

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 643 538**

51 Int. Cl.:

H02S 50/00	(2014.01)
G01R 31/42	(2006.01)
G01R 31/02	(2006.01)
H02M 7/48	(2007.01)
H02J 3/48	(2006.01)
H02J 3/38	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.11.2014 PCT/EP2014/074528**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.05.2015 WO15071378**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.11.2014 E 14796778 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.07.2017 EP 3069158**

54 Título: **Procedimiento e inversor para determinar valores de capacidad de capacidades de una instalación de suministro de energía**

30 Prioridad:
14.11.2013 DE 102013112538

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
23.11.2017

73 Titular/es:
**SMA SOLAR TECHNOLOGY AG (100.0%)
Sonnenallee 1
34266 Niestetal, DE**

72 Inventor/es:
**UNRU, ALEXANDER;
DRANGMEISTER, HARALD;
MÜLLER, TOBIAS y
CORREA VASQUEZ, PABLO**

74 Agente/Representante:
CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 643 538 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

Procedimiento e inversor para determinar valores de capacidad de capacidades de una instalación de suministro de energía

5 La invención se refiere a un procedimiento para determinar valores de capacidad de capacidades de una instalación de suministro de energía, por ejemplo una instalación fotovoltaica, que incluye un inversor polifásico, el cual incluye un filtro de corriente de salida por el lado de corriente alterna y está unido a través de un órgano de conmutación a una red polifásica de suministro de energía, y está asociado por el lado de corriente continua al menos a una capacidad de circuito intermedio. La invención se refiere además a un inversor polifásico con una disposición de control para realizar un procedimiento así.

10 Los inversores son empleados en instalaciones de generación de energía, por ejemplo instalaciones fotovoltaicas, denominadas abreviadamente en lo que sigue instalaciones FV, para convertir una corriente continua en corriente alterna, que puede ser vertida de forma monofásica o polifásica en una red de suministro de energía pública o privada. En el caso de una instalación fotovoltaica, la corriente continua a convertir es puesta a disposición por un generador fotovoltaico (generador FV), que en el marco de la solicitud comprende cualquier disposición de preferentemente varios módulos fotovoltaicos (módulos FV). Alternativa y/o adicionalmente puede ser puesta a disposición corriente continua (dado el caso almacenada de forma intermedia) procedente de baterías o pilas de combustible o fuentes de energía eléctrica comparables que operan químicamente.

20 Instalaciones de suministro de energía de este tipo incluyen en un circuito intermedio de corriente continua una disposición de condensadores (de compensación), para alisar la tensión continua puesta a disposición por el generador de corriente continua al convertirla a corriente alterna. En un inversor de una etapa, en el que a un puente de inversor se le aplica por el lado de entrada directamente la tensión del generador de corriente continua, una disposición de condensadores de este tipo está conectada en paralelo al generador de corriente continua. En un inversor de varias etapas, el puente de inversor está antepuesto al menos a un convertidor de tensión continua, que eleva o rebaja la tensión continua puesta a disposición por el generador de corriente continua a un nivel de tensión apropiado para la operación del puente de inversor. En un sistema de este tipo, la disposición de condensadores está dispuesta habitualmente entre el convertidor de tensión continua, también denominado convertidor CC (corriente continua)/CC, y el puente de inversor. En el marco de la solicitud, en lo que sigue, independientemente de la posición de la disposición de condensadores, se designará como circuito intermedio generalizando el circuito en el que está dispuesta la disposición de condensadores, siguiendo la terminología habitual. Correspondientemente, la disposición de condensadores introducida para alisar la tensión se designará en ambos casos como disposición de condensadores de circuito intermedio.

30 El puente de inversor de un inversor está equipado habitualmente con conmutadores de semiconductores de potencia, que son hechos funcionar de forma temporizada en un procedimiento de modulación. Un procedimiento de modulación conocido y habitual es el procedimiento de modulación por anchura de impulsos (procedimiento MAI), que opera con una frecuencia de temporización, es decir con un número de ciclos de conmutación por segundo, en el intervalo de kilohercios. A la salida del puente de inversor es puesta a disposición a través de ello una señal de corriente continua temporizada y que varía su polaridad, que es alisada por el filtro de corriente de salida de tal modo que resulta una evolución de tensión lo más sinusoidal posible a la salida del filtro. El filtro de corriente de salida es designado por este motivo frecuentemente como filtro sinusoidal.

40 El filtro de corriente de salida comprende aquí una pluralidad de inductancias y capacidades. Un filtro de corriente de salida conocido y empleado a menudo incluye para cada una de las fases del inversor al menos una inductancia, por ejemplo de una bobina, que está dispuesta entre la respectiva salida del puente de inversor y la correspondiente conexión de fase de la red de suministro de energía. Además, a la entrada del filtro situada por el lado del inversor está dispuesta respectivamente una capacidad entre cada conexión de salida del puente de inversor y un conductor neutro del sistema. Por el lado de salida, es decir hacia la red de suministro de energía, para cada fase está prevista una segunda capacidad. Esta segunda capacidad está conectada en estrella, y establece contacto por lo tanto con un nudo de tensión flotante común. La primera y la segunda capacidad están constituidas habitualmente por correspondientes condensadores primero y segundo.

50 El funcionamiento correcto y seguro del inversor de la instalación de generación de energía depende en gran medida de las citadas capacidades, de la capacidad del circuito intermedio y de las capacidades en el filtro de corriente de salida. Los condensadores empleados para poner a disposición las capacidades están sometidos sin embargo a procesos de desgaste, por los que su valor de capacidad disminuye con el paso del tiempo. En condensadores de electrolito se observa además una fuerte dependencia respecto a la temperatura a temperaturas por debajo del punto de congelación. Si son conocidos los valores de capacidad modificados, hasta una cierta pérdida de capacidad el modo de funcionamiento correcto del inversor puede ser estabilizado mediante adaptación de parámetros del inversor, por ejemplo parámetros de regulación, que determinan los instantes de conmutación en el ciclo de conmutación de los semiconductores de potencia del puente de inversor. En caso de desviaciones demasiado grandes de las capacidades, es razonable terminar la operación del inversor, para evitar daños de mayor

- alcanse del inversor o de los condensadores. Tanto para la adaptación de los parámetros de operación del inversor como para la desconexión del inversor o para la emisión de un aviso con carácter previo acerca de problemas posiblemente esperables, es deseable un conocimiento de los valores de capacidad de capacidades de la instalación de generación de energía, en particular de las capacidades de circuito intermedio y de las capacidades de filtro.
- 5
- A partir del documento DE 10 2004 036 211 A1 es conocido para ello por ejemplo un procedimiento, en el que un condensador de circuito intermedio es precargado a través de una resistencia de carga al ser puesto en marcha el dispositivo. A partir de una medida de la intensidad de corriente de carga y de una evolución de tensión medida en el condensador de circuito intermedio puede determinarse durante la precarga la capacidad del condensador de
- 10
- circuito intermedio. Este procedimiento es adecuado en particular cuando está prevista una precarga del o de los condensadores de circuito intermedio y el dispositivo dispone de un dispositivo de precarga correspondiente.
- De modo similar, conforme al documento WO 02/18962 A1 es descargado el condensador de circuito intermedio de un inversor de un sistema de control de motor mediante una resistencia de descarga cuando está inactivo el sistema de control de motor. A partir de una evolución de tensión medida durante la descarga es determinada la capacidad
- 15
- del condensador de circuito intermedio.
- A partir del documento US 2012/0281443 A1 es conocido un procedimiento para determinar un condensador defectuoso a partir de un circuito intermedio que consta de una conexión en serie de varios condensadores. Son medidas ahí las caídas de tensión a través de los condensadores individuales, y a partir de la magnitud de las tensiones se deduce la existencia de un condensador defectuoso. El documento US 2013/0155729 A1 describe un
- 20
- procedimiento para predecir un tiempo de vida útil esperable de un condensador de circuito intermedio de un convertidor de motor. En este procedimiento se obtiene una proporción de corriente alterna que fluye al condensador, y a partir de ello se determina una potencia almacenada en el condensador. A partir de la potencia almacenada se deduce el estado de desgaste y con ello la vida útil aún esperable del condensador. Con el procedimiento descrito en los dos documentos citados no pueden ser determinados sin embargo valores de
- 25
- capacidad de los condensadores.
- El documento EP1107439A2 da a conocer un inversor con un circuito de puente de inversor, un filtro de corriente de salida, una capacidad de circuito intermedio por el lado de corriente continua y voltímetros y amperímetros dispuestos por el lado de salida del circuito de puente de inversor. El inversor conforme al documento EP1107439A2 incluye además una disposición de control, que está configurada para la detección de un fallo a tierra.
- 30
- A partir del documento JP2008043061A es conocido un procedimiento para la determinación de valores de capacidad de capacidades de circuito intermedio de un inversor mediante medida de una evolución temporal de una descarga de las capacidades de circuito intermedio. El documento WO2012119232A1 da a conocer un procedimiento para la determinación de valores de capacidad de capacidades de circuito intermedio de un inversor mediante evaluación de ondulaciones de tensión en la capacidad de circuito intermedio.
- 35
- El documento US 2009/0072982 A1 describe una instalación para la transformación de energía, en la que es medida la variación temporal de las tensiones en condensadores de la instalación y es determinada la magnitud de una ondulación de tensión en los condensadores. Además, son determinadas las intensidades de corriente que fluyen al aparecer la ondulación de tensión. A partir de la magnitud de la ondulación de tensión y de la magnitud de la intensidad de corriente que fluye es obtenida la capacidad del condensador. Un procedimiento comparable es descrito también en el documento EP 2 690 452 A2. Estos procedimientos pueden ser ventajosos cuando se desea una obtención de las capacidades durante la operación normal de la instalación de suministro de energía. Por
- 40
- motivos de seguridad se desea sin embargo a menudo llevar a cabo un diagnóstico correspondiente de la capacidad funcional correcta de los condensadores antes de que una instalación de generación de energía se conecte a la red de suministro de energía. Por ejemplo, puede ser problemático que una instalación de suministro de energía opere con potencia alta, cuando la capacidad de los condensadores de circuito intermedio ha caído a valores extremadamente bajos debido a la temperatura. Este problema aparece por ejemplo en conexión con condensadores de electrolito como condensadores de circuito intermedio en instalaciones FV al aire libre bajo condiciones meteorológicas extremas. Por regla general, un arranque de una instalación FV así se produce sólo después de calentar los condensadores de circuito intermedio mediante un dispositivo calefactor previsto para ello.
- 45
- Constituye por ello una tarea de la presente invención crear un procedimiento para determinar capacidades en una instalación de generación de energía, que pueda ser realizado en lo posible sin necesidades adicionales de equipamiento, antes de que la instalación de generación de energía sea acoplada a una red de suministro de energía y se encuentre operando en modo de vertido a red. Constituye una tarea adicional crear un inversor que sea apropiado para realizar un procedimiento así.
- 50
- Esta tarea es resuelta mediante un procedimiento y un inversor con las características de la respectiva reivindicación independiente. Estructuraciones y perfeccionamientos ventajosos están indicados en las reivindicaciones dependientes.
- 55

Un procedimiento conforme a la invención del tipo citado al principio incluye los siguientes pasos: La instalación fotovoltaica es separada de la red de suministro de energía abriendo el órgano de conmutación. El inversor opera para establecer una red aislada, en que se aplica una tensión alterna de igual fase a por lo menos dos salidas de un puente de inversor del inversor y se genera un flujo de corriente entre la al menos una capacidad de circuito intermedio y el filtro de corriente de salida. Son medidas intensidades de corriente que fluyen por las salidas del puente de inversor y al menos una de las tensiones aplicadas a la capacidad de circuito intermedio y/o a una de las capacidades del filtro de corriente de salida. A continuación, con ayuda de la respectiva tensión obtenida y de las intensidades de corriente medidas es determinado un valor de capacidad de la capacidad de circuito intermedio y/o de una de las capacidades del filtro de corriente de salida.

