

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 369 298**

51 Int. Cl.:
H02J 13/00 (2006.01)
H04B 3/54 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **07818590 .7**
96 Fecha de presentación: **01.10.2007**
97 Número de publicación de la solicitud: **2070180**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **17.06.2009**

54 Título: **PROCEDIMIENTO PARA LA OPERACIÓN Y EL USO DE UN CONVERTIDOR COMO BLOQUEO DE FRECUENCIA DE AUDIO ACTIVO.**

30 Prioridad:
05.10.2006 DE 102006047503

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
29.11.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
29.11.2011

73 Titular/es:
**REPOWER SYSTEMS AG
ÜBERSEERING 10
22297 HAMBURG, DE**

72 Inventor/es:
LETAS, Heinz-Hermann

74 Agente: **Botella Reyna, Antonio**

ES 2 369 298 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 operación y el uso de un convertidor como bloqueo de frecuencia de audio activo

5 La invención se refiere a un procedimiento para la operación de un convertidor, en particular de una instalación de energía eólica, de un sistema generador de corriente que se puede conectar a una red de corriente alterna, en particular de una instalación de energía eólica, así como al uso de un procedimiento para la operación del convertidor. La invención se refiere además a un producto de programa de ordenador que contiene medio de código de programación, un soporte de datos, un sistema generador que genera corriente, así como una instalación de
10 energía eólica.

Las redes de corriente alterna se operan habitualmente con una frecuencia base de 50 Hz ó 60 Hz, por ejemplo en Norteamérica. Los generadores de corriente eléctrica, como por ejemplo centrales eléctricas, generadores o instalaciones de energía eólica, alimentan a esta frecuencia base la corriente generada en la red de corriente
15 alterna. Los consumidores eléctricos pequeños o grandes, como por ejemplo los electrodomésticos eléctricos o empresas industriales extraen la potencia requerida en forma de corriente alterna de la red de corriente alterna.

Las redes de corriente alterna también se usan para la transmisión y control de señales. Por ejemplo, por medio de los denominados telemandos centralizados de frecuencia de audio se alimentan señales en la red de corriente
20 alterna y se transmiten al receptor de señal. Con "frecuencia de audio" (también "TF") se designa el intervalo de frecuencia que va de aproximadamente 100 Hz a aproximadamente 500 Hz, que se transmite en la red de corriente alterna también a lo largo de grandes distancias únicamente atenuado de modo poco importante. Típicamente, cada telemando centralizado envía con una frecuencia de control de onda fijada por el operador de red en el intervalo de frecuencias de audio.

25 Las señales de control de onda se solapan con la tensión de red del punto de conexión de un mando centralizado como tensión de control o alterna adicional. La amplitud de la tensión de control, en este caso, está en el intervalo de menos de 1 por ciento hasta poco porcentaje de la amplitud de la frecuencia base en la red de corriente alterna. En este contexto se usan de modo sinónimo los conceptos "aplicado", "sumado" y "solapado".

30 En el recorrido hacia el receptor de la señal de control de onda se atenúa la señal por medio de los consumidores y generadores de corriente conectados a la red, haciendo que los consumidores o generadores conectados absorban una parte de la corriente de señal, y con ello, reduzcan la corriente de señal restante en la red de corriente alterna. La atenuación es indeseada, ya que los niveles de señal de por sí ya son pequeños. Para mantener la atenuación en un nivel lo más reducido posible, se debería absorber la menor corriente de señal posible, o nada en absoluto, por
35 parte de los consumidores o generadores conectados a la red de corriente alterna.

Cuánta corriente de señal es absorbida por un generador o por un consumidor depende de la tensión de señal y de la impedancia del consumidor o del generador correspondiente a la frecuencia de control de onda. La impedancia es
40 la resistencia (compleja) dependiente de la frecuencia del consumidor o del generador. Cuanto mayor es la parte real de la impedancia del consumidor o del generador a la frecuencia de control de onda, menos potencia de señal se absorbe por el consumidor o generador. Para combatir una atenuación de señales de control de onda en la red de corriente alterna, con ello se requiere una impedancia elevada del generador o del consumidor a la frecuencia de control de onda.

45 A continuación se entra en la situación en el caso de generadores de corriente, en particular instalaciones de energía eólica. Las mismas reflexiones son válidas del mismo modo también para otros generadores de corriente.

Las instalaciones de energía eólica cuyos componentes eléctricos comprenden un generador, un convertidor de
50 frecuencia y un transformador, presentan por regla general ya suficiente impedancia a la frecuencia de control de onda, de manera que no se emplean medios adicionales para recibir las señales de control de onda en la red de corriente alterna. En algunos lugares, en particular, cuando se trabaja con pequeñas amplitudes de señal, esto, sin embargo, no es suficiente.

