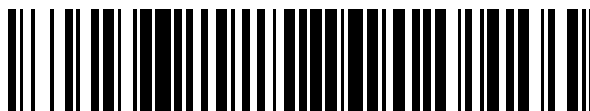


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 420 531**

51 Int. Cl.:

H01H 71/12 (2006.01)

H01H 1/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.08.2009** **E 09781805 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.04.2013** **EP 2465129**

54 Título: **Disyuntor híbrido**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
23.08.2013

73 Titular/es:

ABB RESEARCH LTD. (100.0%)
Affolternstrasse 44
8050 Zürich, CH

72 Inventor/es:

BACKMAN, MAGNUS;
DEMETRIADES, GEORGIOS y
SHUKLA, ANSHUMAN

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 420 531 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

Disyuntor híbrido

Campo técnico de la invención

La presente invención está relacionada generalmente con disyuntores híbridos.

5 Descripción de la técnica relacionada y antecedentes de la invención

10 Para superar las desventajas más graves de los disyuntores de estado sólido se han propuesto diversos disyuntores híbridos. El disyuntor híbrido es una combinación de un disyuntor mecánico convencional y un disyuntor de estado sólido. En funcionamiento nominal la corriente fluye a través del disyuntor mecánico y se usa únicamente el disyuntor de estado sólido durante las averías. Como en el caso de los disyuntores de estado sólido, se pueden usar interruptores unidireccionales y bidireccionales dependiendo de los requisitos de la aplicación.

En las Figuras 1a-c se muestra en los diagramas esquemáticos del circuito un disyuntor híbrido bidireccional que incluye un disyuntor mecánico convencional 11 y un disyuntor 12 de estado sólido durante diferentes etapas de funcionamiento.

15 Durante una avería de polo a polo la corriente fluye a través del disyuntor mecánico 11. En un instante de tiempo se abre el disyuntor mecánico 11 y se conecta el disyuntor 12 de estado sólido. Según se abre el disyuntor mecánico 11 se inicia un arco a través del disyuntor mecánico 11 y si la tensión del arco es suficiente, el disyuntor híbrido conmutará la corriente de fallo al disyuntor 12 de estado sólido según se ilustra en la Figura 1a. Después de la conmutación de la corriente y la extinción del arco, la corriente de fallo fluye a través del disyuntor 12 de estado sólido según se ilustra en la Figura 1b. Para evitar la re-ignición del arco, el tiempo de conducción debe ser lo suficientemente largo para permitir que se enfríe la distancia entre contactos en el disyuntor mecánico 11 para evitar
20 la re-ignición. Cuando el disyuntor 12 de estado sólido se desconecta, la energía almacenada en la inductancia de bucle se absorbe con el elemento de protección de sobretensión según se ilustra en la Figura 1c.

Las Figuras 2a-b son diagramas de la corriente de arco y la tensión del arco, respectivamente, en función del tiempo del funcionamiento del disyuntor híbrido bidireccional de las Figuras 1a-c.

25 El disyuntor híbrido requiere la misma cantidad de semiconductores que el disyuntor de estado sólido completo. Sin embargo, para el disyuntor híbrido, las pérdidas por conducción no son un problema porque la corriente en funcionamiento nominal fluye a través del disyuntor mecánico. Además, por la misma razón, el enfriamiento no es un problema crucial para el disyuntor híbrido. No obstante, se requieren disipadores de calor porque la corriente de fallo se conmuta al disyuntor de estado sólido durante las averías.

30 El documento WO2008/153575 divulga un dispositivo de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

Sumario de la invención

35 Sin embargo, el uso de disyuntores mecánicos convencionales en combinación con un disyuntor de estado sólido es un reto debido a las capacidades limitadas de la especificación de corriente del disyuntor de estado sólido. El disyuntor mecánico puede interrumpir una corriente de fallo de algunas decenas de kiloamperios donde los dispositivos controlables de estado sólido pueden sólo típicamente interrumpir corrientes de algunos kiloamperios.

Además, si la inductancia de bucle es elevada, se requiere un tiempo largo de conmutación. Un tiempo largo de conmutación tiene como consecuencia, sin embargo, un aumento adicional de la magnitud de la corriente de fallo y por tanto el disyuntor de estado sólido tiene que interrumpir corrientes muy elevadas.