Mediante el establecimiento de una red aislada, en la que el puente de inversor aplica una tensión alterna al filtro de corriente de salida, es generado también en situación de separación respecto a la red de suministro de energía un flujo de corriente entre la al menos una capacidad de circuito intermedio y el filtro de corriente de salida. Mediante una medida de intensidad de corriente y de tensión, pueden ser obtenidos entonces valores de capacidad de capacidades de la instalación FV. A través del hecho de que al menos dos fases operan con igual fase, se establece un mayor flujo de corriente y debido a la extracción de potencia a impulsos que se produce desde la capacidad de circuito intermedio se establece una mayor ondulación de la tensión obtenida que en el caso de una operación normal, en la que todas las fases están desplazadas en fase entre sí. Así se consigue una mayor precisión de medida.

En una estructuración ventajosa del procedimiento, la tensión es medida a través de por lo menos una de las capacidades de circuito intermedio de la instalación FV. A partir de la magnitud de una ondulación de la tensión y a partir de las intensidades de corriente medidas es determinado el valor de capacidad de la al menos una capacidad de circuito intermedio. Con el procedimiento conforme a la invención se hace posible en esta estructuración la determinación de valores de capacidad del condensador de circuito intermedio o respectivamente de los condensadores de circuito intermedio antes de un acoplamiento del inversor a la red de suministro de energía, es decir antes de una conexión del inversor a la red de suministro de energía.

En caso de un flujo de corriente temporalmente variable entrando/saliendo del circuito intermedio, varía la magnitud de la tensión en la al menos una capacidad de circuito intermedio con una frecuencia que depende de la frecuencia de la corriente y que – dependiendo de la relación de fase en las salidas del puente de inversor – tiene un valor del doble o triple de la frecuencia de la intensidad de corriente en la red aislada. La variación de la tensión en la al menos una capacidad de circuito intermedio es designada en el marco de la solicitud también como ondulación de tensión.

En otra estructuración ventajosa del procedimiento, la tensión es obtenida a través de al menos una primera capacidad del filtro de corriente de salida, en que a partir de la tensión determinada y de las intensidades de corriente medidas es determinado el valor de capacidad de la al menos una primera capacidad. Con ello es posible también la determinación de valores de capacidad de condensadores del filtro de corriente de salida antes del acoplamiento del inversor a la red de suministro de energía. En esta estructuración, el procedimiento es en particular apropiado para determinar valores de capacidad de condensadores que están dispuestos entre una salida del puente de inversor y un conductor neutro común.

Intensidades de corriente particularmente altas se consiguen en el procedimiento citado cuando se aplica tensión alterna de igual fase a todas las salidas del puente de inversor del inversor. Esto lleva a la mejor precisión posible en la determinación de valores de capacidad.

En otra estructuración ventajosa del procedimiento, la tensión es obtenida a través de al menos una segunda capacidad del filtro de corriente de salida, en que el valor de capacidad de la al menos una segunda capacidad es determinado con ayuda de al menos dos medidas de tensiones e intensidades de corriente, en que las al menos dos medidas se producen para relaciones de fase diferentes de las tensiones alternas en las salidas del puente de inversor. En esta estructuración, el procedimiento es apropiado para determinar valores de capacidad también de condensadores que están dispuestos dentro del filtro de corriente de salida entre diferentes salidas del puente de inversor. Aquí son realizadas dos medidas para relaciones de fase diferentes en las salidas del puente de inversor, a través de las que las intensidades de corriente que fluyen a través de las segundas capacidades pueden ser separadas mediante cálculo de aquellas intensidades de corriente que fluyen a través de capacidades a un conductor neutro común.

Para un inversor trifásico, en cada una de las al menos dos medidas se aplica aquí preferentemente una tensión alterna de igual fase a respectivamente dos salidas del puente de inversor y una tensión alterna desviada de la anterior en su posición de fase a una tercera salida del puente de inversor. De forma particularmente preferente, la tensión alterna aplicada a la tercera salida tiene una posición de fase de 180 grados respecto a la tensión alterna aplicada a las otras dos salidas del puente de inversor. Así se consigue nuevamente un flujo de corriente máximo, que aumenta la precisión en la determinación de los valores de capacidad. De forma adicionalmente preferente se realizan tres medidas, en que en cada una de las medidas se aplica la tensión alterna desviada en su posición de

fase a una salida distinta del puente de inversor. De este modo pueden ser determinados los valores de capacidad respectivos sobre la base de diferentes medidas. Los resultados de medida tienen una cierta redundancia, por la que los distintos valores de capacidad están sobredeterminados. La sobredeterminación hace posible una estimación de la calidad y con ello de la fiabilidad del resultado de medida. En otra estructuración ventajosa del procedimiento, un valor de capacidad determinado es comparado con un valor de capacidad mínimo prefijado, siendo señalado un valor de capacidad situado por debajo del valor de capacidad mínimo. También preferentemente es almacenado un valor de capacidad obtenido y es comparado con valores de capacidad previamente almacenados. Preferentemente, a partir del valor de capacidad obtenido y de al menos un valor de capacidad almacenado es determinada una tasa de variación del valor de capacidad, en que con ayuda de la tasa de variación es estimada una vida útil del condensador que pone a disposición la capacidad. En estas estructuraciones del procedimiento se emplea ventajosamente la determinación de capacidades para avisar a un operador de la instalación frente a problemas actuales o posiblemente próximos. Así pueden ser introducidas contramedidas de forma inmediata o preventiva.

En otra estructuración ventajosa, el procedimiento es llevado a cabo varias veces durante un proceso de puesta en marcha del inversor. Así, un problema posiblemente sólo temporal, que se resuelve durante la (o también por la) realización del procedimiento, puede ser identificado y el proceso de puesta en marcha puede ser continuado en su caso. Aquí puede estar previsto, en caso de una variación durante el procedimiento de la capacidad de circuito intermedio obtenida, realizar el procedimiento para calentar los condensadores en el circuito intermedio. El flujo de corriente provocado en el procedimiento puede emplearse así para calentar los condensadores, mediante lo cual puede ser eliminada de forma cuidadosa una disminución de capacidad debida a la temperatura, sobre la base de la intensidad de corriente relativamente pequeña que fluye.

En otra estructuración ventajosa, el procedimiento es llevado a cabo a distintas frecuencias de la tensión alterna en las salidas del puente de inversor. Con los valores de medida existentes entonces en función de la frecuencia puede determinarse un valor de inductancia al menos de una inductancia del filtro de corriente de salida. Con ello son determinables las magnitudes de todos los componentes de un filtro de corriente de salida típico.

Un inversor polifásico conforme a la invención para la unión a una red de suministro de energía incluye una disposición de control con una unidad de evaluación. Se caracteriza por el hecho de que la disposición de control está configurada en unión con la unidad de evaluación para realizar uno de los procedimientos anteriormente descritos. Resultan las ventajas descritas en conexión con el procedimiento.

La invención es explicada a continuación más detalladamente por medio de ejemplos de realización con ayuda de figuras. Las figuras muestran:

- la figura 1 un diagrama de bloques esquemático de una instalación FV;
- la figura 2a una representación detallada de una parte de la instalación FV de la figura 1;
- la figura 2b una representación simplificada de la figura 2a limitada a una fase;
- la figura 3 un diagrama de flujo de un procedimiento conforme a la invención;
- 35 la figura 4 un diagrama para la representación de una disminución típica de una capacidad durante la vida útil de un condensador;
- la figura 5a un diagrama de flujo con pasos de procedimiento para determinar capacidades de circuito intermedio;
- 40 las figuras 5b, c respectivamente un diagrama de flujo con pasos de procedimiento para determinar primeras o respectivamente segundas capacidades de un filtro de corriente de salida;
- las figuras 6a – d respectivamente un diagrama de circuito equivalente esquemático de una parte de la instalación FV durante la realización del procedimiento conforme a la figura 4, y
- 45 las figuras 7a, b respectivamente un diagrama de una variación de capacidad dependiente del tiempo de un condensador de circuito intermedio durante un procedimiento conforme a la figura 4a realizado continuamente.

La figura 1 muestra en un diagrama de bloques una visión general de toda la estructura de una instalación FV. La instalación FV comprende un generador FV 1, que está simbolizado en la figura 1 mediante el diagrama de circuito de una célula FV individual. El generador FV 1 puede comprender de modo conocido uno o varios módulos FV. Al emplear varios módulos FV, éstos están conectados frecuentemente en serie formando cadenas. Varias de estas cadenas pueden estar conectadas en paralelo, para formar el generador FV 1.

El generador FV 1 está unido a través de líneas de corriente continua a un circuito intermedio 2, que comprende en el ejemplo de realización aquí representado dos capacidades de circuito intermedio 21, 22 conectadas en serie. La

toma central entre las dos capacidades de circuito intermedio 21, 22 forma un punto neutro virtual NP, que pone a disposición un potencial de referencia para el lado de corriente continua de la instalación FV.

5 El generador FV 1 está unido a través del circuito intermedio 2 a una entrada por el lado de corriente continua de un puente de inversor 3. El puente de inversor 3 sirve para la conversión de la corriente continua generada por el generador FV 1 en una corriente alterna proporcionada por salidas del puente de inversor 3. Las salidas de corriente alterna del puente de inversor 3 están unidas a un filtro de corriente de salida 6, en que en la unión entre el puente de inversor 3 y el filtro de corriente de salida 6 están dispuestos amperímetros 4.