55 Un ligero incremento de la impedancia es posible con medios pasivos. Para un incremento de la impedancia de 10 a 20 por ciento es suficiente con reemplazar un transformador ya existente por medio de un transformador con un mayor valor de tensión de cortocircuito, o llevar a cabo una conmutación de las tomas de tensión, en tanto que esto sea posible. Para un fuerte incremento de la impedancia a la frecuencia de audio se puede emplear también un bloqueo de frecuencia de audio o bien un filtro pasivo en forma de bancos de condensadores.

Tanto el transformador con elevado valor de tensión de cortocircuito como el bloqueo de frecuencia de audio pasivo tienen un requerimiento de espacio elevado como consecuencia del transformador dimensionado con gran tamaño o bien debido a la necesidad de bancos de condensadores dimensionados grandes. También estas medidas condicionan pérdidas elevadas y costes adicionales. El incremento de impedancia que se puede alcanzar es limitado.

Una fuerte mejora se consigue con un bloque de frecuencia de audio activo. Éste funciona de manera que las corrientes de frecuencia de audio, es decir, las corrientes alternas en la frecuencia de control de onda o en la frecuencia de audio, se dejan pasar en primer lugar sin filtrar conjuntamente con la frecuencia base desde la red de corriente alterna a la instalación. El conjunto de la corriente que fluye en la instalación se mide en una medición de la corriente total. Por medio de un filtro de frecuencia ajustado a la frecuencia de audio o a la frecuencia de control de onda se determina a partir de él la parte de la corriente de frecuencia de audio, o bien la corriente de señal.

La corriente de frecuencia de audio medida se suministra a un amplificador, que genera una corriente de compensación de frecuencia de audio adaptada a la corriente de frecuencia de audio, que se alimenta de vuelta desde la posición de medición a la red. La corriente de frecuencia de audio que fluye a la instalación y la corriente de compensación de la frecuencia de audio alimentada de vuelta a la red se elevan en la suma, de manera que la disposición total a la frecuencia de audio aparece como de alta resistencia. La disposición es muy efectiva gracias a ello, si bien como consecuencia del gran amplificador requerido es cara y tiene un requerimiento de espacio elevado. También en esta técnica son inevitables las pérdidas en la potencia alimentada.

Además de las señales de control de onda, también otros generadores o consumidores generan corrientes de frecuencia de audio en la red de corriente alterna, sobre todo oscilaciones armónicas de la frecuencia base de la red de corriente alterna, aunque también otras componentes de la frecuencia de audio.

El documento EP 0 868 006 A da a conocer un procedimiento para la operación de un convertidor, en particular de una instalación de energía eólica, de un sistema generador que genera corriente que se puede conectar a una red de corriente alterna eléctrica, en particular de una instalación de energía eólica, en el que el convertidor se opera por medio de un dispositivo de regulación que regula el convertidor como bloqueo de frecuencia de audio, con los siguientes pasos del procedimiento:

- detección de al menos una corriente de frecuencia de audio de al menos una frecuencia de audio prefijada,

- determinación de una evolución de corriente alterna que se ha de determinar en el convertidor en el dispositivo de regulación.

En el documento DE 695 27 750 T2 se da a conocer un dispositivo para la compensación de una atenuación de señales del control de carga central condicionada por una carga de baja impedancia en una red de suministro de corriente. El dispositivo está formado por un circuito de detección, que sirve para captar señales del control de carga central, así como por un circuito de alimentación que está unido con el circuito de registro y alimenta señales a la red eléctrica y entre las conexiones de red del circuito de detección y de la carga de baja impedancia, que tienen la misma frecuencia que las señales del control de carga central y una amplitud, así como una fase que dependen de la amplitud y de la fase de las señales del control de carga central, que entrega el circuito de registro.

La invención se basa en el objetivo de realizar en un generador de corriente, en particular en una instalación de energía eólica, un bloque de frecuencia de audio activo sin coste constructivo o bien con un coste constructivo o requerimiento de espacio adicional muy limitado de modo que ahorre costes.

