

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 503 556**

51 Int. Cl.:

H02J 3/36 (2006.01)

H02B 1/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.05.2010** **E 10719595 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.07.2014** **EP 2569842**

54 Título: **Un dispositivo de conmutación exterior para corriente continua de alta tensión con conmutadores de semiconductores**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
07.10.2014

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

ASPLUND, GUNNAR y
HÄFNER, JURGEN

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 503 556 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

Un dispositivo de conmutación exterior para corriente continua de alta tensión con conmutadores de semiconductores

5

CAMPO Y ANTECEDENTES DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a un dispositivo de conmutación de corriente continua de alta tensión que comprende:

10

- al menos una barra colectora,
- al menos dos líneas de corriente continua conectada cada una a dicha al menos una barra colectora a través de disyuntores de corriente continua que comprende una sección de al menos un dispositivo de semiconductores del tipo d desactivación y un elemento rectificador conectado en montaje anti-paralelo,
- medios configurados para detectar la presencia de una corriente de fallo en conexión con dicha barra colectora o líneas de corriente continua y
- una unidad de control configurada para controlar dichos disyuntores de corriente continua para proteger los equipos conectados a dicha barra colectora y/o línea de corriente continua ante la presencia de dicha corriente de fallo.

15

20

25

La alta tensión significa una tensión superior a 10 kV y suele ser una tensión de varios centenares del kV con respecto a tierra.

30

Dicho dispositivo de conmutación de corriente continua se utiliza para interconectar líneas de corriente continua de alta tensión. A modo de ejemplo, pueden realizarse para formar una red de transmisión de corriente continua o para simplemente interconectar largas líneas de transmisión de corriente continua de alta tensión que pueden sobrecargar las líneas y/o cables. Pueden incluirse dispositivos convertidores de corriente alterna/corriente continua (AC/DC) en el sistema de conmutación y tener su lado de corriente continua conectado a dichas barras colectoras para conectar también una red de tensión alterna o un generador de energía eléctrica al dispositivo de conmutación de corriente continua. El número de líneas de corriente continua conectadas a dicho sistema de conmutación de corriente continua pueden ser de cualquier tipo imaginable, aunque dos y cuatro se ilustran en las Figuras de la presente invención.

35

40

Una configuración posible de dicho dispositivo de conmutación de corriente continua en la forma de un dispositivo de conmutación del tipo disyuntor y medio se ilustra de forma esquemática en la Figura 1 adjunta, en donde tres disyuntores para corriente continua 1-3 y 4-6 están dispuestos para dos líneas de corriente continua 7, 8 y 9, 10 respectivamente para conectar estas líneas de corriente continua a las dos barras colectoras 11, 12 del dispositivo de conmutación.

45

Otra configuración posible de dicho dispositivo de conmutación en la forma de un así denominado dispositivo de conmutación de dos disyuntores que tiene también dos barras colectoras se ilustra de forma esquemática en la Figura 2 adjunta. Este dispositivo de conmutación tiene cada línea de corriente continua 20, 21 conectada a través de dos disyuntores para corriente continua individuales 22, 23 y 24, 25, respectivamente, a un sistema redundante de barras colectoras 26, 27.

50

Los disyuntores para corriente continua de dichos dispositivos de conmutación están dispuestos para interrumpir las corrientes de falla que se produzcan como consecuencia de fallos operativos dentro del dispositivo de conmutación o de las líneas de corriente continua que le están conectadas para aislar el fallo operativo y proteger otras partes del sistema de transmisión de energía. Es, entonces, de gran importancia ser capaz de a muy corto plazo, tal como en el orden de unos pocos 100 μ s, a la presencia de dicho fallo operativo limitar esta corriente de falla para impedir impactos severos sobre los equipos conectados al sistema, lo que es el motivo para utilizar dispositivos de semiconductores de tipo de desactivación, que pueden abrirse dentro de unos pocos μ s como conmutadores en dichos disyuntores para corriente continua.

55

60

Sin embargo, dicho dispositivo de semiconductores del tipo de desactivación, tales como IGBTs (Transistor Bipolar de Puerta Aislada) de diseño estándar no son capaces de bloquear las tensiones negativas. Un disyuntor de corriente continua bidireccional basado en IGBTs estándar, sin capacidad de bloqueo inverso, se ilustra en la Figura 3 y está constituido por dos de dichas secciones incluyendo cada una un IGBT 30, 31 y un diodo en montaje anti-paralelo 32, 33 que están conectados en serie con la dirección de corriente opuesta. Se observa que para cada dirección de corriente, la corriente pasará a través de un IGBT y un diodo, que dará lugar a pérdidas de conducción en el IGBT y en el diodo, en donde las pérdidas en el diodo serán aproximadamente un 50 % al 70 % en comparación con las pérdidas en el IGBT. Además, un gran número de conmutadores de corriente IGBT bidireccionales conectados en serie, ilustrados en la Figura 3, se requieren para formar un disyuntor para corriente

65

continua de alta tensión bidireccional junto con un banco de descargadores de sobretensiones comunes conectados en paralelo para la limitación de la intensidad de la corriente no ilustrados en la Figura.

SUMARIO DE LA INVENCION

5 El objetivo de la presente invención es dar a conocer un sistema de conmutación para corriente continua de alta tensión del tipo definido en la introducción que se mejora en al menos algún aspecto en relación con los ya conocidos.

10 Este objetivo de la invención se obtiene proporcionando un dispositivo de conmutación, en el que al menos una de dichas líneas de corriente continua está conectada a al menos una de dichas barras colectoras a través de un disyuntor para corriente continua unidireccional, p.e., un disyuntor para corriente continua que puede solamente bloquear la corriente que le atraviesa en una sola dirección.

15 Los presentes inventores han constatado que es posible obtener la misma funcionalidad de un dispositivo de conmutación de corriente continua de alta tensión con no todos los disyuntores para corriente continua que son bidireccionales según se requiere por un dispositivo de conmutación de corriente continua convencional. Esto significa una reducción del número de los dispositivos de semiconductores del tipo de desactivación, tal como los IGBTs, para dicho disyuntor de corriente continua con respecto a un disyuntor de corriente continua bidireccional y es el número de dichos dispositivos de semiconductores, en dichos disyuntores para corriente continua, lo que determina los costes y las pérdidas de un dispositivo de conmutación para corriente continua.

20 Según una forma de realización de la invención, cada una de dichas líneas de corriente continua está conectada a por lo menos una de dichas barras colectoras a través de un disyuntor para corriente continua unidireccional del tipo citado. Lo que antecede no limitará la funcionalidad del dispositivo de conmutación de corriente continua pero da lugar a una considerable reducción de los costes y pérdida de conducción del dispositivo de conmutación.

