

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 538 202**

51 Int. Cl.:

H02J 3/18 (2006.01)

H02J 3/26 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.08.2010 E 10743140 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.05.2015 EP 2476176**

54 Título: **Procedimiento para la regulación de convertidores de corriente y disposición para la realización del procedimiento**

30 Prioridad:

08.09.2009 DE 102009040745

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

18.06.2015

73 Titular/es:

**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
Wittelsbacherplatz 2
80333 München , DE**

72 Inventor/es:

**DOMMASCHK, MIKE;
DORN, JÖRG;
EULER, INGO;
KARLECİK-MAIER, FRANZ;
LANG, JÖRG y
WÜRFLINGER, KLAUS**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 538 202 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 para la regulación de convertidores de corriente y disposición para la realización del procedimiento

La invención se refiere a un procedimiento para la regulación de convertidores de corriente para la regulación de la tensión inversa en una red de transmisión de energía eléctrica de varias fases, en el que a través de una línea de conexión de varias fases conectada con la red de transmisión de energía se detectan corrientes de fases en la línea de conexión y se transforman por medio de transformación en componentes de corriente de sistema de secuencia de fase, y a partir de ello se forman componente de tensión de sistema inverso.

La invención se refiere, además, a una disposición para la realización del procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores con una instalación de detección de la corriente para las corrientes de fases sobre la línea de conexión y con una instalación de transformación dispuesta a continuación para la transformación de las corrientes de fases en componentes de la corriente de sistema de secuencia de fase, con una instalación para la detección de la corriente para las tensiones en las fases de la línea de conexión y con otra instalación de transformación conectada a continuación con un módulo de transformación para la transformación de las tensiones en componentes de la tensión de sistema inverso.

Un procedimiento de este tipo y un dispositivo de este tipo se conocen ya a partir del documento US 6 052 297 A. Allí se describe un convertidor, así como un procedimiento para su control. En este caso se detectan corrientes de fases, que han sido transferidas con la ayuda de un procedimiento de transformación a una representación de sistema de secuencia de fase. Además, se miden varias fases en las tensiones alternas y los valores de la tensión obtenidos en este caso son reproducidos con la ayuda de un procedimiento de transformación en un sistema inverso.

A partir de Ikeda Y y col. "A UPFC based Voltage Compensator with Current and Voltage Balancing Function", Applied Power Electronics Conference and Exposition, 2005, APBC 2005, 20th Annual IEEE Austin, TX, USA, 6 -10 de Marzo de 2005, Vol. 3, páginas 1838 – 1844 se describe de la misma manera un procedimiento de regulación aquí relevante.

La invención se ha planteado el cometido de configurar un procedimiento de este tipo, de tal manera que se puede parametrizar fácilmente en cada punto de funcionamiento.

Para la solución del cometido sirve un procedimiento para la regulación de convertidores de corriente regulación de la tensión inversa en una red de transmisión de energía eléctrica de varias fases, en el que a través de una línea de conexión de varias fases conectada con la red de transmisión de energía se detectan corrientes de fases en la línea de conexión y se transforman por medio de transformación en componentes de corriente de sistema de secuencia de fase; además, se forman tensiones en las fases de la línea de conexión y a partir de ello se forman componentes de tensión de sistema inverso por medio de transformación, los componentes de tensión de sistema inverso son alimentados a un regulador de la tensión, en el que se forman componentes de corriente de sistema inverso que sirven para la reducción del sistema inverso, y los componentes de corriente de sistema inverso son alimentados a una entrada de valores reales de un regulador de corriente, cuyas magnitudes de salida sirven después de la transformación como corrientes de conmutación para unidades de conmutación de los convertidores de corriente.

Una ventaja esencial del procedimiento de acuerdo con la invención consiste en que en él se compensa la tensión de sistema inverso por medio de una regulación de la corriente de sistema inverso. En este caso, se asegura que la corriente de sistema inverso y la tensión de sistema inverso emitan una potencia reactiva de sistema inverso pura para el apoyo de la tensión en la red, de manera que ni la corriente de sistema inverso ni la tensión de sistema inverso contienen un componente cero. Los componentes de la corriente de sistema inverso son regulados en este caso por medio del regulador de la corriente en un circuito de regulación interno. Por lo tanto, se forma una regulación en cascada con el regulador de la tensión y el regulador de la corriente, que se pueden parametrizar fácilmente en cada punto de funcionamiento y no se requieren limitaciones dinámicas y compensaciones. La regulación de la tensión de sistema inverso está desacoplada en este caso de los valores teóricos de la corriente, de la tensión, de la potencia reactiva y de la potencia efectiva.

