

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 391 139**

51 Int. Cl.:
H02J 3/18 (2006.01)
H01F 27/42 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **08874990 .8**
96 Fecha de presentación: **20.10.2008**
97 Número de publicación de la solicitud: **2340595**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **06.07.2011**

54 Título: **Dispositivo y procedimiento para la compensación de la potencia reactiva de un transformador de ensayo**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
21.11.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
21.11.2012

73 Titular/es:
SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
Wittelsbacherplatz 2
80333 München, DE

72 Inventor/es:
MOCKENHAUPT, JAN-RAINER

74 Agente/Representante:
CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 391 139 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

Dispositivo y procedimiento para la compensación de la potencia reactiva de un transformador de ensayo.

5 La invención se refiere a un dispositivo y a un procedimiento para la compensación de la potencia reactiva de un transformador de ensayo con un inductor y un generador, en el que el generador sirve para la generación de una corriente del generador y de una tensión del generador con frecuencia de ensayo predeterminable.

10 Los transformadores de potencia son desarrollados y fabricados en virtud de las especificaciones de potencia requeridas en cada caso de suministradores de corriente y de distribuidores de la red de potencia para cada caso individual. En el marco del proceso de desarrollo y fabricación, los transformadores de potencia deben cumplir requerimientos de potencia específicos, que son verificados y comprobados por medio de las llamadas instalaciones de ensayo. Al término del proceso de fabricación se verifica el transformador de potencia como transformador de ensayo en una instalación de ensayo estacionaria con respecto a sus características de potencia. En este caso, se ensaya, por ejemplo, la resistencia a la tensión por medio de la realización de un ensayo de la tensión alterna estacionaria inducida.

15 En virtud de las especificaciones o normas nacionales e internacionales, la instalación de ensayo debe poder verificar el transformador de ensayo en una gama de potencia eléctrica grande. Por lo tanto, las instalaciones de ensayo son concebidas de tal forma que el transformador de ensayo a ensayar todavía muy posiblemente se puede ensayar dentro de la instalación de ensayo.

20 Además de los requerimientos constructivos planteados a una instalación de ensayo, deben prepararse también determinadas gamas de potencia eléctrica, para el ensayo del transformador de ensayo a diferentes frecuencias de ensayo y a diferentes tensiones de ensayo. La selección de las frecuencias de ensayo y de las tensiones de ensayo ha de seguir en este caso las normas internacionales y nacionales. La frecuencia de ensayo y la tensión de ensayo influyen sobre todo el circuito de ensayo y sobre el diseño de los componentes. En el caso de una tensión de ensayo con una frecuencia baja, el comportamiento eléctrico del transformador de ensayo es fuertemente inductivo. En cambio, en el caso de una frecuencia alta de la tensión de ensayo, el comportamiento del transformador de ensayo en el circuito de ensayo es fuertemente capacitivo. A este respecto, es problemático que en el caso de una relación desigual de determinados componentes del circuito de ensayo con transformador de ensayo, por ejemplo de la masa de hierro activo de los núcleos del transformador y del generador con respecto a la masa del cobre del circuito eléctrico, pueden aparecer porciones de interferencia capacitivas o bien inductivas muy altas en el marco del ensayo o bien en el caso de una relación desigual grande de determinados componentes del transformador de ensayo pueden incluso impedir un ensayo.

30 Tradicionalmente, este problema se soluciona utilizando conjuntos de motor / máquinas generadoras muy grandes para la generación de la tensión necesaria del generador o bien de la corriente del generador con frecuencia de ensayo predeterminable. Para la zona de potencia necesaria, estos conjuntos de motor / máquinas generadoras para la aplicación de la potencia efectiva y de la potencia reactiva necesarias son muy grandes y, por lo tanto, no se pueden emplear de forma móvil.

35 Por lo demás, se conocen instalaciones de ensayo instaladas fijas con transformadores de tamaño medio e inductores y condensadores grandes conmutables solamente en el estado sin tensión. La conexión o desconexión de la compensación de potencia reactiva se realiza en este caso, sin embargo, de forma no regulada y requiere, antes de cada modificación de la fase de conmutación, un cierre del conjunto de motor / máquinas generadoras o bien la desconexión eléctrica de la instalación de compensación. Este método es costoso de tiempo y carga mecánica, eléctrica y térmicamente el conjunto de motor o bien de máquinas generadoras.