25 Según otra forma de realización de la invención, el dispositivo de conmutación de corriente continua tiene dos barras colectoras y es un dispositivo de conmutación del tipo disyuntor y medio que tiene tres de dichos disyuntores para corriente continua por dos líneas de corriente continua, conectando un primer disyuntor para corriente continua una primera de las líneas de corriente continua a una primera de dichas barras colectoras, un segundo disyuntor para corriente continua conectando una segunda de las líneas de corriente continua a una segunda de dichas barras colectoras y un tercer disyuntor de corriente continua, en una ruta de circulación de corriente que interconecta los primeros y segundos disyuntores para corriente continua y los primeros y segundos disyuntores para corriente continua son dichos disyuntores para corriente continua unidireccionales. Lo que antecede constituye una alternativa ventajosa para realizar un dispositivo de conmutación para corriente continua según la invención con dicha reducción de costes y pérdidas con respecto a un dispositivo de conmutación que tiene solamente disyuntores para corriente continua bidireccionales sin limitar la funcionalidad de dicho dispositivo de conmutación.

30 Según otra forma de realización de la invención, es otro desarrollo de la forma de realización antes citada, dichos primeros y segundos disyuntores para corriente continua tienen sus dispositivos de semiconductores dirigidos para conducir en el sentido hacia la primera y segunda barras colectoras, respectivamente, y dicha unidad de control está configurada para controlar dicho primero o segundo disyuntor de corriente continua para abrir para desconectar la respectiva línea de corriente continua desde la barra colectora respectiva en el caso de la presencia de un fallo operativo de esa barra colectora. De este modo, dicho disyuntores para corriente continua unidireccionales pueden utilizarse para desconectar la línea de corriente continua respectiva en el caso de un fallo operativo de la respectiva barra colectora.

35 Según otra forma de realización de la invención, dichos disyuntores para corriente continua que conectan la línea de corriente continua a dicha barra colectora tienen sus dispositivos de semiconductores dirigidos para conducir alejándose de dicha barra colectora y dicha unidad de control está configurada para controlar estos disyuntores para corriente continua para abrirse para desconectar dicha barra colectora en el caso de producirse un fallo operativo de una línea conectada a esa barra colectora a través de este disyuntor para corriente continua. De este modo, dichos disyuntores para corriente continua unidireccionales de dicho dispositivo de conmutación de corriente continua pueden utilizarse para desconectar una barra colectora en el caso de un fallo operativo de una línea conectada a esa barra colectora.

40 Según otra forma de realización de la invención, dicho tercer disyuntor para corriente continua es un disyuntor bidireccional que tiene al menos dos de dichas secciones conectadas en serie y con sus dispositivos de semiconductores con sentido de conducción opuestos. Esto hace posible desconectar cualquiera de las líneas de corriente continua o barras colectoras desde la otra línea de corriente continua y barra colectora al producirse un fallo en la línea de corriente continua o en la barra colectora o un fallo interno del dispositivo de conmutación de corriente continua.

45 Según otra forma de realización de la invención, dicho dispositivo de conmutación de corriente continua tiene solamente una barra colectora en la forma de un nodo de rejilla de distribución de corriente continua a la que al

5 menos tres de dichas líneas de corriente continua están conectadas a través de dicho disyuntor para corriente continua cada uno con un dispositivo de semiconductores de estos disyuntores para corriente continua dirigidos para conducir alejándose de dicha barra colectora. Dicha unidad de control puede configurarse, entonces, para controlar el respectivo disyuntor de corriente continua para abrirse en el caso de que se produzca un fallo operativo en una de dichas líneas de corriente continua conectadas a dicho nodo de rejilla de distribución de corriente continua.

10 Según otra forma de realización de la invención, dicho dispositivo de conmutación de corriente continua tiene dos barras colectoras y es un dispositivo de conmutación de dos disyuntores que tienen para cada línea de corriente continua una conexión separada a cada una de dichas dos barras colectoras a través de uno de dichos disyuntores de corriente continua unidireccionales con sus dispositivos de semiconductores dirigidos para conducir hacia la barra colectora y estando dichas dos conexiones conectadas a dicha línea de corriente continua a través de un disyuntor de corriente continua unidireccional adicional en común con sus dispositivos de semiconductores dirigidos para conducir alejándose de las barras colectoras hacia la línea de corriente continua. De este modo, dicho dispositivo de conmutación de corriente continua tiene solamente disyuntores para corriente continua unidireccionales lo que da lugar a una reducción del número de dispositivos de semiconductores del tipo de desactivación con un 25 % con respecto a un dispositivo de conmutación de dos disyuntores con una configuración convencional y teniendo disyuntores para corriente continua bidireccionales.

20 Además, dicha unidad de control está configurada para controlar dicho disyuntor para corriente continua unidireccional adicional en común para abrirse para desconectar la línea de corriente continua desde el dispositivo de conmutación de corriente continua a la presencia de un fallo operativo de esa línea de corriente continua y dicha unidad está configurada para controlar dicho disyuntor para corriente continua unidireccional de una de dichas dos conexiones para abrirse para desconectar una de dichas barras colectoras asociadas con esa conexión al producirse un fallo operativo de esa barra colectora, lo que constituye formas de realización adicionales de la invención.

30 Según otra forma de realización de la invención, el dispositivo de conmutación de corriente continua comprende un convertidor de corriente alterna/corriente continua, AC/DC, tal como un convertidor de fuente de tensión, con su lado de corriente continua conectado a un punto medio de una ruta de circulación de corriente que interconecta dichas dos barras colectoras y que se conecta a estas barras colectoras a través de uno de dichos disyuntores para corriente continua cada uno en lados opuestos de dicho punto medio en dicha ruta de circulación de corriente.

35 Según otra forma de realización de la invención, dichos disyuntores para corriente continua que conectan dicho convertidor a las barras colectoras son disyuntores de corriente continua unidireccionales con sus dispositivos de semiconductores dirigidos para conducir hacia la barra colectora respectiva y la unidad de control está configurada para controlar el disyuntor para corriente continua respectivo para abrirse para desconectar el convertidor desde una barra colectora ante la presencia de un fallo operativo de esa barra colectora.

40 Según otra forma de realización de la invención, dichos disyuntores para corriente continua, que conectan el convertidor a la barra colectora respectiva, son disyuntores para corriente continua bidireccionales.

45 Según otra forma de realización de la invención, cada una de dichas secciones de dichos disyuntores para corriente continua tiene una pluralidad de dichos dispositivos de semiconductores conectados en serie y conjuntamente controlables a través de dicha unidad de control. En el caso de muy altas tensiones, tales como superiores a 100 kV, dentro del dispositivo de conmutación de corriente continua con respecto a tierra, es adecuado y a veces incluso necesario, tener un alto número comparativo, tal como diez o más, dispositivos de semiconductores conectados en serie para obtener una función adecuada destinada a dicho disyuntor para corriente continua. Cuando estos dispositivos de semiconductores son conjuntamente controlables actuarán como un dispositivo de semiconductores único, esto, es un conmutador.

50 Según otra forma de realización de la invención, dichos dispositivos de semiconductores son de tipo IGBT/IGBTs, un GTO/GTOs o un IGCT/IGCTs. Dichos transistores bipolares de puerta aislada, tiristores de desconexión por puerta y tiristores conmutados por puerta integrados son dispositivos de semiconductores adecuados del tipo de desactivación para los disyuntores para corriente continua en un dispositivo de conmutación para corriente continua de alta tensión.

