo que la vida del interruptor es prolongada.

Cuando existe una solución acuosa conductora dentro del interruptor y el interruptor está cerrado, Q_{91} se enciende efectivamente, en este punto, el voltaje de alimentación es igual a la suma del voltaje del transistor Q_{91} y el voltaje de la resistencia R_{93} . Al configurar la resistencia R_{91} - R_{93} , es posible hacer que U_{R93} se acerque al voltaje de alimentación, por lo que el transistor de efecto de campo se enciende para accionar el motor M_{91} eléctrico.

- 20 En resumen, configurando adecuadamente R_{91} - R_{93} en las Figs. 9 y 11, es posible hacer que el voltaje del terminal del interruptor sea menor que 1V y mayor que 0V y mantener el motor eléctrico fuera de trabajo cuando el interior del interruptor tiene una solución acuosa conductora y el interruptor está abierto. Cuando el interruptor está cerrado, el motor eléctrico puede arrancar normalmente. Debido a que el voltaje del terminal del interruptor es inferior a 1V cuando se abre el interruptor, lo que deprime considerablemente la reacción electroquímica del interruptor, por lo que la vida del interruptor se prolonga enormemente y se elimina la posibilidad de explosión de hidrógeno.

La Fig. 10 es un diagrama esquemático de otro circuito para reducir el voltaje del terminal del interruptor de acuerdo con una realización de la presente invención, la Fig. 12 es un diagrama de circuito equivalente donde el interior del interruptor que se muestra en la Fig. 10 tiene una solución acuosa.

- 30 Como se muestra en la Fig. 10, el interruptor K_{101} está en el aire seco. En comparación con la Fig. 3, un transistor Q_{101} (es decir, el primer transistor) está acoplado en serie en la ruta de corriente desde el interruptor K_{101} hasta la fuente de alimentación. Cuando el interruptor K_{101} está cerrado, una parte de la corriente de la fuente de alimentación fluye a través de R_{101} , a través de la unión PN entre la base y el emisor del transistor, a través de K_{101} , y luego a la fuente de alimentación; mientras que otra parte de la corriente que fluye a través de K_{101} se origina a partir de la corriente que fluye a través de la resistencia R_{103} , la unión NP y la unión PN entre el emisor y el colector del transistor, y luego regresa a la fuente de alimentación. Por lo tanto, en la ruta de corriente desde el interruptor K_{101} a la fuente de alimentación, la unión PN entre la base y el emisor del transistor Q_{101} , así como la unión NP y la unión PN entre el colector y el emisor del transistor están acopladas en serie. R_{101} y R_{102} en la Fig. 10 constituyen un circuito de polarización del transistor Q_{101} , la parte de polarización cercana al polo positivo de la fuente de alimentación es la parte de polarización superior, mientras que la parte de polarización cercana al polo negativo de la fuente de alimentación es la parte de polarización inferior, es decir, R_{101} es la parte de polarización superior, R_{102} es la parte de polarización inferior. El interruptor K_{101} está acoplado en serie con la unión NP entre el emisor e_{101} y la base b_{101} del transistor Q_{101} (es decir, el primer transistor), constituyendo un segundo circuito en serie que está acoplado en paralelo con la parte de polarización inferior (R_{102}) del circuito de polarización del transistor Q_{101} .

- 45 Al configurar la resistencia R_{121} - R_{123} de acuerdo con los procedimientos mencionados anteriormente, cuando el interruptor K_{101} está en el aire seco y abierto, el transistor Q_{101} no está encendido y su potencial U_{C101} de colector es igual al voltaje U_{101} alimentación, por lo tanto, el transistor Q_{102} (es decir, el segundo transistor) no está encendido, el motor eléctrico no puede funcionar. Cuando el interruptor K_{101} está cerrado, el transistor Q_{101} está encendido, U_{C101} se reduce, por lo tanto, el transistor Q_{102} está encendido, el motor eléctrico M_{101} funciona. Cuando el interior del interruptor de los aparatos eléctricos tiene una solución acuosa conductora, el interruptor K_{101} es equivalente a un interruptor K_{121} ideal y una resistencia $R_{agua\ 12}$ equivalente en paralelo.