40 Especialmente antes la premisa de los requerimientos de las empresas suministradoras de energía y de las Centros de Inspección Estatales de una verificación "in situ" de los transformadores de potencia que se encuentran en funcionamiento, no se pueden utilizar los conjuntos de motor / máquinas generadoras grandes empleados hasta ahora. De manera alternativa, sería posible un cálculo en cada caso individual de la inductividad y de la capacidad del transformador de ensayo en todo el circuito de ensayo respectivo, y a continuación la preparación de las capacidades o bien de las inductividades adecuadas. Esto debería realizarse para cada caso de ensayo de forma individual bajo tensiones de ensayo y frecuencias de ensayo definidas. Este procedimiento es muy costoso y no se puede aplicar en transformadores de ensayo, de los que no existen los datos de potencia calculados específicamente en el procedimiento de fabricación.

45 Así, por ejemplo, el documento DE 40 07 826 C2 describe un procedimiento para el funcionamiento de un regulador de potencia reactiva, que por medio de un convertidor de corriente en una red a compensar, en función de valores de capacidad calculados dentro de la red a compensar desconecta fases del condensador de una batería de condensadores escalonados.

50 Por lo demás, el documento DE 101 37 615 A1 describe un procedimiento para la compensación de la potencia reactiva, en el que a través de un regulador de la diferencia de la energía reactiva se detecta la energía reactiva con la ayuda de la tensión actual de las red y de las corrientes de la red de la instalación a compensar y en función de una sub-compensación o bien de una sobre-compensación del trabajo reactivo se determina una necesidad media

de potencia reactiva y se prepara para la compensación.

De la misma manera, el documento DE 36 22 570 A1 describe un grupo de regulación para instalaciones de verificación de la tensión alterna, que está constituido por servo transformador y por una bobina de inducción de la compensación. Por medio de una instalación de ensayo capacitiva adicional se posibilita a través de dimensionado adecuado del servo transformador y del inductor por medio del equipo de regulación una verificación de la tensión en toda la gama de la tensión del transformador de ensayo.

Además, el documento WO 2007/111541 A1 describe un dispositivo para la compensación de la potencia reactiva para una línea de transmisión de corriente con un inductor, siendo regulable la inductividad del inductor y siendo conmutable con una batería de condensadores escalonados. El inductor regulable y la batería de condensadores escalonados están dispuestos en este caso entre el primero y el segundo nudos de la red.

Por lo demás, el documento US 5.281.908 describe una instalación de ensayo móvil con capacidades variables, en la que las capacidades se pueden modificar incrementalmente a través de la instalación de ensayo en función de los valores de medición del circuito de ensayo o bien del transformador de ensayo.

En todas las soluciones del estado de la técnica es problemático que actualmente no es posible una verificación inmediata "in situ" del transformador de potencia en una gama grande de tensión y de frecuencia con las instalaciones conocidas.

Por lo tanto, el cometido de la presente invención es preparar un dispositivo y un procedimiento para la compensación de la potencia reactiva de un transformador de ensayo, en el que el dispositivo se puede instalar fácilmente y en la proximidad inmediata de un transformador de potencia como transformador de ensayo y se puede llevar a cabo un ensayo "in situ" de una manera rápida y sencilla.

El cometido se soluciona con respecto al dispositivo para la compensación de la potencia reactiva de un transformador de ensayo de acuerdo con las características de la reivindicación 1 de la patente.

El cometido se soluciona en lo que se refiere al procedimiento de la compensación de la potencia reactiva de un transformador de ensayo de acuerdo con la reivindicación 6.

De acuerdo con la invención, está previsto que la inductividad del inductor sea regulable y sea conmutable con una batería de condensadores escalonados, estando dispuestos el inductor y la batería de condensadores escalonados entre el generador y el transformador de ensayo y siendo conmutables en virtud de las variables eléctricas calculadas de un circuito de ensayo con el transformador de ensayo para que el generador pueda ser accionado casi exclusivamente a la potencia efectiva. Puesto que el generador puede ser accionado casi exclusivamente con potencia efectiva, se garantiza un punto de trabajo óptimo para una verificación del transformador de ensayo dentro del circuito de ensayo. De esta manera se puede mantener pequeña la potencia del generador para la generación de una tensión del generador o bien de una corriente del generador con frecuencia de ensayo predeterminable, del inductor y de la batería de condensadores escalonados y a través de la reducción realizada de esta manera de tamaños de los componentes se posibilita el empleo del dispositivo directamente en el lugar del transformador de potencia a ensayar.

De manera más ventajosa, el inductor está configurado de tal forma que por medio del principio del núcleo de inmersión se puede regular sin escalonamiento el núcleo dentro del arrollamiento y de esta manera se puede ajustar sin escalonamiento la inductividad. La batería de condensadores escalonada permite una conexión o desconexión de las fases respectivas del condensador también bajo carga, de manera que no debe realizarse una interrupción de la operación de ensayo para la modificación de fases capacitivas de compensación – como es necesario en el estado de la técnica -.