60 Según otra forma de realización de la invención, el dispositivo de conmutación está configurado para interconectar líneas de corriente continua previstas para estar a un nivel de tensión superior o igual a 10 kV, 10 kV- 1000 kV, 100 kV – 1000 kV o 300 kV – 1000 kV con respecto a tierra.

65 La invención se refiere, además, a una instalación para transmitir energía eléctrica a través de un dispositivo de corriente continua de alta tensión que se caracteriza por cuanto que está provisto de al menos un dispositivo de conmutación de corriente continua según la presente invención. Dicha instalación puede beneficiarse de las características positivas anteriormente citadas de dicho dispositivo de conmutación de corriente continua de alta tensión. Otras ventajas de la invención serán evidentes a partir de la descripción siguiente.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

5 Con referencia a los dibujos adjuntos, a continuación se proporciona una descripción específica de las formas de realización de la invención citadas a modo de ejemplo.

En los dibujos

10 Las Figuras 1 y 2 son vistas muy esquemáticas que ilustran dos configuraciones de dispositivos de conmutación conocidas diferentes,

La Figura 3 es una vista simplificada que ilustra un diseño posible de un disyuntor para corriente continua bidireccional,

15 La Figura 4 es una vista esquemática que ilustra un dispositivo de conmutación de corriente continua de alta tensión según una primera forma de realización de la invención,

20 La Figura 5 es una vista correspondiente a la Figura 4 de un dispositivo de conmutación de corriente continua según una segunda forma de realización de la invención,

La Figura 6 es una vista similar a las Figuras 4 y 5 de un dispositivo de conmutación de corriente continua del tipo ilustrado en la Figura 2 según una tercera forma de realización de la invención y

25 La Figura 7 es una vista similar a las Figuras 4 a 6 de un dispositivo de conmutación para corriente continua según una cuarta forma de realización de la invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE FORMAS DE REALIZACIÓN DE LA INVENCION

30 Un dispositivo de conmutación de corriente continua de alta tensión 40, según una primera forma de realización la invención, se ilustra de forma esquemática en la Figura 4 y se resalta que solamente componentes del dispositivo de conmutación de importancia para la presente invención se ilustran y que el dispositivo de conmutación, por supuesto, incluye muchos otros componentes, tales como, a modo de ejemplo, descargadores de disipación de potencia y/o resistencias que forman parte de los disyuntores para corriente continua así como reactores de limitación de corriente y descargadores limitadores de sobretensiones.

35 Se ilustra cómo el dispositivo de conmutación tiene dos barras colectoras, una primera barra colectora 41 y una segunda barra colectora 42. Cuatro líneas de corriente continua 43-46 están conectadas a cada una de estas barras colectoras a través de disyuntores para corriente continua que comprenden una sección 47 de al menos un dispositivo de semiconductores 48 del tipo de desactivación y un elemento rectificador 49 en la forma de un diodo rectificador conectado en un montaje anti-paralelo.

40 Más exactamente, el dispositivo de conmutación del tipo disyuntor y medio que tiene tres disyuntores para corriente continua 50-52 y 53-55 por dos de dichas líneas de corriente continua 43,44 y 45, 46 respectivamente. Para cada uno de dichos pares de líneas de corriente continua 43, 44 y 45, 46 se aplica lo que sigue: un primer disyuntor para corriente continua 48, 53 conecta una primera 43, 45 de las líneas de corriente continua a una primera 41 de las barras colectoras, un segundo disyuntor para corriente continua 52, 55 conecta una segunda 44, 46 de las líneas de corriente continua a una segunda 42 de las barras colectoras y un tercer disyuntor para corriente continua 51, 54 en una ruta de circulación de corriente 56, 57 interconecta los primeros y segundos disyuntores para corriente continua. El primero 48, 53 y el segundo 52, 55 disyuntores para corriente continua son disyuntores para corriente continua unidireccionales, esto es, un disyuntor para corriente continua que puede solamente bloquear la corriente que le atraviesa en un solo sentido. Estos primero y segundo disyuntores para corriente continua tienen sus dispositivos de semiconductores 48 dirigidos para conducir en la dirección hacia la primera y la segunda barras colectoras, respectivamente.

55 El dispositivo de conmutación de corriente continua comprende también un convertidor de corriente alterna/corriente continua, AC/DC 58, aquí en la forma de un convertidor de fuente de tensión, con su lado de corriente continua 59 conectado a un punto medio 60 de una ruta de circulación de corriente 61 que interconecta dichas dos barras colectoras 41, 42 y conectado a estas barras colectoras a través de un disyuntor de corriente continua unidireccional 62, 63 cada uno en lados opuestos de dicho punto medio en dicha ruta de circulación de corriente. Los disyuntores de corriente de carga 62, 63 tienen sus dispositivos de semiconductores dirigidos para conducir hacia la respectiva barra colectora 41, 42. El lado de tensión alterna 64 del convertidor puede conectarse a una red de tensión alterna o a un generador de una instalación que genera energía eléctrica, tal como un parque eólico.

65 El dispositivo de conmutación incluye también medios 65, aquí solamente indicador de forma esquemática mediante una caja, configurados para detectar la presencia de una corriente de falla en relación con dichas barras colectoras o líneas de corriente continua, esto es, dentro del dispositivo de conmutación de corriente continua o en líneas o

equipos que le están conectados. El dispositivo de conmutación tiene también una unidad de control 66 configurada para controlar los disyuntores de corriente continua en el dispositivo de conmutación para proteger los equipos conectados a dichas barras colectoras y/o líneas de corriente continua ante la presencia de una de dichas corrientes de falla.

5 La función de un dispositivo de conmutación según la Figura 4 se describirá a continuación. Los disyuntores de corriente continua unidireccionales 50, 52, 53, 55 entre las líneas de corriente continua salientes y las barras colectoras de la estación son capaces de desconectar las líneas en el caso de producirse un fallo operativo de la barra colectora. Los disyuntores para corriente continua unidireccionales que conectan el convertidor 58 a las barras colectoras son capaces de desconectar el convertidor en el caso de producirse un fallo operativo de barra colectora.

10 En el caso de un fallo de la línea de corriente continua, p.e., de la línea 43 conectada a través del disyuntor para corriente continua unidireccional 50 a la barra colectora 41, el disyuntor para corriente continua bidireccional 51 y los disyuntores para corriente continua unidireccionales 53 y 62 se abren para desconectar las otras líneas de corriente continua y el disyuntor desde la línea en condición defectuosa. En adelante, es posible abrir los desconectores mecánicos del lado de la línea de corriente continua, no ilustrados, del disyuntor de corriente continua unidireccional 50 y para volver a cerrar los disyuntores para corriente continua unidireccionales 53 y 62. Un sistema de protección similar se aplicará para las demás líneas y se controlarán mediante dicha unidad de control 66.

15 En el caso de producirse un fallo en barra colectora, todos los disyuntores para corriente continua conectados a la barra colectora defectuosa se abrirán de inmediato. La desconexión del convertidor y de las líneas de corriente continua no se requiere debido al sistema de barras colectoras redundantes.

