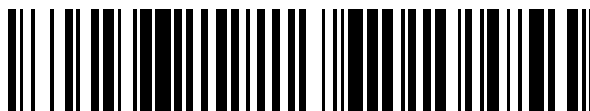


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 702 759**

51 Int. Cl.:

G01R 31/02 (2006.01)

H02M 7/483 (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.12.2006** **PCT/DE2006/002250**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.06.2008** **WO08067787**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.12.2006** **E 06828681 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.09.2018** **EP 2100365**

54 Título: **Monitoreo del envejecimiento de los condensadores en un convertidor mediante medición de la capacidad**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
05.03.2019

73 Titular/es:

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
Werner-von-Siemens-Straße 1
80333 München, DE

72 Inventor/es:

DOMMASCHK, MIKE;
DORN, JÖRG;
EULER, INGO;
LANG, JÖRG;
TU, QUOC-BUU y
WÜRFLINGER, KLAUS

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 702 759 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

Monitoreo del envejecimiento de los condensadores en un convertidor mediante medición de la capacidad

La presente invención hace referencia a un dispositivo para convertir una corriente eléctrica con al menos un módulo de fase que presenta una conexión de tensión alterna y al menos una conexión de tensión continua, donde entre cada conexión de tensión continua y la conexión de tensión alterna está conformado un ramal del módulo de fase, y donde cada ramal del módulo de fase dispone de un circuito en serie formado por submódulos que respectivamente presentan un condensador y al menos un semiconductor de potencia.

La invención hace referencia además a un procedimiento para convertir una corriente.

Un dispositivo de esa clase y un procedimiento de esa clase ya se conocen por ejemplo gracias a la contribución de A. Lesnicar y R. Marquardt "An Innovative Modular Multilevel Converter Topology Suitable for a Wide Power Range", la cual se publicó en Powertech 2003. En dicha publicación se describe un convertidor que está proporcionado para una conexión en una red de tensión alterna.

El convertidor, para cada fase de la red de tensión alterna que debe conectarse con el mismo, presenta un módulo de fase, donde cada módulo de fase dispone de una conexión de tensión alterna, así como de dos conexiones de tensión continua. Entre cada conexión de tensión alterna y la conexión de tensión alterna se extienden ramas del módulo de fases, de modo que se pone a disposición un así llamado circuito en puente de 6 pulsos. Las ramas del módulo se componen de un circuito en serie de submódulos que respectivamente se componen de dos semiconductores que pueden desconectarse, a los cuales respectivamente están conectados paralelamente diodos libres en sentido opuesto. Los semiconductores de potencia que pueden desconectarse y los diodos libres están conectados en serie, donde paralelamente con respecto al circuito en serie mencionado está proporcionado un condensador. Los componentes mencionados de los submódulos están interconectados unos con otros, de modo que en la salida bipolar de cada submódulo la tensión del condensador o la tensión se reduce a cero.

El control de los semiconductores de potencia que pueden desconectarse tiene lugar mediante la así llamada modulación por ancho de pulsos. Los medios de regulación para controlar los semiconductores de potencia presentan sensores de medición para detectar corrientes mediante la obtención de valores de corriente. Los valores de corriente se suministran a una unidad de control central que presenta una interfaz de entrada y una interfaz de salida. Entre la interfaz de entrada y la interfaz de salida está proporcionado un modulador, por tanto una rutina de software. Entre otras cosas, el modulador presenta una unidad de selección, así como un generador de ancho de pulsos. El generador de ancho de pulsos genera las señales de control para los submódulos individuales. Los semiconductores de potencia que pueden desconectarse, a través de señales de control generadas por el generador de ancho de pulsos, pasan desde una posición de paso, en la cual se posibilita un flujo de corriente mediante los semiconductores de potencia que pueden desconectarse, a una posición de bloqueo, en la cual un flujo de corriente está interrumpido mediante los semiconductores que pueden desconectarse. De este modo, cada submódulo presenta un sensor del submódulo para detectar una tensión que se reduce en el condensador.

Otras contribuciones al procedimiento de control para una así llamada topología de convertidor de niveles múltiples son conocidas a través de R. Marquardt, A. Lesnicar, J. Hildinger, "Modulares Stromrichterkonzept für Netzkupplungsanwendung bei hohen Spannungen", publicado en la ETG-Fachtagung (Jornadas de especialización) en Bad Nauenheim, Alemania 2002, por A. Lesnicar, R. Marquardt, "A new modular voltage source inverter topology", EPE' 03 Toulouse, Francia 2003 y por R. Marquardt, A. Lesnicar "New Concept for High Voltage - Modular Multilevel Converter", PESCE 2004 Conference in Aachen, Alemania.