Cuando el interior del interruptor K_{101} tiene una solución acuosa y el interruptor K_{101} está abierto,

$$U_{R102} = U_{K121} + U_{be121} = U_{R_{agua\ 12}} + U_{be121} \quad (27)$$

$$U_{101} = U_{R103} + U_{ce101} + (i_{b101} + i_{c101})R_{agua\ 12} \quad (28)$$

Al configurar la resistencia R_{101} - R_{103} de acuerdo con los procedimientos mencionados anteriormente, por ejemplo, suponiendo que $U_{101max} = 3V$ y $R_{101} = 120\ K\Omega$, $R_{102} = 56\ K\Omega$, $K_{103} = 18\ K\Omega$, es posible hacer que el voltaje a través del interruptor sea menos de 1V, y en consecuencia, U_{R103} es al menos menor de 0,5 V, por lo tanto, el transistor Q_{102} no se puede encender, el motor eléctrico M_{101} no puede funcionar. Debido a que U_{K121} es inferior a 1V, la corriente que fluye a través del interruptor se reduce considerablemente, por lo que el bajo voltaje del terminal del interruptor y la pequeña corriente inhiben enormemente la reacción electroquímica dentro del interruptor, lo que prolonga la vida útil del interruptor.

Cuando una solución acuosa conductora sale del interruptor K_{121} y el interruptor está cerrado, $U_{K121} = 0V$, con base en la configuración anterior de la resistencia R_{101} - R_{103} , cuando el interruptor está cerrado, el transistor Q_{101} se enciende de manera efectiva, y se puede obtener $U_{R103} > 0,7V$, por lo tanto, el transistor Q_{102} se enciende de manera efectiva, se logra un alto voltaje en el motor M_{101} eléctrico y el motor eléctrico comienza a funcionar.

En resumen, al configurar adecuadamente R_{101} - R_{103} , es posible hacer que el voltaje del terminal del interruptor sea inferior a 1V y mantener el motor eléctrico fuera de trabajo cuando el interior del interruptor tiene una solución acuosa conductora y el interruptor se abre. Cuando el interruptor está cerrado, el motor eléctrico puede arrancar normalmente. De manera similar, debido a que el voltaje del terminal del interruptor es inferior a 1V cuando se abre el interruptor, la reacción electroquímica del interruptor se inhibe en gran medida, lo que prolonga enormemente la vida útil del interruptor y, al mismo tiempo, evita la posibilidad de una explosión de hidrógeno.

La presente invención también divulga un aparato eléctrico, tal como un cepillo de dientes eléctrico, el aparato eléctrico comprende: (1) una fuente de alimentación para suministrar voltaje de funcionamiento al aparato eléctrico, que generalmente es una batería recargable o batería seca; (2) un módulo de interruptor acoplado a la fuente de alimentación para controlar el cierre-apertura de la ruta de corriente entre la fuente de alimentación y los circuitos subsiguientes; (3) un motor eléctrico acoplado al módulo del interruptor y la fuente de alimentación para determinar si accionar el cabezal de cepillo funciona de acuerdo con el control del interruptor.

En base a la configuración anterior, el aparato eléctrico puede garantizar la validez del interruptor en un ambiente húmedo, prolongando la vida útil del interruptor.

Un experto en la técnica debe entender que las realizaciones anteriores se usan simplemente para exponer el concepto de la presente invención y los circuitos a manera de ejemplo, en lugar de limitar el alcance de protección de la presente invención. Por ejemplo, el interruptor se puede acoplar en serie con el emisor del transistor a través de una resistencia de manera que se reduzca el voltaje que se puede asignar al interruptor; el circuito de polarización puede estar constituido por un regulador de voltaje lineal, una fuente de alimentación de conmutación u otros circuitos capaces de emitir el voltaje de polarización específico.