20 Para la línea interna para los fallos de conexión a tierra de los disyuntores unidireccionales en el dispositivo de conmutación, p.e., el disyuntor para corriente continua 50, la línea de corriente continua 43 se desconectarán de otro dispositivo de conmutación de disyuntores de corriente continua en el otro extremo de la línea y los disyuntores para corriente continua 51, 53 y 62 se abrirán antes de que los desconectores del disyuntor para corriente continua 50 se abran para aislar el dispositivo defectuoso.

25 Los disyuntores para corriente continua unidireccional es 62 y 63 son preferentemente del tipo mecánicamente integrados con el convertidor 58 para reducir al mínimo el riesgo de un fallo por cortocircuito entre el convertidor y la disposición de disyuntores. En caso de un fallo operativo, los disyuntores para corriente continua 50, 52, 53 y 55 deben abrirse temporalmente antes de los desconectores de los disyuntores para corriente continua 62 y 63.

30 El dispositivo de conmutación para corriente continua optimizado, ilustrado en la Figura 4 requiere seis disyuntores de corriente continua unidireccionales y dos disyuntores de corriente continua bidireccionales, que están constituidos por dos disyuntores de corriente continua unidireccionales con los dispositivos de semiconductores conduciendo en sentidos opuestos. Un dispositivo de conmutación de corriente continua similar, basado en disyuntores para corriente continua bidireccionales, requeriría $8 \times 2 = 16$ disyuntores para corriente continua unidireccionales. De este modo, solamente un 62,5 % de los conmutadores de semiconductores serán requeridos para el dispositivo de conmutación de disyuntores para corriente continua optimizado que da lugar a una importante reducción de los costes y también a la reducción de las pérdidas de transferencia de energía. La forma en que estas pérdidas se reducen será evidente para un experto en esta técnica y sólo puede mencionarse que para las transferencias entre las líneas 43 y 45, las pérdidas de transferencia se reducen en un 50 %, pero no habrá ninguna reducción de pérdida de transferencia para la transferencia de energía entre las líneas 43 y 44. Además, las pérdidas de transferencia con respecto al consumo o generación de energía del convertidor 58 se reducen en un 50 % correspondiente a las pérdidas de un disyuntor para corriente continua bidireccional solamente.

35 La Figura 5 es una vista correspondiente a la Figura 4 de un dispositivo de conmutación de corriente continua 40' según una segunda forma de realización de la presente invención que difiere de la primera forma de realización solamente por a) el sentido de conducción de los dispositivos de semiconductores de los disyuntores para corriente continua unidireccionales 50', 52', 53' y 55' y b) la sustitución del disyuntor para corriente continua unidireccional 62, 63 en la ruta de circulación de corriente 61' por disyuntores para corriente continua bidireccionales 67', 68', de modo que las mismas referencias numéricas se utilizan como para la primera forma de realización para esta segunda forma de realización con simplemente un apóstrofe añadido a la misma. En consecuencia los primeros 50', 53' y los segundos 52' y 55' de disyuntores de corriente continua tienen sus dispositivos de semiconductores dirigidos para conducir alejándose de la primera 41' y de la segunda 42' barra colectora. Estos disyuntores para corriente continua unidireccionales 50', 52', 53', 55' son capaces de desconectar la barra colectora en el caso de un fallo operativo de la línea.

40 El sistema de protección se simplifica en comparación con la forma de realización ilustrada en la Figura 4. En el caso de un fallo de la línea de corriente continua, los disyuntores para corriente continua conectados a esa línea se abrirán y aislarán la anomalía. En el caso de fallo del convertidor en el lado de corriente continua, los disyuntores de corriente continua conectador al convertidor se abrirán y aislarán la anomalía. Para la línea interna para fallos de puesta a tierra de los disyuntores para corriente continua bidireccionales en el dispositivo de conmutación, p.e., el disyuntor para corriente continua 51', las líneas de corriente continua 43' y 44' deben abrirse por los dispositivos de

conmutación de corriente continua en el otro extremo de estas líneas y los disyuntores para corriente continua unidireccionales 50', 52' se abren para eliminar el fallo operativo similar para un dispositivo de conmutación de disyuntores de corriente continua del tipo 'uno y mitad' con disyuntores para corriente continua bidireccionales solamente.

5 Para la línea interna para fallos de conexión a tierra de los disyuntores para corriente continua unidireccionales en el dispositivo de conmutación de corriente continua, p.e., los disyuntores para corriente continua 50', líneas de corriente continua 43' y 45' deben abrirse por los dispositivos de conmutación de corriente continua en el otro extremo de estas líneas y los disyuntores para corriente continua bidireccionales 51', 54' y 67' se abren para aislar la anomalía. Un sistema de protección similar se aplicará en el caso de un fallo de la barra colectora.

10 Para la línea interna para fallos de la conexión a tierra de los disyuntores para corriente continua 67', 68' conectados al convertidor, p.e., el disyuntor para corriente continua 67', la línea de corriente continua 43' y 45' debe abrirse por los dispositivos de conmutación de disyuntores de corriente continua en el otro extremo de estas líneas y los disyuntores para corriente continua 51', 54' y 68' se abren temporalmente para aislar la anomalía.

15 La segunda forma de realización de la invención requiere un 75 % de los conmutadores del dispositivo de semiconductores en comparación con un dispositivo de conmutación de corriente continua similar sobre la base de disyuntores de corriente continua bidireccionales. Las pérdidas de transferencia entre las líneas de corriente continua serán las mismas que para la forma de realización según la Figura 4, mientras que la reducción de pérdidas entre las líneas de corriente continua y el convertidor representarán un 25 % solamente.

20 La Figura 6 ilustra un dispositivo de conmutación de corriente continua según una tercera forma de realización de la presente invención, que es un así denominado dispositivo de conmutación de dos disyuntores 70 que tiene para cada línea de corriente continua 71, 72 una conexión separada 73, 74 y 75, 76, respectivamente, para cada una de dichas dos barras colectoras 77, 78 a través de un solo disyuntor para corriente continua unidireccional 79-82 con sus dispositivos de semiconductores dirigidos para conducir hacia la barra colectora. Dichas dos conexiones 73,74 y 75, 76 están conectadas a dicha línea de corriente continua 71 y 72, respectivamente, a través de un disyuntor para corriente continua unidireccional adicional 83, 84 en común con sus dispositivos de semiconductores dirigidos para conducir alejándose de las barras colectoras hacia la línea de corriente continua a la que está conectado. Aunque se ilustra en la Figura 6 como solamente dos líneas de corriente continua conectadas a este dispositivo de conmutación de dos disyuntores, más líneas de corriente continua pueden, por supuesto, conectarse a las barras colectoras del dispositivo de conmutación en la manera ilustrada en la Figura 6.