10 El puente de inversor 3 está conformado de forma polifásica, aquí por ejemplo trifásica. Para diferenciar las tres fases diferentes, se emplean a continuación los añadidos "a", "b" y "c" unidos a símbolos de referencia o denominaciones. Los componentes que están asociados a las distintas fases a, b, c, están caracterizados en sus símbolos de referencia por una "a", "b" o "c" añadida. Si se emplea un símbolo de referencia sin un añadido así, se alude o bien a todos los componentes con este símbolo de referencia independientemente de su añadido o bien a uno de estos componentes, no especificado más detalladamente, con este símbolo de referencia. Una alusión a un "amperímetro 4" se refiere por lo tanto según el contexto o bien a los amperímetros 4a, 4b y 4c conjuntamente o bien a uno de los amperímetros 4a, 4b o 4c no especificado más detalladamente.

15 Los amperímetros 4 sirven para la determinación de intensidades de corriente I_a , I_b e I_c que fluyen por la respectiva salida del puente de inversor 3. Las salidas de los amperímetros 4 son conducidas a una disposición de control 5, que comprende una unidad de evaluación 51 para la medida y evaluación de las salidas de los amperímetros 4. La disposición de control 5 asume además el control del puente de inversor 3, aquí en particular de los conmutadores de semiconductores, no representados más detalladamente, del puente de inversor 3.

20 El filtro de corriente de salida 6 sirve para la conformación de señal de la señal de salida del puente de inversor 3. Sin filtro de corriente de salida, la señal de salida del puente de inversor 3 es esencialmente una señal de tensión continua a impulsos que cambia entre diferentes potenciales. El filtro de corriente de salida 6 forma a partir de esta señal de tensión continua a impulsos una corriente de salida aproximadamente con forma de tensión alterna, que puede ser vertida a través de un órgano de conmutación 7 de tensión alterna (CA – de corriente alterna) a una red de suministro de energía 8. Al igual que el puente de inversor 3, también la red de suministro de energía 8 está conformada de forma trifásica, con conductores de fase L_a , L_b y L_c . Además está previsto un conductor neutro N, que está unido igualmente a través del órgano de conmutación CA 7 y del filtro de corriente de salida 6 al punto neutro virtual NP del lado de corriente continua de la instalación FV 1. El filtro de corriente de salida 6 comprende habitualmente una disposición compuesta por varias capacidades e inductancias. Una estructuración típica de un filtro de corriente de salida 6 se describe más detalladamente a continuación en conexión con las figuras 2 y 3.

30 En el ejemplo de realización representado, el puente de inversor 3, los amperímetros 4, la disposición de control 5 y el filtro de corriente de salida 6 están integrados en un inversor 9. En estructuraciones alternativas, por ejemplo adicionalmente el circuito intermedio 2 puede estar integrado en el inversor 9, o bien el filtro de corriente alterna 6 puede estar dispuesto en un alojamiento separado.

35 Se hace notar que en la figura 1 simplemente están representados elementos de la instalación FV esenciales en el marco de la invención. Así, por el lado de corriente continua y/o de corriente alterna pueden estar previstos por ejemplo otros órganos de conmutación no representados (por ejemplo elementos de corte, compuertas), disposiciones de protección (por ejemplo fusibles), disposiciones de vigilancia y/o transformadores.

40 La figura 2a muestra un fragmento de la figura 1 de forma más detallada. No están representados en la figura 2a el generador FV 1, la disposición de control 5, el órgano de conmutación CA 7 ni la red de suministro de energía 8.

45 En la figura 2a está indicada la estructura del puente de inversor 3 para las tres fases a, b, c. El puente de inversor 3 incluye para cada una de las tres fases una rama de puente, que comprende en el ejemplo aquí representado dos conmutadores de semiconductores 31, 32. Como conmutadores de semiconductores están representados a modo de ejemplo conmutadores IGBT (del inglés "Insulated-Gate Bipolar Transistor", transistor bipolar de puerta aislada). Se entiende que el puente de inversor 3 puede estar constituido igualmente con otros conmutadores de semiconductores de potencia, por ejemplo transistores MOSFET (del inglés "Metal Oxide Semiconductor Field-Effect Transistors", transistores de efecto de campo metal-óxido-semiconductor). Los conmutadores de semiconductores 31, 32 llevan asociados diodos de recuperación no citados en más detalle, que pueden ser componentes externos o estar integrados en los conmutadores de semiconductores 31, 32. Los componentes antepuestos a los conmutadores de semiconductores 31, 32 que sirven para su control, no están representados en la figura 2a por motivos de claridad. Las señales de conmutación para los conmutadores de semiconductores 31, 32 son generadas en último término por la disposición de control 5 conforme a procedimientos de modulación conocidos, en particular procedimientos de modulación por anchura de impulsos (MAI), y son transmitidas a través de los correspondientes circuitos de control a los conmutadores de semiconductores 31, 32.

55 En la figura 2a está representada una topología de dos puntos del puente de inversor 3, en la que cada salida de corriente alterna del puente de inversor 3, que está formada por la toma central entre los conmutadores de

semiconductores 31, 32 conectados en serie, puede ser unida opcionalmente a un polo positivo del generador FV 1 o respectivamente a un polo negativo del generador FV 1. Se entiende que pueden emplearse otras topologías, en particular una topología de tres puntos, en la que existe adicionalmente la posibilidad de unir la conexión de salida del puente de inversor 3, a través de otro conmutador de semiconductores que opera bidireccionalmente, al potencial de referencia en el punto neutro virtual NP, es decir la toma central entre las capacidades de circuito intermedio 21, 22.

El filtro de corriente de salida 6 incluye para cada una de las fases a, b, c dos capacidades 61, 62 así como una inductancia 63. Las capacidades 61, 62 están constituidas habitualmente por condensadores, típicamente condensadores con dieléctrico de plástico. La primera capacidad 61 está dispuesta aquí en cada una de las fases a, b, c entre la conexión de salida del puente de inversor 3, que representa la entrada del filtro de corriente de salida 6, y el conductor neutro N. La inductancia 63 está dispuesta respectivamente entre conexiones de entrada y salida del filtro de corriente de salida 6. Las conexiones de salida del filtro de corriente de salida 6 están unidas respectivamente a una segunda capacidad 62, en que las respectivamente otras conexiones de las segundas capacidades 62 conducen a un punto de estrella virtual 64 común. La salida del filtro de corriente de salida 6 está entonces unida del modo mostrado en la figura 1 a través del órgano de conmutación CA 7 a la red de suministro de energía 8.

En la figura 2b, por motivos de claridad, la figura 2a está reproducida para las siguientes consideraciones de forma limitada a una de las fases, aquí por ejemplo la fase a. El filtro de corriente de salida 6 está representado en un diagrama de circuito equivalente, que es válido para el estado de operación en el que las tres fases a, b, c operan con igual fase. Debido a la igualdad de fase de todas las fases a, b, c, no fluyen corrientes a través de las capacidades 62. Como el inversor 9 está separado de la red de suministro de energía 8 a través del órgano de conmutación CA 7 abierto, es decir existe una situación de red aislada, tampoco fluyen corrientes a través de las inductancias 63. En un diagrama de circuito equivalente del filtro de corriente de salida 6 estos componentes pueden ser por lo tanto ignorados para el estado de operación citado del inversor 9.

Con ayuda de las figuras 3 a 5 descritas a continuación son explicados procedimientos conforme a la invención para determinar valores de capacidad de las capacidades de la instalación FV. Los procedimientos pueden ser realizados por ejemplo en la instalación FV representada en la figura 1 y 2 y en particular con ayuda del inversor ahí empleado. Son explicados por lo tanto a modo de ejemplo con referencia a estas figuras y empleando los símbolos de referencia utilizados en ellas.

La figura 3 muestra una evolución básica de un procedimiento conforme a la solicitud en un diagrama de flujo.

En un primer paso S1, se pone en marcha el inversor 9 de la instalación FV, por ejemplo tras un periodo de tiempo en el que por parte del generador FV 1 no ha sido suministrada potencia suficiente para la operación del inversor y para el vertido a la red de suministro de energía 8, es decir por ejemplo tras una noche. En el proceso de puesta en marcha del inversor 9, la salida del puente de inversor 3 está separada de la red de suministro de energía 8 mediante un órgano de conmutación CA 7 abierto. Se produce una puesta en marcha del inversor 9 tan pronto como se pone a disposición una potencia suficiente para ello por parte del generador FV 1.

En un segundo paso S2, con el órgano de conmutación 7 abierto es constituida una así denominada red aislada. En caso de funcionamiento con vertido a red del inversor, en una red trifásica existe entre las distintas fases a, b, c respectivamente un desplazamiento de fase de 120 grados. La posición de fase de todo el sistema está adaptada a la existente en la red de suministro de energía. En el paso S2, en la red aislada es establecida una relación de fase, distinta de la anterior, de las fases a, b, c entre sí, mediante el recurso de que al menos dos de las fases tienen igual fase entre sí (desplazamiento de fase de 0 grados). Preferentemente, todas las tres fases operan con igual fase con un desplazamiento de fase de 0 grados entre sí. En lo que sigue se parte de una situación así, en la que todas las tres fases a, b, c operan con igual fase.

En un paso siguiente S3, las intensidades de corriente I_a , I_b e I_c que fluyen a la salida del puente de inversor 3 cuando opera la red aislada son medidas por los amperímetros 4a, 4b o respectivamente 4c y son evaluadas en la unidad de evaluación 51.

En un paso opcional en un principio para el procedimiento para determinar los valores de capacidad de las capacidades de la instalación FV, es llevada a cabo en un paso S4 con ayuda de los valores medidos de intensidad de corriente procedentes del paso S3 una prueba de plausibilidad, para identificar amperímetros 4 defectuosos. Por ejemplo, valores medidos de intensidad de corriente I_a , I_b , I_c fuertemente divergentes entre sí permitirían deducir más bien la existencia de un amperímetro defectuoso, antes que diferencias en las capacidades a determinar. También un valor de intensidad de corriente que valga constantemente cero apunta a un amperímetro defectuoso. Al determinar si un valor de intensidad de corriente I_a , I_b , I_c permite deducir la existencia de un amperímetro defectuoso, puede hacerse uso también de valores de intensidad de corriente de medidas comparables en el pasado, que han sido almacenadas con fines de protocolo.

Cuando en el paso S4 se reconoce como defectuoso un amperímetro, el procedimiento se ramifica hacia un paso

S5, en el que se señala la existencia de un amperímetro 4 defectuoso, por ejemplo enviando un mensaje correspondiente a una disposición de vigilancia de rango superior a través de una línea de señales y/o datos. El procedimiento es terminado tras ello y la operación del inversor es suspendida.