Este objetivo se consigue por medio de un procedimiento para la operación de un convertidor, en particular una instalación de energía eólica, un sistema generador que genere corriente que se pueda conectar a una red de corriente alterna eléctrica, en particular de una instalación de energía eólica, en el que el convertidor se opere por medio de un dispositivo de regulación que regule el convertidor como bloqueo de frecuencia de audio activa, con los siguientes pasos del procedimiento:

- detección de al menos una corriente de frecuencia de audio de al menos una frecuencia de audio prefijada,

- determinación de una evolución de corriente alterna que se ha de determinar en el convertidor en el dispositivo de regulación, en el que en la evolución de la corriente alterna está aplicada al menos una corriente de frecuencia de

audio detectada, al menos parcialmente,

- generación de la evolución de la corriente alterna en el convertidor y

5 - alimentación de la evolución de corriente alterna generada por el convertidor en la red de corriente alterna.

Por medio del procedimiento conforme a la invención se integra la función del bloqueo de la frecuencia de audio activa en un convertidor o convertidor de frecuencia ya existente del sistema generador que genera corriente. Se ahorra el amplificador exterior necesario en un bloqueo activo de frecuencia de audio convencional. Con el
10 convertidor o el convertidor de frecuencia en la función del bloqueo activo de la frecuencia de audio se pueden bloquear en principio corrientes de frecuencia de audio tanto en la parte de la red como en la parte del generador, es decir, es decir generadas por el generador o por el sistema generador.

En el marco de la invención, por convertidor se entiende tanto un convertidor de frecuencia como un ondulator. En
15 este caso, como ondulator también se entiende un rectificador.

En el presente contexto “al menos una corriente de frecuencia de audio” significa una o varias corrientes de frecuencia de audio con una o varias frecuencias, por ejemplo una o varias frecuencias de control de onda conocidas y/o oscilaciones armónicas de la frecuencia base de la red de corriente alterna.
20

Para transmitir señales de control de onda en la red sin atenuación, y dado el caso desconectar armónicos de la frecuencia base en la red, se detectan preferentemente corrientes de frecuencia de audio en la parte de la red. Esto significa que la corriente total de la corriente alterna en la red de corriente alterna se mide en la parte de la red de la instalación, y se extraen a partir de ellas las corrientes de frecuencia de audio.
25

Esto sucede preferentemente por medio de al menos un filtro de paso de banda, por medio del cual a partir de la corriente alterna de la parte de la red se filtran corrientes de frecuencia de audio de la parte de la red y se envían al dispositivo de regulación. Esto representa una ventaja ya que una reacción directa y rápida es posible, por ejemplo, en señales de control de onda cortas y de flancos inclinados, que son enviadas a través del filtro de paso de banda
30 sin retardo al dispositivo de regulación.

Alternativamente, o de modo complementario a esto, las corrientes de frecuencia de audio de la parte de la red se detectan preferentemente en o por medio del dispositivo de regulación. En este caso, la evolución medida de la corriente alterna en la parte de red se envía en el mismo intervalo de frecuencias al dispositivo de regulación, y allí
35 es sometida a un análisis, por ejemplo a un análisis de Fourier o a un análisis vectorial. Otros componentes, por ejemplo filtros de de paso de banda, no son requeridos. Este modo de proceder trae consigo, frente al uso de un filtro de paso de banda, un menor retardo temporal en el reconocimiento de las señales de control de onda, dependiendo del método de análisis y de la rapidez del dispositivo de regulación. En tanto que el retardo temporal sea corte frente a la longitud de la señal, esto no representa un problema.
40

Para filtrar las corrientes de frecuencia de audio generadas por el generador, según la invención está previsto que las corrientes de frecuencia de audio de la parte del generador sean detectadas.

En una configuración se prefiere cuando las corrientes de frecuencia de audio se registran en un punto de
45 alimentación de la red y/o se regulan en ésta o bien en un punto de alimentación de red. Además se puede pensar en usar el convertidor de tal manera que por medio del convertidor se alimente una señal de control de onda.

Además, preferentemente está previsto que las corrientes de frecuencia de audio de la parte del generador se filtren por medio de al menos un filtro de paso de banda a partir de la corriente alterna de la parte del generador, y se
50 envíen al dispositivo de regulación y/o se detecten en el dispositivo de regulación.

El coste constructivo se reduce, y la selectividad, y con ello la impedancia, por ejemplo a la frecuencia de control de onda, se incrementa cuando, preferentemente, el bloqueo de frecuencia de audio activo se puede ajustar o está ajustado a un intervalo de frecuencias predeterminado limitado, es decir, estrecho, para señales en la parte de red
55 de una frecuencia o de banda estrecha. Por intervalo de frecuencias estrecho o de banda estrecha se entiende en este caso un intervalo de frecuencias que es menor que la oscilación base de la red de corriente alterna, de manera que no se solapa con oscilaciones armónicas de la frecuencia base.

