

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 539 394**

51 Int. Cl.:

**H01H 9/54** (2006.01)

**G05F 1/10** (2006.01)

**H01H 9/56** (2006.01)

**H02H 9/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.06.2004 E 04736091 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.04.2015 EP 1634311**

54 Título: **Energización para cargas de condensador**

30 Prioridad:

**04.06.2003 US 475499 P**

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

**30.06.2015**

73 Titular/es:

**ABB TECHNOLOGY LTD (100.0%)  
Affolternstrasse 44  
8050 Zürich, CH**

72 Inventor/es:

**FRANK, HARRY**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

ES 2 539 394 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**

Energización para cargas de condensador

Campo técnico

La presente invención se refiere a un método y a un sistema para energizar cargas de condensador.

5 Antecedentes de la técnica

Un banco de condensadores es utilizado, por ejemplo, como un dispositivo de almacenamiento de energía. Un banco de condensadores comprende al menos un condensador con un primer polo y un segundo polo. Cuando se energiza un banco de condensadores, el condensador en este caso es conectado mediante un dispositivo de conmutación eléctrica para corriente alterna a una fuente de alimentación eléctrica por uno de los polos, en este documento denominado el polo de interruptor.

El dispositivo de conmutación eléctrica comprende al menos un interruptor que comprende a su vez dos elementos de contacto dispuestos en una trayectoria de corriente a través del dispositivo de conmutación, utilizándose dichos elementos de contacto para desconectar/cerrar la corriente a través del dispositivo de conmutación. Un interruptor adecuado de acuerdo con el preámbulo de las reivindicaciones 1 y 2 se conoce de la solicitud de patente publicada WO0137298.

Sería ventajoso encontrar un método rentable y simple para controlar el cierre del dispositivo de conmutación y los transitorios de alta frecuencia de amortiguación que se puedan producir.

Resumen de la invención

El objeto de la invención es remediar los problemas anteriormente mencionados. Este objeto se obtiene con un método caracterizado por la reivindicación 1.

Esto se puede conseguir con el método para energizar una carga capacitiva, conectándose dicha carga capacitiva a una fuente de alimentación de corriente alterna mediante el uso de un dispositivo de conexión, comprendiendo dicho dispositivo de conexión al menos un diodo y órganos de conexión, que pueden estar abiertos o cerrados. El diodo se conecta entre la fuente de alimentación y la carga capacitiva cuando el diodo está en el estado inverso. El diodo es derivado cuando la tensión procedente de la fuente de alimentación alcanza sustancialmente un valor máximo después de que el diodo ha pasado a un estado de conducción directa.

Naturalmente, la invención no se limita a ningún rango particular de corriente de funcionamiento a través de un dispositivo de conmutación eléctrica de ese tipo en el estado cerrado, y tampoco a ningún nivel de tensión particular existente en dicha trayectoria de corriente, sino que se puede decir, sin embargo, que es particularmente útil para una tensión intermedia, es decir, correspondiente a una tensión de sistema de entre 1 kV y 52 kV, en la que la corriente de funcionamiento en cuestión puede ser típicamente de 1 kA, aunque son posibles tensiones y corrientes más bajas y más altas que éstas.

Hay que señalar que "elemento de contacto" comprende todos los tipos de elementos para abrir y cerrar un circuito eléctrico, en el que por ejemplo, aunque no necesariamente, la separación física de dos partes, aunque forma un hueco entre las mismas, puede tener lugar cuando se abre el elemento de contacto, y esto puede, por ejemplo, tener lugar al mover un contacto móvil que interconecta dos contactos separados entre sí de modo que éstos ya no están en conexión entre sí, o por el hecho de que un contacto móvil se apoye sobre un contacto fijo y se aleje del mismo.

También son posibles elementos de contacto sin separación física de contactos al abrirse.

Un cierre controlado o síncrono se puede utilizar para mitigar corriente de entrada y transitorios de tensión cuando se energizan bancos de condensadores. Esto se logra mediante el cierre en una tensión nula a través del polo de interruptor. No obstante, cuando se cierra a una tensión nula hay una corriente de entrada que oscila con una frecuencia determinada por el tamaño del banco de condensadores y la impedancia de cortocircuito de la red de alimentación. Esta corriente de entrada se amortigua después de algún tiempo, aunque durante esta oscilación también genera transitorios de tensión. Por tanto, sería conveniente aumentar la amortiguación durante este tiempo para aumentar la calidad de la energía.

De acuerdo con la invención, el dispositivo de conexión comprende un primer órgano de conexión y un segundo órgano de conexión conectados en serie en una primera bifurcación y un tercer órgano de conexión y un cuarto órgano de conexión conectados en serie en una segunda bifurcación. La primera bifurcación y la segunda bifurcación están conectadas en paralelo entre la fuente de alimentación y la carga capacitiva. El diodo está conectado entre el primer órgano de conexión y el segundo órgano de conexión en un extremo y en el otro extremo entre el tercer órgano de conexión y el cuarto órgano de conexión. Los órganos de conexión se cierran en pares. El

5 primer par es el primer órgano de conexión y el cuarto órgano de conexión. El segundo par es el segundo órgano de conexión y el tercero órgano de conexión. El par que pone el diodo en un estado inverso se cierra el primero. El segundo par se cierra cuando la tensión procedente de la fuente de alimentación alcanza el valor máximo después de que el diodo haya entrado en el estado de conducción directa. Para una carga capacitiva completamente descargada esto puede lograrse mediante un dispositivo de conexión que incluye un diodo en serie con el interruptor como un rectificador de media onda durante el primer cuarto de un período después de que el condensador haya sido energizado en el supuesto de que el condensador se haya descargado completamente al principio. El diodo debe conectarse de manera que la corriente empiece a circular directamente después de una tensión nula. Después de un cuarto de período, el diodo está en cortocircuito.

10 Cabe señalar que al "estado de conducción" anterior hay que darle un sentido amplio, y que no es necesario que un componente que pase o esté en el estado de conducción, realmente realice una conducción, sino que también se pretende dar a entender que puede realizar una conducción en ese momento si así se desea, lo que podría ser el caso de un dispositivo semiconductor de tipo de encendido, tal como un tiristor, mientras que un dispositivo semiconductor pasivo en forma de diodo en su lugar siempre realizará una conducción en el estado de conducción,  
15 como se define aquí.

#### Breve descripción de los dibujos

La presente invención se describirá con más detalle en relación a los dibujos esquemáticos que se acompañan.

La figura 1 (técnica anterior) ilustra esquemáticamente la corriente de entrada cuando se energiza un banco de condensadores con tensión nula,

20 La figura 2 ilustra esquemáticamente la corriente de entrada cuando se energiza un banco de condensadores con tensión nula y rectificación de media onda durante el primer cuarto de un período, como se indica con las flechas,

25 Las figuras 3A a 3F muestran un diagrama de circuito simplificado que ilustra un dispositivo de conmutación eléctrica en una posición cerrada, una posición temporalmente cerrada y una posición abierta, respectivamente, utilizado cuando se energiza un banco de condensadores con tensión nula y rectificación de media onda de acuerdo con una realización preferida de la invención,

Las figuras 4A a 4E ilustran esquemáticamente la corriente de entrada cuando se energiza un banco de condensadores con tensión nula y rectificación de media onda, según una realización preferida de la invención, en una posición cerrada, una posición temporalmente cerrada y una posición abierta, respectivamente,

30 Las figuras 5A a 5F muestran un dispositivo de conmutación eléctrica de acuerdo con una primera realización preferida de la invención, en una posición cerrada, una posición temporalmente cerrada y una posición abierta, respectivamente,

35 La figura 6 muestra un diagrama de circuito simplificado de un ejemplo que no pertenece a la invención, que ilustra un dispositivo de conmutación eléctrica en una posición cerrada, una posición temporalmente cerrada y una posición abierta, respectivamente, utilizado cuando se energiza un banco de condensadores con tensión nula y rectificación de media onda,

La figura 7A muestra un diagrama de una sola línea de un sistema de acuerdo con una realización preferida de la invención,

La figura 7B muestra un diagrama de tres fases de un sistema de acuerdo con una realización preferida de la invención, y

40 La figura 8 muestra un sistema de acuerdo con un ejemplo que no pertenece a la invención.

#### Descripción de las realizaciones preferidas

45 Un método para proporcionar un medio para energizar un banco de condensadores que comprende al menos un condensador se consigue conectando dicho condensador, mediante un dispositivo de conmutación eléctrica para corriente alterna, a una fuente de alimentación eléctrica en uno de los polos de condensador. El dispositivo de conmutación eléctrica incluye un diodo en serie con un interruptor como un rectificador de media onda durante el primer cuarto de un período después de que el condensador haya sido energizado en el supuesto de que el condensador esté completamente descargado al principio. El diodo debe conectarse de manera que la corriente empiece a circular directamente después de una tensión nula. Después de un cuarto de un período, el diodo está en cortocircuito.

