



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 340 884**

51 Int. Cl.:  
**H01H 9/56** (2006.01)  
**H02H 3/33** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07703393 .4**  
96 Fecha de presentación : **07.02.2007**  
97 Número de publicación de la solicitud: **2033201**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **11.03.2009**

54 Título: **Circuito de conmutación.**

30 Prioridad: **15.06.2006 IE 2006/0453**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**10.06.2010**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**10.06.2010**

73 Titular/es: **Shakira Limited**  
**Atreus Place, Poolboy**  
**Ballinasloe, County Galway, IE**

72 Inventor/es: **Ward, Patrick**

74 Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

ES 2 340 884 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).

# ES 2 340 884 T3

## DESCRIPCIÓN

Circuito de conmutación.

5 La presente invención hace referencia a un circuito de conmutación compuesto por al menos un par de contactos mecánicos en un suministro de energía eléctrica de corriente alterna y medios para cambiar el estado de los contactos (es decir, abriéndolos o cerrándolos) en respuesta a una señal de conmutación. La invención se aplica, pero no se limita, a interruptores diferenciales (dispositivos de corriente residual RCD, por sus siglas en inglés).

10 Los RCD se utilizan como protección contra las descargas eléctricas y las peligrosas fugas a tierra, corrientes que se encuentran dentro de los suministros de red alterna. Los mismos, en su mayoría, utilizan un circuito electrónico para detectar fugas a tierra y hacer que los RCD se activen si la fuga excede un cierto límite por un cierto período de tiempo. Los RCD a menudo se insertan en tomacorrientes (receptáculos), enchufes y adaptadores, y en la mayoría de estas aplicaciones el espacio disponible y el coste son parámetros críticos. Sin embargo, independientemente de las limitaciones de tamaño y coste, los RCD deben poder cumplir su función de una manera consistente y fiable.

15 Ante una avería, el RCD abrirá uno o más contactos mecánicos en el suministro principal para desconectar el suministro de la carga. Un problema común en todos estos dispositivos es la necesidad de asegurar que los contactos estén clasificados adecuadamente para detectar cuál es la fuga a tierra máxima que se espera que fluya en el circuito que se está protegiendo. Según cada dispositivo en particular, esta corriente de fuga podría variar entre cientos o incluso miles de amperios y los contactos deben estar adecuadamente clasificados para detener la corriente de fuga cuando el voltaje de la red eléctrica esté en su punto máximo. La apertura puede provocar un sustancial arco eléctrico, calentamiento y consecuentes desechos de carbono dentro del RCD, y se deben tomar medidas para que el RCD pueda soportar adecuadamente estas cargas de trabajo. Algunas soluciones típicas son utilizar contactos grandes, contactos con bajas propiedades de arco eléctrico, gran velocidad en las acciones de apertura, maximizar los intervalos de contacto y utilizar medios de supresión de arco o de extinción de arco, todo lo cual aumenta el coste, tamaño y complejidad.

20 La formación del arco eléctrico también ocurre cuando los contactos se cierran, y así se observa la aparición de problemas similares.

25 La patente US 2003/235017 revela un dispositivo de conmutación compuesto por al menos un par de contactos mecánicos en un suministro de corriente alterna y medios para cambiar el estado de los contactos en respuesta a una señal de conmutación; el circuito también incluye medios para definir los sucesivos períodos de tiempo (“ventanas de activación”) durante los cuales la magnitud del voltaje del suministro no está en su punto máximo y permite a los contactos cambiar de estado en respuesta a una señal de conmutación sólo durante tales ventanas de activación.

30 El objeto de la presente invención es proveer un dispositivo de conmutación mejorado que pueda fabricarse de forma simple y rentable.

35 De acuerdo con la presente invención, se provee un circuito de conmutación caracterizado según la reivindicación 1.

40 En una realización de la presente invención, el circuito de conmutación incluye un dispositivo de conmutación de estado sólido el cual se enciende ante una señal de conmutación de un voltaje dado aplicado a la terminal de control del dispositivo de conmutación, en donde los medios que definen las ventanas de activación comprenden medios para mantener la terminal de control a un voltaje que no sea el voltaje ya proporcionado fuera de las ventanas de activación, y en donde los contactos cambian de estado en respuesta al encendido del dispositivo de conmutación.

45 En esta realización los medios para mantener la terminal de control a un voltaje diferente a dicho voltaje dado constan de un dispositivo adicional de conmutación de estado sólido conectado entre la terminal de control y un voltaje distinto del voltaje dado, y el dispositivo adicional de conmutación se enciende fuera de las ventanas de activación.