Un experto en la técnica también debe entender que el primer transistor en las realizaciones anteriores, por ejemplo, Q_{51} , también puede ser un transistor de efecto de campo. En tal caso, un terminal del interruptor está acoplado a la fuente del primer transistor, el interruptor está acoplado en serie con la unión NP entre la compuerta y la fuente del primer transistor para formar un primer circuito en serie, y el primer circuito en serie está acoplado en paralelo con la parte de polarización superior del circuito de polarización; o el interruptor está acoplado en serie con la unión PN entre la compuerta y la fuente del primer transistor para formar un segundo circuito en serie, donde el segundo circuito en serie está acoplado en paralelo con la parte de polarización inferior del circuito de polarización.

La descripción anterior de la presente divulgación se usa para permitir que cualquier experto en la técnica pueda lograr o usar la presente invención. Diversas modificaciones de la presente divulgación son obvias para los expertos en la técnica, y los principios genéricos definidos en la presente memoria también pueden aplicarse a otras variaciones sin apartarse del ámbito de la protección de la presente invención. Por lo tanto, la presente invención no se limita a los ejemplos y diseños descritos en la presente memoria, sino que debe ser consistente con el ámbito más amplio de los principios y características novedosas divulgados en la presente memoria.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo con voltaje controlable entre contactos de interruptor, que comprende:

una unidad de señal del interruptor, en el que la unidad de señal del interruptor comprende un primer transistor (Q_{51} , Q_{71} , Q_{91} , Q_{101}), un interruptor (K_{51} , K_{71} , K_{91} , K_{101} , K_{111}) está acoplado entre el primer transistor (Q_{51} , Q_{71} , Q_{91} , Q_{101}) y una salida de una fuente (U_{51} , U_{71} , U_{91} , U_{101}) de alimentación para controlar el cierre-apertura de la ruta de corriente entre el primer transistor (Q_{51} , Q_{71} , Q_{91} , Q_{101}) y la fuente (U_{51} , U_{71} , U_{91} , U_{101}) de alimentación;

un circuito de polarización acoplado a la unidad de señal del interruptor,

caracterizado porque la unidad de señal del interruptor está adaptada para emitir una señal del interruptor correspondiente de acuerdo con el estado del interruptor,

en el que el circuito de polarización comprende dos partes (R_{51} y R_{52} , R_{71} y R_{72} , R_{91} y R_{92} , R_{101} y R_{102}) de resistencia en serie y con valores de resistencia fijos, las partes de resistencia están acopladas a la salida de la fuente (U_{51} , U_{71} , U_{91} , U_{101}) de alimentación y la unidad de señal del interruptor, respectivamente, la parte de resistencia acoplada a un polo positivo de la fuente de alimentación es una parte de polarización superior, mientras que la parte de resistencia acoplada a un polo negativo de la fuente de alimentación es una parte de polarización inferior, para proporcionar un voltaje de polarización al terminal de control del primer transistor (Q_{51} , Q_{71} , Q_{91} , Q_{101}) de la unidad de señal del interruptor, para controlar el voltaje (U_{K51} , U_{K71} , U_{K91} , U_{K101}) entre los contactos del interruptor (K_{51} , K_{71} , K_{91} , K_{101} , K_{111}) y la corriente que fluye a través del interruptor, cuando se abre el interruptor (K_{51} , K_{71} , K_{91} , K_{101} , K_{111}), si existe un líquido y/o corriente conductora de un líquido conductor en el interior del interruptor, el primer transistor (Q_{51} , Q_{71} , Q_{91} , Q_{101}) está en estado de encendido; si el interior del interruptor está seco, el primer transistor (Q_{51} , Q_{71} , Q_{91} , Q_{101}) se encuentra en estado de apagado.

2. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los valores de resistencia de las dos partes (R_{51} y R_{52} , R_{71} y R_{72} , R_{91} y R_{92} , R_{101} y R_{102}) de resistencia satisfacen la siguiente relación:

$$R_u \geq (0,5 * R_l) / (U - 0,5)$$

en el que R_u y R_l representan las partes de resistencia que forman la parte de polarización superior y la parte de polarización inferior respectivamente, y U representa el voltaje de la fuente de alimentación.

3. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el primer transistor (Q_{51} , Q_{71} , Q_{91} , Q_{101}) es un transistor bipolar, un contacto del interruptor (K_{51} , K_{71} , K_{91} , K_{101} , K_{111}) está acoplado al emisor del primer transistor (Q_{51} , Q_{71} , Q_{91} , Q_{101}),

en el que el interruptor (K_{51} , K_{71} , K_{91} , K_{101} , K_{111}) está acoplado en serie con la unión PN entre el emisor y la base del primer transistor (Q_{51} , Q_{71} , Q_{91} , Q_{101}) para formar un primer circuito en serie, el primer circuito en serie está acoplado en paralelo con la parte de polarización superior del circuito de polarización; o

el interruptor (K_{51} , K_{71} , K_{91} , K_{101} , K_{111}) está acoplado en serie con la unión NP entre el emisor y la base del primer transistor (Q_{51} , Q_{71} , Q_{91} , Q_{101}) para formar un segundo circuito en serie, el segundo circuito en serie está acoplado en paralelo con la parte de polarización inferior del circuito de polarización.

4. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el primer transistor (Q_{51} , Q_{71} , Q_{91} , Q_{101}) es un transistor de efecto de campo, y un terminal del interruptor (K_{51} , K_{71} , K_{91} , K_{101} , K_{111}) está acoplado a la fuente del primer transistor (Q_{51} , Q_{71} , Q_{91} , Q_{101}),

en el que el interruptor (K_{51} , K_{71} , K_{91} , K_{101} , K_{111}) está acoplado en serie con la unión NP entre la compuerta y la fuente del primer transistor (Q_{51} , Q_{71} , Q_{91} , Q_{101}) para formar un primer circuito en serie, el primer circuito en serie está acoplado en paralelo con la parte de polarización superior del circuito de polarización; o

el interruptor (K_{51} , K_{71} , K_{91} , K_{101} , K_{111}) está acoplado en serie con la unión PN entre la compuerta y la fuente del primer transistor (Q_{51} , Q_{71} , Q_{91} , Q_{101}) para formar un segundo circuito en serie, el segundo circuito en serie está acoplado en paralelo con la parte de polarización inferior del circuito de polarización.

5. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 3 o la reivindicación 4, en el que los primeros circuitos en serie o los segundos circuitos en serie comprenden además al menos una resistencia.

6. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el dispositivo comprende además un motor (M) eléctrico acoplado a la salida de la unidad de señal del interruptor.

7. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el dispositivo comprende además un módulo de salida que comprende un segundo transistor (Q_{52} , Q_{92} , Q_{102}) y un motor eléctrico (M) acoplado en serie con el segundo transistor (Q_{52} , Q_{92} , Q_{102});

en el que el módulo de salida está acoplado a la salida de la unidad de señal del interruptor, y el estado de

funcionamiento del motor (M) eléctrico se configura con base en la señal de salida de la unidad de señal del interruptor.

8. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, en el que al menos una resistencia de desincronización está acoplada en serie entre la salida de la unidad de señal del interruptor y el nivel bajo.

5 9. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 7, en el que el dispositivo comprende además un módulo de análisis de señal acoplado entre el módulo de salida y la salida de la unidad de señal del interruptor, para emitir la señal de control para controlar el módulo de salida de acuerdo con la señal de salida desde la unidad de señal del interruptor.

10 10. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 7, en el que el segundo transistor (Q_{52} , Q_{92} , Q_{102}) es un transistor de efecto de campo, en el que el motor (M) eléctrico está acoplado en serie al drenaje del segundo transistor.

11. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 7, en el que el segundo transistor (Q_{52} , Q_{92} , Q_{102}) es un transistor bipolar, en el que el motor (M) eléctrico está acoplado en serie al colector del segundo transistor (Q_{52} , Q_{92} , Q_{102}).

12. Un cepillo de dientes eléctrico que adopta el dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, que comprende:

15 un cabezal de cepillo acoplado al motor (M) eléctrico, el motor (M) eléctrico determina si se debe accionar el cabezal de cepillo para operar de acuerdo con el control del interruptor (K_{51} , K_{71} , K_{91} , K_{101} , K_{111}).