5 Cuando en el paso S4 los valores de intensidad de corriente I_a , I_b , I_c están situados al menos en un intervalo de apariencia plausible, el procedimiento continúa con un paso S6, en el que se produce la determinación propiamente dicha de los valores de capacidad. Pueden ser determinados límites de plausibilidad para los valores de intensidad de corriente en el caso de un filtro de corriente de salida que incluye inductancias y capacidades (filtro LC), y
 10 corriente de salida. Son explicados más específicamente detalles acerca del paso S6 en las figuras 5a, 5b y 5c en otros diagramas de flujo.

El resultado de la determinación de capacidad procedente del paso S6 es evaluado en un siguiente paso S7. Aquí se considera, con ayuda de valores límite consignados, si las capacidades están situadas en un intervalo de tolerancia prefijado o no. Aquí pueden ser considerados por un lado valores absolutos de las capacidades, en particular valores límite relativos a valores nominales de las capacidades, y por otro lado también tasas de variación de las capacidades. De forma similar a lo anteriormente descrito en conexión con la comprobación de los amperímetros en el paso S4, son protocolizadas también las capacidades obtenidas preferentemente en una memoria de protocolo, de modo que valores de capacidad medidos en medidas precedentes pueden ser utilizados igualmente para la valoración de los valores de capacidad actualmente medidos. Preferentemente, el procedimiento aquí descrito para determinar los valores de capacidad dentro de una instalación FV es llevado a cabo regularmente, por ejemplo en cada proceso de puesta en marcha por la mañana – y con ello al menos una vez al día -, de modo que es posible una observación continua de los valores de capacidad.

Si los valores de capacidad no están dentro de un intervalo de tolerancia apropiado, el procedimiento se ramifica hacia un paso S8, en el que la capacidad correspondiente o respectivamente el condensador subyacente a la capacidad es señalado como defectuoso, por ejemplo nuevamente mediante un mensaje correspondiente a través de la línea de señales y/o datos dirigido a la disposición de vigilancia de rango superior. Como en el paso S5, tras ello termina la operación del inversor 9.

30 Cuando en el paso S7 se ha reconocido que las capacidades están dentro del intervalo de tolerancia, el procedimiento continúa con un paso S9, en el que los valores de capacidad obtenidos siguen siendo tratados. Por un lado, en este paso S9 se produce la protocolización de los valores de capacidad, o bien dentro de la disposición de control 5 o bien dentro de la disposición de vigilancia de rango superior. Por otro lado, los valores de capacidad obtenidos pueden ser empleados para optimizar los parámetros de control y/o regulación para el inversor 9 y con ello ajustar las intensidades de corriente de vertido a red de forma óptima y evitar inestabilidades en la regulación.

35 A partir de la observación continua de los valores de capacidad puede ser obtenida una tasa de variación actual de los valores de capacidad, por ejemplo la variación porcentual o absoluta diaria de los valores de capacidad. Una variación fuerte de los valores de capacidad apunta a un fallo próximo del correspondiente condensador. En la figura 4 está reproducida una curva de evolución temporal 71 típica de una capacidad C de un condensador. Está representada la disminución de la capacidad desde una capacidad nominal C_{nom} al avanzar el tiempo t. Típicamente, los condensadores pierden su capacidad primeramente de forma muy lenta con tasas de variación bajas durante un periodo de tiempo largo, antes de que a partir de un instante determinado, que está indicado aquí a modo de ejemplo por $t=t^*$ como línea discontinua, la tasa de variación aumenta rápidamente y la capacidad disminuye deprisa.

45 Cuando con ayuda de las tasas de variación de los valores de capacidad está próximo un fallo de uno de los condensadores, en un paso S10 igualmente opcional puede emitirse un mensaje de servicio para el mantenimiento preventivo o respectivamente para la sustitución del correspondiente condensador.

Finalmente, en un paso S11 puede continuarse el proceso de puesta en marcha del inversor 9, y el inversor 9 con los parámetros optimizados en el paso S9 para la operación con vertido a red puede acoplarse a la red de suministro de energía 8.

50 La figura 5 muestra en tres diagramas de flujo en las figuras parciales a hasta c detalles de la determinación de los valores de capacidad durante el paso de procedimiento S6 de la figura 3. En el diagrama de flujo de la figura 5a son descritos pasos de procedimiento para determinar la capacidad de los condensadores de circuito intermedio 21, 22. El diagrama de flujo de la figura 5b describe pasos de procedimiento para determinar los valores de capacidad de las primera capacidades 61 del filtro de corriente de salida 6. El procedimiento representado en la figura 5c reproduce los pasos de procedimiento para determinar los valores de capacidad de las segundas capacidades 62 del filtro de corriente de salida 6.

Los procedimientos representados en las figuras 5a y 5b pueden ser realizados independientemente entre sí. El procedimiento mostrado en la figura 5c presupone la realización previa del procedimiento de la figura 5b. En una

estructuración preferida del procedimiento según la figura 3, en el paso S6 son realizados consecutivamente los pasos de procedimiento mostrados en todas las figuras parciales 5a hasta 5c, para obtener ventajosamente informaciones acerca de todas las capacidades relevantes de la instalación FV, es decir las capacidades de circuito intermedio 21, 31, las primeras capacidades 61 y las segundas capacidades 62 del filtro de corriente de salida 6.

- 5 En un primer paso S601 de la figura 5a, o bien la medida de intensidad de corriente del paso S3 es realizada nuevamente o bien se toman los valores de intensidad de corriente medidos en el paso S3 para una evaluación adicional. La medida de intensidad de corriente en el paso S601 es realizada por lo tanto al igual que la medida de intensidad de corriente S3 en un estado de operación del inversor, en el que se aplica tensión a todas las tres fases a, b, c con igual fase, sin desplazamiento de fase entre sí, en operación en red aislada a través del puente de inversor 3. Debido a la igualdad de fase de todas las fases a, b, c, cuando el órgano de conmutación CA 7 está abierto no fluyen corrientes ni a través de las inductancias 63 ni a través de las capacidades 62. Como se muestra en el diagrama de circuito equivalente del filtro de corriente de salida 6 en la figura 2b, estos componentes pueden ser ignorados correspondientemente para este estado de operación del inversor 9. Eléctricamente sólo es relevante y debe ser tenida en cuenta en este estado de operación la capacidad 61.
- 10 Las tres primeras capacidades 61 a, 61 b, 61 c de las tres fases están con ello conectadas en cierta medida en paralelo y la carga es redistribuida con la frecuencia de corriente de salida de las intensidades de corriente la, lb, lc, habitualmente por lo tanto con 50 Hz o con 60 Hz. La carga es con ello transferida en un sentido y en otro con ello por la conmutación de los conmutadores de semiconductores 31, 32 permanentemente entre las primeras capacidades 61 y las capacidades de circuito intermedio 21, 22, en que la magnitud de la intensidad de corriente que transmite la carga ha sido medida en el paso S601 o respectivamente S3. La transferencia de carga lleva a una carga y descarga permanentes de las capacidades de circuito intermedio 21, 22, lo que se refleja en una variación de las tensiones aplicadas a estas capacidades 21, 22. La variación de la tensión en las capacidades de circuito intermedio 21, 22 es designada también como ondulación de tensión. La ondulación de tensión sería observable también en un operación sin igualdad de fase de las fases a, b, c, por ejemplo si todas las tres fases operaran con un desplazamiento de fase de respectivamente 120° entre sí, pero sería en su intensidad sin embargo claramente menor y con ello más difícil de medir. Esto es válido en particular ya que la tensión en el circuito intermedio puede tener un valor de unos cientos de voltios, frente a lo cual la ondulación de tensión en las corrientes de redistribución de carga que se producen en esta situación de red aislada sería del orden de como máximo algunos voltios o incluso menos de un voltio. La operación con igualdad de fase de las fases a, b, c lleva a la ondulación de tensión más grande posible de observar para estas corrientes de redistribución de carga, y es con ello ventajosa para la precisión de medida.

A partir de la magnitud de la ondulación de tensión medida en conexión con las intensidades de corriente la, lb, lc medidas puede obtenerse el valor de capacidad de las capacidades de circuito intermedio 21, 22, que esencialmente es atribuible a los condensadores de circuito intermedio empleados.

- 35 Aquí puede tomarse como base la siguiente relación entre los valores de capacidad C_{21} o respectivamente C_{22} de las capacidades de circuito intermedio 21 o respectivamente 22 y una amplitud \hat{U}_{21} o respectivamente \hat{U}_{22} de la respectiva ondulación de tensión en las capacidades de circuito intermedio 21 o respectivamente 22, y la amplitud \hat{I} de la suma de las intensidades de corriente la, lb, lc medidas: $C_{21} = \hat{I} / (\omega \hat{U}_{21})$ y correspondientemente $C_{22} = \hat{I} / (\omega \hat{U}_{22})$, en que ω indica la frecuencia angular de la intensidad de corriente alterna la, lb, lc. Para un circuito intermedio con sólo una capacidad de circuito intermedio hay que tener en cuenta correspondientemente sólo una de las relaciones.

- 45 El procedimiento representado en la figura 5b para determinar los valores de capacidad de las primeras capacidades 61 del filtro de corriente de salida 6 puede ser realizado a continuación del procedimiento mostrado en la figura 5a. Es sin embargo también posible realizar el procedimiento representado en la figura 5b sin que el procedimiento representado en la figura 5a haya sido llevado a cabo anteriormente.

En un primer paso S604 son medidas nuevamente las intensidades de corriente la, lb, lc que fluyen por las salidas de igual fase del puente de inversor. Cuando el procedimiento mostrado en la figura 5a ha sido llevado a cabo anteriormente, pueden ser tomados los valores de medida del paso S601. Es posible además también aquí emplear los valores de medida del paso S3.

- 50 En un siguiente paso S605 se obtiene la magnitud de la tensión que es aplicada a las primeras capacidades 61. Esta tensión puede o bien ser medida o bien puede ser tomada de datos prefijados, ya que el inversor en operación aislada regula habitualmente la magnitud de la tensión alterna de salida en la salida del puente de inversor 3 a este valor de tensión prefijado, mediante el recurso de que los conmutadores de semiconductores 31, 32 modulan la tensión aplicada a las capacidades de circuito intermedio 21, 22. En un paso S606 que sigue luego, los valores de capacidad de las primeras capacidades 61 son obtenidos con ayuda de los correspondientes pares de valores compuestos por intensidad de corriente la, lb, lc y la tensión aplicada a las capacidades 61, 62.

En el diagrama de flujo de la figura 3, la comprobación de las capacidades en el paso S7 está prevista después de la

determinación de los valores de capacidad en el paso S6. Se entiende que una consulta acerca de si un valor de capacidad obtenido está dentro del intervalo de tolerancia puede producirse ya tras cada uno de los procedimientos parciales de la figura 5a o respectivamente 5b.