50 La figura 1 muestra la corriente de entrada la de un cierre normal sincronizado de una tensión nula de banco de condensadores y la figura 2 muestra el efecto de un cierre sincronizado con un diodo actuando como un rectificador

- de media onda durante el primer cuarto de un período después de la energización, es decir, la corriente de entrada  $I_c$  cuando se energiza un banco de condensadores con tensión nula y rectificación de media onda durante el primer cuarto de un período, como se indica con las flechas. Cuando se comparan las dos figuras, es evidente que las oscilaciones se amortiguan mucho más rápido mediante el uso de este método descrito para energizar un banco de condensadores.
- Si el condensador tiene una carga restante, el diodo debe ser conectado al condensador de manera que el diodo permita que la corriente circule en una dirección tal que aumente la carga del condensador (o la tensión). El diodo debe ser puesto en cortocircuito después cuando se alcance una tensión máxima. La dirección del diodo puede ser determinada si se sabe cómo se hizo la primera interrupción. Si el último bucle de corriente fue positivo, también será positiva la carga restante en el condensador y viceversa.
- La figura 7A muestra un diagrama de una sola línea de un sistema de acuerdo con una realización preferida de la invención. El sistema proporciona un medio para energizar una carga capacitiva (7), conectándose dicha carga capacitiva a una fuente de alimentación de corriente alterna (60) mediante el uso de un dispositivo de conexión (20). El dispositivo de conexión comprende al menos un diodo (8) y órganos de conexión, que pueden abrirse o cerrarse. El diodo se conecta entre la fuente de alimentación y la carga capacitiva cuando el diodo está en el estado inverso. La siguiente etapa es que el diodo sea derivado cuando la tensión procedente de la fuente de alimentación alcance el valor máximo después de que el diodo haya pasado a un estado de conducción directa. La carga capacitiva se conecta al resto de la red (50) como una carga capacitiva.
- La figura 7B muestra un diagrama de tres fases de un sistema de acuerdo con una realización preferida de la invención. El sistema proporciona un medio para energizar cargas capacitivas (7A, 7B, 7C), conectándose dichas cargas capacitivas a fuentes de alimentación de corriente alterna (60A, 60B, 60C) mediante el uso de dispositivos de conexión (20A, 20B, 20C). Las cargas capacitivas se conectan al resto de la red (50) como cargas capacitivas.
- La figura 6 muestra un diagrama de circuito simplificado de un ejemplo que no pertenece a la invención, que ilustra un dispositivo de conexión en una posición cerrada, una posición temporalmente cerrada y una posición abierta, respectivamente. El dispositivo de conexión comprende un primer órgano de conexión (40) y un segundo órgano de conexión (10) que se conectan en serie entre la fuente de alimentación y la carga capacitiva, en el que el diodo se conecta en paralelo con el segundo órgano de conexión. Los órganos de conexión se activan de manera individual. Cuando se energiza una carga de condensador tal como un banco de condensadores en el primer órgano de conexión, en este caso un interruptor 40 se cierra durante el primer cuarto de un período. El diodo debe conectarse de manera que la corriente empiece a circular directamente después de una corriente nula. Después de un cuarto de un período el diodo está en el estado inverso. El primer órgano de conexión se cierra durante la parte del ciclo de tensión cuando el diodo está en el estado inverso, y el segundo órgano de conexión se cierra cuando la tensión procedente de la fuente de alimentación alcanza el valor máximo después de que el diodo haya pasado al estado de conducción directa.
- La figura 8 muestra esquemáticamente un sistema de acuerdo con otro ejemplo que no pertenece a la invención. La figura muestra una carga capacitiva 7, un primer órgano de conexión 9A, un segundo órgano de conexión 9B, un tercer órgano de conexión 9C, un cuarto órgano de conexión 9D. El primer órgano de conexión y el segundo órgano de conexión están conectados en serie en una primera bifurcación, y el tercer órgano de conexión y el cuarto órgano de conexión están conectados en serie en una segunda bifurcación, la primera bifurcación y la segunda bifurcación están conectadas en paralelo entre la fuente de alimentación y la carga capacitiva. Los órganos de conexión se activan de manera individual.
- Una realización preferida de una construcción general de un dispositivo de conmutación eléctrica para corriente alterna de acuerdo con la invención se ilustra esquemáticamente en las figuras 3A a 3F y se conecta en una trayectoria de corriente  $I_c$  para poder abrir y cerrar rápidamente esta trayectoria. Uno de tales dispositivos de conmutación está dispuesto por fase, de modo que una red trifásica tiene tres de tales dispositivos de conmutación en uno y el mismo lugar. El dispositivo de conmutación comprende dos bifurcaciones 5 y 6 conectadas en paralelo en dicha trayectoria de corriente, teniendo cada una al menos dos elementos de contacto mecánicos 1 a 4 conectados en serie.
- Un dispositivo semiconductor 8 en forma de un diodo está adaptado para conectar entre sí los puntos medios 9, 10 entre los dos elementos de contacto de cada bifurcación.
- El dispositivo de conmutación comprende también un elemento de detección 11 indicado esquemáticamente y adaptado para detectar la dirección y la magnitud de la corriente en la trayectoria de corriente y para enviar información de allí a una unidad de control 12 que comprende una CPU o está conectada a un sistema de control, estando dicha unidad adaptada para controlar los elementos de contacto 1 a 4 en un modo que se describirá más adelante. La unidad de control sabrá de esta manera todo el tiempo cómo es la corriente instantánea y será capaz de manera instantánea de controlar los elementos de contacto de la manera deseada.

5 Cuando se energiza el banco de condensadores 7, la función de este dispositivo de conmutación eléctrica es la siguiente: una trayectoria de corriente  $I_c$  se crea desde el dispositivo de alimentación a través del interruptor hasta el condensador. Una unidad de control 12, que comprende una CPU (unidad central de procesamiento), decide en primer lugar qué dos elementos de contacto, aquí los elementos de contacto 2 y 3 (véase la figura 3B), han de abrirse a fin de establecer una trayectoria de corriente temporal a través del dispositivo semiconductor 8.

Al conectar y desconectar condensadores a y desde un dispositivo de alimentación provisto de un conmutador, se deben utilizar las siguientes secuencias.

10 La figura 3A muestra un diagrama de circuito simplificado que ilustra el dispositivo de conmutación eléctrica en una posición abierta. El condensador está completamente desconectado. El nivel de tensión del condensador es  $U_c=0$  o el nivel de tensión del condensador es  $U_c > 0$ . Cuando se conecta el condensador con  $U_c=0$ , es decir, el condensador está completamente descargado, cuando la tensión sobre el conmutador es cero o casi cero, dos de los conmutadores que alimentan el diodo se cierran, es decir, cuando la tensión es positiva el par de conmutadores 1 y 4 se cierra. El método implica la carga del condensador al mismo nivel de tensión que el nivel de tensión máximo de la red ya que es el mejor nivel de tensión para una conexión sin que se generen transitorios. Debido a que sólo se utiliza una dirección de conducción, el condensador se carga gradualmente a su valor máximo. Después de un cuarto periodo, es decir, el valor de tensión máximo, se conecta el otro par de conmutadores 2 y 3. Después de esto, la corriente casi no tiene transitorios.

20 La figura 3B muestra un diagrama de circuito simplificado que ilustra el dispositivo de conmutación eléctrica provisto de interruptores 1 y 4 cerrados. El nivel de tensión del condensador es  $U_c=0$ . La figura 4A ilustra esquemáticamente el nivel de tensión de red, el nivel de tensión de condensador y el nivel de corriente de condensador cuando se energiza el condensador con tensión nula de acuerdo con una realización preferida de la invención en una posición temporalmente cerrada y abierta que se muestra en la figura 3B. Los interruptores 1 y 4 están cerrados con tensión nula y permanecen cerrados. La tensión de condensador  $U_c$  es la misma que la tensión de red  $U$ . La corriente de condensador  $I_c$  es positiva.

25 La figura 3C muestra un diagrama de circuito simplificado que ilustra un dispositivo de conmutación eléctrica en una posición temporalmente cerrada y abierta, respectivamente, utilizado cuando se energiza un banco de condensadores con tensión nula y rectificación de media onda de acuerdo con una primera realización preferida de la invención. El nivel de tensión de condensador es  $U_c > 0$  y los interruptores 1 y 4 están cerrados. La figura 4B ilustra esquemáticamente el nivel de tensión de red, el nivel de tensión de condensador y el nivel de corriente de condensador cuando se energiza un condensador de acuerdo con una realización preferida de la invención en una posición temporalmente abierta y cerrada, que se muestra de otro modo en la figura 3C. La tensión de condensador  $U_c$  es la misma que la tensión de red  $U$ . La corriente de condensador  $I_c$  es positiva.