40 Aún más, el tiempo de conducción del disyuntor de estado sólido es crítico debido a que (i) se requiere un tiempo largo de conducción para conmutar completamente la corriente del disyuntor mecánico al disyuntor de estado sólido, (ii) se requiere un tiempo largo de conducción cuando la inductancia de bucle es elevada, y (iii) se requiere un tiempo largo de conducción para extinguir la tensión de arco del disyuntor mecánico, es decir para asegurar que ninguna corriente no fluya a través del disyuntor mecánico. Sin embargo los tiempos largos de conducción tienen como consecuencia pérdidas altas por conducción y, como resultado, un calentamiento del dispositivo que puede
45 conducir a fallos del dispositivo.

En consecuencia, es un objeto de la presente invención disponer de un disyuntor híbrido que aborde los problemas anteriores.

Es un objeto particular de la invención disponer de un disyuntor híbrido, que tenga una corriente de pico menor, un tiempo de conmutación más corto, y un tiempo de conducción más corto.

50 Es un objeto adicional de la invención disponer de un disyuntor híbrido, tal que tenga una rápida detección de

averías, y un tiempo muerto más corto.

Es un objeto adicional de la invención disponer de un disyuntor híbrido, tal que sea compacto, robusto y fiable.

Estos objetos entre otros son, de acuerdo a la presente invención, logrados mediante disyuntores híbridos según se reivindica en las reivindicaciones adjuntas de la patente.

5 De acuerdo con un aspecto de la invención se proporciona un disyuntor híbrido que corta las corrientes de fallo, donde el disyuntor comprende un interruptor mecánico a través del cual pasa una corriente normal, estando un interruptor mecánico dispuesto para abrirse en caso de estar expuesto a una corriente de fallo, y un dispositivo disyuntor de estado sólido o semiconductor, al cual se conmuta la corriente de fallo, estando dispuesto el dispositivo disyuntor de semiconductores para interrumpir la corriente de fallo. El interruptor mecánico tiene una leva del ruptor con dos contactos estacionarios que impactan con contactos estacionarios de un circuito cuando se cierra, siendo la 10 leva del ruptor giratoria en torno a un eje de rotación para permitir que los dos contactos de la leva del ruptor se retiren de los contactos estacionarios de forma que se abra el interruptor mecánico. La leva del ruptor se dispone de forma asimétrica, por ejemplo, los dos contactos de la leva del ruptor se sitúan a diferentes distancias del eje de rotación, de forma que las separaciones entre los dos contactos de la leva del ruptor y los dos contactos estacionarios son diferentes cuando el interruptor mecánico se abre. El dispositivo disyuntor de semiconductores se conecta en paralelo con el contacto de la leva del ruptor y con el contacto estacionario que se separan al máximo cuando el interruptor mecánico se abre.

Se obtiene mediante tal disyuntor híbrido, una interrupción más rápida y una corriente de corte comparablemente más baja.

20 Más en detalle, el interruptor mecánico se enclavará en una posición abierta con una corriente más baja y por tanto el tiempo muerto será más corto, implicando una corriente de corte comparablemente más baja. Una corriente de corte más baja a su vez, tiene como resultado una disipación de energía considerablemente más baja en el dispositivo disyuntor de semiconductores y por tanto, se puede reducir el espacio ocupado por el dispositivo.

Además, se propone una estrategia de control en combinación con el disyuntor híbrido asimétrico.

25 En un modo de realización el dispositivo disyuntor inventivo de semiconductores inventivo comprende en consecuencia una unidad de control dispuesta para controlar la conmutación de la corriente de fallo al dispositivo disyuntor de semiconductor es en función del tiempo. Se permite que la conmutación de la corriente aumente durante el control de la avería de forma controlada.

30 Preferiblemente, la unidad de control está configurada para conmutar completamente la corriente de fallo al dispositivo disyuntor de semiconductores durante un periodo de tiempo determinado, cuando el interruptor mecánico se abre completamente y se enclava en la posición abierta para asegurar que el espacio entre contactos se enfría suficientemente. Cuando el periodo de tiempo determinado concluye, se interrumpe la corriente a través del dispositivo disyuntor de semiconductores. Así, se puede asegurar que se interrumpe la corriente sin riesgo de re-ignición en la separación entre contactos.

35 En una implementación particular, el dispositivo disyuntor de semiconductores comprende un transistor bipolar de puerta aislada (IGBT) y la unidad de control, que puede ser una unidad de mando de puerta, está configurada para controlar la conmutación de corriente de fallo al dispositivo disyuntor de semiconductores con medios de control de tensión de puerta del transistor bipolar de puerta aislada.