5 En la figura 6a está representada otra vez de modo diferente la situación de operación, que sirve de base a los procedimientos de las figuras 5a y 5b, del inversor de la instalación FV. En este dibujo esquemático, el inversor está reproducido mediante el diagrama de circuito equivalente de una fuente de tensión 10. La igualdad de fase de las fases a, b, c se manifiesta en la existencia de una sola fuente de tensión 10, a la que están conectadas en paralelo todas las fases.

10 Tras determinar los valores de capacidad de las primeras capacidades 61 del filtro de corriente de salida 6, para determinar las segundas capacidades 62 del filtro de corriente de salida 6 se lleva a cabo el procedimiento representado en la figura 5c.

15 En un primer paso S607 de este procedimiento, el control de los semiconductores 31, 32 del puente de inversor 30 es modificado de tal modo que resulta una relación de fase modificada entre las fases a, b, c. Al igual que anteriormente, se mantiene aquí una red aislada. En concreto, en una primera realización del paso S607 se mantiene la igualdad de fase para dos de las fases a, b, c, frente a lo cual la tercera de las fases opera por el contrario con un desplazamiento de fase de 180 grados con respecto a la tensión.

20 Esta situación está representada en el diagrama de circuito equivalente de la figura 6b de forma análoga al diagrama de circuito equivalente de la figura 6a. A modo de ejemplo, aquí las fases b y c operan con igualdad de fase, mediante el recurso de que están conectadas a la fuente de tensión 10. Una fuente de tensión 10' que opera con polaridad invertida respecto a la anterior aplica por el contrario a la fase a un desplazamiento de fase en la tensión de 180 grados. Una vez establecido este estado de operación, en un paso S608 siguiente a ello se lleva a cabo nuevamente la medida de las intensidades de corriente I_a , I_b , I_c .

25 En un paso S609, el procedimiento se ramifica retornando al paso S607, en el que ahora la relación de fase de las fases a, b, c entre sí es modificada de tal modo que ahora es otra fase la que opera en sentido opuesto a dos fases en igual sentido. Esta situación está reproducida en el diagrama de circuito equivalente de la figura 6c, en el que las fases a y c operan conjuntamente, es decir con igualdad de fase, controladas por la primera fuente de tensión 10, y la fase b opera con un desplazamiento de fase de 180 grados controlada por la fuente de tensión 10'. Nuevamente es recorrido el paso S608, en el que las intensidades de corriente I_a , I_b , I_c son medidas y almacenadas. Al recorrer nuevamente el paso S609 se consulta si ya han sido efectuadas todas las posibles permutaciones de las relaciones de fase. Si no es éste el caso, el procedimiento se ramifica nuevamente retornando al paso S607, para poner en práctica ya la última de las permutaciones, que está reproducida en la figura 6d en el diagrama de circuito equivalente. En esta combinación, las fases a y b operan con igual fase conectadas a la fuente de tensión 10 y la fase c opera en sentido contrario a las anteriores conectada a la fuente de tensión 10'. Nuevamente, en el paso S608 son medidas las intensidades de corriente I_a , I_b , I_c y tras ello continúa el procedimiento en el paso S610.

35 Debido al desplazamiento de fase de respectivamente una de las fases respecto a las otras dos fases, para las situaciones de operación representadas en las figuras 6b hasta 6d ya no es válida la suposición realizada para las figuras 5a y 5b, de que a través de las segundas capacidades 62 no fluyen corrientes. Antes bien, se produce aquí una intensidad de corriente de desplazamiento por redistribución de carga entre las primeras capacidades 61 y las segundas capacidades 62 en diferentes combinaciones. Las intensidades de corriente que se producen pueden ser puestas en relación con los valores de capacidad. Resulta un sistema de ecuaciones, que puede ser resuelto para obtener los valores de capacidad de las capacidades 62, cuando tanto las primeras capacidades 61 como las intensidades de corriente I_a , I_b , I_c son conocidas en las distintas situaciones de operación. La solución del sistema de ecuaciones en el paso S610 lleva entonces a determinar las segundas capacidades 62.

45 Si en el procedimiento representado en los pasos S607 y 608 son puestas en práctica y medidas todas las tres permutaciones posibles, el sistema de ecuaciones para las tres segundas capacidades 62 está sobredeterminado. La sobredeterminación hace posible una estimación de la calidad y con ello de la fiabilidad del resultado de medida. En principio, en los pasos S607 y S608 sería suficiente la medida de dos permutaciones, para poder determinar los valores de capacidad de las capacidades 62.

50 En la evaluación en el paso S610 quedan sin considerar las inductancias 63, ya que al realizar las medidas a la frecuencia de red están dimensionadas habitualmente de tal modo que no tienen ninguna influencia o solo tienen una influencia despreciable sobre los valores de medida. Fundamentalmente es sin embargo posible realizar las medidas realizadas en el paso S6 de la figura 3 adicionalmente a una frecuencia más elevada, para la que la influencia de las inductancias 63 ya no puede despreciarse. Una comparación de los resultados de las medidas a una frecuencia más alta con los resultados de las medidas a la frecuencia de red hace posible entonces
55 adicionalmente la determinación de las magnitudes de las inductancias 63. Se hace notar además que en el filtro de corriente de salida 6 pueden estar previstas inductancias adicionales, por ejemplo entre la salida del puente de inversor y la conexión de las primeras inductancias 61. También estas inductancias son en primer término

desestimables, pero pueden ser determinadas sin embargo en caso de que se realice el procedimiento representado en la figura 5b para determinar los valores de capacidad de las primeras capacidades 61 a diferentes frecuencias.

5 En una estructuración alternativa del procedimiento puede estar previsto realizar repetidamente las medidas del paso S6 conforme a la figura 3, en particular cuando los valores de capacidad determinados están situados fuera de un intervalo esperado. Esto es ventajoso para la determinación de los valores de capacidad de las capacidades de circuito intermedio 21, 22 conforme a la figura 5a. Para poner a disposición las capacidades de circuito intermedio 21, 22 se emplean a menudo condensadores de electrolito, ya que éstos son relativamente baratos y con relación a su volumen y a su peso ponen a disposición una gran capacidad. A temperaturas muy bajas por debajo del punto de congelación, los condensadores de electrolito pueden perder drásticamente capacidad debido a un cambio de estado de agregación del electrolito ("congelación" del electrolito). Una operación de la instalación FV en un estado de este tipo no sólo es difícilmente posible, ya que la curva característica de regulación del inversor no está ajustada a valores de capacidad tan pequeños, sino que además es peligrosa, ya que la fuerte sollicitación por corriente de impulsos podría dañar los condensadores de electrolito en el estado congelado.

15 El constante desplazamiento de carga que se produce durante el procedimiento de medida de la figura 5a entre las capacidades de circuito intermedio 21, 22 y las capacidades 61 del filtro de corriente de salida 6 deja sin embargo potencia perdida en forma de calor en los condensadores de circuito intermedio 21, 22. Si este estado de operación del inversor 9 es mantenido durante un tiempo largo, los condensadores de circuito intermedio 21, 22 pueden calentarse por ello de forma lenta y controlada y alcanzan así nuevamente su valor de capacidad original. Si el procedimiento mostrado en la figura 5a es realizado por ello varias veces y en particular cuasi continuamente, puede observarse una modificación de la capacidad medida de las capacidades 21, 22 en el paso S603.

Esto está representado en la figura 7 en dos figuras parciales a, b para dos situaciones diferentes. En los diagramas está representada respectivamente una curva de evolución temporal 72 o respectivamente 73 de un valor de capacidad C con el paso del tiempo t. Sobre el eje vertical está representado el valor de capacidad C medido de una de las capacidades de circuito intermedio 21, 22, y sobre el eje horizontal el tiempo t.

25 En el instante $t = 0$, en el que ha sido realizada la primera medida conforme a la figura 5a, la capacidad C del condensador de circuito intermedio 21, 22 está claramente por debajo de una capacidad mínima C_{min} necesaria para la operación de la instalación FV. La capacidad C medida aumenta continuamente con el paso del tiempo t, supera el valor mínimo C_{min} necesario y se aproxima asintóticamente al valor de capacidad nominal C_{nom} . Si al llevar a cabo continuamente la determinación de capacidad conforme a la figura 5a se observa un comportamiento de este tipo, puede deducirse una capacidad de circuito intermedio 21, 22 "congelada", en que durante el procedimiento de medida la temperatura de los correspondientes condensadores en el circuito intermedio 2 es elevada hasta el punto en que a continuación puede producirse una operación con vertido a red de la instalación FV.

35 En el ejemplo de realización representado en la figura 7b, en la primera ejecución del procedimiento de medida, en el instante $t=0$ es medida una capacidad C comparativamente pequeña para las capacidades de circuito intermedio 21 o respectivamente 22. También tras un tiempo de ejecución más largo del procedimiento de medida, esta capacidad C no varía esencialmente y se mantiene por debajo de la capacidad mínima C_{min} necesaria para la operación de la instalación FV. Una vez pasado un periodo de tiempo prefijado, que fija un tiempo de medida máximo, puede deducirse en el caso b que la baja capacidad observada para las capacidades de circuito intermedio 21, 22 es atribuible a un defecto de uno o varios de los condensadores empleados y no a una congelación. 40 Correspondientemente, conforme al paso S8 de la figura 3 se emitiría un aviso de defecto y se interrumpiría el proceso de puesta en marcha del inversor 9.