35 La figura 3D muestra un diagrama de circuito simplificado que ilustra un dispositivo de conmutación eléctrica en una posición cerrada, utilizado cuando se energiza un banco de condensadores con tensión nula y rectificación de media onda de acuerdo con una primera realización preferida de la invención. El condensador está completamente conectado. Los interruptores 2 y 3 se cierran con la tensión máxima de red  $U_{máxima}$ , una cuarta parte de un periodo después de los interruptores 1 y 4. La figura 4C ilustra esquemáticamente el nivel de tensión de red, el nivel de tensión de condensador y el nivel de corriente de condensador cuando se energiza un banco de condensadores de acuerdo con una realización preferida de la invención en una posición cerrada, mostrada, por ejemplo, en la figura 3D. La tensión de condensador  $U_c$  es la misma que la tensión de red  $U$ . La corriente de condensador  $I_c$  es negativa.

45 La figura 3E muestra un diagrama de circuito simplificado que ilustra un dispositivo de conmutación eléctrica en una posición temporalmente abierta y cerrada, respectivamente, utilizado cuando se energiza un banco de condensadores con tensión nula y rectificación de media onda de acuerdo con una primera realización preferida de la invención. Los interruptores 2 y 3 se abren con corriente nula. La figura 4D ilustra esquemáticamente el nivel de tensión de red, el nivel de tensión de condensador y el nivel de corriente de condensador cuando se energiza un banco de condensadores de acuerdo con una realización preferida de la invención en una posición temporalmente cerrada y abierta, que se muestra en la figura 3E.

50 La figura 3F muestra un diagrama de circuito simplificado que ilustra un dispositivo de conmutación eléctrica en una posición abierta, después de energizar un banco de condensadores de acuerdo con una primera realización preferida de la invención. El condensador está completamente desconectado. Los interruptores 1 y 4 se desconectan después de una cuarta parte de un periodo después de que se desconectan los interruptores 2 y 3. Los interruptores 1 y 4 también se desconectan con tensión nula. El nivel de tensión de condensador  $U_c$  es el mismo que la tensión máxima de red  $U_{máxima}$ . La figura 4E ilustra esquemáticamente el nivel de tensión de red, el nivel de tensión de condensador y el nivel de corriente de condensador cuando se energiza un banco de condensadores de acuerdo con una realización preferida de la invención en una posición abierta, mostrada, por ejemplo, en la figura 3F.

De este modo, la decisión de establecer una trayectoria de corriente temporal a través del dispositivo semiconductor 8 depende de la posición en la que esté la corriente en la trayectoria de corriente en ese momento. En la posición

según la figura 3D, toda la corriente circula por el dispositivo de conmutación a través de las dos bifurcaciones 5, 6 y no circula ninguna corriente a través del diodo. Cuando va a tener lugar la conexión, la corriente se va a transferir lo más rápidamente posible para que en su lugar circule a través del diodo. La corriente puede ser conmutada en el diodo desde una dirección determinada durante esa parte de un período de corriente alterna que se encuentra entre el momento un poco antes de que el diodo llegue a estar directamente polarizado y el momento en el que el diodo llegue a estar después polarizado de manera inversa. Esto significa que cuando un período completo es de 20 ms, en la práctica puede producirse una apertura de los elementos de contacto de acuerdo con la figura 3E, por ejemplo, alrededor de 2 ms antes del cruce por cero hacia la dirección de polarización directa hasta el siguiente cruce por cero. Cuando prevalece el medio período incorrecto de la tensión alterna para abrir los elementos de contacto 2 y 3 de acuerdo con estas condiciones, los elementos de contacto 1 y 4 pueden entonces en su lugar abrirse de inmediato para establecer esa trayectoria de corriente temporal. En consecuencia, esta trayectoria de corriente temporal puede establecerse inmediatamente después de detectarse la necesidad de abrir el dispositivo de conmutación. Mediante el uso de un elemento de accionamiento eléctricamente controlado, de una unidad electrónica para su control y de una predicción de un futuro cruce por cero de la corriente, se puede controlar la apertura del primer elemento de contacto para que se realice sustancialmente en tal cruce por cero, lo que significa aproximadamente 0,5 ms antes de y alrededor de 0,5 ms después de tal cruce por cero. Esto significa que la corriente a conmutar para que circule a través del diodo es pequeña y por tanto la conmutación puede tener lugar rápidamente sin ninguna gran demanda de medios para aumentar la tensión a través de este elemento de contacto.

Cuando se obtiene la posición temporalmente cerrada ilustrada en la figura 3E mediante la apertura de los elementos de contacto 2, 3, se crea una pequeña chispa en el hueco que hay entre los contactos del elemento de contacto correspondiente, lo que deriva en una tensión por lo general de entre 12 V y 15 V, lo que activará la transferencia de la corriente a través del diodo 8.

Entonces, cuando la tensión a través del dispositivo de conmutación cambia de dirección, no circulará corriente a través del mismo, sino que se creará una tensión a través del diodo 8 polarizado entonces de manera inversa y al menos uno de los otros dos elementos de contacto 1, 4 se abrirá en ese momento, de modo que la trayectoria de corriente temporal se interrumpe, y esta interrupción puede producirse en forma de arco libre, ya que no circula corriente a través del sitio de contacto en el momento de la interrupción. La posición completamente abierta de acuerdo con la figura 3A se obtiene de esta manera. Durante esta interrupción es importante que se produzca tan rápidamente que la tensión a través del diodo 8 no cambie de nuevo de dirección y empiece a conducir. Debido a que la frecuencia de la apertura de los elementos de contacto puede ser controlada en función de la posición de la corriente alterna, cuando se surge la necesidad de abrir el dispositivo de conmutación, el dispositivo de conmutación puede ir de la posición cerrada a la posición completamente abierta de acuerdo con la figura 3A dentro de un período de tiempo sustancialmente más corto que un período, por lo general siempre dentro de 15 ms para una frecuencia de 50 Hz de la corriente alterna o 60 Hz.

Por el hecho de que, en la posición cerrada del dispositivo de conmutación, la corriente nunca circula a través del diodo 8, los elementos de contacto 1 y 4 sólo tienen que estar dimensionados para la corriente de funcionamiento, que puede ser, por ejemplo, de 1000 A, mientras el diodo está dimensionado para una posible corriente de cortocircuito, que en tal caso podría ser de hasta 25 kA o más. Sin embargo, sólo tiene que soportar esa corriente durante un tiempo muy corto, y el dimensionado del diodo se puede hacer sin tener en cuenta ninguna corriente de funcionamiento continua a través del dispositivo de conmutación. Además, el diodo tiene que estar dimensionado para una tensión de retorno que sea aplicada durante un corto período de tiempo a través del mismo después de abrirse los dos elementos de contacto abiertos en primer lugar. Esto puede ser, por ejemplo en el caso de una tensión de red de 12 kV, de aproximadamente 20 kV. Sin embargo, los mismos elementos de contacto del dispositivo de conmutación en la posición abierta de acuerdo con la figura 3A, tienen que ser capaces de soportar una denominada tensión de impulso considerablemente mayor, que en este caso podría ser de 75 kV.

En otra realización preferida, la conexión está dispuesta con  $UC > 0$ , es decir, el condensador todavía está cargado. La conexión del dispositivo de conmutación se realiza mediante el par de conmutadores que se utilizó la última vez para desconectar el conmutador. Cuando la tensión de condensador es positiva, el par de conmutadores 1 y 4 se conecta cuando la tensión es nula. El diodo conduce cuando el nivel de tensión está por encima del nivel de tensión del condensador y esto da lugar a la carga del condensador hacia el nivel de tensión máximo. Después de un cuarto período, es decir, en el valor de tensión máximo, los otros dos pares de conmutadores 2 y 3 se conectan. Después de eso, la corriente casi no tiene transitorios.

Por otro lado, se puede tomar la decisión de conectar el par de interruptores 1 y 4 cuando la tensión a través del conmutador y la tensión tienen una derivada positiva en el ejemplo descrito anteriormente. El par de interruptores 2 y 3 se conecta con la tensión máxima para el condensador.

Una realización preferida de acuerdo con la invención es usar la tensión nula, aunque sabiendo qué interruptores estaban conduciendo la corriente. No es necesario tomar más medidas distintas del nivel de tensión en el condensador.

Cuando se desconecta el condensador, los dos conmutadores se abren en el cruce por cero de la corriente. Esos dos conmutadores forzarán el siguiente periodo de la corriente al diodo. Cuando el diodo bloquea la corriente, se abre el otro par de conmutadores.

5 En caso de un falso disparo del interruptor y/o cuando se detecta un impulso de corriente intensa peligroso, se envía una señal a todos los conmutadores/contactores para que se conecten y se envía una señal al conmutador de seguridad.