25 En dicho sistema de barras colectoras redundantes, el disyuntor para corriente continua unidireccional en el lado de la línea de corriente continua 83, 84 se abre durante un fallo en la línea de corriente continua 71 y 72, respectivamente. En el caso de un fallo de barra colectora, se abre el disyuntor para corriente continua de barra colectora unidireccional, de modo que, a modo de ejemplo, en el caso de un fallo en la barra colectora 78, se abren los disyuntores 79 y 81.

30 Esta solución requiere un 75 % de los conmutadores de dispositivos de semiconductores necesarios para un dispositivo de conmutación de corriente continua similar basado en disyuntores de corriente continua bidireccionales.

35 La Figura 7 ilustra un dispositivo de conmutación de corriente continua según una cuarta forma de realización de la invención que tiene solamente una barra colectora 90 en la forma de un nodo de rejilla de distribución de corriente continua en donde tres líneas de corriente continua 91-93 están conectadas a través de uno de dichos disyuntores de corriente continua unidireccionales 94-96 cada uno con su dispositivo de semiconductores dirigido para conducir alejándose de la barra colectora 90. Dicha configuración de dispositivos de conmutación de corriente continua puede, a modo de ejemplo, utilizarse para alimentar energía eléctrica a través de una línea de corriente continua 91 desde un lugar, tal como en el norte de Suecia, en donde se genera la potencia eléctrica, en dos sentidos diferentes, tal como hacia el sur de Suecia por la línea de corriente continua 92 y hacia Noruega a través de la línea de corriente continua 93. En consecuencia, el dispositivo de conmutación de corriente continua se utiliza para bifurcar la energía eléctrica en dos direcciones distintas. Una unidad de control 97 está dispuesta y configurada para abrir el respectivo disyuntor de corriente continua 94-96 si se produjera una anomalía en la línea de corriente continua correspondiente 91-93.

40 En común con las formas de realización de la invención anteriormente descrita, se recomienda un diseño mecánico y una instalación en interiores de los disyuntores para corriente continua y otros equipos del dispositivo de conmutación para disminuir el riesgo de fallos de polo a masa dentro del dispositivo de conmutación de corriente continua.

45 La invención no está, por supuesto, restringida en forma alguna, a las formas de realización anteriormente descritas, sino que existen numerosas posibilidades para su modificación que serán evidentes para un experto ordinario en esta técnica sin desviarse por ello del alcance de protección de la invención según se define en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de conmutación de corriente continua de alta tensión que comprende:

- 5 - al menos una barra colectora (41, 42, 41', 42', 77, 78, 90),
- al menos dos líneas de corriente continua (43-46, 43'-46', 71, 72, 91-93) cada una conectada a dicha al menos una barra colectora a través de los disyuntores para corriente continua que comprenden una sección (47) de al menos un dispositivo de semiconductores (48) del tipo de desactivación y un elemento rectificador (49) conectado en un montaje anti-paralelo,
- 10 - medios (65) configurado para detectar la presencia de una corriente de falla en relación con dicha barra colectora o líneas de corriente continua y
- 15 - una unidad de control (66) configurada para controlar dichos disyuntores de corriente continua para proteger los equipos conectados a dicha barra colectora y/o línea de corriente continua en la presencia de dicha corriente de falla,

caracterizado por cuanto que

- 20 al menos una de dichas líneas de corriente continua está conectada a por lo menos una de dichas barras colectoras a través de un disyuntor de corriente continua bidireccional (50, 52, 53, 55, 50', 52', 53', 55', 79-84, 94-96), esto es, un disyuntor de corriente continua que solamente puede bloquear la corriente que le atraviesa en un solo sentido,
- 25 tiene dos barras colectoras (41, 42, 41', 42', 77, 78) y es un dispositivo de conmutación del tipo de un disyuntor y medio (40, 40'), que tiene tres disyuntores para corriente continua para dos de dichas líneas de corriente continua, un primer disyuntor de corriente continua (50, 53, 50', 53) que conecta una primera (43, 45, 43', 45') de las líneas de corriente continua a una primera (41, 41') de dichas barras colectoras, un segundo disyuntor de corriente continua (52, 55, 52', 55') que conecta una segunda (44, 46, 44', 46') de las líneas de corriente continua a una segunda (42, 42') de dichas barras colectoras y un tercer disyuntor de corriente continua (51, 54, 51', 54') en una ruta de circulación de corriente (56, 57, 56', 57') que interconecta el primero y segundo disyuntores de corriente continua, en donde el primero y el segundo disyuntores de corriente continua son dichos disyuntores de corriente continua unidireccionales y dicho tercer disyuntor de corriente continua (51, 54, 51', 54') es un disyuntor de corriente continua bidireccional que tiene al menos dos secciones conectadas en serie y con sus dispositivos de semiconductores con direcciones de conducción opuestas,
- 35

en donde

- 40 dichos primeros segundos disyuntores de corriente continua (50, 52, 53, 55) tienen sus dispositivos de semiconductores dirigidos para conducir en el sentido hacia la primera (41) y la segunda (42) barra colectora, respectivamente y que dicha unidad de control (66) está configurada para controlar dicho primero o segundo disyuntor de corriente continua para abrirse para desconectar la línea de corriente continua respectiva desde la respectiva barra colectora en el caso de producirse un fallo operativo de esa barra colectora o
- 45 dichos disyuntores para corriente continua (50', 52', 53', 55', 94-96) que conectan las líneas de corriente continua a una de dichas barras colectoras que tienen sus dispositivos de semiconductores dirigidos para conducir alejándose de dicha barra colectora (41', 42', 90) respectivamente y que dicha unidad de control (66', 97) está configurada para controlar estos disyuntores de corriente continua para abrirse para desconectar dicha barra colectora en el caso de producirse un fallo de una línea conectada a esa barra colectora a través de este disyuntor de corriente continua.
- 50

2. Un dispositivo de conmutación de corriente continua según la reivindicación 1, caracterizado por cuanto que dicha línea de corriente continua está conectada a por lo menos una de dichas barras colectoras a través de uno de dichos disyuntores para corriente continua unidireccionales.

- 55 3. Un dispositivo de conmutación de corriente continua según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por cuanto que las líneas de corriente continua (43', 44') conectadas a la barra colectora se abren en el otro extremo en el caso de que la línea interna de conexión a tierra tenga fallos en el dispositivo de conmutación cuando dichos disyuntores para corriente continua (50', 52', 53', 55', 94-96) que conectan las líneas de corriente continua a una de dichas barras colectoras tengan sus dispositivos de semiconductores dirigidos para conducir alejándose de dicha barra colectora (41', 42', 90) seguida por la apertura de los disyuntores de corriente continua correspondientes (50', 52').
- 60

- 4. Un dispositivo de conmutación de corriente continua según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por cuanto en el caso de que una línea de corriente continua tenga un fallo en una línea de corriente continua (43) conectada a una barra colectora, los disyuntores para corriente continua unidireccionales (53) de otras líneas de corriente continua conectadas a la barra colectora así como el tercer receptor óptico para corriente continua bidireccional (51) de la línea de corriente continua estén abiertos, cuando dichos primero y segundo
- 65

disyuntores de corriente continua (50, 52, 53, 55) tengan los dispositivos de semiconductores dirigidos para conducir en el sentido hacia la primera (41) y la segunda (42) barra colectora.