Preferentemente, el intervalo de frecuencias estrecho o predeterminado se puede ajustar o está ajustado a una

frecuencia de control de onda, atenuándose las frecuencias armónicas contiguas en el espectro de frecuencia de la frecuencia base frente a la frecuencia de control de onda. Cuando las señales a partir del filtro de paso de banda se integran por lo que se refiere a su intensidad, se determina entonces la intensidad de la señal de control de onda de un modo muy preciso. De este modo se evita que la señal de control de onda se sobrecompense por medio del
 5 convertidor de frecuencia. Lo mismo es válido para un análisis de Fourier y para otros análisis de frecuencia en el dispositivo de regulación, como por ejemplo análisis de vectores sobre la base de sistemas de coordenadas que circulan con frecuencias que se pueden elegir de modo fijo, por ejemplo la frecuencia de control de onda, o frecuencias que se pueden ajustar.

10 Alternativamente o adicionalmente a una especialización en frecuencias de control de onda, preferentemente está previsto que el intervalo de frecuencias limitado predeterminado se pueda ajustar o esté ajustado a al menos una frecuencia armónica de la frecuencia base. De este modo se tiene en cuenta una frecuencia armónica seleccionada de la frecuencia base en un bloqueo de la frecuencia de audio. Del mismo modo está previsto procesar varias
 15 frecuencias o intervalos de frecuencias en paralelo, o bien por medio de varios filtros de paso de banda, que están ajustados de modo correspondiente a las frecuencias, o por medio de métodos de análisis adecuados en el dispositivo de regulación.

Para realizar el bloqueo de frecuencia de audio activo por medio del convertidor, preferentemente está previsto que las corrientes de frecuencias de audio de la parte de la red se apliquen a la evolución de tensión generada por el
 20 convertidor. La frecuencia base de la red de corriente alterna, que se genera por parte del convertidor y se alimenta en la red de corriente alterna, se solapa o se suma, con ello, a las corrientes de frecuencia de audio de la frecuencia base.

Los convertidores y convertidores de frecuencia conocidos se controlan por medio de una señal modulada por
 25 anchura de impulso. Esto lleva a que una tensión continua que está en la parte del generador en el convertidor o en el convertidor de frecuencia o en el ondulator se entregue durante cortos periodos de tiempo con una frecuencia de conmutación de un convertidor o de un convertidor de frecuencia de algunos kHz, por ejemplo de 2,5 kHz a 10 kHz, a la red de corriente alterna. La longitud de las secciones temporales para las que se entrega la tensión a la red de corriente alterna varía de modo correspondiente a la tensión alterna que se ha de alimentar. En el máximo de la
 30 evolución de tensión alterna, los pulsos entregados a la red son anchos. En un paso por cero se recorta la longitud de los pulsos a cero. Por ejemplo, la máxima longitud de un pulso en un convertidor con una frecuencia de conmutación de 2,5 kHz tiene un valor de aproximadamente 0,4 ms. Las oscilaciones armónicas de la frecuencia de conmutación están claramente por encima del intervalo de la frecuencia de audio.

35 Por medio del convertidor o el convertidor de frecuencia modulado por anchura de impulso se pueden modular formas de señal según el teorema de Nyquist, que contienen componentes de frecuencia hasta la mitad de la frecuencia de conmutación del convertidor. La calidad de la representación de la evolución de la señal se incrementa para frecuencias bajas. Preferentemente, para el bloqueo de las corrientes de frecuencias de audio en el intervalo superior de frecuencias de audio se emplea un convertidor o un convertidor de frecuencias con una mayor
 40 frecuencia de conmutación. Cuando las corrientes de frecuencia de audio de la parte de la red se aplican sobre la evolución de la tensión generada por el convertidor con la misma fase o con fase modificada, las corrientes de frecuencia de audio de la parte de la red o bien se compensan completamente, gracias a lo cual la instalación aparece como de impedancia especialmente alta a estas frecuencias de audio, o bien por medio de un desplazamiento de audio se ajusta una potencia reactiva inductiva o capacitiva en la frecuencia de audio
 45 correspondiente, lo que puede ser requerido como consecuencia de los consumidores conectados en la red. Para frecuencias de control de onda es óptima una aplicación de la misma fase de la corriente de la frecuencia de audio, para conseguir señales de control de onda sin atenuación en la red.

Para evitar que las corrientes de frecuencia de audio generadas por el generador vayan a parar a la red de corriente
 50 alterna, y empeoren con ello la calidad de la corriente alterna, está previsto, preferentemente, que las corrientes de frecuencias de audio en la parte del generador se apliquen sobre la evolución de la tensión generada por el convertidor o el convertidor de frecuencia con la fase invertida.