En otro ejemplo que no pertenece a la invención, se utiliza un dispositivo de conmutación de acuerdo con la figura 6. Se utilizan dos interruptores 10 y 40 en lugar de cuatro interruptores.

10 En otra realización de la invención, el dispositivo de conmutación comprende también elementos de medición de corriente, una unidad electrónica adaptada para llevar a cabo un algoritmo de predicción de corriente y un elemento de accionamiento controlado eléctricamente, tal como un motor, para obtener la apertura del primer elemento de contacto sustancialmente en un cruce por cero de la corriente a través del dispositivo de conmutación.

La invención, naturalmente, no se limita de ninguna manera a las realizaciones preferidas descritas anteriormente, estando la invención limitada únicamente por el ámbito de aplicación de las reivindicaciones adjuntas.

15 Sería posible, por ejemplo, sustituir cada elemento de contacto por una conexión en serie de una pluralidad de elementos de contacto. También sería posible utilizar todo tipo de interruptores, tales como contactos mecánicos de interruptor de vacío, contactores u otros seccionadores de carga.

20 No es absolutamente necesario que el cierre y la apertura de los elementos de contacto de un dispositivo de conmutación de acuerdo con la invención tengan que producirse a través del movimiento de dos elementos de contacto móviles incluidos en la misma unidad y ni siquiera es necesario que se produzca a través del movimiento de una parte de contacto móvil en común con una pluralidad de elementos de contacto. Cada uno de los elementos de contacto en su lugar podría controlarse completamente por separado y consistir, por ejemplo, en las denominadas bobinas de Thomson, que a continuación se activan de acuerdo con la misma secuencia de tiempo, como se ilustra, por ejemplo, en las figuras 3A a 3F.

25 Las figuras 5A a 5F muestran un dispositivo de conmutación eléctrica de acuerdo con una primera realización preferida de la invención en una posición cerrada, una posición temporalmente cerrada y una posición abierta, respectivamente.

30 La figura 6 muestra un diagrama de circuito simplificado de un ejemplo que no pertenece a la invención, que ilustra un dispositivo de conmutación eléctrica en una posición cerrada, una posición temporalmente cerrada y una posición abierta, respectivamente, utilizado cuando se energiza un banco de condensadores con tensión nula y rectificación de media onda de acuerdo con otro método preferido de la invención. Un interruptor 10 se acopla en paralelo con un diodo 8 y luego ambos en serie con un interruptor 40 como rectificador de media onda. Durante el primer cuarto de un período, el interruptor 40 está cerrado. El diodo debe conectarse de manera que la corriente empiece a circular directamente después de una tensión nula. Después de un cuarto de un período, el diodo está en cortocircuito.

35 La invención también se refiere a un mecanismo de conexión para suministrar electricidad en la industria o en redes de distribución y transmisión, provisto de un dispositivo de conmutación eléctrica de acuerdo con la invención. El método de acuerdo con la invención también es muy adecuado para aplicarlo a través de un programa informático provisto de etapas de programa adecuadas, y la invención también se refiere a un programa de este tipo, así como a un medio legible por ordenador en el que se graba un programa de este tipo.

40 Un sistema de control para controlar un conmutador cuando se energiza un banco de condensadores según la invención, puede comprender cualquier componente de la lista de: un ordenador tal como una tablet y un programa informático.

45 Las comunicaciones al dispositivo de conmutación a través de una red de datos comprenden también una señal de datos informáticos en otro aspecto de la invención. La señal de datos informáticos para el seguimiento y/o el control de uno o más dispositivos de conmutación se incorpora en una onda portadora. La señal de datos se adapta a uno o más formatos, por ejemplo formateada internamente como un archivo XML, e incluye un medio para identificar los elementos emisores y el tipo de datos, tales como eventos guardados, alarmas guardadas, protección de sobrecarga configurada, etc., para dicho dispositivo.

50 Los datos obtenidos del dispositivo se analizan mediante cualquier método estadístico o de modelado o de simulación adecuado.

El microprocesador, o procesadores, de un dispositivo que incluye un medio de control, comprende al menos una unidad central de procesamiento CPU que realiza las etapas del método de acuerdo con un aspecto de la invención. Esto se realiza con la ayuda de uno o más programas informáticos que se almacenan al menos en parte en una

memoria a la que puede acceder el procesador. Debe entenderse que los programas informáticos también se ejecutan en uno o más microprocesadores u ordenadores industriales de uso general en lugar de en un ordenador especialmente adaptado.

5 El programa informático comprende elementos de código de programa informático o partes de código de software que hacen que el ordenador ejecute el método usando ecuaciones, algoritmos, datos y cálculos descritos anteriormente. Una parte del programa puede almacenarse en un procesador como antes, aunque también en un chip de ROM, de RAM, de PROM, de EPROM o de EEPROM o soportes de memoria similares. El programa en parte o en su totalidad puede almacenarse también sobre, o en, otro medio legible por ordenador adecuado, tal como un disco magnético, un CD-ROM o un DVD, un disco duro, un disco magneto-óptico, un soporte de almacenamiento de memoria magneto-óptico, en memoria volátil, en memoria flash, como firmware, o almacenado en un servidor de datos. También se pueden utilizar soportes de memoria extraíbles, tales como discos duros extraíbles, dispositivos de memoria de burbuja, dispositivos de memoria flash y soportes extraíbles con marca registrada disponibles en el mercado tales como el lápiz de memoria de Sony y tarjetas de memoria para cámaras digitales, cámaras de vídeo y similares.

10  
15 Los programas informáticos descritos también se pueden disponer en parte como una aplicación distribuida que puede ejecutarse en varios ordenadores o sistemas informáticos más o menos al mismo tiempo.

Una base de datos también puede contener información para ser utilizada en un método de un sistema de control industrial para controlar un proceso o equipo, de acuerdo con la invención.

20 Una señal de comunicación de datos también se puede utilizar para controlar al menos uno de los conmutadores en una red eléctrica para energizar un banco de condensadores. La señal de comunicación de datos comprende información para controlar un proceso o conmutadores en una red eléctrica.

Esta invención se puede aplicar en todas las áreas industriales en las que se exigen bancos de condensadores y en otras áreas en las que los bancos de condensadores son objeto de debate.

25 Los programas informáticos descritos también se pueden disponer en parte como una aplicación distribuida que puede ejecutarse en varios ordenadores o sistemas de ordenadores diferentes más o menos al mismo tiempo.

## REIVINDICACIONES

1. Método para energizar una carga capacitiva (7), en el que dicha carga capacitiva se conecta a una fuente de alimentación de corriente alterna (60) mediante el uso de un dispositivo de conexión (20), comprendiendo dicho dispositivo de conexión al menos un diodo (8) y órganos de conexión, que pueden estar cerrados o abiertos, estando el diodo conectado entre la fuente de alimentación y la carga capacitiva, en el que en el dispositivo de conexión, un primer órgano de conexión (1) y un segundo órgano de conexión (2) están conectados en serie en una primera bifurcación, y un tercer órgano de conexión (3) y un cuarto órgano de conexión (4) están conectados en serie en una segunda bifurcación, la primera bifurcación y la segunda bifurcación están conectadas en paralelo entre la fuente de alimentación y la carga capacitiva, el diodo está conectado entre el primer órgano de conexión y el segundo órgano de conexión en un extremo y en el otro extremo entre el tercer órgano de conexión y el cuarto órgano de conexión, los órganos de conexión están cerrados en pares, en el que el primer par está formado por el primer órgano de conexión y el cuarto órgano de conexión, y en el que el segundo par está formado por el segundo órgano de conexión y el tercer órgano de conexión, caracterizado por que el diodo está conectado entre la fuente de alimentación y la carga capacitiva durante una parte del ciclo de tensión cuando el diodo está en el estado inverso cerrando en primer lugar el par que pone el diodo en el estado inverso; y por que el diodo es derivado cuando la tensión procedente de la fuente de alimentación alcanza un valor máximo después de que el diodo ha pasado a un estado de conducción directa al cerrar el segundo par, un cuarto de periodo después de que se cierra el par que ha puesto el diodo en el estado inverso.
2. Sistema provisto de un medio para energizar una carga capacitiva (7), conectándose dicha carga capacitiva a una fuente de alimentación de corriente alterna (60) mediante el uso de un dispositivo de conexión (20), comprendiendo dicho dispositivo de conexión al menos un diodo (8) y órganos de conexión, que pueden estar abiertos o cerrados, estando el diodo dispuesto para ser conectado entre la fuente de alimentación y la carga capacitiva, en el que el dispositivo de conexión comprende un primer órgano de conexión (1), un segundo órgano de conexión (2), un tercer órgano de conexión (3), un cuarto órgano de conexión (4), en el que el primer órgano de conexión (1) y el segundo órgano de conexión (2) están conectados en serie en una primera bifurcación, en el que el tercer órgano de conexión (3) y el cuarto órgano de conexión (4) están conectados en serie en una segunda bifurcación, estando la primera bifurcación y la segunda bifurcación conectadas en paralelo entre la fuente de alimentación y la carga capacitiva, en el que el diodo está conectado entre el primer órgano de conexión y el segundo órgano de conexión en un extremo y en el otro extremo entre el tercer órgano de conexión y el cuarto órgano de conexión, en el que los órganos de conexión están dispuestos para ser activados individualmente de manera que los órganos de conexión se cierran en pares, siendo el primer par el primer órgano de conexión y el cuarto órgano de conexión, y siendo el segundo par el segundo órgano de conexión y el tercer órgano de conexión, caracterizado por que el diodo está conectado entre la fuente de alimentación y la carga capacitiva durante una parte del ciclo de tensión cuando el diodo está en el estado inverso cerrando en primer lugar el par que pone el diodo en el estado inverso; y por que el diodo es derivado cuando la tensión procedente de la fuente de alimentación alcanza un valor máximo después de que el diodo ha pasado a un estado de conducción directa al cerrar el segundo par, un cuarto de periodo después de que se cierra el par que ha puesto el diodo en el estado inverso.
3. Sistema para proporcionar un medio para energizar al menos una carga capacitiva (7) de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado por que dicha carga capacitiva es un condensador.
4. Sistema para proporcionar un medio para energizar al menos una carga capacitiva (7) de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado por que dicha carga capacitiva comprende un cable.
5. Sistema para proporcionar un medio para energizar al menos una carga capacitiva (7) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, caracterizado por que dichos órganos de conexión son cualquiera de una lista de: conmutadores, interruptores o seccionadores mecánicos, interruptores de vacío, conmutadores de interior y de exterior, contactores; tiristores, transistores, otros semiconductores.
6. Sistema de alimentación eléctrica que incluye al menos un sistema para energizar una carga capacitiva, de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 2 a 5.
7. Programa informático que comprende elementos de código informático para hacer que un ordenador o procesador ejecute cualquiera de las etapas de un método de acuerdo con la reivindicación 1.