Lista de símbolos de referencia

	1	Generador FV
45	2	Circuito intermedio
	3	Puente de inversor
	4	Amperímetros
	5	Disposición de control
	6	Filtro de corriente de salida
50	7	Órgano de conmutación CA
	8	Red de suministro de energía

	9	Inversor
	10, 10'	Fuente de tensión
	21, 22	Capacidad de circuito intermedio
	31, 32	Conmutador de semiconductores
5	51	Unidad de evaluación
	61	Primera capacidad
	62	Segunda capacidad
	63	Inductancia
	64	Punto de estrella
10	71, 72, 73	Curva de evolución de capacidad
	Ia, Ib, Ic	Intensidad de corriente
	La, Lb, Lc	Conductor de fase
	N	Conductor neutro
	NP	Punto neutro (potencial de referencia)
15	C	Valor de capacidad
	Cnom	Capacidad nominal
	Cmin	Capacidad mínima
	S1-S11	Paso de procedimiento
	S601-S603	Paso de procedimiento
20	S604-S606	Paso de procedimiento
	S607-S610	Paso de procedimiento

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para determinar valores de capacidad de capacidades (21, 22, 61, 62) de una instalación fotovoltaica, que incluye un inversor polifásico (9), el cual incluye un filtro de corriente de salida (6) por el lado de corriente alterna y está unido a través de un órgano de conmutación (7) a una red polifásica de suministro de energía (8), y está asociado por el lado de corriente continua al menos a una capacidad de circuito intermedio (21, 22), con los siguientes pasos:
 - separación de la instalación fotovoltaica respecto a la red de suministro de energía (8) mediante apertura del órgano de conmutación (7);
 - operación del inversor (9) para establecer una red aislada, en que se aplica una tensión alterna de igual fase a por lo menos dos salidas de un puente de inversor (3) del inversor (9) y se genera un flujo de corriente entre la al menos una capacidad de circuito intermedio (21, 22) y el filtro de corriente de salida (6);
 - medida de intensidades de corriente (Ia, Ib, Ic) que fluyen por las salidas del puente de inversor (3) y de al menos una de las tensiones aplicadas a la capacidad de circuito intermedio (21, 22) y/o a una capacidad (61, 62) del filtro de corriente de salida (6), y
 - determinación de un valor de capacidad de la capacidad de circuito intermedio (21, 22) y/o de una de las capacidades (61, 62) del filtro de corriente de salida (6) con ayuda de la respectiva tensión obtenida y de las intensidades de corriente (Ia, Ib, Ic) medidas.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la tensión es medida a través de por lo menos una de las capacidades de circuito intermedio (21, 22) de la instalación fotovoltaica, en que a partir de la magnitud de una ondulación de la tensión y a partir de las intensidades de corriente (Ia, Ib, Ic) medidas es determinado el valor de capacidad de la al menos una capacidad de circuito intermedio (21, 22).
3. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la tensión es obtenida a través de al menos una primera capacidad (61) del filtro de corriente de salida (6), en que a partir de la tensión obtenida y de las intensidades de corriente (Ia, Ib, Ic) medidas es determinado el valor de capacidad de la al menos una primera capacidad (61).
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, en el se aplica tensión alterna de igual fase a todas las salidas del puente de inversor (3) del inversor (9).
5. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la tensión es obtenida a través de al menos una segunda capacidad (62) del filtro de corriente de salida (6), en que el valor de capacidad de la al menos una segunda capacidad (62) es determinado con ayuda de al menos dos medidas de tensiones e intensidades de corriente (Ia, Ib, Ic), en que las al menos dos medidas se producen para relaciones de fase diferentes de las tensiones alternas en las salidas del puente de inversor (3).
6. Procedimiento según la reivindicación 5, realizado para un inversor trifásico (9), en que en cada una de las al menos dos medidas se aplica una tensión alterna de igual fase a respectivamente dos salidas del puente de inversor (3) y una tensión alterna desviada de la anterior en su posición de fase a una tercera salida del puente de inversor (3).
7. Procedimiento según la reivindicación 6, en el que la tensión alterna aplicada a la tercera salida tiene una posición de fase de 180 grados respecto a la tensión alterna aplicada a las otras dos salidas del puente de inversor (3).
8. Procedimiento según la reivindicación 5 ó 6, en el que se realizan tres medidas, en que en cada una de las medidas se aplica la tensión alterna desviada en su posición de fase a una salida distinta del puente de inversor (3).
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 8, en el que un valor de capacidad (C) obtenido es comparado con un valor de capacidad mínimo (Cmin) prefijado, siendo señalado un valor de capacidad (C) situado por debajo del valor de capacidad mínimo (Cmin).
10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 9, en el que es almacenado un valor de capacidad (C) obtenido y es comparado con valores de capacidad previamente almacenados.
11. Procedimiento según la reivindicación 10, en el que a partir del valor de capacidad (C) obtenido y de al menos un valor de capacidad almacenado es determinada una tasa de variación del valor de capacidad, en que con ayuda de la tasa de variación es estimada una vida útil del condensador que pone a disposición la capacidad.
12. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 11, que es realizado varias veces durante un proceso de

puesta en marcha del inversor (9).

13. Procedimiento según la reivindicación 12, en que en caso de variación de la capacidad de circuito intermedio (21, 22) obtenida, el procedimiento es realizado para el calentamiento de condensadores en el circuito intermedio (2).

5 14. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 13, que es realizado a diferentes frecuencias de la tensión alterna en las salidas del puente de inversor (3), para determinar un valor de inductancia al menos de una inductancia (63) del filtro de corriente de salida (6).

10 15. Inversor polifásico (9) para la unión a una red de suministro de energía (8), que tiene una disposición de control (5) con una unidad de evaluación (51), **caracterizado porque** la disposición de control (5) está configurada en unión con la unidad de evaluación (51) para realizar un procedimiento conforme a una de las reivindicaciones precedentes.