De manera más ventajosa, se calcula un ángulo de fases $\cos(\Phi)$ entre la tensión del generador y la corriente del generador y a partir de ello se calcula y se ajustan las magnitudes de ajuste para la batería de condensadores escalonados y/o los inductores regulables. El ángulo de fases $\cos(\Phi)$, que existe entre la tensión del generador y la corriente del generador, es la medida para el grado de trabajo reactivo dentro del circuito de ensayo. Con el cálculo del ángulo de fases $\cos(\Phi)$ correspondientes entre la tensión del generador y la corriente del generador y de una compensación correspondiente de este ángulo de fases a través de la batería de condensadores escalonados y los inductores regulables se puede accionar el generador casi exclusivamente a potencia efectiva. En el caso de la utilización de un transformador de adaptación para la transformación de la tensión del generador y de la corriente del generador en la tensión de ensayo y la corriente de ensayo para el transformador de ensayo se puede calcular de una manera alternativa o bien adicional el ángulo de fases $\cos(\Phi)$ entre la tensión de ensayo y la corriente de ensayo directamente delante del transformador de ensayo – teniendo en cuenta todo el circuito de ensayo – y se puede utilizar para el cálculo de la compensación de la potencia reactiva necesaria en el circuito de ensayo.

Un control calcula de manera más ventajosa las magnitudes de ajuste de la batería de condensadores escalonados y/o de los inductores regulables en función del ángulo de fases $\cos(\Phi)$ entre la tensión del generador / corriente del generador y/o entre la tensión de ensayo y/o la corriente de ensayo directamente delante del transformador de ensayo con frecuencia de ensayo predeterminable y ajusta las variables de ajuste calculadas a partir de ello en la

batería de condensadores escalonados y/o en el inductor regulable.

El motor necesario para el funcionamiento del generador se ajusta de manera más ventajosa al número de revoluciones requerido como equivalente a la frecuencia de ensayo. Por medio de un conmutador de potencia se conecta con el número de revoluciones existente el transformador de adaptación como parte del circuito de ensayo.

5 El transformador de adaptación sirve para la conversión de la tensión del generador / corriente del generador generada a través del generador en la tensión de ensayo / corriente de ensayo que debe aplicarse necesariamente en el transformador de ensayo. Cuando se aplica el número de revoluciones requerido del motor se conecta al mismo tiempo la excitación del generador a través del cierre del conmutador de potencia en la entrada del transformador de adaptación y se acelera lentamente. En el marco de este proceso de aceleración se calculan de forma continua la tensión del generador y la corriente del generador o bien el ángulo de fases que se aplica entre la tensión del generador y la corriente del generador y a partir de ello se derivan variables de ajuste para los inductores regulables y para la batería de condensadores escalonados. Adicionalmente se puede calcular el ángulo de fases entre la tensión de ensayo y la corriente de ensayo directamente delante del transformador de ensayo. De manera más ventajosa, cuando el conmutador de potencia está cerrado, se puede regular el motor y se puede ajustar al número de revoluciones requerido como equivalente a la frecuencia de ensayo.

De acuerdo con la invención, está previsto un procedimiento para la compensación de la potencia reactiva de un transformador de ensayo con un inductor y con una batería de condensadores y con un generador, de tal manera que se calcula el número de revoluciones necesario del motor como equivalente a la frecuencia de ensayo y a continuación se puede conectar un generador correspondiente.

20 Se calcula el ángulo de fases $\cos(\Phi)$ que resulta en el circuito de ensayo conectado entre la tensión del generador y la corriente del generador y sobre la base de las magnitudes de medición correspondientes del circuito de ensayo se ajusta la inductividad de los inductores regulables y/o la capacidad de la batería de condensadores escalonados, de tal manera que el generador, cuando el circuito de ensayo está cerrado, es accionado casi exclusivamente con potencia efectiva.

25 De manera más ventajosa, durante una compensación capacitiva del transformador de ensayo en el circuito de ensayo está previsto que no se conecte ninguna capacidad hasta un valor límite del ángulo de fases $\cos(\Phi)$ entre la corriente del generador y la tensión del generador y/o entre una tensión de ensayo calculada directamente delante del transformador de ensayo y una corriente de ensayo. Solamente con la consecución del valor límite predeterminable del ángulo de fases $\cos(\Phi)$ se conectan adicionalmente paso a paso fases del condensador de la batería de condensadores escalonados en el transcurso de la elevación de la tensión del generador, hasta que se ha alcanzado la tensión del generador o bien la tensión de ensayo.