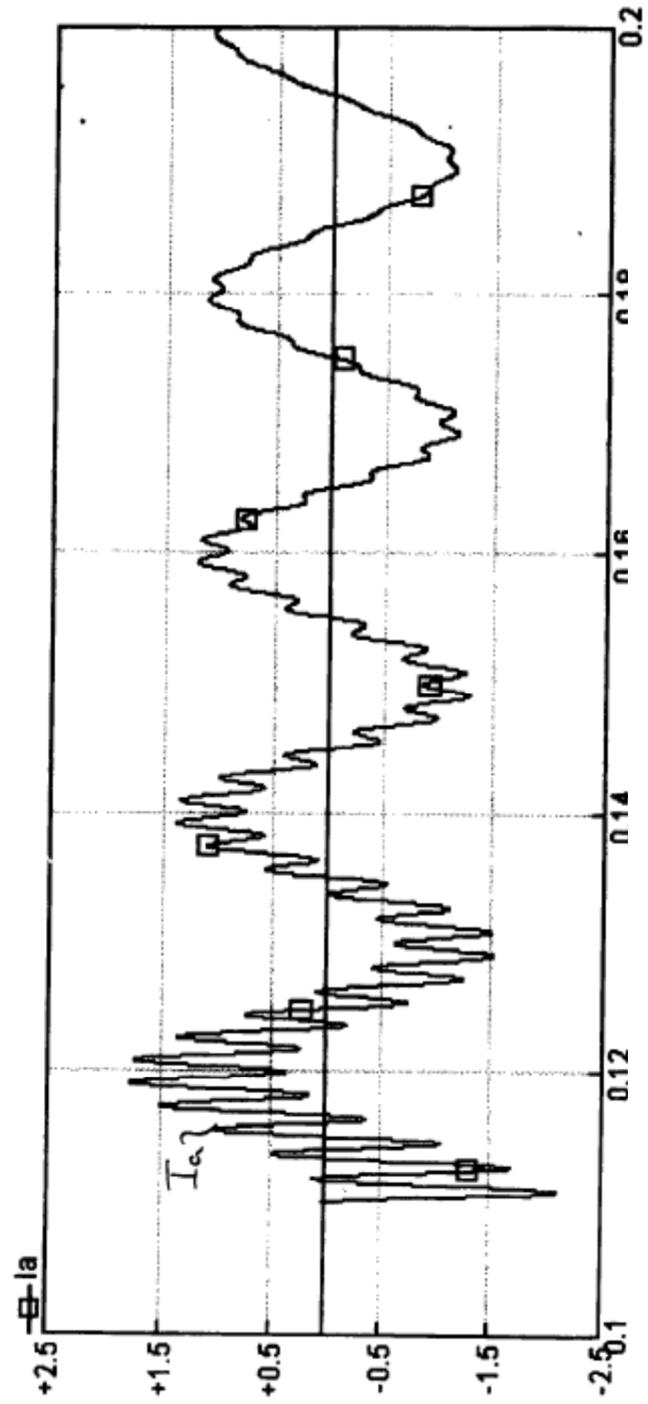


Figura 1. Corriente de entrada cuando se energiza un banco de condensadores con tensión nula

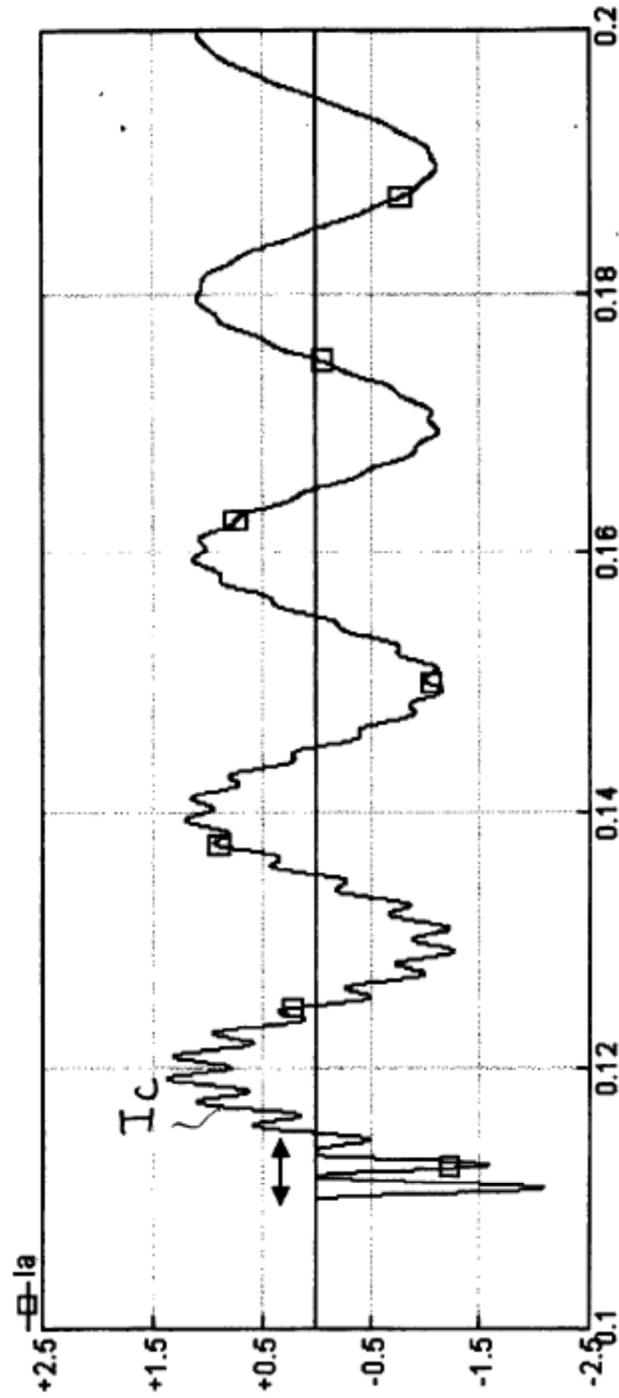
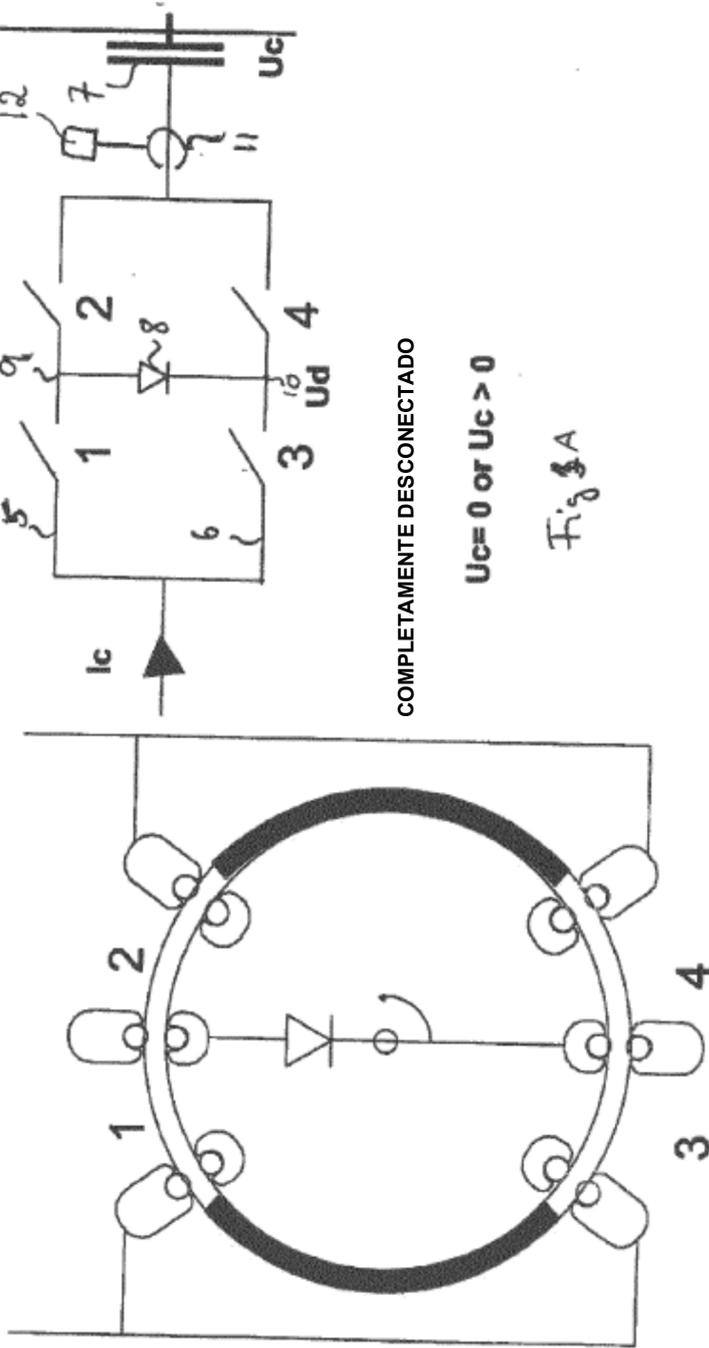