En el procedimiento de acuerdo con la invención, de acuerdo con un desarrollo de la invención, de manera ventajosa se incorpora una regulación de la tensión de potencia reactiva, en el que a partir de las tensiones en las fases de la línea de conexión se forman componentes de la tensión de sistema de secuencia de fase por medio de transformación, los componentes de la tensión de sistema de secuencia de fase son alimentados a un regulador de la tensión de potencia reactiva, cuya corriente de salida es alimentada a una entrada de un sumador, y los componentes de corriente de sistema inverso son alimentados en la salida del regulador de la tensión a otra entrada del sumador, cuya salida está conectada con la entrada de valores teóricos del regulador de corriente. De la manera, se puede limitar la potencia reactiva del sistema inverso.

Además, se considera ventajoso que el procedimiento de acuerdo con la invención se complete porque los componentes de la tensión de sistema de secuencia de fase son alimentados a un regulador de la tensión de

potencia efectiva, cuya corriente de salida es alimentada a una entrada adicional del sumador.

5 A diferencia de las configuraciones complementarias descritas anteriormente del procedimiento de acuerdo con la invención, también puede ser ventajoso que a partir de las tensiones en las fases de la línea de conexión se forman componentes de la tensión de sistema de secuencia de fase por medio de transformación, los componentes de la tensión de sistema de secuencia de fase son alimentados a un regulador de tensión de potencia efectiva, cuya corriente de salida es alimentada a una entrada adicional de un sumador, y los componentes de la corriente de sistema inverso en la salida del regulador de tensión son alimentados a otra entrada del sumador, cuya salida está conectada con la entrada de valores teóricos del regulador de corriente. De esta manera se puede incorporar, para la simplificación de todo el procedimiento, prescindiendo de una regulación de la tensión de potencia reactiva, solamente una regulación de la potencia efectiva en el procedimiento de acuerdo con la invención.

10 En el procedimiento de acuerdo con la invención, los componentes de la tensión de sistema inverso y los componentes de la tensión de sistema de secuencia de fase se pueden formar de manera diferente; no obstante, se considera ventajoso que estos componentes se formen por medio de transformación de Clark con filtrado siguiente y transformación de Park. Como regulador de la tensión se pueden utilizar en el procedimiento de acuerdo con la invención reguladores diferentes de la tensión; no obstante, se considera ventajoso, cuando se utiliza un regulador de la tensión, respectivamente, con un regulador-PI para los componentes de la tensión de sistema inverso, someter las corrientes de salida de los dos reguladores-PI a una torsión de vector para la consecución de una posición de las fases de -90° con respecto a los componentes de la tensión de sistema inverso y limitarlas de manera libremente opcional.

15 La invención tiene, además, el cometido de indicar una disposición para la realización del procedimiento de acuerdo con la invención descrito anteriormente, que se puede parametrizar de manera comparativamente sencilla.

20 Para la realización de este procedimiento, una disposición de acuerdo con la invención presenta una instalación de detección de la corriente para las corrientes de fases sobre la línea de conexión con una instalación de transformación dispuesta a continuación para la transformación de las corrientes de fases en componentes de corriente de sistema de secuencia de fase, así como una instalación de detección de la tensión para las tensiones en las fases de la línea de conexión y con otra instalación de transformación conectada a continuación con un componente de transformación para la transformación de las tensiones en componentes de la tensión de sistema inverso; un regulador de la tensión está dispuesto a continuación del módulo de transformación, en el que se forman componentes de la corriente de sistema inverso que sirven para la reducción del sistema inverso, y un regulador de la corriente está dispuesto a continuación del regulador de la tensión con una entrada de valores teóricos que recibe los componentes de la corriente de sistema inverso y con una entrada de valores reales que detecta los componentes de la corriente de sistema de secuencia de fase, en el que el regulador de la corriente está conectado en el lado de salida a través de una instalación de retro-transformación con entradas de conmutación de unidades de conmutación de los convertidores de corriente.