30 De manera más ventajosa, con un factor de pérdida del ángulo de fases $\cos(\Phi) = 0,7$, se conecta la compensación capacitiva. El número de las fases de la batería de condensadores no se predetermina de una manera rígida, sino que resulta a partir del desarrollo del factor de pérdida después de la conexión de la primera o bien de cada una de las otras fases. En este caso, se calcula el factor de pérdida respectivo como el ángulo de fases $\cos(\Phi)$ delante y después de la conexión adicional de una fase de condensador y se estima si deben conectarse adicionalmente otras fases del condensador. Cuando se alcanza un factor de pérdida como ángulo de fases $\cos(\Phi) \approx 1$ o bien un factor de pérdida capacitivo de $\cos(\Phi) \approx 0,9$, no se conectan otras fases del condensador, sino que se acelera adicionalmente la excitación del generador. Por lo tanto, se repite todo el proceso hasta que la tensión del generador o bien en el caso de utilización de un transformador de adaptación la tensión de ensayo se aplica en el transformador de ensayo. Si después de la conexión adicional de la potencia de compensación capacitiva máxima no se alcanzase siempre todavía la tensión del generador o bien la tensión de ensayo, el sistema puede elevar adicionalmente la excitación, pero hasta el límite máximo de estabilidad de un ángulo de fases $\cos(\Phi) \approx 0,6$.

35 Se lleva a cabo una compensación inductiva de manera más ventajosa a través del ajuste del inductor regulable y la desconexión de la batería de condensadores escalonados. Puesto que en el caso de comportamiento capacitivo del circuito de ensayo – de manera predominante a frecuencias por encima de 80 Hz – no es necesaria la compensación capacitiva, se toma totalmente del circuito de ensayo. En oposición a una compensación capacitiva, la compensación inductiva se puede regular sin escalonamiento por medio de un inductor regulable, en particular de acuerdo con el principio de núcleo de inmersión.

40 A este respecto, después de la conexión adicional de la excitación del generador, se calcula el factor de pérdida como ángulo de fases $\cos(\Phi)$ de forma continua y se determina una comparación teórica – real del ángulo de fases $\cos(\Phi)$ instantáneo y predeterminado. En el marco del proceso de regulación se controla el inductor regulable de tal manera que, en función del ángulo de fases $\cos(\Phi)$, se sigue la inductividad con respecto a la potencia reactiva calculada. Esto se realiza hasta que se ha alcanzado la tensión del generador o bien la tensión de ensayo o bien se aplica la inductividad máxima conmutable al circuito de ensayo. La elevación de la tensión del generador se realiza con una velocidad, que está adaptada al seguimiento del núcleo de inmersión. De esta manera se consigue una regulación continua de la compensación inductiva de la potencia inductiva. Si la tensión del generador o bien la tensión de ensayo no se ha alcanzado todavía después de la conexión adicional de la inductividad máxima, se puede acelerar adicionalmente la excitación, pero como máximo hasta un ángulo de fases $\cos(\Phi) \approx 0,6$. Este valor debe alcanzarse como límite de la estabilidad de la instalación.

De manera más ventajosa, en el marco del procedimiento se calculan las variables de ajuste del inductor regulable y/o de la batería de condensadores escalonados a partir del ángulo de fases calculado entre la tensión del generador / corriente del generador o bien entre la tensión de ensayo / corriente de ensayo por medio de un control programable con memoria o bien se controlan a través del control programable con memoria. Para el cálculo mejorado de los estados eléctricos que predominan en el circuito de ensayo, en el circuito de ensayo están dispuestos transductores de medición especialmente para el cálculo del ángulo de fases $\cos(\Phi)$ entre la tensión del generador y la corriente del generador y/o para el cálculo del ángulo de fases $\cos(\Phi)$ entre la tensión de ensayo y la corriente de ensayo.

Otras configuraciones ventajosas se encuentran en las reivindicaciones dependientes. En las figuras:

La figura 1 muestra un diagrama del circuito de ensayo con tres baterías de condensadores escalonados y un inductor regulable.

La figura 2 muestra un diagrama de un circuito de compensación, que está constituido por dos baterías de condensadores escalonados y tres inductores regulables.

La figura 3 muestra un diagrama de un circuito de ensayo con transductores de medición y con una unidad de evaluación.

La figura 1 muestra un diagrama general del dispositivo ventajoso. Por medio de un conmutador principal 9, el circuito de ensayo está conectado en una fuente de tensión exterior, en particular una fuente de tensión alterna de 400V, 1500A. Por medio de un rectificador de corriente o bien de frecuencia 10 se convierte la tensión alterna trifásica en una tensión continua para el motor 5. El motor sirve para el accionamiento del generador 6, que genera directamente la tensión del generador correspondiente con frecuencia de ensayo predeterminable, o bien en el caso de que la tensión del generador correspondiente no sea suficiente, ésta es transformada por medio de un transformador de adaptación 8 a la tensión de ensayo. El inductor 2a ajustable está conectado en el ejemplo mostrado de la figura 1 con las fases del condensador 3a, 3b, 3c dentro del circuito de ensayo 11. Por medio del circuito de potencia 7 se puede cerrar el conmutador 7 con el número de revoluciones existente del generador 6 y, por lo tanto, como equivalente de la tensión del generador excitada a la frecuencia de ensayo y de esta manera se puede cerrar igualmente el circuito de ensayo 11. A través de un circuito de medición especial 4 se puede medir entonces el ángulo de fases $\cos(\Phi)$ presente en el transformador de ensayo 1 entre la tensión de ensayo y la corriente de ensayo y se puede visualizar por medio de una instalación de evaluación 13.