Figura 2. Corriente de entrada cuando se energiza un banco de condensadores con tensión nula y rectificación de media onda durante el primer cuarto de un periodo, como se indica con las flechas

# Condensadores de conexión



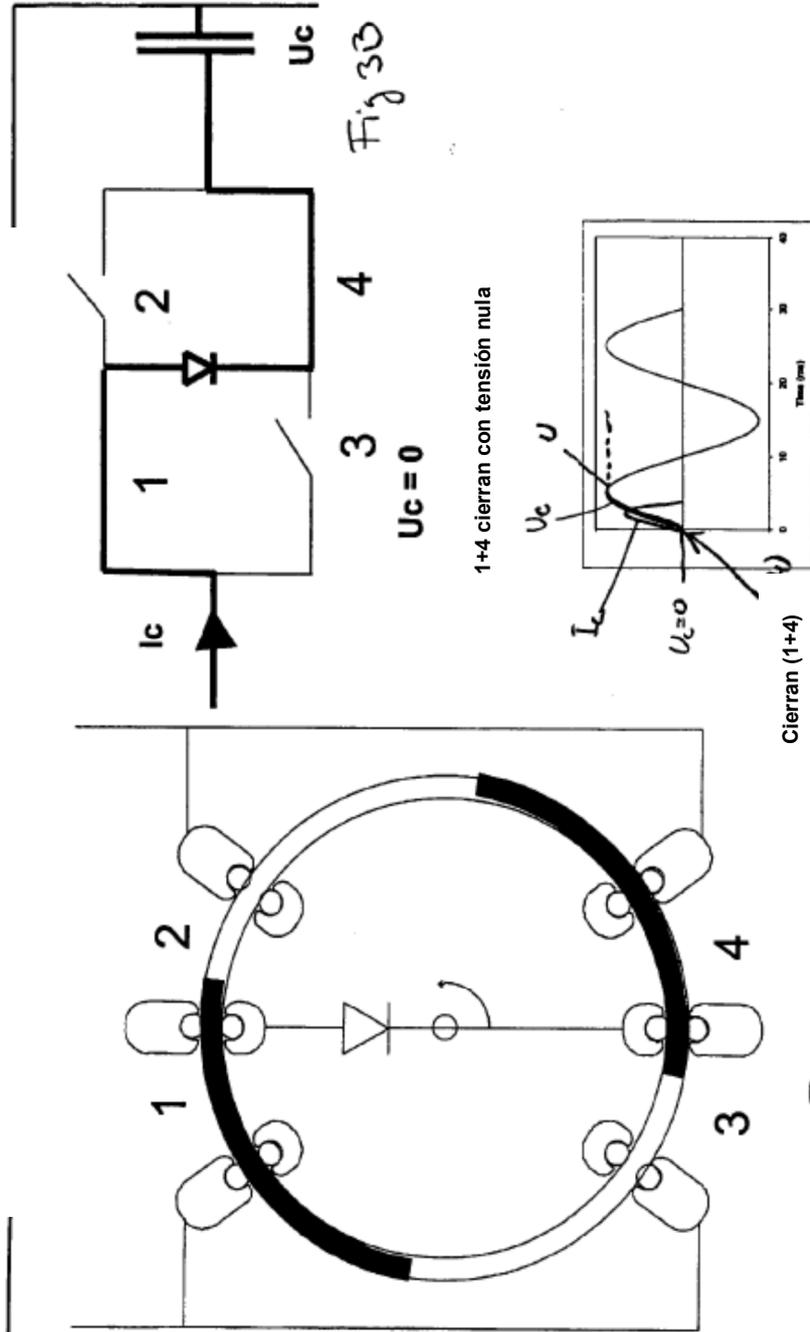
COMPLETAMENTE DESCONECTADO

$U_c = 0$  or  $U_c > 0$

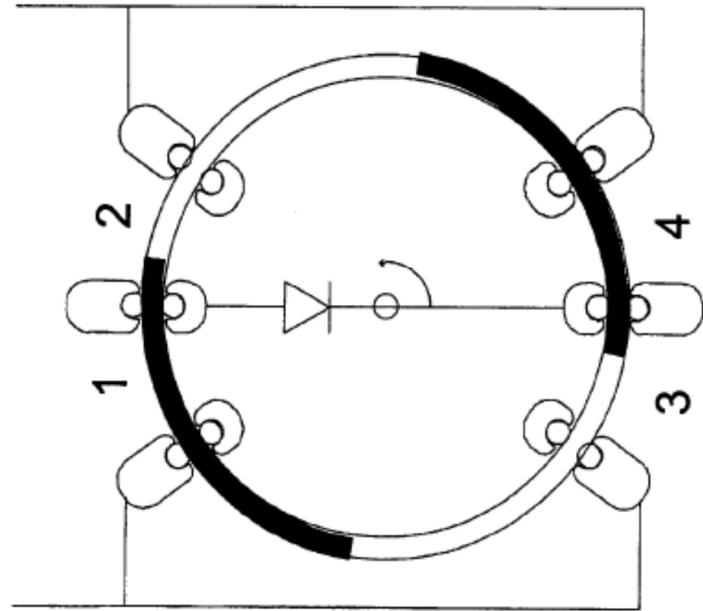
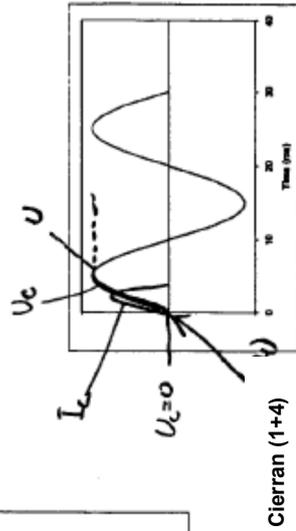
Fig 5A