25 Esta disposición se caracteriza por las ventajas que ya han sido indicadas en particular en conexión con el procedimiento de acuerdo con la invención.

30 En la disposición de acuerdo con la invención, de manera ventajosa, la otra instalación de transformación presenta otro módulo de transformación, que a partir de las tensiones en las fases de la línea de conexión forma por medio de transformación componentes de la tensión de sistema de secuencia de fase en su salida; a continuación del otro módulo de transformación está dispuesto un regulador de la tensión de potencia reactiva, cuya salida está conectada con una entrada de un sumador conectado a continuación, y la salida del regulador de la tensión está conectada en otra entrada del sumador, cuya salida está conectada con la entrada de valores teóricos del regulador de la corriente. Con una disposición de este tipo se puede incorporar al mismo tiempo adicionalmente una regulación de la tensión de la potencia reactiva.

35 Si debe realizarse también una regulación de la potencia reactiva, entonces de manera más ventajosa en el otro módulo de transformación está conectado un regulador de la tensión de potencia reactiva, cuya salida está conectada con una entrada adicional del sumador.

40 La disposición de acuerdo con la invención trabaja de manera fiable también cuando, prescindiendo de una regulación de la tensión de potencia reactiva, se selecciona una forma de realización, en la que la otra instalación de transformación (presenta otro módulo de transformación, que a partir de las tensiones en las fases de la línea de conexión forma por medio de transformación unos componentes de la tensión de sistema de secuencia de fase en su salida, a continuación del otro módulo de transformación está dispuesto un regulador de la tensión de potencia reactiva, cuya salida está conectada con una entrada de un sumador conectado a continuación, y la salida del regulador de la tensión está conectada en otra entrada del sumador, cuya salida está conectada con la entrada de valores teóricos del regulador de la corriente.

45 Los módulos de transformación de la otra instalación de transformación pueden estar configurados de forma diferente; de manera más ventajosa, uno de los componentes de transformación contiene un filtro para la formación

de los componentes de la tensión de sistema inverso y un transformador-Park dispuesto a continuación de éste y el otro módulo de transformación contiene otro filtro para la formación de los componentes de la tensión de sistema de secuencia de fase y otro transformador-Park dispuesto a continuación de éste.

5 La otra instalación de transformación presenta de manera más ventajosa en el lado de entrada un transformador-Clark.

Con respecto a la regulación de la tensión de la disposición de acuerdo con la invención, se considera como ventajosa una forma de realización, en la que el regulador de la tensión presenta, respectivamente, un regulador-PI para los componentes de la tensión de sistema inverso y a continuación de los dos reguladores-PI están conectadas una disposición para la torsión de vector con la consecución de una posición de fases -90° con respecto a los componentes de la tensión de sistema inverso y una disposición de limitador. La ventaja de esta forma de realización del regulador de la tensión consiste en que se puede configurar relativamente sencillo y, por lo tanto, económico.

Para la explicación adicional de la invención:

15 La figura 1 muestra un ejemplo de realización de una disposición para la realización del procedimiento de acuerdo con la invención en la configuración de un compensador estático de la potencia reactiva, en forma de un diagrama de bloques, y

La figura 2 muestra un ejemplo de realización del regulador de la tensión mostrado en la disposición de acuerdo con la figura 1.

20 Como se muestra en la figura 1, en una línea de la tensión alterna de alta tensión 1, que presenta varias fases, como red de transmisión de energía eléctrica, a través de una línea de conexión de varias fases 2 está conectado un compensador de la potencia reactiva 3, en paralelo con el cual está conectado un filtro 4 de manera habitual. En la línea de conexión 2 se encuentra en el ejemplo de realización representado un transformador de triángulo y estrella 5.