La figura 2 muestra un diagrama de flujo del circuito compensador con tres inductores 2a, 2b, 2c ajustables y dos baterías de condensadores escalonados 3a, 3b. En función del ángulo de fases $\cos(\Phi)$ entre la tensión del generador y la corriente del generador o bien entre la tensión de ensayo y la corriente de ensayo se puede preparar una compensación capacitiva o bien inductiva necesaria de una manera sencilla y durante la operación de ensayo en curso. En este caso, se garantiza una compensación inductiva por medio de los inductores 2a, 2b, 2c regulables, en particular a través de inductores de acuerdo con el principio de núcleo de inmersión. En función de la magnitud de la capacidad de las fases individuales de los condensadores de la batería de condensadores escalonados 3a, 3b se puede preparar también por medio de la batería de condensadores escalonados 3a, 3b una compensación capacitiva a intervalos incrementales pequeños.

La figura 3 muestra un diagrama ejemplar con registradores de medición dispuestos en diferentes lugares del circuito de ensayo 11 y con transformadores de medición 14a a 14m conectados a continuación. Especialmente delante del transformador de ensayo 1 se dispone un transductor de medición 14m para la determinación del ángulo de fases entre la tensión de ensayo y la corriente de ensayo así como delante del transformador de adaptación 8 está dispuesto un transductor de medición 14k para la determinación de la tensión del generador y de la corriente del generador. Por lo demás, inmediatamente después del generador 6 está conectado un registrador de medición con transductor de medición 14b correspondiente, que determina el ángulo de fases $\cos(\Phi)$ entre la tensión del generador y la corriente del generador en la proximidad inmediata del generador 6 de generación. Los valores de medición obtenidos de los transformadores de medición 14a a 14m se transmiten a una instalación de evaluación 13 y se utilizan por medio de un control (no representado) para el ajuste de los valores de ajuste de los componentes respectivos del circuito de ensayo 11.

La incorporación de inductores 2a, 2b, 2c regulables y de baterías de condensadores 3a, 3b, 3c escalonados utilizando un control automático posibilita el funcionamiento del generador 6 del circuito de ensayo 11 cerca del punto de trabajo de potencia efectiva del generador 6 (ángulo de fases $\cos(\Phi) \approx 1$). Debido a la optimización de la compensación por medio de regulación automática, el generador 6 apenas debe aplicar potencia reactiva. De esta manera, la potencia y el tamaño de construcción necesario del generador 6 correspondiente no tienen que adaptarse a la potencia efectiva realmente necesaria y tampoco ya a la necesidad de potencia reactiva de todo el circuito de ensayo 11. Por medio de la compensación automática de la potencia reactiva resulta la posibilidad de generadores pequeños o bien de conjuntos de motor / máquinas generadoras pequeños en comparación con las instalaciones empleadas hasta ahora.

Otra ventaja de la compensación automática de la potencia reactiva de acuerdo con la presente invención reside en la disposición de los elementos de compensación como inductores 2a, 2b, 2c regulables y de la batería de

condensadores 3a, 3b, 3c escalonados entre el generador 6 y el transformador de adaptación 8. De esta manera, precisamente no se utiliza el lado de alta tensión del circuito de ensayo 11 para la disposición de los elementos de compensación en forma de inductores 2a, 2b, 2c regulables y de la batería de condensadores 3a, 3b, 3c. La tensión de diseño de los elementos de compensación como inductores 2a, 2b, 2c regulables y de la batería de condensadores escalonados 3a, 3b, 3c no es, por lo tanto, idéntica con la tensión de diseño del generador 6, lo que contribuye a una reducción del tamaño de construcción y de la potencia de diseño de todos los componentes del circuito de ensayo 11. De esta manera, se pueden preparar todos los componentes del circuito de ensayo 11 en un tipo de construcción más pequeño, en particular el generador 6, los inductores 2a, 2b, 2c regulables, las baterías de condensadores escalonados 3a, 3b, 3c y el transformador de adaptación 8.