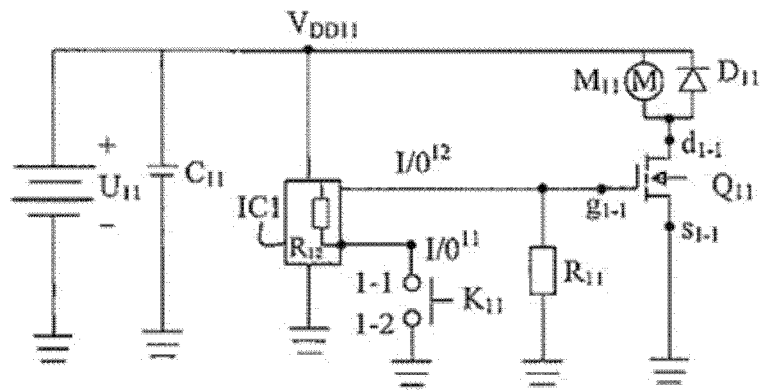


Fig. 1

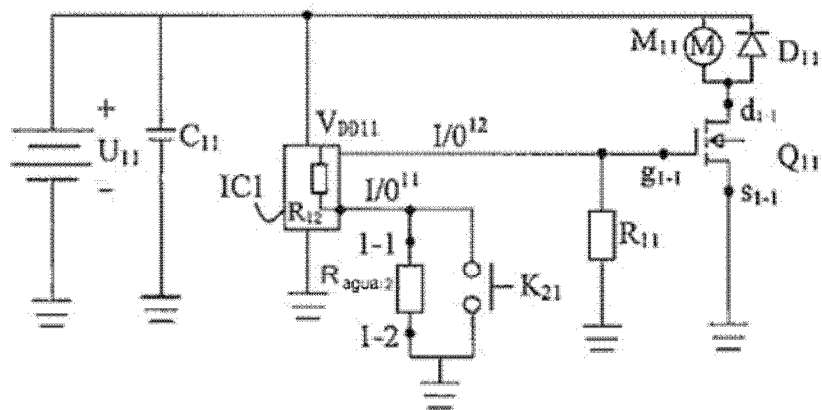


Fig. 2

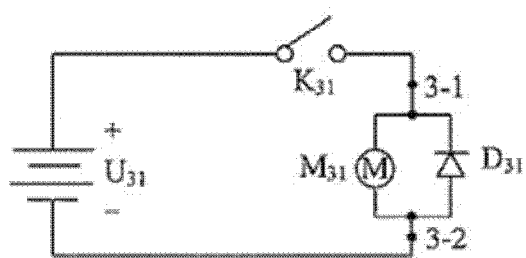


Fig. 3

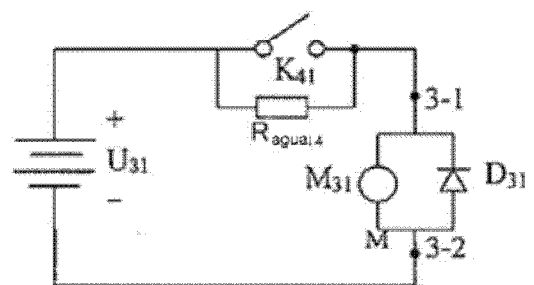


Fig. 4

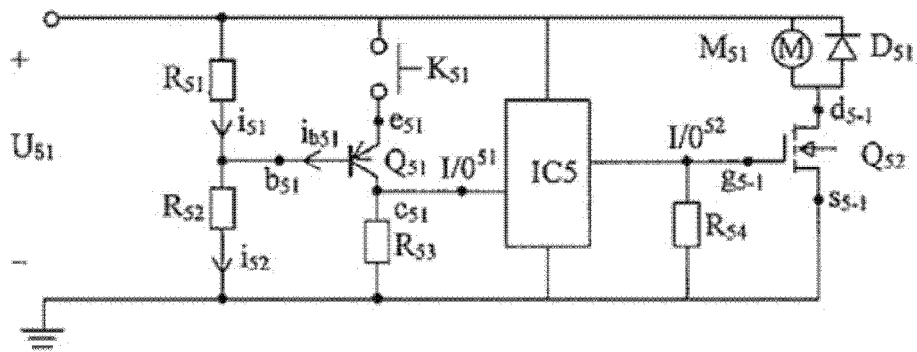


Fig.5

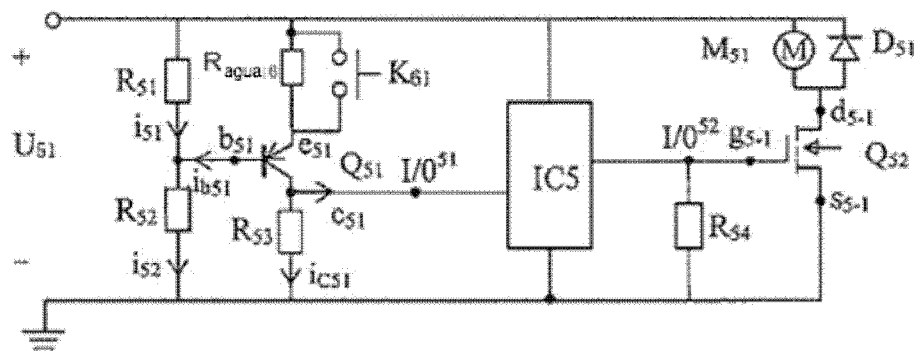


Fig.6