50 En una de las aplicaciones de la invención, el circuito de conmutación consiste en un RCD y la señal de conmutación se produce en respuesta a una fuga a tierra.

55 A continuación se describen realizaciones de la invención, a manera de ejemplo, en referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

60 La figura 1 describe un típico circuito RCD conforme al arte previo.

La figura 2 describe un circuito RCD según una primera realización de la invención.

La figura 3 es un diagrama de ondas que ilustra el funcionamiento del circuito en la figura 2.

65 La figura 4 muestra un circuito RCD según una segunda realización de la invención.

La figura 5 muestra un circuito según una tercera realización de la invención.

## ES 2 340 884 T3

El circuito del arte previo de la figura 1 comprende un suministro de red eléctrica a una carga LD. Los conductores de la red eléctrica, que en este caso comprenden los conductores vivo L y neutros N, pasan a través de un transformador de corriente CT. También existen dos contactos mecánicos M que usualmente están cerrados y se encuentran en el suministro de red eléctrica, uno en cada uno de los conductores L y N. Un circuito electrónico se conecta al suministro de red por medio de un diodo D1, el circuito electrónico comprende un circuito integrado (IC) del tipo WA050 que funciona por medio de una resistencia R1 y un condensador Cm que adquiere una carga a través de una resistencia R2. El WA050 es un RCD de circuito integrado estándar de fabricación industrial, comercializado por Western Automation Research & Development Ltd, de Irlanda.

En condiciones normales, la corriente que fluye por los conductores vivo L y neutros N es de igual magnitud, pero al pasar por el CT la corriente fluye en direcciones opuestas dentro de cada conductor, lo que da como resultado que el CT no vea un flujo de corriente neto. En caso de una fuga a tierra en el lado de carga del CT, una porción de la corriente que fluye por el conductor vivo L irá a tierra y no regresará por el conductor neutro N. En este caso, las corrientes viva y neutras ya no serán de la misma magnitud y el CT producirá la resultante salida de electricidad. El WA050 IC percibirá esta salida de electricidad y si la magnitud y duración del flujo de la corriente de fuga a tierra excede ciertos límites predeterminados, la salida S del WA050 IC aumentará para producir una señal de conmutación que se enviará a un rectificador controlado de silicio RCS y lo encenderá. Cuando el RCS se encienda, el condensador C1 se descargará por medio de un solenoide SOL, lo cual activará el solenoide y causará que éste abra automáticamente los contactos mecánicos M. La resistencia Rb establece el umbral de corriente residual al que o por encima del que la salida de electricidad del WA050 IC aumenta para encender el RCS. Este umbral puede variarse cambiando el valor del Rb. El condensador C provee un cierto grado de supresión en la entrada del RCS a fin de minimizar el riesgo de que el RCS se encienda por ruidos, etc. Tales circuitos RCD son ampliamente conocidos y no se requiere mayor explicación acerca de los mismos.

Según la disposición descrita con anterioridad, la conmutación punto en la onda o conmutación point on wave (POW, por sus siglas en inglés) del voltaje de la red eléctrica de CA (corriente alterna) en el cual se abren los contactos será absolutamente aleatorio. En caso de que exista una fuga persistente, la corriente de fuga estará en su punto máximo en el pico de la onda de voltaje de CA, y será inferior en los demás puntos. Si los contactos se abren en el punto máximo, deberán detener la corriente máxima con el máximo voltaje y por lo tanto, deberán soportar la energía al máximo, además, el arco eléctrico, el calor, y los residuos de carbono resultantes también aumentarán. Si los contactos se abren a un nivel de voltaje por debajo del pico de la onda, la corriente será menor y el arco eléctrico, el calor y los residuos también serán reducidos. Por tal motivo se considera apropiado tomar las medidas necesarias para que los contactos se abran sólo ante la presencia de voltajes sustancialmente inferiores al pico del voltaje de suministro y de esta manera disminuir los problemas mencionados con anterioridad. La figura 2 describe las medidas tomadas para alcanzar tales disposiciones.

La diferencia entre las figuras 1 y 2 es que la figura 1 posee seis componentes adicionales: resistencia Rs, condensador Cs, diodos D2 y D3, y transistores npn y pnp, Q1 y Q2 respectivamente.

Sin tener en cuenta en un principio el funcionamiento del condensador Cs, el Q1 se encenderá por medio del D3 cuando el ciclo de la red eléctrica sea positivo, y el Q2 se encenderá por medio del D2 cuando el ciclo de la red eléctrica sea negativo. Como resultado, la entrada del RCS se mantendrá a un nivel bajo en casi todo momento, aun cuando se detecte una corriente de fuga, y no será posible encender el RCS ni energizar el solenoide por medio de una señal de conmutación en la entrada S del CI.