25 En la línea de conexión 2 se encuentra, además, una instalación de detección de la corriente 6, que está constituida de manera habitual por convertidores de corriente y, por lo tanto, aquí no se representa en detalle para mayor claridad. Desde la instalación de detección de la corriente 6 se emiten corrientes secundarias is_1 , is_2 e is_3 para cada fase de la línea de conexión 2 y de una instalación de transformación 7, que transforma las corrientes detectadas is_1 , is_2 e is_3 en componentes de la corriente de sistema de secuencia de fase imp_1 e imq_1 de manera conocida en sí. Los componentes de la corriente de sistema de secuencia de fase imp_1 e imq_1 son alimentados como valores reales a una entrada de valores reales 8 de un regulador de la corriente 9 que se describe en detalle más adelante.

30 Por medio de una instalación de detección de la tensión no mostrada en particular para mayor claridad se detectan tensiones u_1 , u_2 y u_3 en la línea de tensión alterna de alta tensión 1 y se alimentan a un convertidor de triángulo y estrella 11, que está configurado de manera conocida y, por lo tanto, no es necesario describirlo aquí en particular.

35 A continuación del convertidor de triángulo y estrella 11 está dispuesta otra instalación de transformación 12, que contiene en el lado de entrada un transformador-Clark 13, por medio del cual se realiza una transformación-Clark conocida en sí, de manera que en la salida del transformador-Clark aparecen unos componente de la tensión α y β . En el lado de salida, en el transformador-Clark 13 está conectado un módulo de transformación 14, que contiene un filtro de sistema inverso 15 y un transformador-Park dispuesto a continuación de éste. Por medio de este transformador-Park 16 se realiza una transformación-Park conocida en sí, de manera que en la salida del módulo de transformación 14 aparecen componentes de la tensión de sistema inverso p_2 y q_2 .

40 En el módulo de transformación 14 está conectado un regulador de la tensión 17, con el que se realiza una regulación de la tensión de sistema inverso. Aquí se realiza una regulación con un valor teórico "Cero", de manera que en la salida del regulador de la tensión aparecen componentes de la corriente de sistema inverso ip_2 e iq_2 , que son convertidos en un transformador 18 conectado a continuación en componentes de la corriente de sistema in vero ip_1 e iq_1 .

45 La otra instalación de transformación 12 contiene, además, otro módulo de transformación 19, que está conectado de la misma manera en el transformador-Clark 13 y presenta en el lado de entrada un filtro de sistema de secuencia de fase 20. A continuación de éste está dispuesto otro transformador-Park 21, que realiza una transformación-Park, de manera que en su salida aparecen componentes de la tensión de sistema de secuencia de fase p_1 y q_1 . El componente q_1 es alimentado a un regulador de la tensión de potencia reactiva 22 dispuesto a continuación, que trabaja con un valor teórico de la tensión predeterminado y genera en su salida un componente de la corriente de sistema de secuencia de fase iq_1 .

Otro transformador de Clark 21 está conectado, además, con un regulador de la potencia efectiva 23 y se impulsa con el componente de la tensión de sistema de secuencia de fase p_1 . También este regulador tiene un valor teórico

regulado y genera en su salida un componente de la corriente de sistema de secuencia de fase i_{p1} .

5 Las salidas del regulador de la tensión 17 o bien del transformador 18 dispuesto a continuación están conducidas a una entrada 24 de un sumador 25, que se encuentra con otra entrada 26 en la salida del regulador de potencia reactiva 22. Una entrada adicional 27 del sumador 25 está conectada con la salida del regulador de la potencia efectiva 23.

10 La salida del sumador 25 se encuentra en una entrada de valores teóricos 28 del regulador de la corriente 9, que genera en su salida componentes de la corriente de sistema de secuencia de fase correspondientes. Éstos son alimentados a un módulo 29 para la retro-transformación, en el que se forman corrientes de conmutación i_1 , i_2 e i_3 para unidades de conmutación no representadas del compensador de potencia reactiva 3, que son alimentadas a través de una línea 30 al compensador de potencia reactiva 3.

Para completar hay que indicar todavía que en la instalación de detección de la tensión 10 está conectado todavía un circuito PLL (Phase-Locked-Loop) 31, que sirve de manera no representada para la sincronización de los componentes individuales de la disposición representada.