40 La unidad de mando de puerta puede medir la tensión a través del dispositivo disyuntor de semiconductores y cuando la tensión a través del dispositivo aumenta y alcanza un nivel umbral determinado, esto implica que ocurre una avería, y se inicia el control de la conmutación de la corriente de fallo al dispositivo disyuntor de semiconductores. La tensión de puerta aumenta después con el tiempo, preferiblemente de forma escalonada, de una manera controlada.

45 El disyuntor híbrido de la presente invención puede ser un dispositivo unidireccional o un dispositivo bidireccional capaz de interrumpir una corriente CC de fallo en cualquier dirección o una corriente CA de fallo. El disyuntor híbrido tiene preferiblemente una tensión nominal de hasta 1 kV.

Se establecen detalles adicionales de la invención en las reivindicaciones dependientes.

Las ventajas de la presente invención pueden incluir:

- una rápida detección de averías,
- 50 - una conexión en baja corriente de fallo,
- un tiempo muerto comparablemente corto,

- un tiempo de conmutación comparablemente corto,
 - un tiempo corto de conducción del dispositivo disyuntor de semiconductores,
 - baja corriente de corte,
 - sólo se tiene que manipular (disipar) baja energía mediante el dispositivo disyuntor de semiconductores,
- 5
- solución compacta,
 - baja elevación de la temperatura en el dispositivo disyuntor de semiconductores debido a la menor corriente de pico.
 - Capacidad de rápida interrupción y limitación de corriente y
 - Uso en ambas interrupciones de corriente CA y CC.
- 10
- Otras características adicionales de la invención, y ventajas de la misma, serán evidentes por la siguiente descripción detallada de los modos de realización preferidos de la presente invención, proporcionados en lo que sigue y por las Figuras 1-5 adjuntas, que se proporcionan a modo de ilustración únicamente, y por tanto no son limitativas de la presente invención.

Breve descripción de los dibujos

- 15 Las Figuras 1a-c presentan en diagramas de circuitos esquemáticos un disyuntor híbrido bidireccional durante diferentes estados de funcionamiento, de acuerdo a la técnica anterior.

Las Figuras 2a-b son diagramas de la corriente de arco y de la tensión de arco, respectivamente, en función del tiempo durante el funcionamiento del disyuntor híbrido bidireccional de las Figuras 1a-c.

- 20 La Figura 3 presenta de forma esquemática, parcialmente en una vista lateral, parcialmente en un diagrama de circuito, un disyuntor híbrido de acuerdo a un modo de realización de la presente invención.

La Figura 4 es un diagrama de la corriente en función del tiempo durante el funcionamiento del disyuntor híbrido de la Figura 3.

- 25 Las Figuras 5a-b ilustran cómo un transistor bipolar de puerta aislada de un dispositivo disyuntor de semiconductores de un disyuntor híbrido de la Figura 3 controla la corriente a través del dispositivo disyuntor de semiconductores mediante la introducción de una resistencia variable controlada por una tensión de puerta del transistor bipolar de puerta aislada. La Figura 5a ilustra la resistencia variable mientras que la Figura 5b es un diagrama de la tensión de puerta y la resistencia variable en función del tiempo, durante el funcionamiento del disyuntor híbrido.

Descripción detallada de los modos de realización

- 30 En la Figura 3 se ilustra un disyuntor híbrido que interrumpe corrientes de fallo de acuerdo a un modo de realización de la invención. El disyuntor híbrido comprende un interruptor mecánico 31 y tiene una tensión nominal de hasta 1 kV.

- 35 Durante condiciones de funcionamiento normal se hace pasar la corriente a través del interruptor mecánico 31, pero cuando está expuesta a una corriente de fallo, se dispone que el interruptor mecánico 31 esta configurado para abrirse, conmutando de ese modo la corriente al dispositivo disyuntor 32 de semiconductores. El dispositivo disyuntor 32 de semiconductores se dispone eventualmente de forma que interrumpa la corriente de fallo.

- 40 El interruptor mecánico 31 tiene una leva 33 del ruptor con dos contactos 33a-b que impactan con los contactos estacionarios 34a-b de un circuito cuando se cierra. La leva 33 del ruptor es giratoria en torno a un eje 35 de rotación para permitir que los dos contactos 33a-b de la leva 33 del ruptor se retiren de los contactos estacionarios 34a-b de forma que se abra el interruptor mecánico 31. La Figura 3 ilustra el interruptor mecánico 31 en un estado abierto.