Los componentes del circuito de ensayo tienen en este caso un tamaño tal que se pueden instalar y mover en contenedores de transporte estándar. Por ejemplo, en un primer contenedor se puede disponer la alimentación de la tensión del circuito de ensayo 11 en forma del conmutador de potencia principal 9, del rectificador de frecuencia o bien del rectificador de corriente 10, del motor 5 y del generador 6. En otro contenedor se puede integrar el transformador de adaptación 8 directamente delante del transformador 1 a ensayar. En un tercer contenedor se pueden disponer los elementos de compensación en forma de los inductores 2a, 2b, 2c regulables y de la batería de condensadores escalonados 3a, 3b, 3c.

A través de la automatización de la compensación por medio de un control basado en memoria se posibilita la realización de la verificación del transformado solamente todavía con un operario. En virtud de la previsión de límites de seguridad, en particular de ángulos de fases que no deben excederse ni quedar por debajo de un nivel determinado, con preferencia de un ángulo de fases $\cos(\Phi) \approx 0,6$ entre la tensión del generador y la corriente del generador o bien entre la tensión de ensayo y la corriente de ensayo se puede realizar el ensayo del transformador de ensayo 1 dentro de estados estables de funcionamiento.

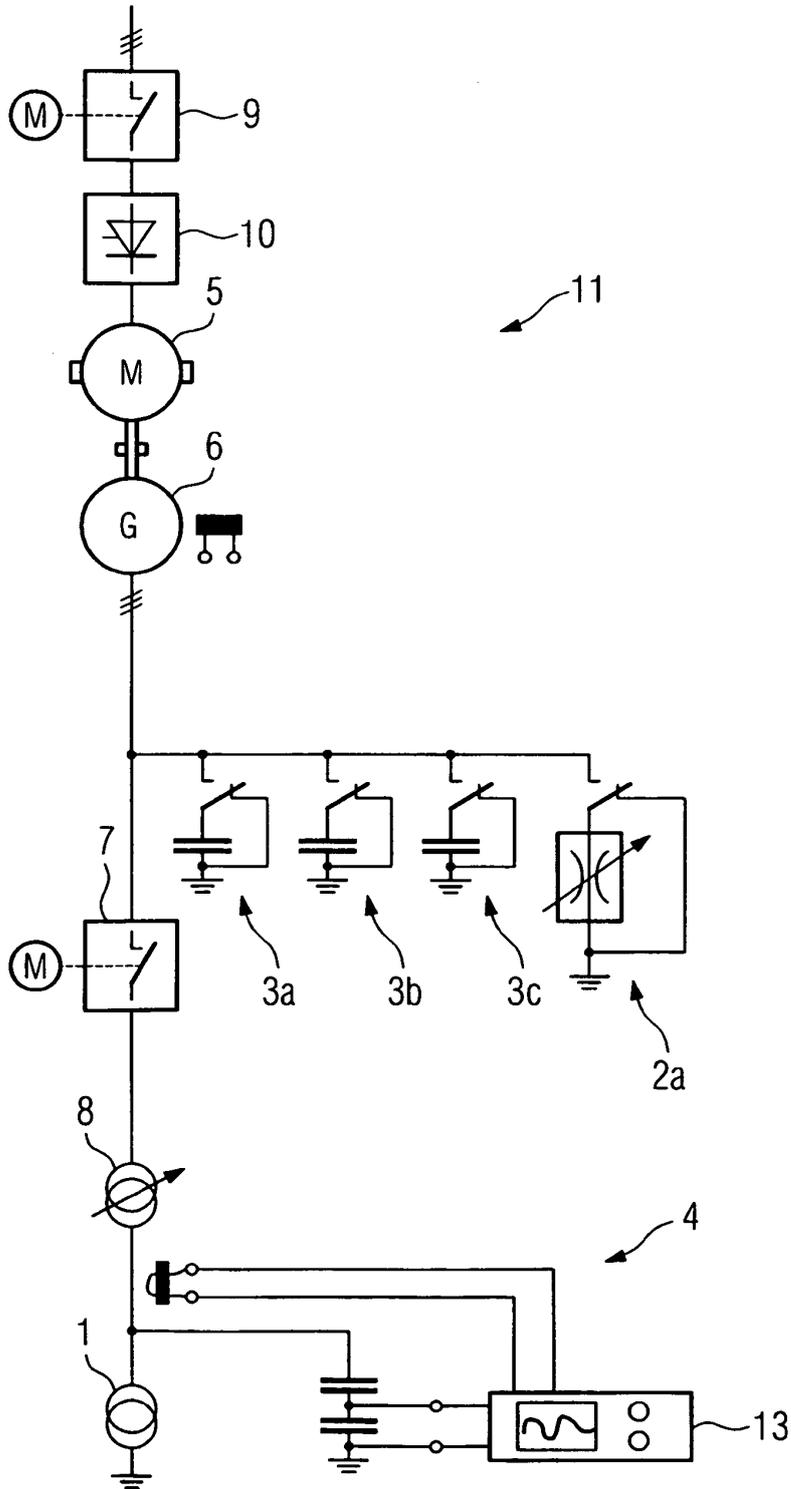
Lista de signos de referencia

	1	Transformador de ensayo
25	2a, 2b, 2c	Inductor regulable
	3a, 3b, 3c	Batería de condensadores escalonados
	4	Circuito de medición del transformador de ensayo
	5	Motor
	6	Generador
30	7	Conmutador de potencia del circuito de ensayo
	8	Transformador de adaptación
	9	Conmutador de potencia del dispositivo
	10	Transductor
	11	Circuito de ensayo
35	12a, 12b, 12c	Conmutador
	13	Instalación de evaluación
	14a, 14b, 14c	Transductor de medición