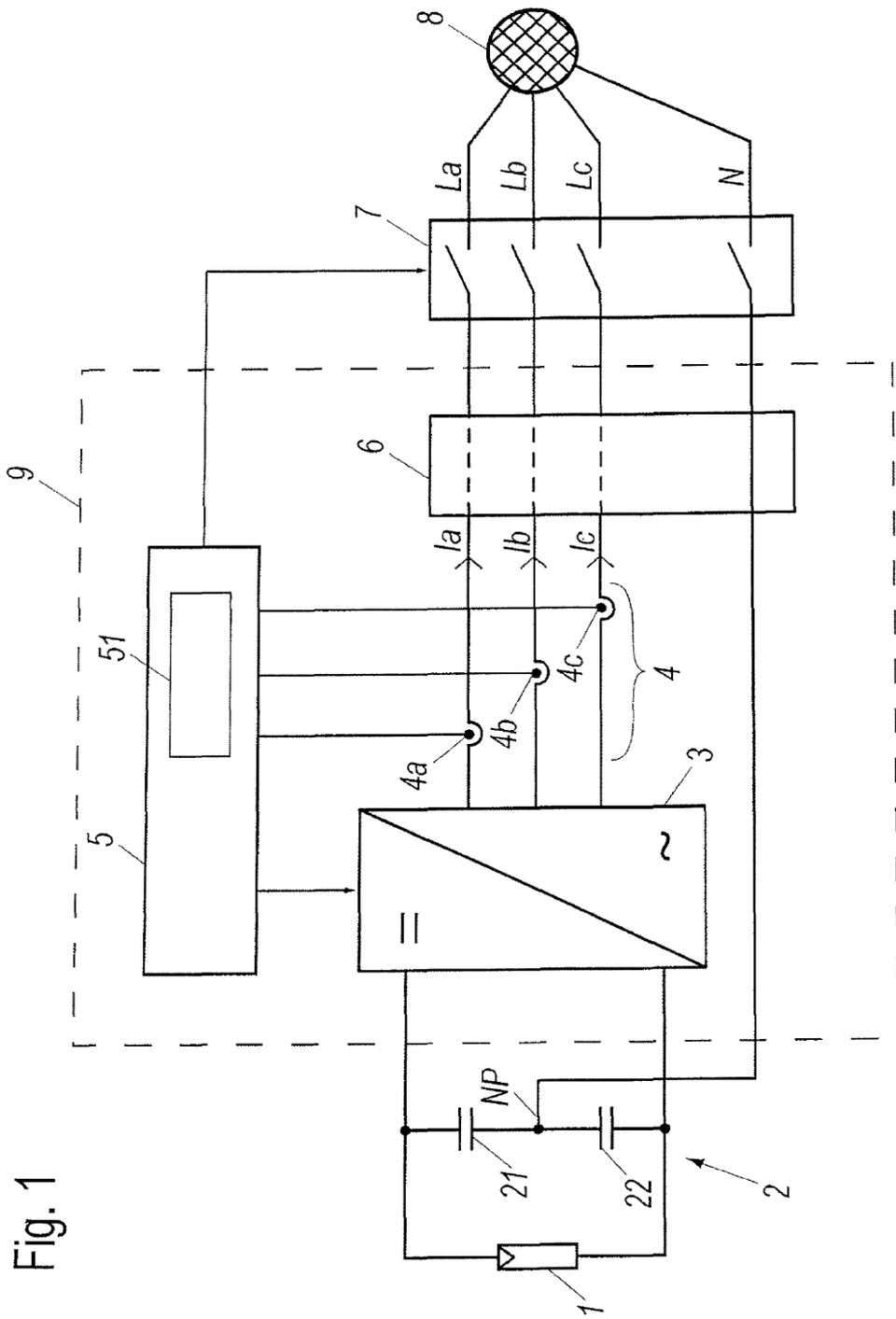


Fig. 1

Fig. 2a

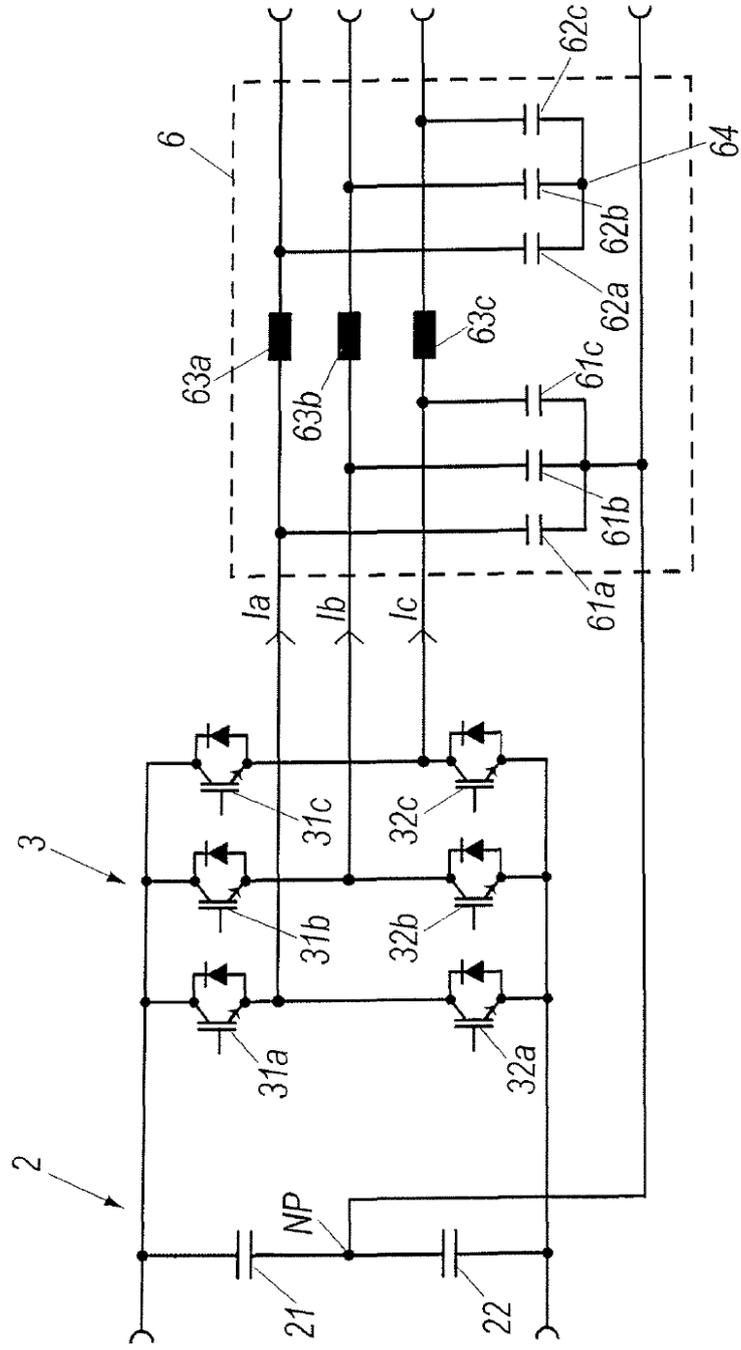


Fig. 2b

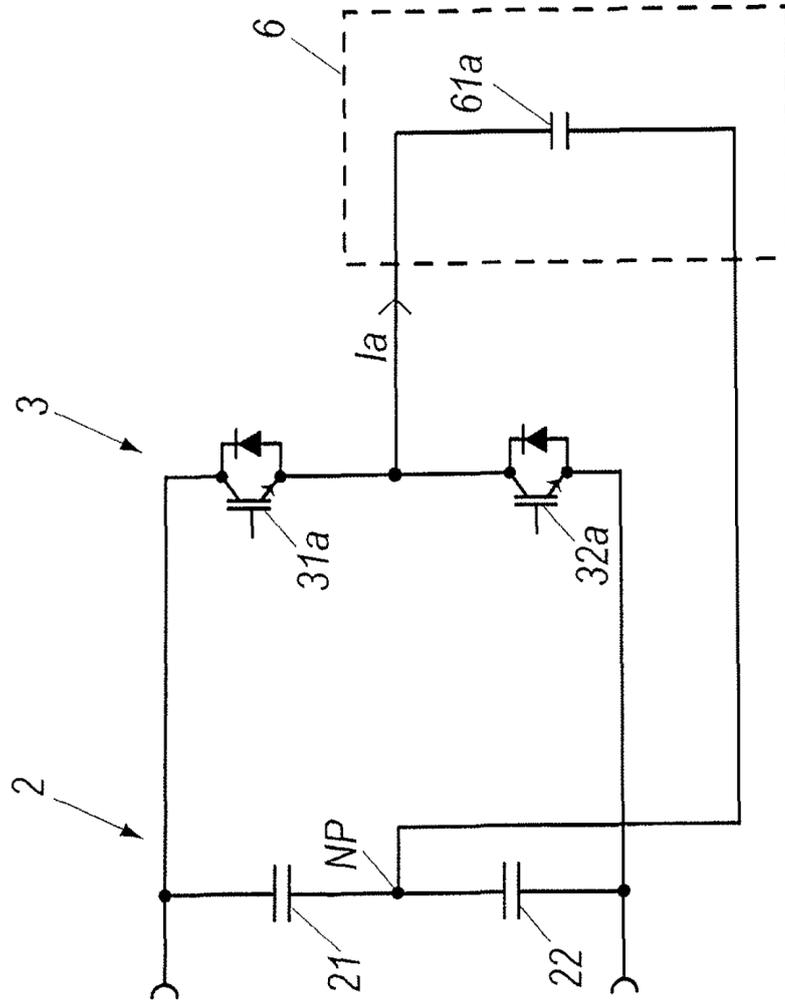


Fig. 3

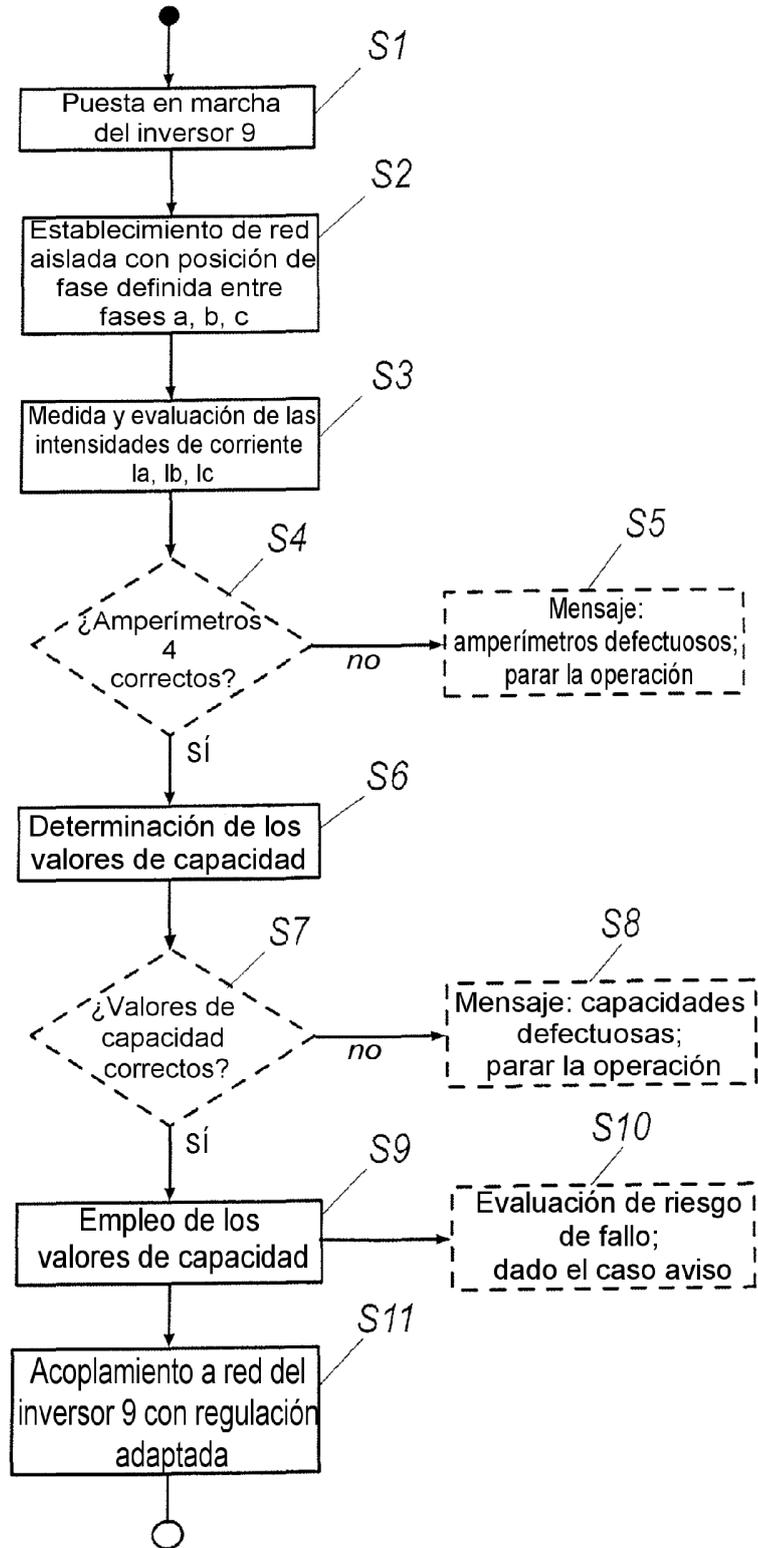


Fig. 4

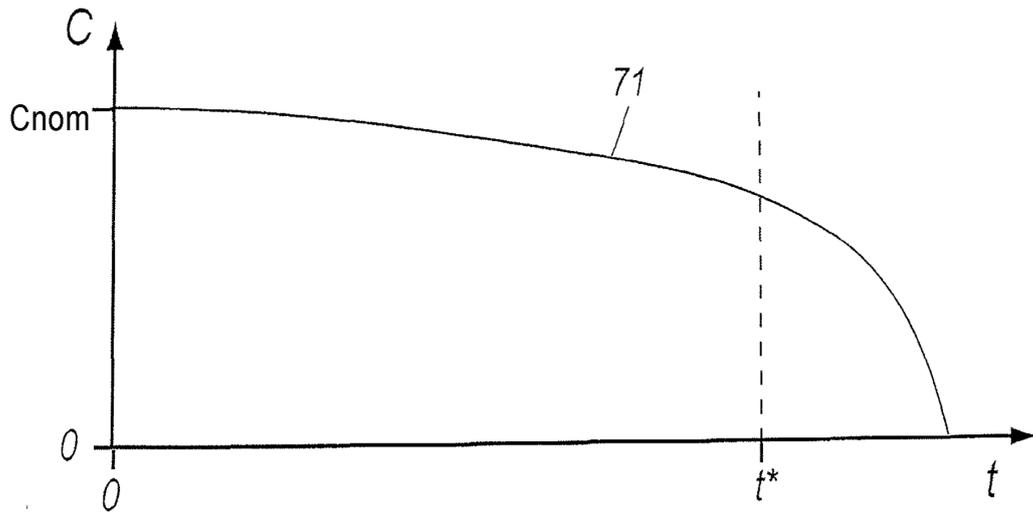


Fig. 5a

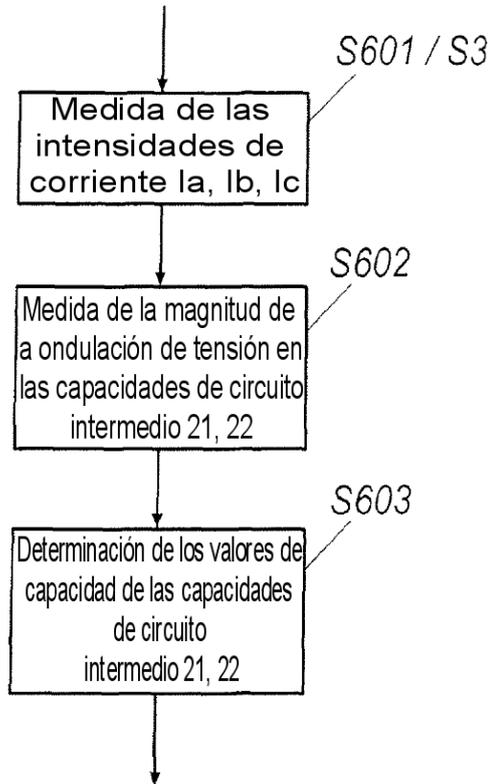


Fig. 5b

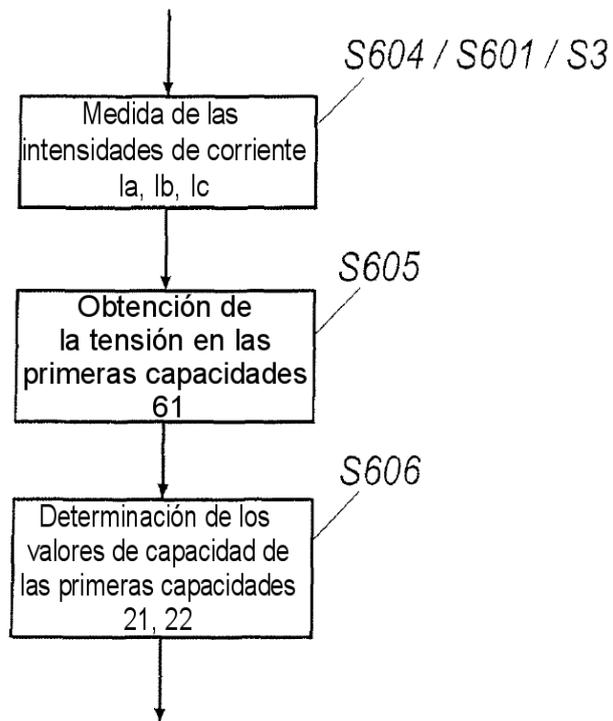