Obsérvese que la Figura 3 sólo ilustra el interruptor mecánico 31 esquemáticamente. Las formas exactas de los contactos pueden ser diferentes a las ilustradas y además, el interruptor mecánico 31 se dispone con un dispositivo para mantener el interruptor mecánico 31 en un estado abierto, y para posteriores cierres del interruptor mecánico 31 (cuando se ha controlado la avería).

- 45 Los dos contactos 33a-b de la leva 33 del ruptor se sitúan a diferentes distancias x_1 , x_2 del eje 35 de rotación, de forma que las separaciones z_1 , z_2 entre los dos contactos 33a-b de la leva 33 del ruptor y los dos contactos estacionarios 34a-b son diferentes cuando el interruptor mecánico 31 abre o está abierto. Tal interruptor mecánico 31 se denomina un interruptor mecánico asimétrico. Preferiblemente, los contactos 33a-b de la leva 33 del ruptor se

sitúan en lados opuestos del eje 35 de rotación.

El dispositivo disyuntor 32 de semiconductores se conecta en paralelo con el contacto 33b de la leva 33 del ruptor y con el contacto estacionario 34b que se separan al máximo cuando el interruptor mecánico 31 se abre.

5 Así, el interruptor mecánico 31 se puede enclavar en una posición abierta con corriente más baja y por tanto el tiempo muerto será más corto implicando una corriente de corte comparablemente más baja.

10 El dispositivo disyuntor 32 de semiconductores comprende un transistor bipolar 36 de puerta aislada (IGBT), un puente 37 de diodos, y una unidad 38 de mando de puerta. El puente de diodos se usa comúnmente en disyuntores híbridos para que sean capaces de interrumpir una corriente CC de fallo en cualquier dirección o una corriente CA de fallo, véanse por ejemplo los documentos US 2005/146814 y US 6, 760, 202, los contenidos de los cuales se incorporan aquí como referencia.

La unidad 38 de mando de puerta está configurada para medir la tensión a través del dispositivo disyuntor 32 de semiconductores. Cuando la tensión aumenta y alcanza un nivel umbral determinado, esto implica que ocurre una avería. Como resultado se puede lograr una rápida detección de averías.

15 Entonces, la unidad 38 de mando de puerta se dispone de forma que controla la conmutación de la corriente de fallo al dispositivo disyuntor 32 de semiconductores mediante el control de la tensión de puerta del transistor bipolar 36 de puerta aislada y el funcionamiento del transistor bipolar 36 de puerta aislada en su región lineal. Así, la corriente se puede restringir en diferentes niveles.

20 La unidad 38 de mando de puerta controla la conmutación de la corriente de fallo al dispositivo disyuntor de semiconductores en función del tiempo y se permite que la conmutación de la corriente aumente de manera controlada, por medio de cambios graduales o paso a paso de la tensión de puerta del transistor bipolar 36 de puerta aislada.

25 La Figura 4 es un diagrama de la corriente de fallo y de la corriente a través del dispositivo disyuntor de semiconductores, respectivamente, en función del tiempo durante el funcionamiento del disyuntor híbrido de la invención. La corriente de fallo se designa como 41 y la corriente a través del dispositivo disyuntor 32 de semiconductores se designa como 42. Se puede observar que el transistor bipolar 36 de puerta aislada funciona en la región lineal como por ejemplo la 43. El enclavamiento del interruptor mecánico 31 se indica como 44.

30 En la Figura 4 se indican los parámetros siguientes: i_{on} es el nivel de corriente de fallo donde la corriente comienza a conmutar al dispositivo disyuntor 32 de semiconductores y t_{on} el instante de tiempo en el que se conecta el dispositivo disyuntor 32 de semiconductores, i_{off} es la corriente pico de falta y t_{off} el instante de tiempo en el que se desconecta el dispositivo disyuntor 32 de semiconductores, y R_1 , R_2 , R_3 , y R_{ce} son resistencias del transistor bipolar 36 de puerta aislada.