No obstante, la inclusión del condensador Cs produce un desplazamiento de fase entre el voltaje del suministro de la red eléctrica y la corriente que fluye en los diodos D2 y D3. Es de amplio conocimiento que cuando se aplica voltaje de CA a un condensador, el flujo de corriente dentro del condensador aumentará hasta 90 grados, de manera tal que cuando el voltaje esté en su punto máximo la corriente estará en su punto mínimo y viceversa. Sin tener en cuenta el Rs por el momento, lo que sucede a continuación es que, cuando el voltaje del suministro de CA está en su punto máximo, ya sea en positivo o en negativo, el flujo de corriente en D1 y D2 será cero, y como resultado, Q1 y Q2 se apagarán. Aparecerá entonces una señal de conmutación en la salida S del CI, lo que encenderá el RCS, y los contactos M se abrirán cuando el voltaje del suministro de CA esté en su punto máximo. La combinación de Rs y Cs hace que el flujo de corriente en D2 y D3 lleve al voltaje del suministro de la red eléctrica hacia cierto ángulo entre cero y 90 grados. A través de una selección adecuada de los valores de la resistencia y el condensador, se puede determinar con precisión el nivel a través del cual la corriente controlará el voltaje. Suponiendo que los valores de Rs y Cs hayan sido seleccionados para proveer un desplazamiento de fase de 10 grados, y contando primero con el medio ciclo en positivo del suministro de la red eléctrica, sucede lo siguiente: cuando el voltaje de la red eléctrica comienza a elevarse por encima de cero, la corriente ya se encuentra en algún valor más elevado y por ende el D3 conduce y enciende el Q1 antes de que el voltaje de la red eléctrica se eleve sustancialmente por encima de cero voltios. Siempre que el Q1 esté encendido, el RCS no se podrá encender. A medida que el ciclo en positivo progrese, la corriente comenzará finalmente a disminuir hasta llegar a nivel cero, allí el D3 dejará de ser un elemento de conducción y el Q1 se apagará. En este punto, el voltaje de la red eléctrica será superior a cero voltios y si la entrada S del CI se eleva, el RCS se podrá encender y hará que los contactos M se abran, aunque lo harán a un voltaje relativamente bajo, bajando casi a cero voltios.

Para los mismos valores de los componentes y la misma fase de desplazamiento, y considerando ahora el medio ciclo negativo del suministro de la red eléctrica, se observa que cuando la amplitud de voltaje es cero, la corriente

## ES 2 340 884 T3

dentro del D2 se encuentra en un valor mayor, y da como resultado el encendido del Q2 y el no encendido del RCS. A medida que el ciclo en negativo progresa, la corriente comenzará finalmente a disminuir hasta llegar a nivel cero, y en dicho nivel el D2 dejará de ser un elemento de conducción y el Q2 se apagará. En este punto, el voltaje de la red eléctrica será superior a cero voltios y si la salida S del CI se eleva, el RCS se podrá encender y hacer que los contactos se abran, aunque lo harán a un voltaje relativamente bajo, bajando casi a cero voltios.

La combinación de D3/Q y D2/Q2 acoplada con el efecto de desplazamiento de fase del Rs y Cs garantiza que el RCS sólo se encenderá cuando el voltaje de la red eléctrica se acerque al nivel de voltaje cero en los dos medios ciclos positivo y negativo del suministro de la red eléctrica. Los ciclos subsiguientes durante los cuales el Q1 y Q2 están apagados se describen aquí como ventanas de activación de solenoide. En caso de que la salida S del CI aumente durante tal ventana de activación, el RCS se encenderá y los contactos M se abrirán con un nivel de voltaje relativamente bajo y descendente. En la figura 3 se muestran las ventanas de activación de solenoide para varios ciclos del suministro de la red eléctrica. Se observa que las ventanas no se extienden hasta los puntos de cruce cero en las formas de onda. Teniendo en cuenta que la corriente estará dirigiendo el voltaje de la red eléctrica en todo momento, se entiende que hacia el final del medio ciclo positivo, el Q2 se encenderá a través del D2 y por consiguiente fijará la entrada del RCS, y hacia la finalización del medio ciclo negativo, el Q1 se encenderá a través del D3 y por consiguiente fijará la entrada del RCS.