En la solicitud de patente alemana 10 2005 045 090.3 aún no publicada se describe un procedimiento para controlar un convertidor multifase con acumuladores de energía distribuidos. El dispositivo descrito presenta igualmente una topología de convertidor de niveles múltiples con módulos de fase, los cuales disponen de una conexión de tensión alterna dispuesta simétricamente en el centro de cada módulo de fase, y de dos conexiones de tensión continua. Cada módulo de fase está compuesto por dos ramas del módulo de fase que se extienden entre la conexión de tensión alterna y una de las conexiones de tensión continua. Cada ramal de módulo de fase comprende a su vez un circuito en serie formado por submódulos, donde cada submódulo se compone de semiconductores de potencia que pueden desconectarse y de diodos libres conectados de forma antiparalela con respecto a los mismos. Además, cada submódulo dispone de un condensador unipolar. Para la regulación de los semiconductores de potencia se utilizan medios de regulación que también están configurados para regular corrientes de ramas que circulan entre los módulos de fase. A través del control de las corrientes de ramal, por ejemplo oscilaciones de la corriente pueden atenuarse de forma activa y pueden evitarse puntos de funcionamiento con frecuencias de salida más reducidas. Además puede producirse una carga uniforme de todos los semiconductores de potencia que pueden desconectarse, así como una simetrización de tensiones altamente asimétricas.

Los acumuladores de energía, como por ejemplo condensadores en el circuito intermedio de módulos de convertidor poseen la propiedad de que envejecen durante el funcionamiento. De este modo, los condensadores pierden capacidad, debido a lo cual, en el caso de una tensión determinada, la carga almacenada por éstos es cada vez más reducida. Al realizar el mantenimiento de instalaciones de convertidores de circuito intermedio sería ventajoso saber qué condensadores han perdido tanta capacidad, de modo que es necesario un cambio. De este modo, la tasa de fallos de los condensadores durante el funcionamiento del convertidor puede reducirse, y puede aumentarse la disponibilidad. En las topologías de convertidor con condensadores de circuito intermedio comunes de gran tamaño, como por ejemplo en la técnica de dos puntos o de tres puntos, el monitoreo de la disminución de la capacidad de los condensadores no tiene mucho sentido, ya que la modificación sólo ascendería a una fracción de la capacidad total y, por lo tanto, prácticamente no podría detectarse a través de técnicas de medición. Sin embargo, una disminución de la capacidad de esa clase puede conducir a un fallo del convertidor. Otra desventaja de los condensadores de circuito intermedio comunes de gran tamaño es que éstos sólo pueden cambiarse con dificultad o no pueden cambiarse en absoluto.

Por la primera publicación de la solicitud DE 101 03 031 A1 se conoce un circuito de convertidor con acumuladores de energía distribuidos. Dicho circuito de convertidor, en un circuito en serie eléctrico, presenta una pluralidad de subsistemas de la misma clase. Los subsistemas contienen respectivamente dos semiconductores de potencia, así como un condensador.

La primera publicación de patente DE 103 09 937 A1 describe un circuito de diagnóstico y un procedimiento para examinar un condensador instalado en un vehículo a motor. Para ello, el condensador está equipado con un medidor de corriente y con un medidor de tensión. En particular a través de la evaluación de la tensión del condensador que disminuye lentamente debido a la descarga automática del condensador, pueden sacarse conclusiones sobre el estado y el envejecimiento del condensador.

El objeto de la invención consiste en proporcionar un dispositivo y un procedimiento de la clase mencionada en la introducción, con los cuales un envejecimiento de los condensadores pueda determinarse de forma sencilla.

Dicho objeto se soluciona a través de un dispositivo según la reivindicación 1 y de un procedimiento según la reivindicación 2.

La invención soluciona ese objeto a través de medios de diagnóstico del condensador para la determinación, en función del tiempo, de la capacidad de cada condensador.