REIVINDICACIONES

- 5 1.- Dispositivo para la compensación de la potencia reactiva de un transformador de ensayo (1) con un inductor (2a, 2b, 2c) y con un generador (6), en el que el generador (6) sirve para la generación de una corriente de generador y de una tensión de generador con frecuencia de ensayo predeterminable, caracterizado porque la inductividad de los inductores (2a, 2b, 2c) es regulable y se puede conmutar con una batería de condensadores escalonados (3a, 3b, 3c), estando dispuestos los inductores (2a, 2b, 2c) regulables y la batería de condensadores escalonados (2a, 2b, 2c) entre el generador (6) y el transformador de ensayo (1) y en virtud de magnitudes eléctricas calculadas de u circuito de ensayo (11) se pueden conectar con el transformador de ensayo (1), de tal manera que el generador (6) se puede accionar casi exclusivamente con potencia reactiva.
- 10 2.- Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque se calcula un ángulo de fases $\cos(\Phi)$ entre la tensión del generador y la corriente del generador y a partir de ello se pueden calcular y regular las magnitudes de ajuste para la batería de condensadores escalonados (3a, 3b, 3c) y/o los inductores (2a, 2b, 2c) regulables.
- 15 3.- Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado porque un control calcula y ajusta las magnitudes de ajuste de la batería de condensadores escalonados (3a, 3b, 3c) y/o de los inductores (2a, 2b, 2c) regulables en función del ángulo de fases $\cos(\Phi)$ entre la tensión del generador / corriente del generador y/o entre una tensión de ensayo / corriente de ensayo directamente delante del transformador de ensayo (1) con frecuencia de ensayo predeterminable.
- 20 4.- Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque un motor (5) es regulable al número de revoluciones requerido como equivalente a la frecuencia de ensayo y se puede conectar por medio de un conmutador de potencia (7), con el número de revoluciones existente, a través del generador (6) con un transformador de adaptación (8) como parte de un circuito de ensayo (11).
- 5.- Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque con el circuito de potencia (7) cerrado, se puede conectar adicionalmente el generador (6) y se puede regular al número de revoluciones requerido como equivalente a la frecuencia de ensayo.
- 25 6.- Procedimiento para la compensación de la potencia reactiva de un transformador de ensayo (1) con un inductor (2a, 2b, 2c) y con un generador (6), en el que el generador (6) sirve para la generación de una corriente de generador y de una tensión de generador con frecuencia de ensayo predeterminable, con las siguientes etapas:
- a) determinación del número de revoluciones necesario de un motor (5) como equivalente de la frecuencia de ensayo;
- b) conexión adicional de un generador (6) en el motor (16);
- 30 c) determinación del ángulo de fases $\cos(\Phi)$ entre la tensión de ensayo que se aplica en el transformador de ensayo (1) y la corriente de ensayo;
- d) ajuste de la inductividad del inductor (2a, 3b, 2c) ajustable y de la capacidad de una batería de condensadores escalonados (3a, 3b, 3c) en función de las magnitudes de medición eléctricas determinadas del circuito de ensayo (11) con el transformador de ensayo (1), de manera que el generador (6) es accionado, cuando el circuito de ensayo (11) está cerrado, casi exclusivamente a potencia efectiva.
- 35 7.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 6, caracterizado porque una compensación capacitiva del transformador de ensayo (1) en el circuito de ensayo (11) se realiza de tal manera que hasta un valor límite del ángulo de fases $\cos(\Phi)$ entre la tensión del generador / corriente del generador y/o entre una tensión de ensayo / corriente de ensayo calculada directamente delante del transformador de ensayo (1) no se conecta adicionalmente ninguna capacidad y solamente con la consecución del valor límite predeterminable se pueden conectar adicionalmente fases del condensador escalonados (3a, 3b, 3c) y se pueden conectar adicionalmente paso a paso en el caso de elevación de la tensión del generador hasta una tensión de ensayo.
- 40 8.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 6, caracterizado porque se realiza una compensación inductiva a través del ajuste de los inductores (2a, 2b, 2c) ajustables bajo la desconexión de la batería de condensadores escalonados (3a, 3b, 3c).
- 45 9.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 6 a 8, caracterizado porque el control programable con memoria calcula las magnitudes de ajuste de los inductores (2a, 2b, 2c) y/o de la batería de condensadores escalonados (3a, 3b, 3c) a partir del ángulo de las fases $\cos(\Phi)$ de la tensión del generador y de la corriente del generador o bien a partir del ángulo de fases $\cos(\Phi)$ calculado de la tensión de ensayo y de la corriente de ensayo.
- 50 10.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 6 a 9, caracterizado porque por medio de transductores de medición (14a a 14m) dispuestos en el circuito de ensayo (11) se calcula el ángulo de las fases $\cos(\Phi)$ de la tensión del generador y de la corriente del generador o bien el ángulo de las fases $\cos(\Phi)$ de la tensión de ensayo y de la corriente de ensayo.