Bajo estas condiciones, el encendido del RCS durante el medio ciclo positivo o el medio ciclo negativo del suministro de la red eléctrica sólo puede llevarse a cabo en las ventanas de activación de solenoide ya que la magnitud del voltaje de la red eléctrica comenzará a disminuir y acercarse a cero y dará como resultado una disminución también en la carga y en la corriente de fuga. Por consiguiente, el solenoide se cargará de energía y los contactos se abrirán con una corriente de fuga descendente, la cual será sustancialmente inferior a la corriente que fluiría si el RCS se encendiera en el punto máximo del medio ciclo. Por lo tanto, el voltaje de ruptura, la corriente y la energía serán sustancialmente menores a lo que serían si los niveles de voltaje fueran superiores a aquellos que tienen lugar durante los periodos de ventana, y el arco eléctrico, el calor y los residuos serán consecuentemente inferiores.

El ancho de las ventanas de activación puede establecerse a través de una optimización en la elección de los valores de Cs y Rs, permitiendo que el punto en la onda sobre el cual los contactos se abren se pueda controlar o sincronizar de manera tal que la tensión entre los contactos se minimice.

El circuito de la figura 2 funciona con solenoide activado en el condensador. La realización de la figura 4 muestra un ejemplo del circuito funcionando con solenoide operado desde la red eléctrica.

En la disposición de la figura 4, los D2, D3 y Q2 han sido eliminados porque el RCS sólo puede encenderse durante los medios ciclos positivos del suministro de la red eléctrica, debido al D1, y los medios ciclos negativos del suministro de la red eléctrica pueden ignorarse. Si se utilizan los medios ciclos positivos del voltaje de la red eléctrica, como se describe en la figura 3, se observará una pequeña zona entre la ventana de activación y el cruce por cero donde el ánodo del RCS tendrá un voltaje positivo, y en esta zona el Q1 se apagará debido a que su corriente base será demasiado baja para mantenerlo encendido. Teóricamente, el RCS se podría encender en esta zona si la salida del WA050 se eleva. En la práctica esto no representaría ningún problema ya que el encendido ocurriría a un nivel de voltaje bajo o descendente en la red eléctrica. No obstante, si el RCS se encendiera en esta zona, la magnitud del voltaje de la red eléctrica que se aplicaría al solenoide sería muy baja y las probabilidades de que el solenoide se active por debajo de cierto nivel también serían muy bajas. Se puede asegurar la no activación del solenoide en esta zona por medio de un diseño apropiado del solenoide. Para llevar a cabo esta disposición es importante que el solenoide tenga energía suficiente en el voltaje de la ventana de activación como para garantizar un funcionamiento fiable y apertura de los contactos. Por medio de una manipulación apropiada de los valores del Cs y Rs, la ventana de activación del solenoide puede ensancharse, dando como resultado el encendido del RCS con un voltaje mayor en la red eléctrica si fuera necesario, y por consiguiente, se garantizaría un funcionamiento fiable del solenoide.

Si el RCS en la figura 4 se suministrara a través de un puente rectificador de onda completa en lugar de a través del diodo D1, el mismo podría funcionar como un elemento conductor durante los medios ciclos positivos y negativos del suministro de la red eléctrica. En este caso el Q1 se apagaría levemente antes de llegar al punto de cruce por cero, y si la salida del CI fuese alta, el RCS podría cargar de energía al solenoide y hacer que los contactos se abran. En lo que respecta a la realización precedente, los contactos se abrirían cuando el voltaje de la red eléctrica y las magnitudes de la carga resultante o de la corriente de fuga estuvieran en descenso, lo que reduciría la tensión en los contactos.

Aunque lo precedente describe realizaciones cuyo fin es controlar el punto de apertura de los contactos en un suministro eléctrico de CA para así minimizar el arco eléctrico durante dichas aperturas, los principios son fácilmente adaptados para abordar este problema por cerrar los contactos. La figura 5 muestra un circuito básico.

El circuito es suministrado desde los conductores L y N por medio de un interruptor manual SW 1. Cuando el SW1 se cierra, se enciende un transistor TR1 a través de la resistencia R y el condensador C1, y se le mantiene encendido durante la mayor parte de cada uno de los medios ciclos positivos de la red eléctrica. De este modo la entrada de control del RCS estará conectada a tierra y no podrá encenderse. No obstante, debido al efecto de desplazamiento de fase de R1 y C1, como se describiera previamente para el caso del Rs y Cs, el TR1 se apaga durante un corto periodo de tiempo exactamente antes de la culminación de cada medio ciclo positivo. Dentro de esta ventana de activación, el

## ES 2 340 884 T3

RCS puede encenderse por medio de una resistencia R2 con el fin de lograr que la corriente fluya en el solenoide SOL y cierre los contactos M1.