5 5. Un dispositivo de conmutación de corriente continua según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por cuanto que comprende un convertidor de corriente alterna/corriente continua, AC/DC, (58, 58'), tal como un convertidor de fuente de tensión, con su lado de corriente continua conectado a un punto medio (60, 60') en una ruta de circulación de corriente (61, 61') que interconecta dichas dos barras colectoras y con conexión estas barras colectoras a través de uno de dichos disyuntores de corriente continua (62, 63, 67', 68') cada uno en lados opuestos de dicho punto medio en dicha ruta de circulación de corriente.

10 6. Un dispositivo de conmutación de corriente continua según la reivindicación 5, caracterizado por cuanto que dichos disyuntores para corriente continua (62, 63) que conectan dicho convertidor a las barras colectoras (41, 42) son disyuntores para corriente continua unidireccionales con sus dispositivos de semiconductores dirigidos para conducir hacia la barra colectora respectiva y por cuanto la unidad de control (66) está configurada para controlar el respectivo disyuntor para corriente continua para abrirse para desconectar el convertidor (58) desde una barra colectora al producirse un fallo operativo en esa barra colectora.

15 7. Un dispositivo de conmutación de corriente continua según la reivindicación 5, caracterizado por cuanto que dichos disyuntores de corriente continua (67', 68') que conectan el convertidor (58') a la respectiva barra colectora (41', 42') son disyuntores de corriente continua bidireccionales.

20 8. Un dispositivo de conmutación de corriente continua según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por cuanto que cada una de dicha sección de dichos disyuntores de corriente continua tiene una pluralidad de dichos dispositivos de semiconductores (48) conectados en serie y conjuntamente controlable a través de dicha unidad de control (66).

25 9. Un dispositivo de conmutación de corriente continua según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por cuanto que dichos dispositivos de semiconductores (48) son un IGBT/IGBTs, un GTO/GTOs o un IGCT/IGCTs.

30 10. Un dispositivo de conmutación de corriente continua según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por cuanto que está configurado para interconectar líneas de corriente continua previstas para estar a un nivel de tensión de ≥ 10 kV, 10 kV- 1000 kV, 100 kV – 1000 kV o 300 kV – 1000 kV con respecto a tierra.

35 11. Una instalación para transmitir energía eléctrica a través de un dispositivo de corriente continua de alta tensión, caracterizada por cuanto que está provista de al menos un dispositivo de conmutación de corriente continua según cualquiera de las reivindicaciones precedentes.

40 12. Un dispositivo de conmutación de corriente continua de alta tensión que comprende:

- al menos una barra colectora (41, 42, 41', 42', 77, 78, 90),
- al menos dos líneas de corriente continua (43-46, 43'-46', 71, 72, 91-93) cada una conectada a dicha al menos una barra colectora a través de los disyuntores para corriente continua que comprenden una sección (47) de al menos un dispositivo de semiconductores (48) del tipo de desactivación y un elemento rectificador (49) conectado en un montaje anti-paralelo,
- medios (65) configurado para detectar la presencia de una corriente de falla en relación con dicha barra colectora o líneas de corriente continua y
- una unidad de control (66) configurada para controlar dichos disyuntores de corriente continua para proteger los equipos conectados a dicha barra colectora y/o línea de corriente continua en la presencia de dicha corriente de falla,

50 55 caracterizado por cuanto que

60 al menos una de dichas líneas de corriente continua está conectada a por lo menos una de dichas barras colectoras a través de uno de dichos disyuntores para corriente continua unidireccionales (50, 52, 53, 55, 50', 52', 53', 55', 79-84, 94-96), esto es, un disyuntor de corriente continua que puede solamente bloquear la corriente que le atraviesa en un solo sentido,

65 por cuanto que tiene dos barras colectoras y es un dispositivo de conmutación de dos disyuntores (70) que tiene para cada una de dichas líneas de corriente continua (71, 72) una conexión separada (73-76) a cada una de dichas dos barras colectoras (77, 78) a través de uno de dichos disyuntores para corriente continua unidireccionales (79-82) con sus dispositivos de semiconductores dirigidos para conducir hacia la barra colectora y por cuanto que dichas dos conexiones están conectadas a dicha línea de corriente continua a través de un disyuntor adicional para corriente

continua unidireccional (83, 84) en común con sus dispositivos de semiconductores dirigidos para conducir alejándose de las barras colectoras hacia la línea de corriente continua.

- 5 13. Un dispositivo de conmutación de corriente continua según la reivindicación 12, caracterizado por cuanto que dicha unidad de control (66) está configurada para controlar dicho disyuntor adicional para corriente continua unidireccional (83, 84) en común para la apertura para desconectar la línea de corriente continua (71, 72) desde el dispositivo de conmutación de corriente continua a la presencia de un fallo operativo en esa línea de corriente continua.
- 10 14. Un dispositivo de conmutación de corriente continua según la reivindicación 12 o 13, caracterizado por cuanto que dicha unidad de control (66) está configurada para controlar dicho disyuntor de corriente continua unidireccional de uno de dichas dos conexiones para su apertura para desconectar una de dichas barras colectoras asociadas con esa conexión al producirse un fallo operativo en esa barra colectora.
- 15 15. Un dispositivo de conmutación de corriente continua según cualquiera de las reivindicaciones 12 a 14, caracterizado por cuanto que comprende un convertidor de AC/DC (58, 58'), tal como un convertidor de fuente de tensión con su lado de corriente continua conectado a un punto medio (60, 60') de una ruta de circulación de corriente (61, 61') que interconecta dichas dos barras colectoras y con conexión a estas barras colectoras a través de uno de dichos disyuntores para corriente continua (62, 63, 67', 68') cada uno en direcciones opuestas de dicho punto medio en dicha ruta de circulación de corriente.
- 20 16. Un dispositivo de conmutación de corriente continua según la reivindicación 15, caracterizado por cuanto que dichos disyuntores de corriente continua (62, 63) que conectan dicho convertidor a las barras colectoras (41, 42) son disyuntores para corriente continua unidireccionales con sus dispositivos de semiconductores dirigidos para conducir hacia la respectiva barra colectora y por cuanto que la unidad de control (66) está configurada para controlar el respectivo disyuntor de corriente continua para su apertura para desconectar el convertidor (58) desde una barra colectora al producirse un fallo operativo de esa barra colectora.
- 25 17. Un dispositivo de conmutación de corriente continua según la reivindicación 15, caracterizado por cuanto que dichos disyuntores para corriente continua (67', 68') que conectan el convertidor (58') a la respectiva barra colectora (41', 42') son disyuntores para corriente continua bidireccionales.
- 30 18. Un dispositivo de conmutación según cualquiera de las reivindicaciones 12 a 17, caracterizado por cuanto que cada una de dichas secciones de dichos disyuntores para corriente continua tienen una pluralidad de dichos dispositivos de semiconductores (48) conectados en serie y conjuntamente controlables por intermedio de dicha unidad de control (66).
- 35 19. Un dispositivo de conmutación de corriente continua según cualquiera de las reivindicaciones 12 a 18, caracterizado por cuanto que dichos dispositivos de semiconductores (48) son IGBT/IGBTs, GTO/GTOs o un IGCT/IGCTs.
- 40 20. Un dispositivo de conmutación de corriente continua según cualquiera de las reivindicaciones 12 a 19, caracterizado por cuanto que está configurado para interconectar líneas de corriente continua previstas para estar en un nivel de tensión de ≥ 10 kV, 10 kV – 1000 kV, 100 kV – 1000 kV o 300 kV – 1000 kV con respecto a tierra.
- 45 21. Una instalación para transmitir energía eléctrica a través de un dispositivo de corriente continua a alta tensión caracterizado por cuanto que está provisto de al menos un dispositivo de conmutación de corriente continua según cualquiera de las reivindicaciones 12 a 20.
- 50