FIG 1



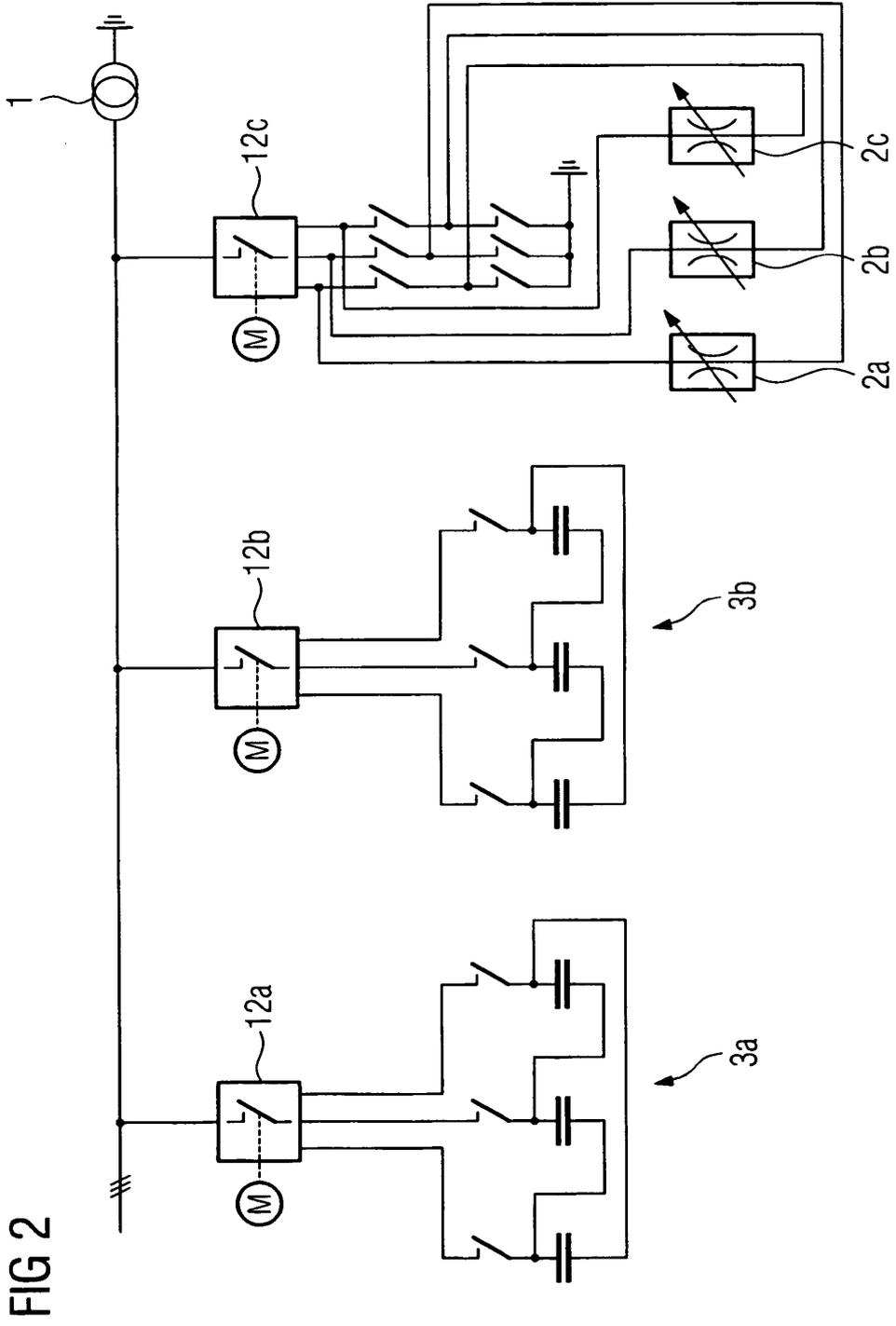


FIG 2

FIG 3