5 El solenoide SOL y un condensador de filtro se aplican por medio de una resistencia R3, de esta manera, durante los medios ciclos positivos el SOL se carga de energía, y por ende los contactos M1 se mantienen cerrados, a través del flujo de corriente de R3, mientras que durante los medios ciclos negativos el SOL se carga de energía, y por ende los contactos M1 se mantienen cerrados, a través del flujo de corriente de C2.

10 Los principios de funcionamiento del circuito de punto en onda o point on wave, descritos con anterioridad, pueden utilizarse en RCD electrónicos, disyuntores, relés, contactores y otros dispositivos de conmutación, y también pueden utilizarse para determinar el punto de la onda en el cual los contactos se abren o se cierran.

15 La presente invención no se limita a las realizaciones aquí descritas, las cuales pueden ser modificadas o cambiadas sin alejarse del alcance de las reivindicaciones.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

5 1. Circuito de conmutación compuesto por al menos un par de contactos mecánicos (M) dentro de un suministro  
de corriente alterna, y medios para cambiar el estado de los contactos en respuesta a una señal de conmutación (S), el  
circuito también incluye los medios (Q1, Q2) que definen los sucesivos periodos de tiempo (“ventanas de activación”)  
durante los cuales la magnitud del voltaje del suministro no se encuentra en su punto máximo y permite que los  
contactos cambien de estado en respuesta a una señal de conmutación que tiene lugar sólo durante el funcionamiento  
de dichas ventanas, **caracterizado** porque las ventanas de activación se determinan a través de una señal causada por  
10 el desplazamiento de fase del voltaje del suministro ( $C_s$ ), y tienen lugar cuando el voltaje del suministro es menor que  
cierto punto máximo y desciende hacia cero, dicha señal libera un dispositivo de fijación en la salida de la señal de  
conmutación, y dicho sujetador evita que la señal de conmutación aparezca fuera de las ventanas de activación.

15 2. Circuito de conmutación según la reivindicación 1, que incluye un dispositivo de conmutación de estado sólido  
(RCS) el cual se enciende ante una señal de conmutación (S) de un nivel de voltaje dado que se aplica a una terminal  
de control del dispositivo de conmutación, en donde los medios que definen las ventanas de activación comprenden  
medios ( $D_3$ - $Q_1$ ;  $D_2$ - $Q_2$ ) para mantener la terminal de control a un nivel que no sea el nivel de voltaje ya proporcionado  
fuera de la ventana de activación, y en el cual los contactos cambian de estado cuando se enciende el dispositivo de  
conmutación.

20 3. Circuito de conmutación según la reivindicación 2, en donde los medios para mantener la terminal de control a  
un determinado voltaje que no sea dicho nivel de voltaje dado comprenden un dispositivo adicional de conmutación de  
estado sólido conectado entre la terminal de control y el voltaje que no sea el voltaje dado, dicho dispositivo adicional  
de conmutación se enciende fuera de las ventanas de activación.

25 4. Circuito de conmutación según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el circuito de conmutación  
es un RCD y la señal de conmutación se produce en respuesta a una corriente de fuga a tierra.