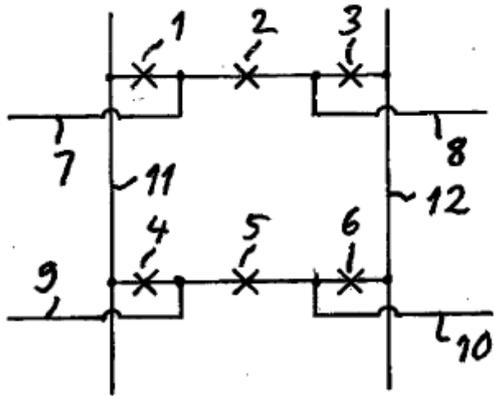


Fig 1

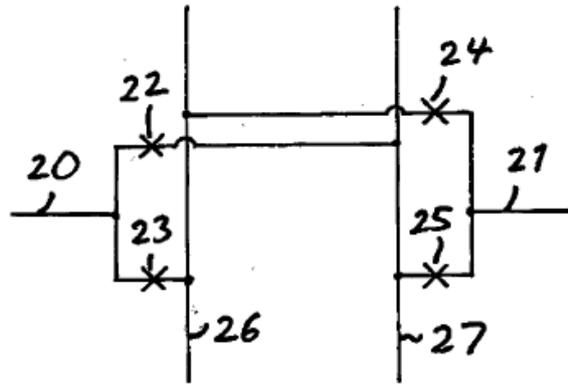


Fig 2

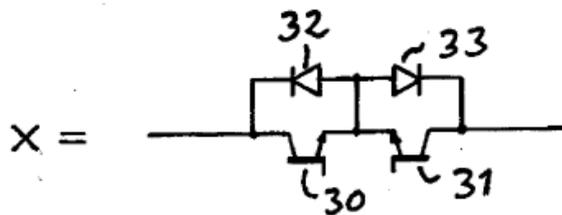


Fig 3