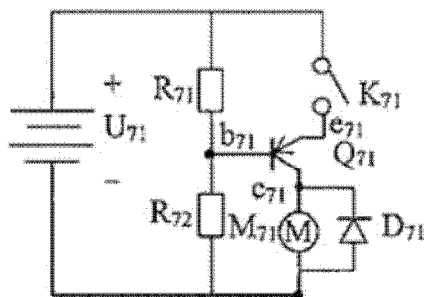


Fig.7

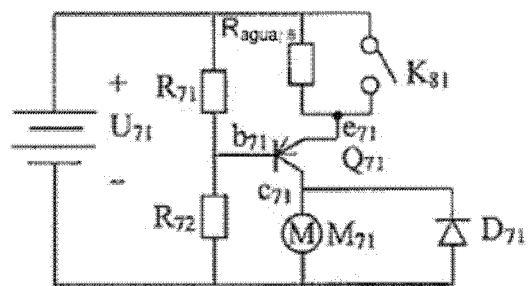


Fig.8

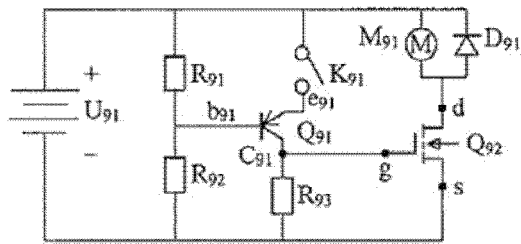


Fig.9

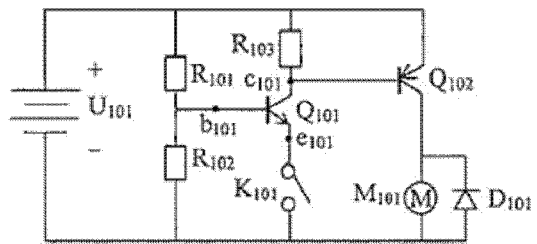


Fig.10

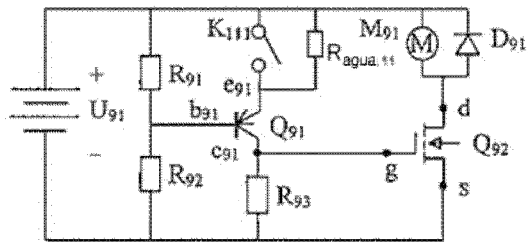


Fig.11

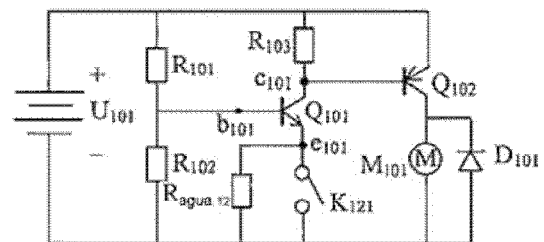


Fig.12