35 Las Figuras 5a-b ilustran cómo el transistor bipolar 36 de puerta aislada controla la corriente a través del dispositivo disyuntor 32 de semiconductores mediante la introducción de una resistencia variable controlada por una tensión de puerta del transistor bipolar 36 de puerta aislada. La Figura 5a ilustra la resistencia variable, mientras que la Figura 5b es un diagrama de la tensión V_g de puerta y de la resistencia variable R_{var} en función del tiempo durante el funcionamiento del disyuntor híbrido. Los valores V_{g1} , V_{g2} , V_{g3} , y V_{gmax} de la tensión de puerta proporcionan los respectivos valores de resistencias R_1 , R_2 , R_3 , y R_{ce} .

40 Como se puede observar en las Figuras 4 y 5, en un instante de tiempo determinado después de que se haya detectado la avería, el transistor bipolar 36 de puerta aislada del dispositivo disyuntor 32 de semiconductores se conecta aplicando la menor tensión V_{g1} en la puerta del mismo. Esto implica que el dispositivo disyuntor 32 de semiconductores tiene una resistencia alta y una pequeña cantidad de la corriente de fallo fluye a través del dispositivo disyuntor 32 de semiconductores. Luego la tensión de puerta aumenta permitiendo que una corriente más alta fluya a través del dispositivo disyuntor de semiconductores. Esto se repite, por ejemplo, la tensión de puerta aumenta gradualmente, hasta que el interruptor mecánico 31, se enclava en una posición segura en un estado abierto. Por tanto, el dispositivo disyuntor 32 de semiconductores funciona como un regulador lineal.

45 Cuando el interruptor mecánico 31 se bloquea o enclava en un estado abierto, no es posible que se produzca un golpeo de los contactos. Consecuentemente, la tensión de puerta aumenta de forma que el dispositivo disyuntor 32 de semiconductores conmuta completamente la corriente del interruptor mecánico 31. Cuando se conmuta la corriente al dispositivo disyuntor 32 de semiconductores, el dispositivo disyuntor 32 de semiconductores permanecerá conectado durante un instante de tiempo determinado para asegurar que se extinga el arco. Finalmente, el dispositivo disyuntor de semiconductores se desconecta con una corriente de pico considerablemente más baja en comparación con el disyuntor híbrido simétrico.

REIVINDICACIONES

1. Un disyuntor híbrido que interrumpe las corrientes de falta que comprende:
 - un interruptor mecánico (31) a través del cual pasa una corriente normal, estando dispuesto el interruptor mecánico para abrirse en caso de estar expuesto a una corriente de fallo; y
- 5 - un dispositivo disyuntor (32) de semiconductores al cual se conmuta una corriente de fallo, estando dispuesto el dispositivo disyuntor de semiconductores para interrumpir dicha corriente de fallo, caracterizado por que
 - el interruptor mecánico tiene una leva (33) del ruptor con dos contactos (33a-b) que se apoyan en los contactos estacionarios (34a-b) de un circuito cuando se cierra, siendo giratoria la leva del ruptor giratoria en torno a un eje 35 de rotación para permitir que los dos contactos de la leva del ruptor se retiren de los contactos estacionarios de forma que se abra el interruptor mecánico;
 - 10 - los dos contactos de la leva del ruptor se sitúan a diferentes distancias (x_1 , x_2) del eje de rotación de forma que las separaciones (z_1, z_2) entre los dos contactos de la leva del ruptor y los dos contactos estacionarios son diferentes cuando se abre el interruptor mecánico; y
 - 15 - el dispositivo disyuntor de semiconductores se conecta en paralelo con el contacto (33b) de la leva del ruptor y del contacto estacionario (34b), el cual se separa al máximo cuando se abre el interruptor mecánico.
2. El disyuntor híbrido de la reivindicación 1 donde los contactos de la leva del ruptor se sitúan en lados opuestos del eje de rotación.
3. El disyuntor híbrido de la reivindicación 1 ó 2 donde el dispositivo disyuntor de semiconductores comprende una 20 unidad (38) de control dispuesta para controlar la conmutación de la corriente de fallo al dispositivo disyuntor de semiconductores en función del tiempo.
4. El disyuntor híbrido de la reivindicación 3 donde la unidad de control está configurada para controlar la conmutación de la corriente de fallo al dispositivo disyuntor de semiconductores para aumentar linealmente.
5. El disyuntor híbrido de la reivindicación 3 ó 4 donde el dispositivo disyuntor de semiconductores comprende un 25 transistor bipolar (36) de puerta aislada y la unidad de control está configurada para controlar la conmutación de la corriente de fallo al dispositivo disyuntor de semiconductores mediante el control de la tensión de puerta del transistor bipolar de puerta aislada, controlando preferiblemente por pasos la tensión de puerta del transistor bipolar de puerta aislada.
6. El disyuntor híbrido de cualquiera de las reivindicaciones 3-5 donde está configurada la unidad de control para 30 conmutar completamente la corriente de fallo al dispositivo disyuntor de semiconductores durante un tiempo determinado cuando el interruptor mecánico se ha abierto completamente.
7. El disyuntor híbrido de la reivindicación 6 donde la unidad de control está configurada para interrumpir la corriente a través del dispositivo disyuntor de semiconductores cuando concluye el periodo de tiempo determinado.
8. El disyuntor híbrido de cualquiera de las reivindicaciones 3-5 donde la unidad de control está configurada para 35 iniciar el control de la conmutación de la corriente de fallo al dispositivo disyuntor de semiconductores en respuesta a la tensión a través del dispositivo disyuntor de semiconductores.
9. El disyuntor híbrido de cualquiera de las reivindicaciones 1-8 donde el dispositivo disyuntor de semiconductores comprende un puente (37) de diodos de forma que es capaz de interrumpir una corriente CC de falta en cualquier dirección o una corriente CA de falta.
- 40 10. El disyuntor híbrido de cualquiera de las reivindicaciones 1-8 donde el disyuntor híbrido tiene una tensión nominal de hasta 1kV.