15 En la figura 2 se muestra un ejemplo de realización para el regulador de la tensión 17 según la figura 1. El regulador de la tensión contiene en el lado de entrada, respectivamente, un regulador-PI 40 y 41, que están impulsados en sus entradas con los componentes de la tensión de sistema inverso p_2 y q_2 , es decir, con las magnitudes de salida del transformador-Pack 16 según la figura 1. Las magnitudes de salida de los dos reguladores-PI 40 y 41 son alimentadas a una disposición 42, en la que se realiza una torsión, de tal manera que la posición de las fases del vector está 90° con respecto a los componentes de la tensión de sistema inverso. A continuación de la disposición para la rotación de vector 42 está dispuesta una disposición de limitador 43, en la que se regula vectorialmente una limitación que corresponde a las propiedades de la red con la línea de la tensión alterna de alta tensión 1. El resultado son corrientes de sistema inverso i_{p2} e i_{q2} , que son alimentadas a través del transformador 18 junto con los componentes de la corriente de sistema inverso i_{p1} e i_{q1} y con los componentes de la corriente de sistema de secuencia de fase i_{mp1} e i_{mq1} al regulador de la corriente 9. En el módulo 29 para la retro-transformación se convierten las magnitudes de salida del regulador de la corriente 9 en las corrientes de conmutación i_1 , i_2 e i_3 ya mencionadas, de manera que en general, se crea con el regulador de la tensión 17 – y, dado el caso, con el regulador de la tensión de la potencia reactiva 22 y el regulador de la potencia reactiva 23 – junto con el regulador de la corriente 9 una regulación en cascada, que se puede parametrizar especialmente bien.

REIVINDICACIONES

1.- Procedimiento para la regulación de convertidores de corriente para la regulación de la tensión inversa en una red de transmisión de energía eléctrica de varias fases (1), en el que a través de una línea de conexión de varias fases (2) conectada con la red de transmisión de energía (12)

5 • se detectan corrientes de fases en la línea de conexión (2) y se transforman por medio de transformación en componentes de corriente de sistema de secuencia de fase,

• se forman tensiones en las fases de la línea de conexión (2) y a partir de ello se forman componentes de tensión de sistema inverso por medio de transformación,

caracterizado porque

10 • los componentes de tensión de sistema inverso son alimentados a un regulador de la tensión (17), en el que se forman componentes de corriente de sistema inverso que sirven para la reducción del sistema inverso, y

• los componentes de corriente de sistema inverso son alimentados a una entrada de valores teóricos (28), y los componentes de la corriente de sistema de secuencia de fase son alimentados a una entrada de valores reales (8), de un regulador de corriente (9), cuyas magnitudes de salida sirven después de la transformación como corrientes de conmutación para unidades de conmutación de los convertidores de corriente.

15

2.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque

• a partir de las tensiones en las fases de la línea de conexión (2) se forman componentes de la tensión de sistema de secuencia de fase por medio de transformación,

20 • los componentes de la tensión de sistema de secuencia de fase son alimentados a un regulador de la tensión (22) de potencia reactiva, cuya corriente de salida es alimentada a una entrada (26) de un sumador (25), y

• los componentes de corriente de sistema inverso son alimentados en la salida del regulador de la tensión a otra entrada (24) del sumador (25), cuya salida está conectada con la entrada de valores teóricos (28) del regulador de corriente (9).

3.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado porque

25 • los componentes de la tensión de sistema de secuencia de fase son alimentados a un regulador de la tensión de potencia efectiva (23), cuya corriente de salida es alimentada a una entrada (27) adicional del sumador (25).

4.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque

• a partir de las tensiones en las fases de la línea de conexión (2) se forman componentes de la tensión de sistema de secuencia de fase por medio de transformación,

30 • los componentes de la tensión de sistema de secuencia de fase son alimentados a un regulador de tensión de potencia efectiva (23), cuya corriente de salida es alimentada a una entrada adicional (27) de un sumador (25), y

• los componentes de la corriente de sistema inverso en la salida del regulador de tensión (17) son alimentados a otra entrada (24) del sumador (25), cuya salida está conectada con la entrada de valores teóricos (28) del regulador de corriente (25).

35 5.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque los componentes de la tensión de sistema inverso y los componentes de la tensión de sistema de secuencia de fase se forman por medio de transformación de Clark con filtrado siguiente y transformación de Park.