30

35

40

45

50

55

60

65

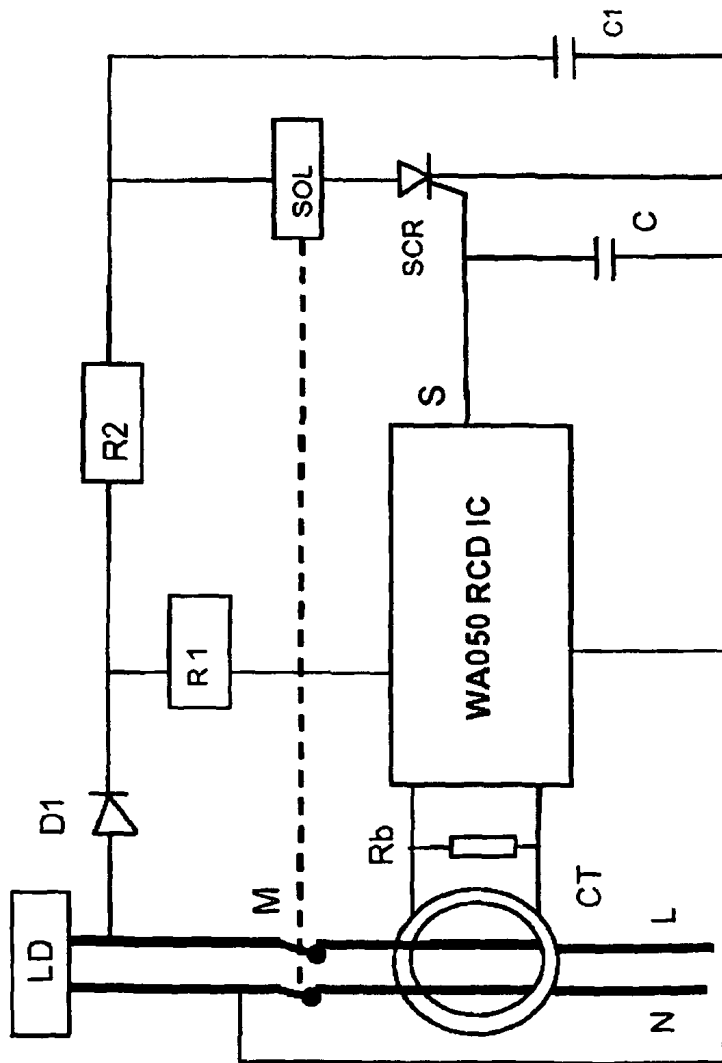


Fig 1  
ARTE PREVIO