Según la invención se ponen a disposición medios de diagnóstico del condensador que determinan continuamente la capacidad de los condensadores del dispositivo según la invención. El dispositivo según la invención presenta condensadores distribuidos, con una capacidad más reducida, de modo correspondiente, que los dispositivos con un condensador central en el circuito de tensión continua. Se ha observado que ahora es posible detectar la modificación de la capacidad mediante técnicas de medición. Dentro del marco de la invención, es poco determinante saber qué capacidad poseen precisamente los condensadores individuales. Más bien es importante tener conocimiento de cómo se modifican las capacidades de los condensadores individuales a lo largo del tiempo. De este modo pueden diferenciarse, y pueden detectarse, condensadores con una capacidad que se reduce, de condensadores sin defectos. Según la invención, la respectiva capacidad de los condensadores individuales, por tanto, se determina mediante los medios de diagnóstico del condensador en función del tiempo.

De manera conveniente, los medios de diagnóstico del condensador, para cada módulo de fase, comprenden un sensor de corriente del ramal para detectar una corriente del ramal del módulo de fase que circula en el módulo de fase asociado y para cada submódulo un sensor del submódulo para detectar una tensión del condensador que se reduce en el condensador del submódulo asociado, así como medios para detectar los estados de conmutación del submódulo respectivamente asociado, donde una unidad de evaluación determina la capacidad de los condensadores de cada módulo de fase en función de la corriente del ramal I_{zwg} respectivamente medida, del estado o de los estados de conmutación y de la respectiva tensión del condensador U_c . A través de esa integración dividida en intervalos temporales, de la corriente del ramal detectada, resulta la modificación de carga ΔQ de los condensadores del módulo de fase monitoreado. Los sensores del submódulo se utilizan para detectar la tensión que se reduce en el respectivo condensador. La capacidad de cada condensador resulta a través de la división de la modificación de carga ΔQ por la modificación de la tensión ΔU_c , donde la tensión y la carga se detectan respectivamente entre el momento de conexión y el momento de desconexión del submódulo. Si el submódulo está conectado, en los bornes de salida del submódulo se reduce la tensión del condensador. En el estado desconectado, la tensión en los bornes se reduce a cero.

La invención soluciona dicho objeto en base al procedimiento mencionado en la introducción, mediante un convertidor que presenta al menos un módulo de fase con al menos una conexión de tensión continua y al menos una conexión de tensión alterna, donde entre cada conexión de tensión continua y la conexión de tensión alterna está conformado el ramal del módulo de fase, el cual dispone de un circuito en serie formado por submódulos que

respectivamente presentan un condensador y al menos un semiconductor de potencia, en donde la capacidad del condensador se determina en función del tiempo.

De acuerdo con un perfeccionamiento conveniente a este respecto, en función del tiempo se detecta la corriente del ramal del módulo de fase de cada módulo de fase mediante la obtención de valores de corriente del ramal del módulo de fase, en cada condensador se mide la tensión del condensador que se reduce mediante la obtención de valores de la tensión del condensador y finalmente se determina una modificación de la tensión, la corriente del ramal del módulo de fase se integra para obtener la modificación de carga entre la conexión y la desconexión de los semiconductores de potencia de los submódulos, y la modificación de la capacidad de los condensadores del respectivo módulo de fase se determina a partir de la modificación de carga y a partir de la modificación de tensión. Como la conexión y la desconexión de los semiconductores de potencia se entienden los estados de conmutación de los semiconductores, en los cuales se posibilita un flujo de corriente hacia el condensador en el respectivo submódulo.

Otros ejemplos de ejecución y ventajas de la invención son objeto de la siguiente descripción de ejemplos de ejecución de la invención mediante referencia a las figuras del dibujo, donde los mismos símbolos de referencia remiten a los componentes que actúan del mismo modo, y donde las figuras muestran:

Figura 1: un ejemplo de ejecución del dispositivo según la invención, y

Figura 2: un módulo de fase de un dispositivo según la figura 1.

La figura 1 muestra un ejemplo de ejecución del dispositivo 1 según la invención, el cual está compuesto por tres módulos de fase 2a, 2b y 2c. Cada módulo de fase 2a, 2b y 2c está conectado a una línea de tensión continua positiva p, así como a una línea de tensión continua negativa n, de modo que cada módulo de fase 2a, 2b, 2c presenta dos conexiones de tensión continua. Además, para cada módulo de fase 2a, 2b y 2c se proporcionan respectivamente una conexión de tensión alterna 31, 32 y 33. Las conexiones de tensión alterna 31, 32 y 33, mediante un transformador 4, están conectadas a una red de tensión alterna trifásica 5. En las fases de la red de tensión alterna 5 se reducen las tensiones de fase U1, U2 y U3, donde circulan corrientes de la red In1, In2 y In3. La corriente de fase del lado de la tensión alterna de cada módulo de fase se indica con I1, I2 y I3. La corriente de tensión continua es Id. Entre cada una de las conexiones de tensión alterna 31, 32 ó 33 y la línea de tensión continua positiva p se extienden ramas del módulo de fase 6p1, 6p2 y 6p3. Entre cada conexión de tensión alterna 31, 32, 33 y la línea de tensión continua negativa n están conformadas las ramas del módulo de fase 6n1, 6n2 y 6n3. Cada ramal del módulo de fase 6p1, 6p2, 6p3, 6n1, 6n2 y 6n3 se compone de un circuito en serie formado por submódulos, no representados en detalle en la figura 1, y por una inductancia, que en la figura 1 se indica con LKr.