6.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque

40 • como regulador de la tensión (17) se utiliza un regulador de la tensión, respectivamente, con un regulador-PI (40, 41) para los componentes de la tensión de sistema inverso y

• las corrientes de salida de los dos reguladores-PI (40, 41) son sometidas a una torsión de vector para la consecución de una posición de las fases de -90° con respecto a los componentes de la tensión de sistema inverso y son limitadas de manera libremente opcional.

7.- Disposición para la realización del procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores con

45 • una instalación de detección de fases (6) para las corrientes de fases sobre la línea de conexión (2) y con una

instalación de transformación (7) dispuesta a continuación para la transformación de las corrientes de fases en componentes de corriente de sistema de secuencia de fase,

- una instalación de detección de la tensión (10) para las tensiones en las fases de la línea de conexión (2) y con otra instalación de transformación (12) conectada a continuación con un componente de transformación (15) para la transformación de las tensiones en componentes de la tensión de sistema inverso,

caracterizada por

- un regulador de la tensión (17) dispuesto a continuación del módulo de transformación (15), en el que se forman componentes de la corriente de sistema inverso que sirven para la reducción del sistema inverso, y
- un regulador de la corriente (9) dispuesto a continuación del regulador de la tensión (17) con una entrada de valores teóricos (28) que recibe los componentes de la corriente de sistema inverso y con una entrada de valores reales (8) que detecta los componentes de la corriente de sistema de secuencia de fase, en el que el regulador de la corriente (9) está conectado en el lado de salida a través de una instalación de retro-transformación (29) con entradas de conmutación de unidades de conmutación de los convertidores de corriente.

8.- Disposición de acuerdo con la reivindicación 7, caracterizada porque

- la otra instalación de transformación (12) presenta otro módulo de transformación (19), que a partir de las tensiones en las fases de la línea de conexión (2) forma por medio de transformación componentes de la tensión de sistema de secuencia de fase en su salida,
- a continuación del otro módulo de transformación (19) está dispuesto un regulador de la tensión de potencia reactiva (22), cuya salida está conectada con una entrada (26) de un sumador (25) conectado a continuación, y
- la salida del regulador de la tensión (17) está conectada en otra entrada (24) del sumador (25), cuya salida está conectada con la entrada de valores teóricos (28) del regulador de la corriente (9).

9.- Disposición de acuerdo con la reivindicación 7, caracterizada porque

- en el otro módulo de transformación (19) está conectado un regulador de la tensión de potencia efectiva (23), cuya salida está conectada con una entrada adicional (27) del sumador (25).

10.- Disposición de acuerdo con la reivindicación 7, caracterizada porque

- la otra instalación de transformación (12) presenta otro módulo de transformación (19), que a partir de las tensiones en las fases de la línea de conexión (2) forma componentes de la tensión de sistema de secuencia de fase por medio de transformación en su salida,
- a continuación del otro módulo de transformación (19) está dispuesto un regulador de la tensión de potencia efectiva (23), cuya salida está conectada con una entrada adicional (27) de un sumador (25), y
- la salida del regulador de la tensión (17) está conectada en otra entrada (24) del sumador (25), cuya salida está conectada con la entrada de valores teóricos (28) del regulador de la corriente (9).

11.- Disposición de acuerdo con una de las reivindicaciones 7 a 10, caracterizada porque

- uno de los componentes de transformación (14) contiene un filtro (15) para la formación de los componentes de la tensión de sistema inverso y un transformador-Park (16) dispuesto a continuación de éste y
- el otro módulo de transformación (19) contiene otro filtro (20) para la formación de los componentes de la tensión de sistema de secuencia de fase y otro transformador-Park (21) dispuesto a continuación de éste.

12.- Disposición de acuerdo con una de las reivindicaciones 7 a 11, caracterizada porque

- la otra instalación de transformación (19) presenta en el lado de entrada un transformador-Clark (13).

13.- Disposición de acuerdo con una de las reivindicaciones 7 a 12, caracterizada porque

- el regulador de la tensión (17) presenta, respectivamente, un regulador-PI (40, 41) para los componentes de la tensión de sistema inverso y
- a continuación de los dos reguladores-PI (40, 41) están conectadas una disposición para la torsión de vector (42) con la consecución de una posición de fases -90° con respecto a los componentes de la tensión de sistema inverso

(43) y una disposición de limitador.

FIG 2