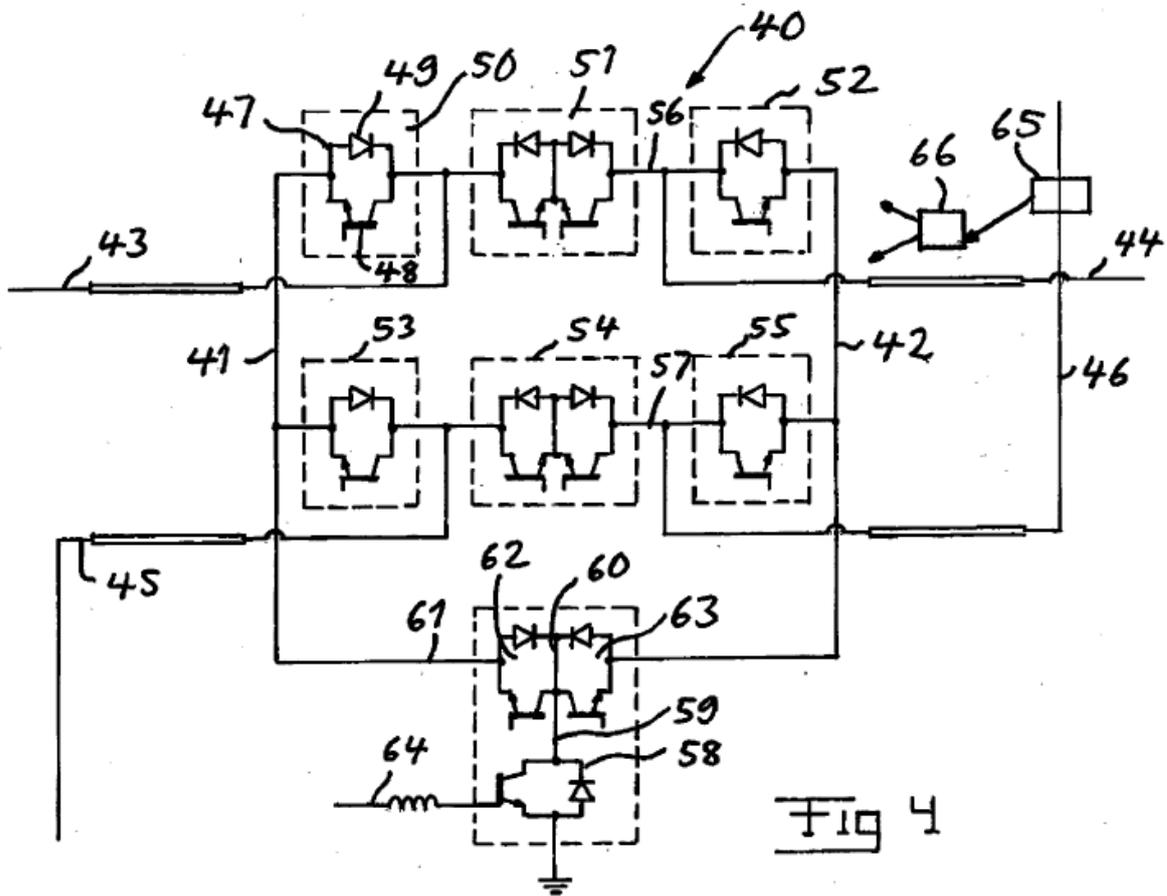
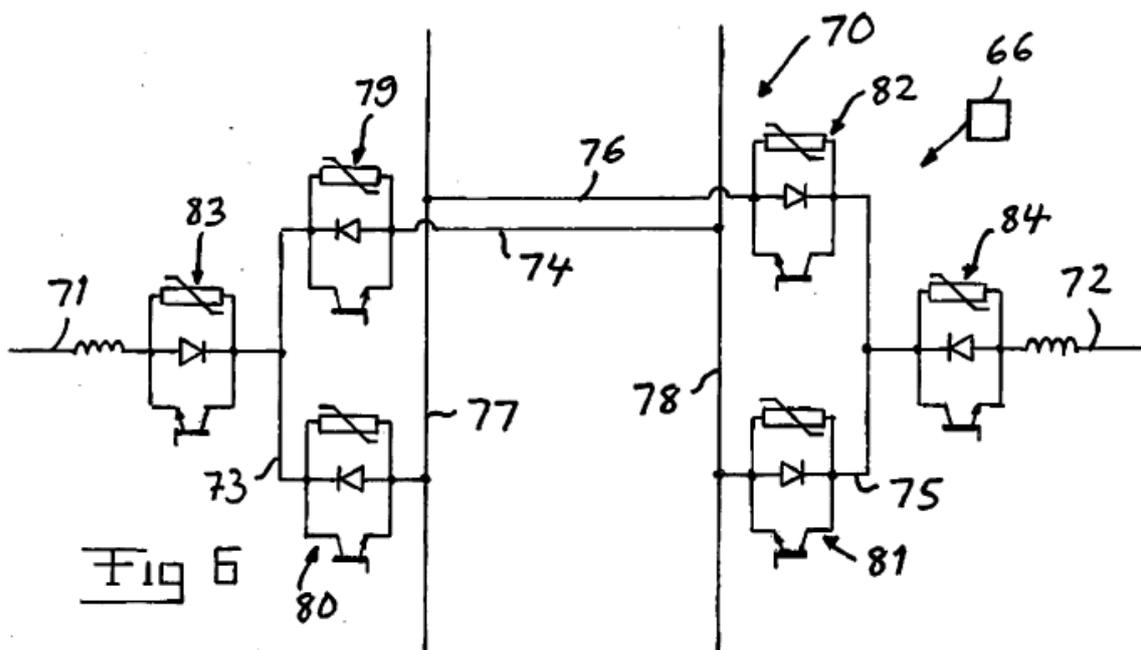
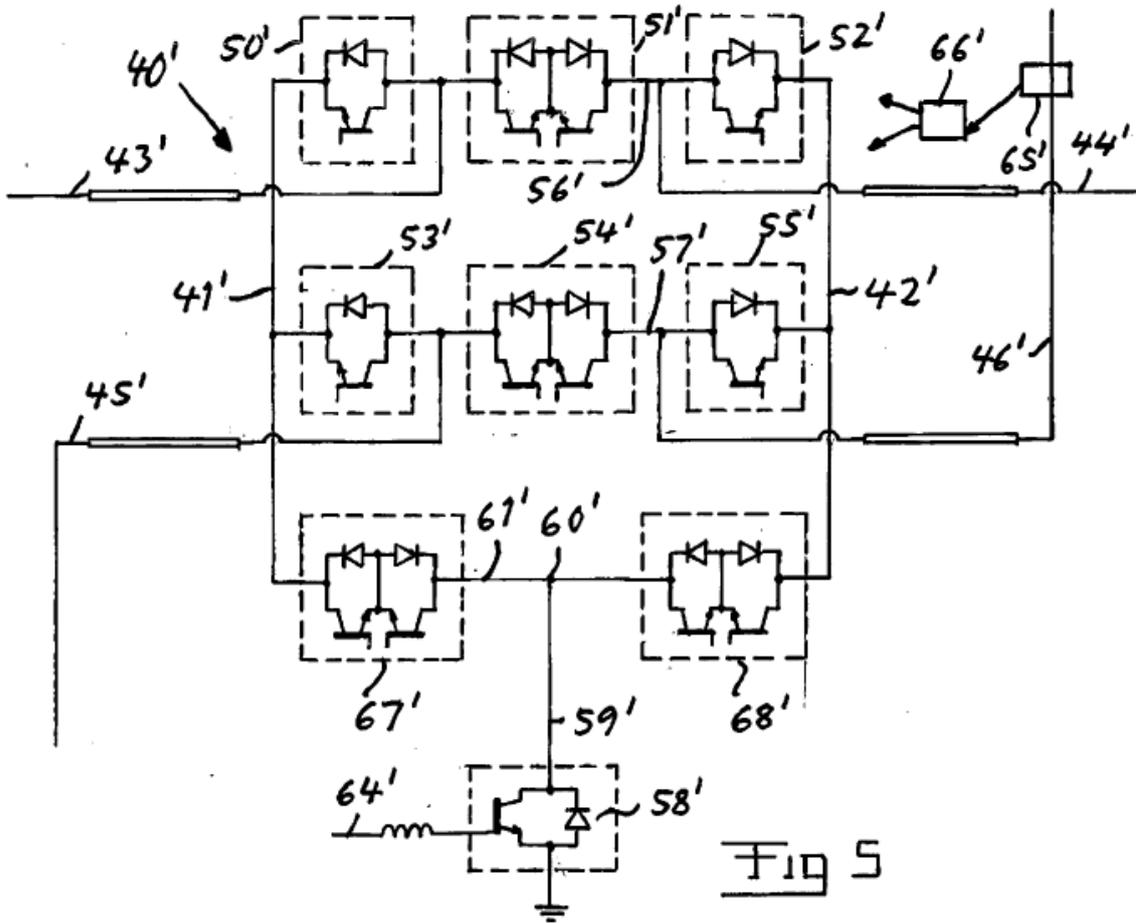


Fig 4



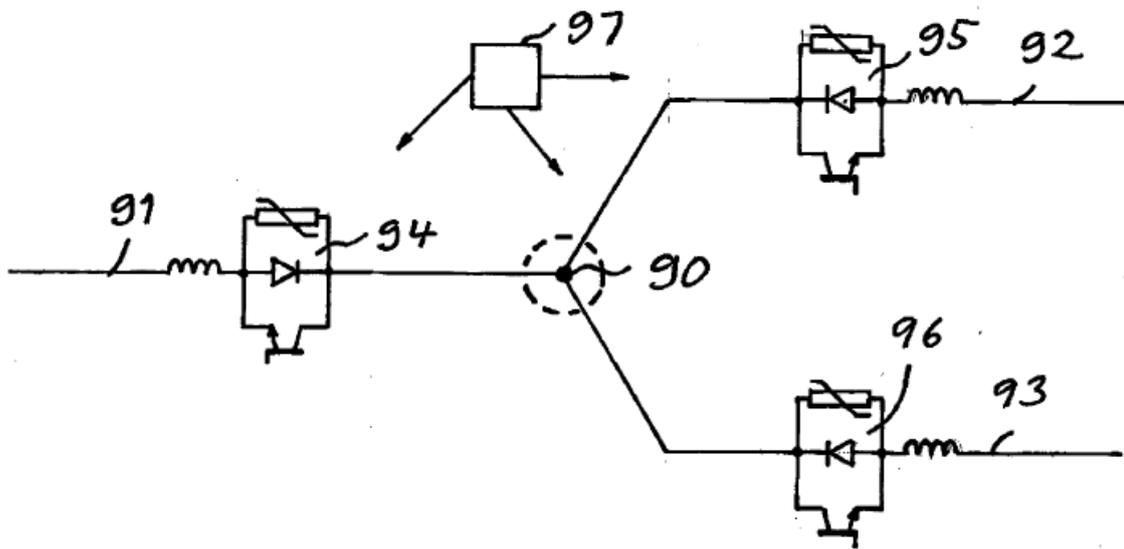


Fig 1