En la figura 2 se representa con mayor precisión el circuito en serie de los submódulos 7 y en particular la estructura de los submódulos se representa a través de un esquema eléctrico de circuito equivalente, donde en la figura 2 sólo se muestra el ramal del módulo de fase 6p1. No obstante, el resto de las ramas del módulo de fase están estructuradas de forma idéntica. Puede observarse que cada submódulo 7 presenta dos semiconductores de potencia T1 y T2 conectados en serie, los cuales pueden desconectarse. Los semiconductores de potencia que pueden desconectarse son por ejemplo los así llamados IGBTs, GTOs, IGCTs o similares. Los mismos son conocidos por el experto, de modo que en este punto puede prescindirse de una representación detallada. A cada semiconductor de potencia T1, T2 que puede desconectarse se encuentra conectado un diodo libre D1, D2 de forma antiparalela. De forma paralela con respecto al circuito en serie de los semiconductores de potencia T1, T2 que pueden desconectarse, o bien de los diodos libres D1 y D2, un condensador 8 está conectado como acumulador de energía. Cada condensador 8 está cargado de forma unipolar. En los bornes de conexión bipolares X1 y X2 de cada submódulo 7 pueden generarse ahora dos estados de tensión. Si por ejemplo una señal de control es generada por una unidad de activación 9, con la cual el semiconductor de potencia T2 que puede desconectarse pasa a su posición de paso, en donde se posibilita un flujo de corriente mediante el semiconductor de potencia T2, en los bornes X1, X2 del submódulo 7 la tensión se reduce a cero. De este modo, el semiconductor de potencia T1 que puede desconectarse se encuentra en su posición de bloqueo, en donde un flujo de corriente está interrumpido mediante el semiconductor de potencia T1 que puede desconectarse. Esto impide la descarga del condensador 8. En cambio, si el semiconductor de potencia T1 que puede desconectarse pasa a su posición de paso, pero el semiconductor de potencia T2 que puede desconectarse pasa a su posición de bloqueo, entonces en los bornes X1, X2 del submódulo 7 se aplica toda la tensión del condensador Uc.

El ejemplo de ejecución del dispositivo según la invención según la figura 1 y la figura 2 se denomina también como el así llamado convertidor de niveles múltiples. Un convertidor de niveles múltiples de esa clase es adecuado por ejemplo para el accionamiento de máquinas eléctricas, como por ejemplo motores o similares. Además, un convertidor de niveles múltiples de esa clase es adecuado también para una utilización en el área de la distribución y la transmisión de energía. De este modo, el dispositivo según la invención se utiliza por ejemplo como acoplamiento corto, el cual se compone de dos convertidores conectados uno con otro del lado de tensión continua, donde los convertidores están conectados respectivamente con una red de tensión alterna. Los acoplamientos cortos de esa

clase se utilizan para el intercambio de energía entre dos redes de distribución de energía, donde las redes de distribución de energía presentan por ejemplo una frecuencia, relación de fase, conexión del neutro diferentes, o similares. Se consideran además aplicaciones en el área de la compensación de potencia reactiva, como los así llamados FACTS (sistemas de transmisión flexible CA). Con convertidores de niveles múltiples de esa clase es posible también la transmisión de corriente continua de alta tensión más allá de tramos extensos.