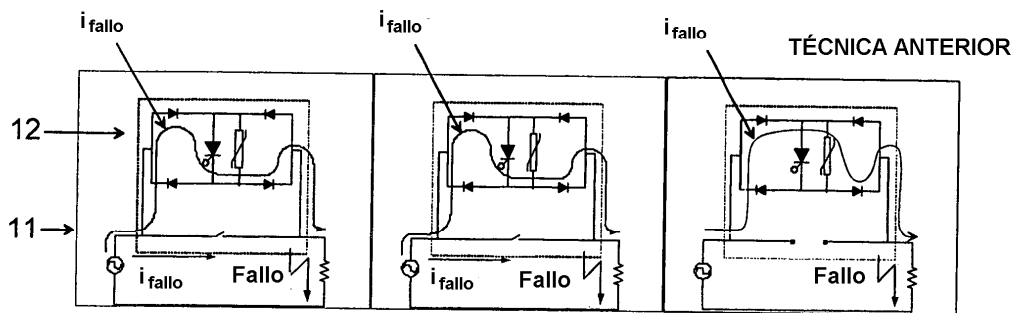


Fig. 1a

Fig. 1b

Fig. 1c

TÉCNICA ANTERIOR

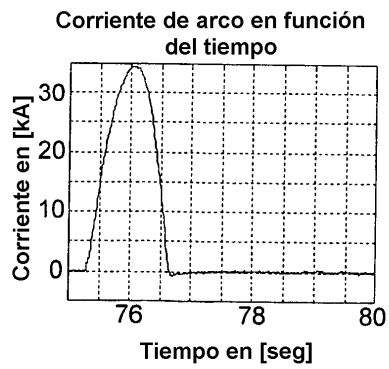


Fig. 2a

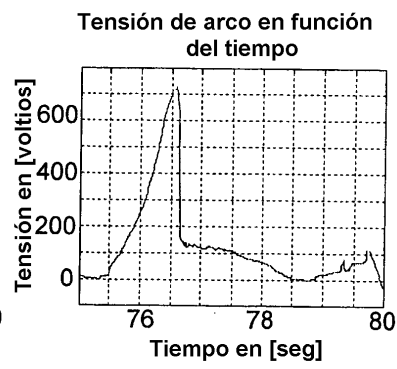


Fig. 2b

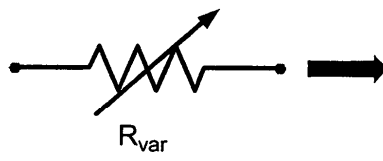


Fig. 5a

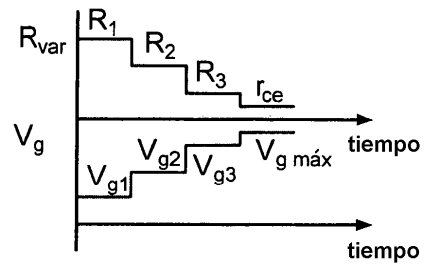


Fig. 5b