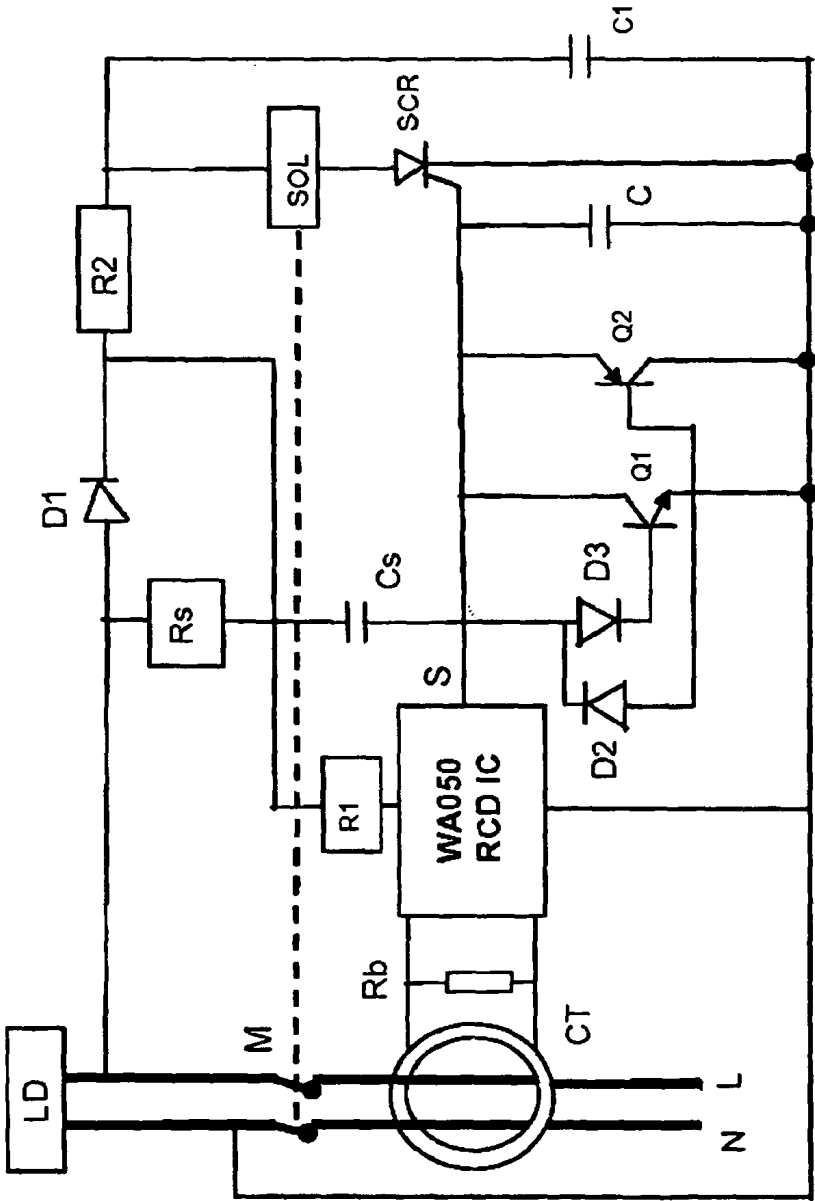


Fig 2

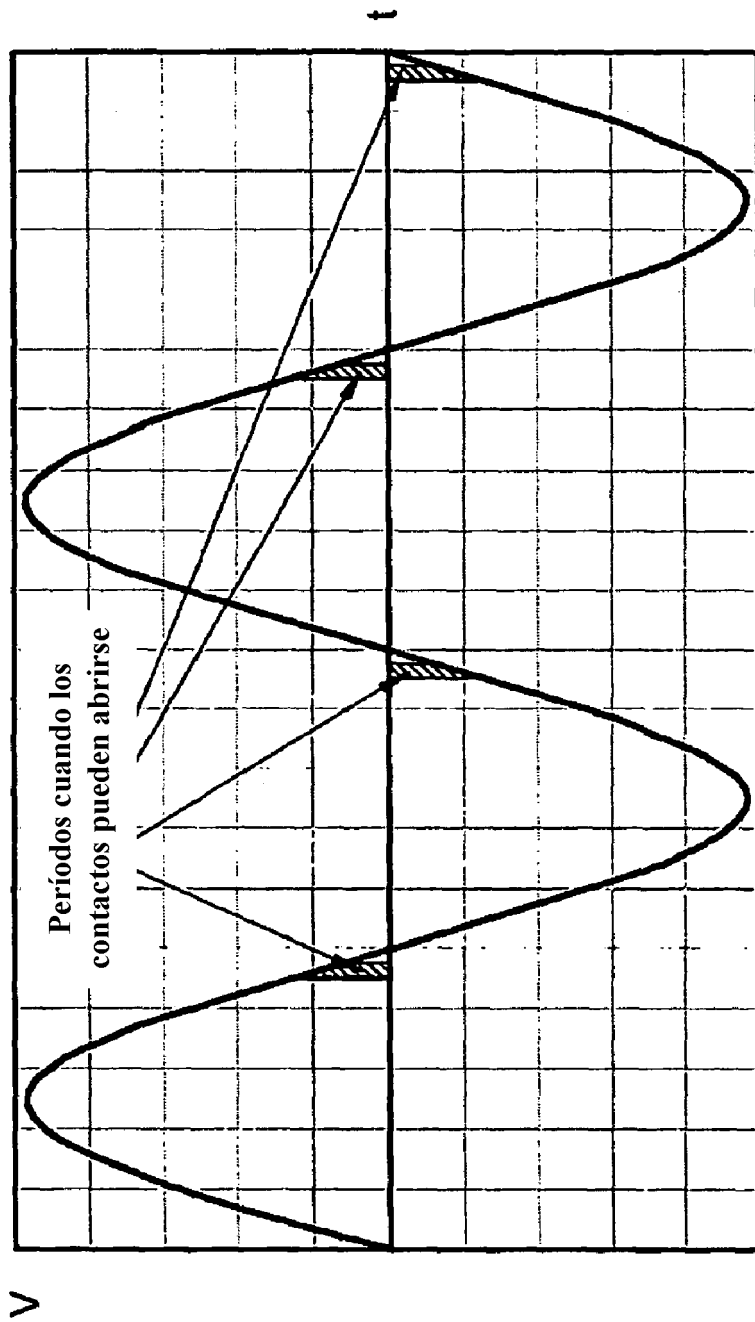


Fig 3