En la figura 2 puede observarse además que para medir las corrientes del ramal está proporcionado un sensor de la corriente del ramal 10, el cual detecta la corriente que circula mediante el módulo de fase, mediante la obtención de valores de la corriente del ramal del módulo de fase, donde los valores de la corriente del ramal se transmiten a la unidad de evaluación 9 mediante una línea de comunicaciones de fibra de vidrio. Además, en la figura se proporcionan sensores del submódulo no representados para cada submódulo 8, con los cuales se detecta un descenso de tensión U_c en los condensadores 8, mediante la obtención de valores de tensión del condensador. Los valores de tensión del condensador se transmiten igualmente a la unidad de evaluación 9, donde al mismo tiempo se añade una información que indica a qué condensador corresponde el respectivo valor de medición. La unidad de evaluación asocia el valor de medición detallado a un tiempo de medición. A través de la integración en algunas secciones de la corriente del ramal del módulo de fase I_{zwg} resulta la modificación de carga ΔQ de los condensadores 8 del respectivo módulo de fase. El término integración en algunas secciones se entiende como una integración en determinados intervalos de tiempo. Expresado de otro modo, se integra entonces sólo cuando los estados de conmutación de los semiconductores de potencia del respectivo submódulo permiten el flujo de corriente hacia el condensador del submódulo. A través de la determinación de una modificación de tensión, por tanto la modificación de la tensión que se reduce en el condensador 8, en un período determinado, resulta la capacidad de los condensadores según

$$C \approx \frac{\Delta Q}{\Delta U_C} .$$

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo (1) para transformar una corriente eléctrica para una transmisión de corriente continua de alta tensión con al menos un módulo de fase (2a,2b,2c) que presenta una conexión de tensión alterna (31,32,33) y al menos una conexión de tensión continua (p, n), donde entre cada conexión de tensión continua (p,n) y la conexión de tensión alterna (31,32,33) está conformado un ramal del módulo de fase (6p1,6p2,6p3,6n1,6n2,6n3), y donde cada ramal del módulo de fase (6p1,6p2,6p3,6n1,6n2,6n3) dispone de un circuito en serie formado por submódulos (7) que respectivamente presentan un condensador (8) y al menos un semiconductor de potencia (T_1, T_2), caracterizado por medios de diagnóstico del condensador para la determinación, en función del tiempo, de la capacidad de cada condensador (8), donde los medios de diagnóstico del condensador, para cada módulo de fases (2a,2b,2c), presentan un sensor de corriente de ramal (10) para detectar una corriente del ramal del módulo de fases (I_zwg) que circula en el módulo de fases (2a,2b,2c) asociado, y para cada submódulo (7) presenta un sensor del submódulo para detectar una tensión del condensador (U_c) que se reduce en el condensador (8) del submódulo (7) asociado, así como medios para detectar los estados de conmutación del semiconductor de potencia o de los semiconductores de potencia del submódulo respectivamente asociado, donde una unidad de evaluación (9) determina la capacidad de los condensadores (8) de cada módulo de fases (2a,2b,2c) en función de la corriente de ramal del módulo de fases (I_zwg) respectivamente medida, de los estados de conmutación del semiconductor de potencia o de los semiconductores de potencia y de la respectiva tensión del condensador (U_c), donde la unidad de evaluación integra en algunas secciones la corriente de ramal del módulo de fase (I_zwg) para obtener una modificación de carga (ΔQ) entre la conexión y la desconexión de los semiconductores de potencia de los submódulos, cuando los estados de conmutación de los semiconductores de potencia del respectivo submódulo permiten el flujo de corriente hacia el condensador del submódulo.
2. Procedimiento para transformar una corriente mediante un convertidor (1) para una transmisión de corriente continua de alta tensión, el cual presenta al menos un módulo de fase (2a,2b,2c) con al menos una conexión de tensión continua (p,n) y al menos una conexión de tensión alterna (31,32,33), donde entre cada conexión de tensión continua (p,n) y la conexión de tensión alterna (31,32,33) está conformado un ramal del módulo de fase (6p1,6p2,6p3,6n1,6n2,6n3), la cual dispone de un circuito en serie formado por submódulos (7) que respectivamente presentan un condensador (8) y al menos un semiconductor de potencia (T_1, T_2), en donde la capacidad de cada condensador se determina en función del tiempo, en donde se detecta la corriente del ramal del módulo de fase (I_zwg) de cada módulo de fase (2a,2b,2c) mediante la obtención de valores de la corriente del ramal, y la tensión del condensador (U_c) que se reduce en cada condensador (8) se mide mediante la obtención de valores de tensión del condensador y finalmente se determina una modificación de la tensión (ΔU_c), la corriente del ramal del módulo de fase (I_zwg) se integra en algunas secciones para obtener la modificación de carga (ΔQ) entre la conexión y la desconexión de los semiconductores de potencia de los submódulos, y la modificación de la capacidad (ΔC) de los condensadores (8) del respectivo módulo de fase (2a,2b,2c) se determina a partir de la modificación de carga (ΔQ) y a partir de la modificación de tensión (ΔU_c), donde la corriente del ramal del módulo de fase (I_zwg) se integra entonces sólo cuando los estados de conmutación de los semiconductores de potencia del respectivo submódulo permiten el flujo de corriente hacia el condensador del submódulo.