Fig. 5c

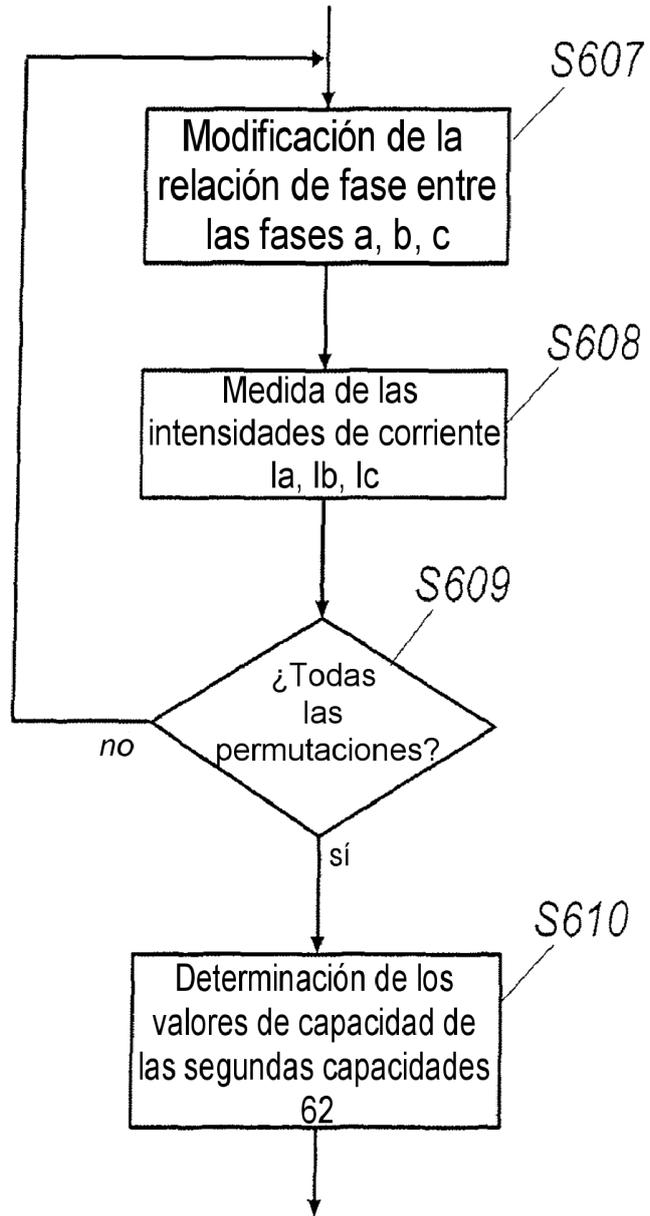


Fig. 6a

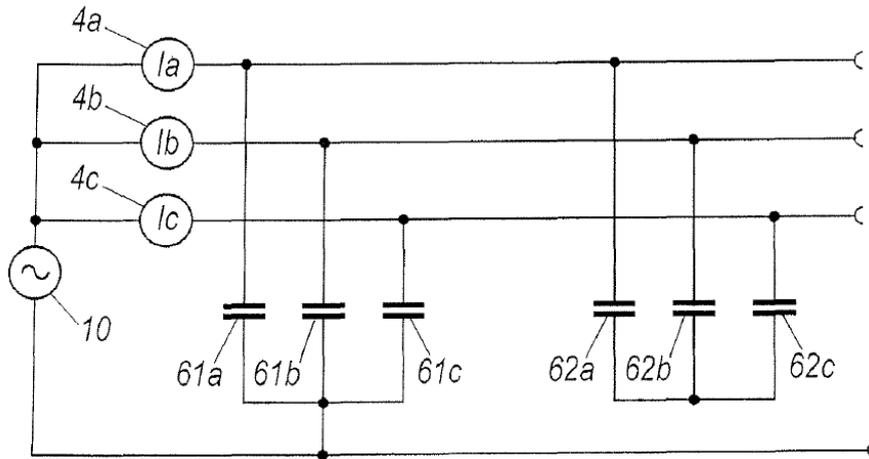


Fig. 6b

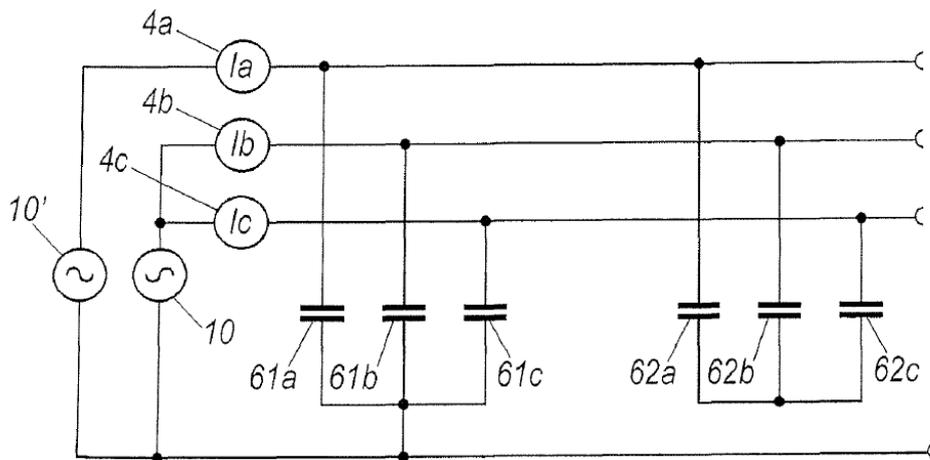


Fig. 6c

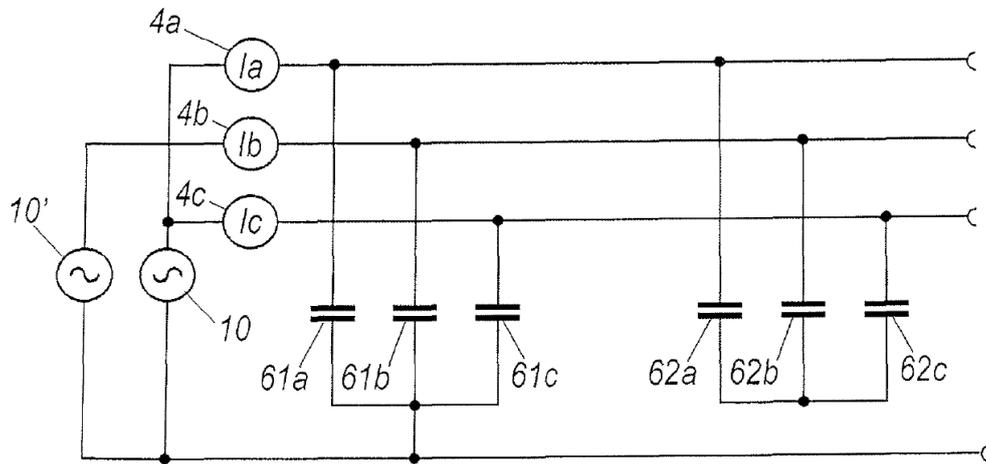


Fig. 6d

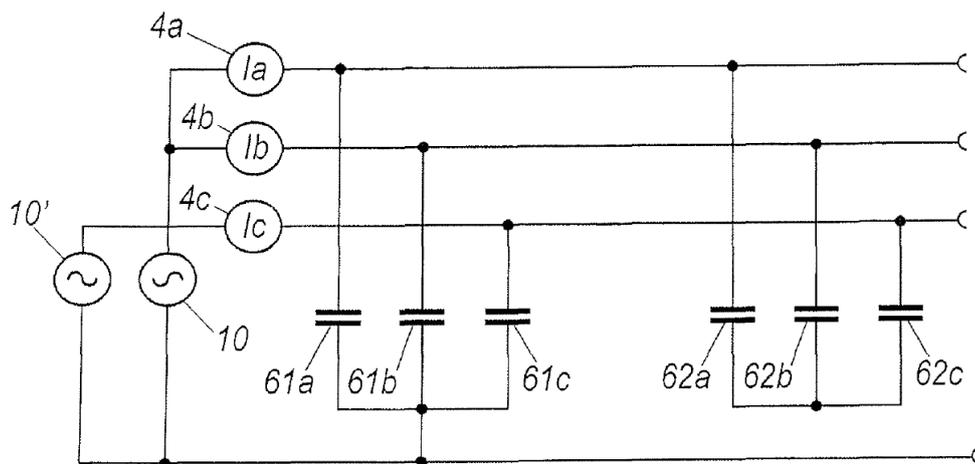


Fig. 7a

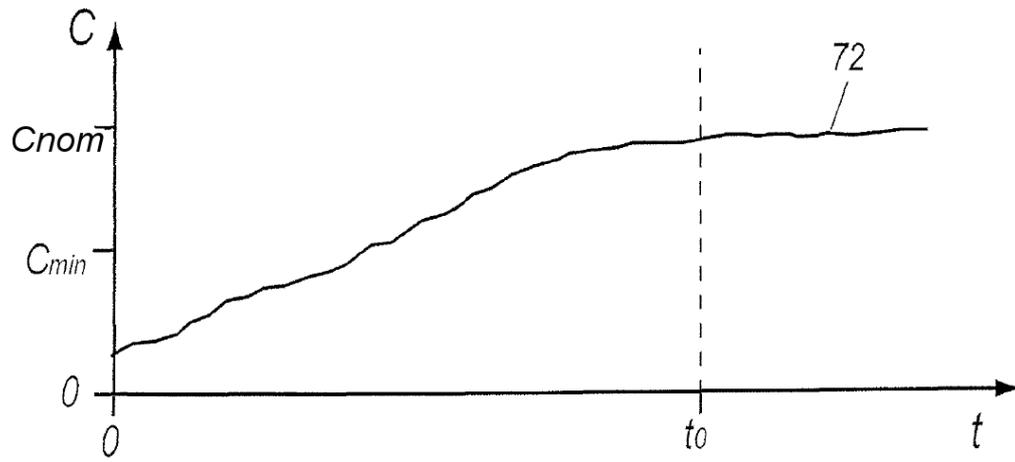


Fig. 7b