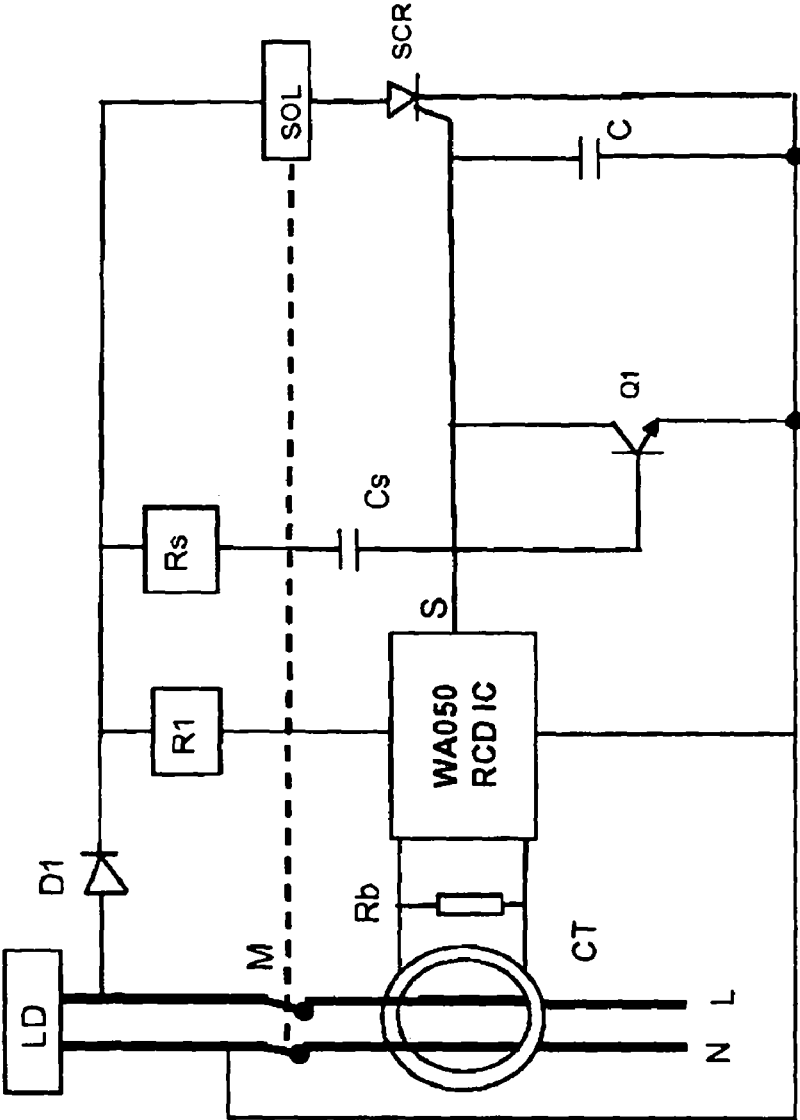


Fig 4

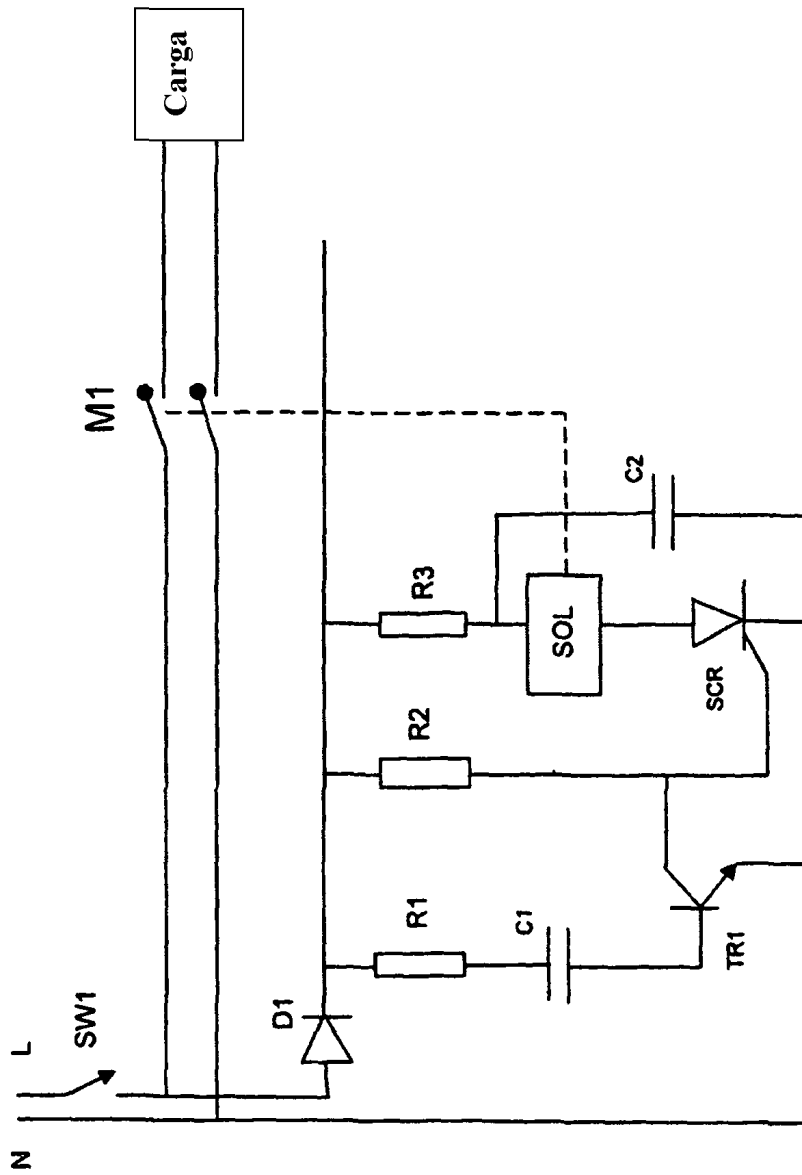


Fig 5