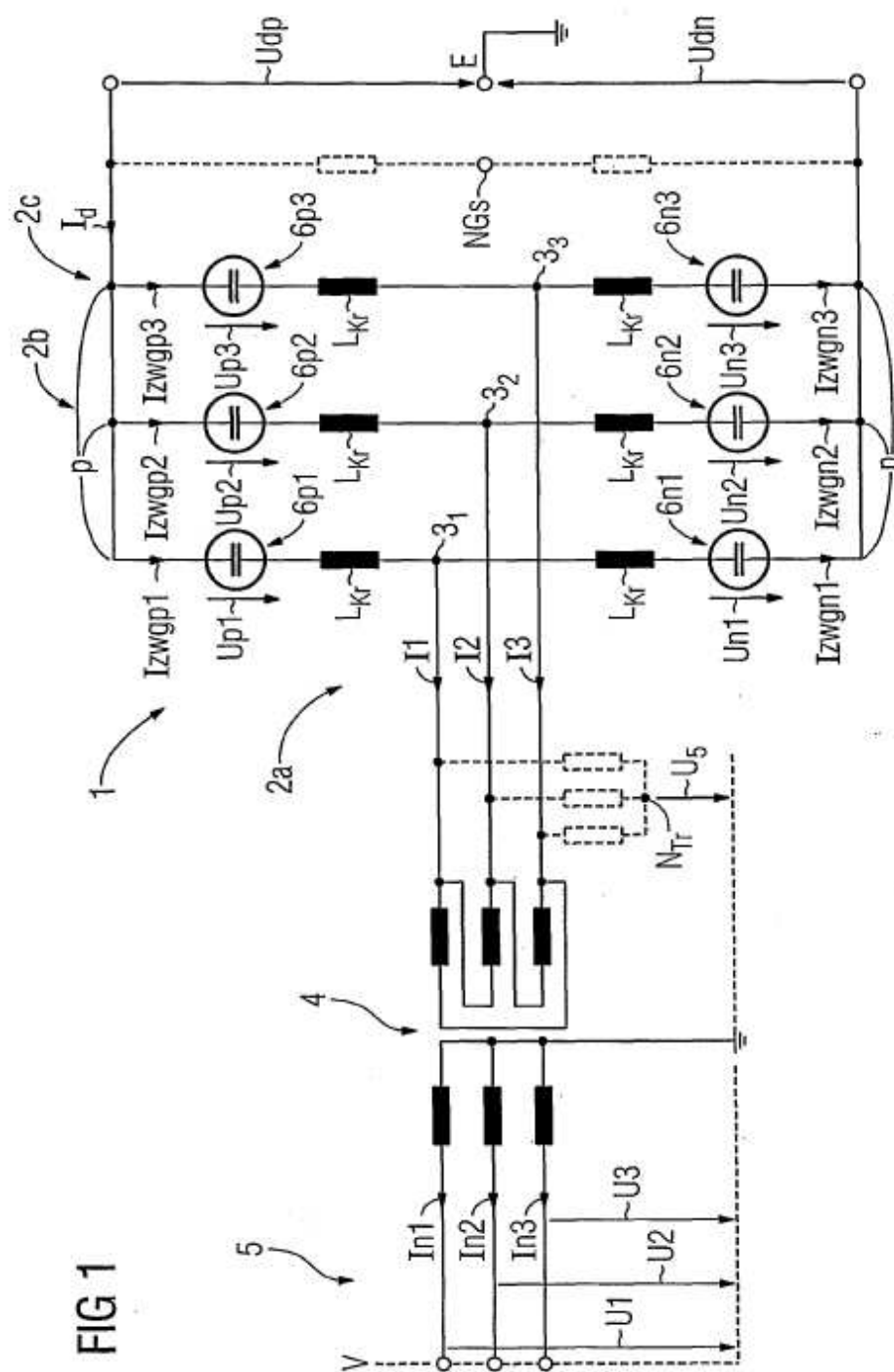


FIG 1

FIG 2