Fig 5A

# Condensadores de conexión



1+4 cierran con tensión nula



# Condensadores de conexión

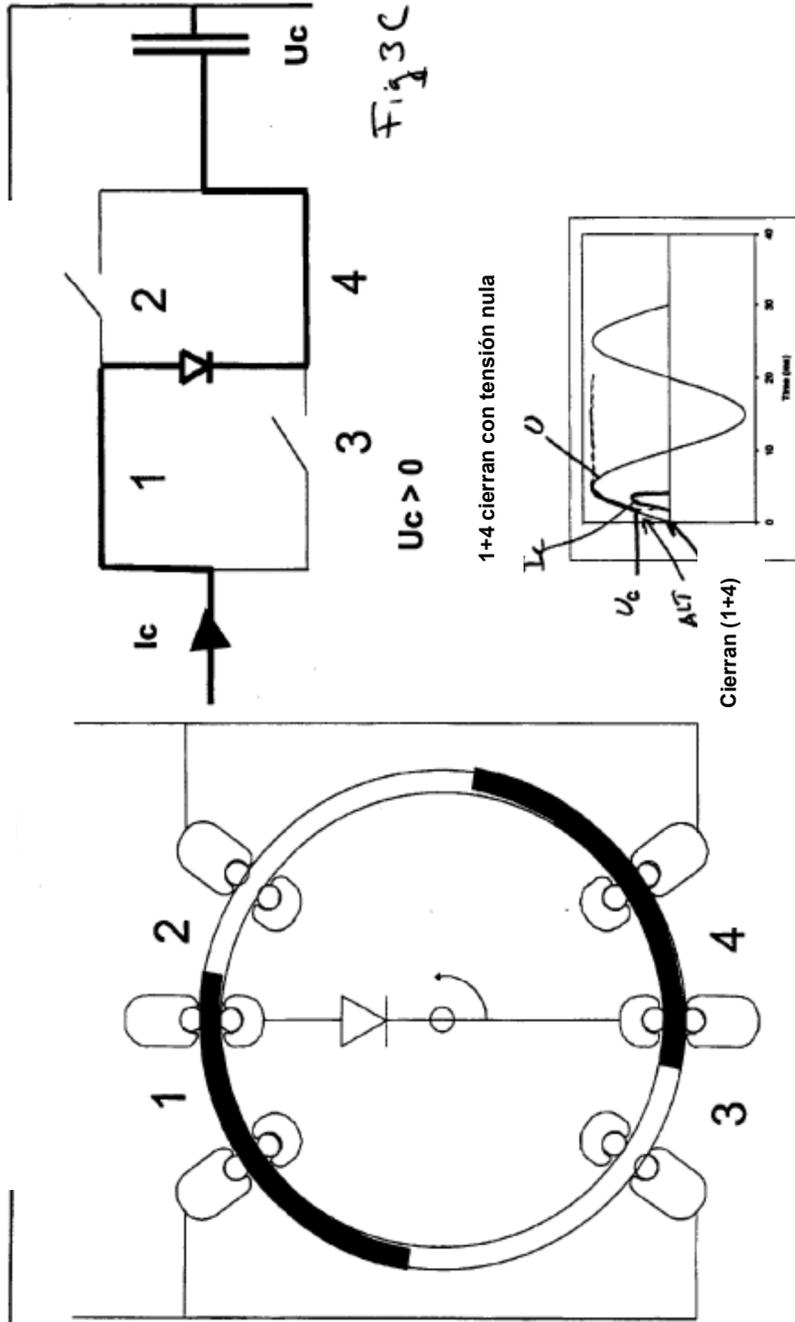


Fig 3C

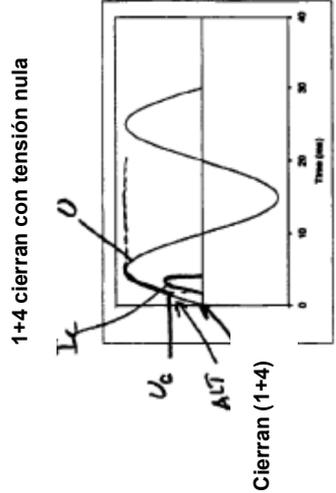
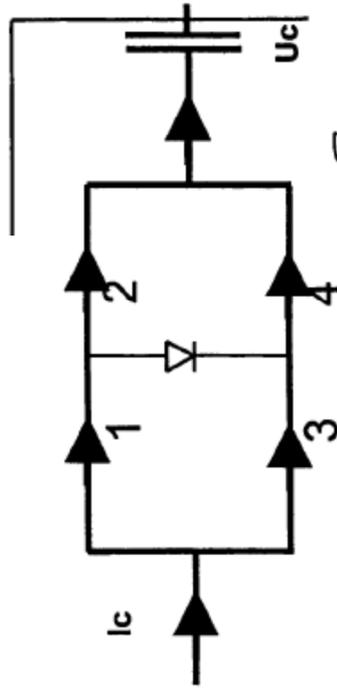
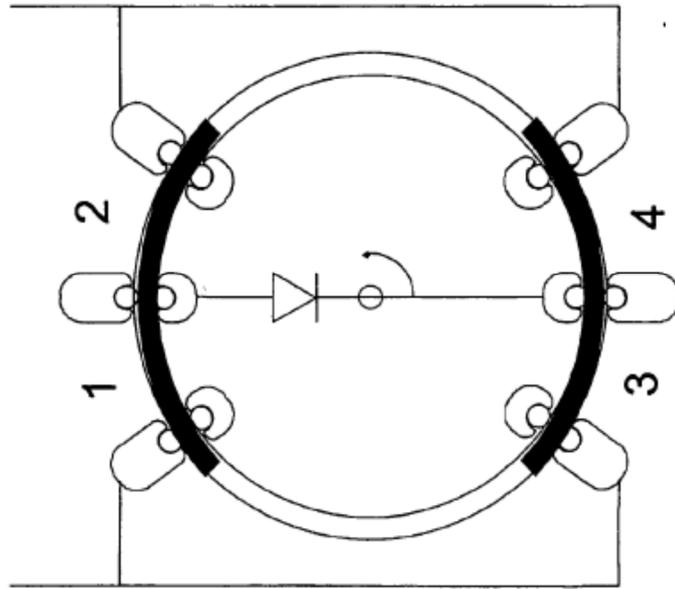


Fig 4B

Fig 5C

# Condensadores de conexión



COMPLETAMENTE CONECTADO

2+3 cierran en Umáxima, cuarta parte de un periodo después de 1+4

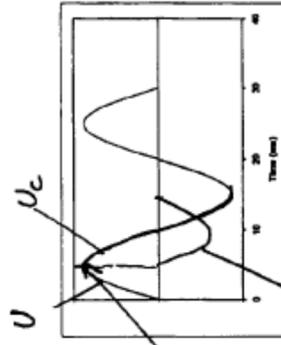
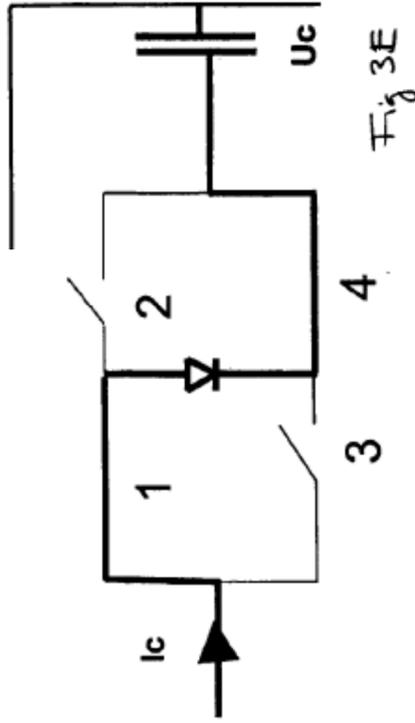
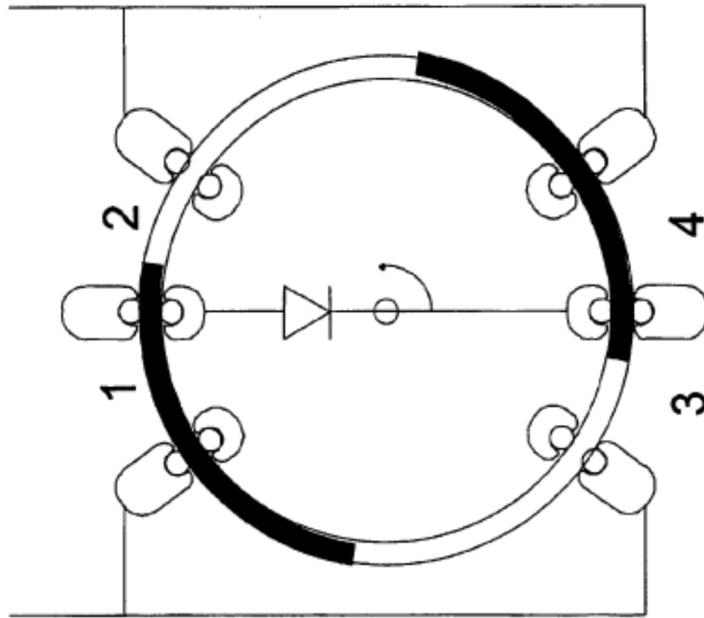


Fig. 5D

# Condensadores de desconexión



2+3 abren con corriente nula

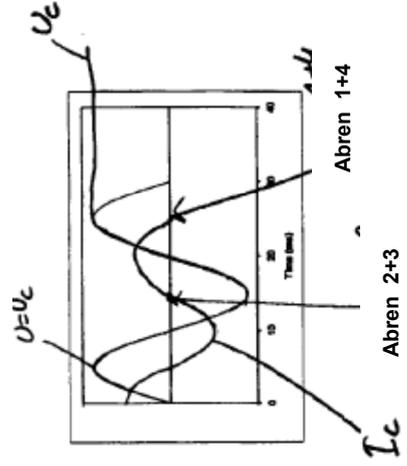


Fig 3E

Fig 4D

# Condensadores de desconexión

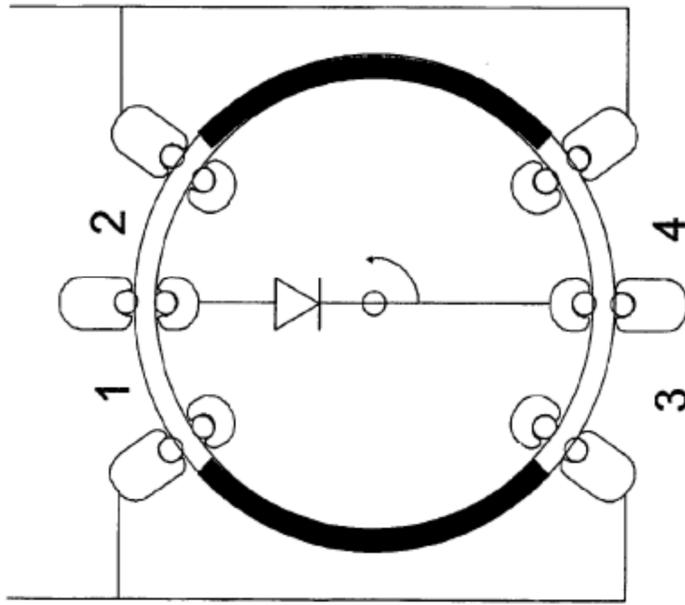


Fig 5F

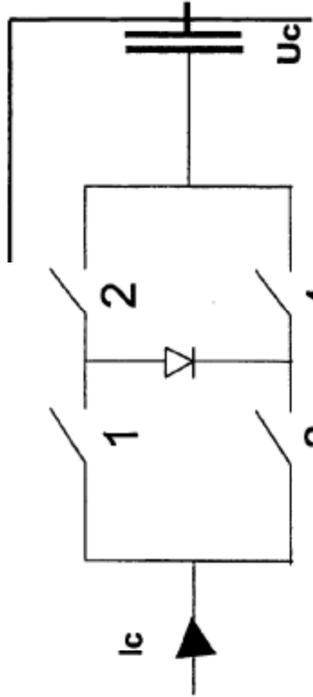


Fig 3F

COMPLETAMENTE DESCONECTADO

$U_c = U_{m\acute{a}xima}$

2+3 abren cuando el diodo bloquea

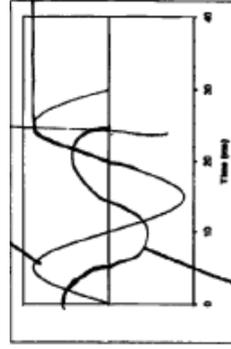


Fig 4E

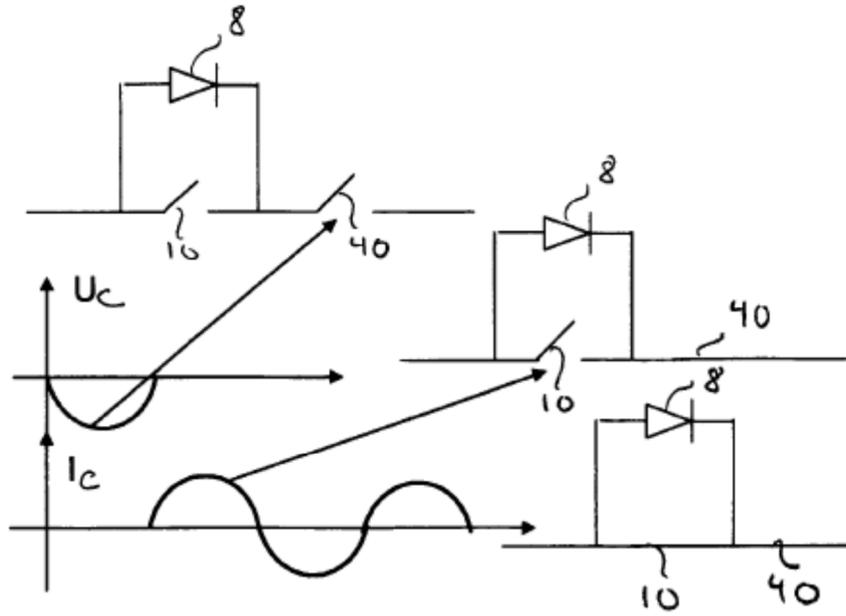


Fig. 6

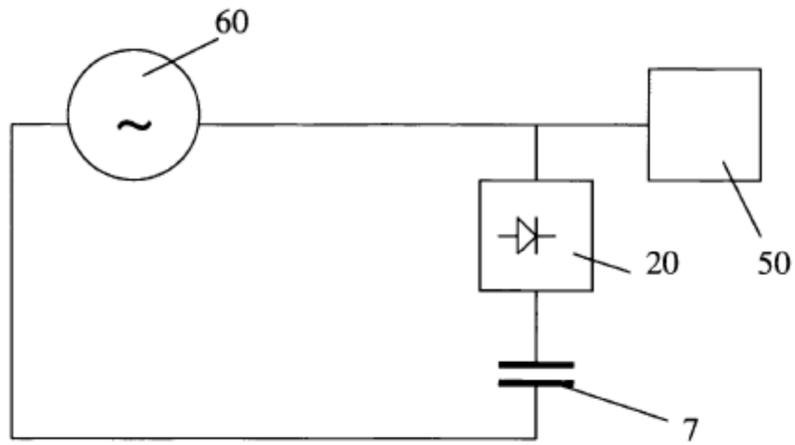


Fig. 7A

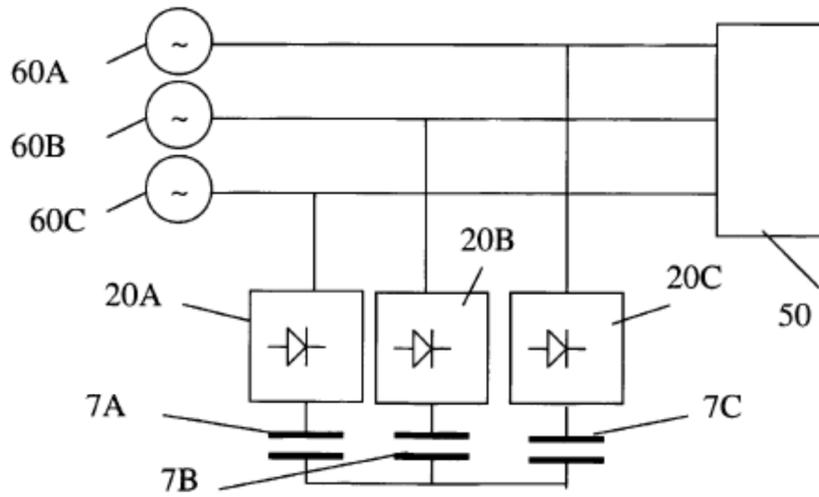


Fig.7B

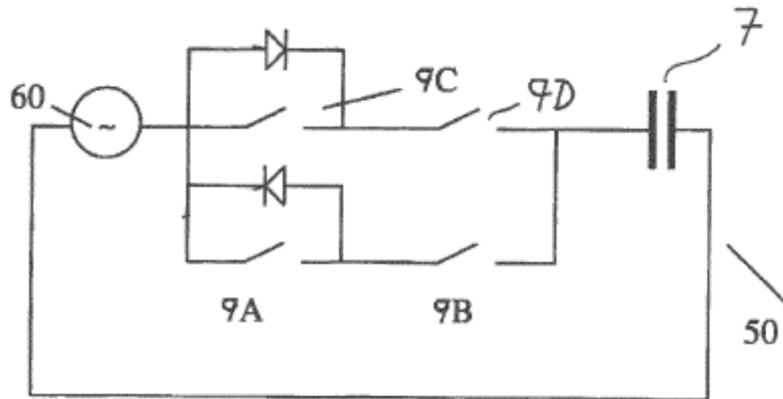


Fig. 8