Con ello se reacciona al hecho de que en la tensión continua, que en la parte del generador está en contacto con el
 55 convertidor de frecuencia, se aplique una corriente de frecuencia de audio generada por el generador, aproximadamente una oscilación armónica de la frecuencia base, lo que lleva a una oscilación de la amplitud de la tensión continua con la frecuencia correspondiente. Sin compensación, esta oscilación se entregaría a través del convertidor o convertidor de frecuencia a la red de corriente alterna.

En concreto, la media propuesta significa que a una cresta de onda de la amplitud de la corriente de la corriente de frecuencia de audio se le enfrenta un valle de la evolución de la curva generada por medio del convertidor, y viceversa, de manera que la cresta de la onda y el valle de la onda se anulen entre sí. La corriente de frecuencia de audio generada no se alimenta en la red de corriente alterna.

5

Una variante ventajosa experimenta el procedimiento conforme a la invención cuando por medio del dispositivo de regulación se puede ajustar o se ajusta el desplazamiento de fase de la frecuencia base generada por el convertidor respecto a la corriente alterna de la parte de la red. De este modo se adapta una resistencia reactiva inductiva o capacitiva de la instalación de energía eólica o del generador de corriente de modo flexible a los requerimientos por medio de los consumidores en la red.

10

En el dispositivo de regulación se realiza la generación de la señal que controla el convertidor, preferentemente de tal manera que por medio de la adición de la frecuencia base de la red de corriente alterna y de las frecuencias de las corrientes de frecuencia de audio de la parte de la red y/o de la parte del generador se conforma con sus fases correspondientes en el dispositivo de regulación que regula en el convertidor una evolución de tensión. En el dispositivo de regulación, con ello, se conforma una evolución de las curvas que se compone a partir de la frecuencia base de la red de corriente alterna, dado el caso con un desplazamiento de fase, así como por las formas de onda de alta frecuencia de las corrientes de frecuencias de audio detectadas con sus desplazamientos de fase correspondientes. Esta evolución de las curvas se transmite de modo adecuado al convertidor, que a continuación representa a partir de la tensión continua que está en la parte del generador una evolución de la tensión correspondiente en la parte de la red, y la alimenta a la red de corriente alterna.

15

20

Preferentemente, el convertidor se regula por medio de una instalación de procesado de datos conformada como dispositivo de regulación.

25

Preferentemente, el dispositivo de regulación comprende una instalación de procesado de datos, que en particular comprende al menos un ordenador o procesador. Cuando la instalación de proceso de datos está formada por varios ordenadores o procesadores, cada ordenador o procesador, por ejemplo, es responsable de una frecuencia de audio preseleccionada. Como procesadores son adecuados también procesadores de señal digitales (DSP). Dependiendo de la capacidad de cálculo se asignan una o varias frecuencias a un ordenador o procesador. El ordenador o un ordenador central de la instalación de procesado de datos recibe los resultados relativos a las corrientes de frecuencia de audio individuales, y sus fases, y a partir de ello calcula una evolución de la tensión alterna o de la corriente alterna que ha de ser generada por el convertidor de frecuencia, que se ha de alimenta a la red de corriente alterna.

30

35

Preferentemente, el dispositivo de regulación trabaja en la misma fase con la tensión alterna en la red de corriente alterna, en el denominado "sistema directo", a la frecuencia de + 50 Hz (+ 60 Hz). Preferentemente, el dispositivo de regulación trabaja o se opera adicionalmente en la fase opuesta a la tensión alterna en la red eléctrica, en el denominado "sistema inverso" con frecuencia - 50 Hz (ó - 60 Hz). Preferentemente, el dispositivo de regulación también comprende un sistema de regulación que trabaja a la frecuencia "frecuencia de audio", por ejemplo con la frecuencia de control de onda.

40

En caso de que el dispositivo de regulación no posea suficiente capacidad de cálculo para todas las tareas, entonces está previsto de modo preferente que en la activación, o por medio de la activación de la operación del convertidor como bloqueo activo de frecuencia de audio se desactive el funcionamiento del dispositivo de regulación en la fase opuesta a la tensión alterna en la red de corriente alterna, es decir, en el sistema opuesto. Con ello se para el funcionamiento del dispositivo de regulación en el sistema inverso, y la capacidad de cálculo que se ha liberado o bien el sistema de regulación que se ha liberado se asigna al funcionamiento en el sistema de frecuencia de audio.

50

Muchos sistemas generadores poseen dos onduladores, un ondulador en la parte del generador (rectificador) y un ondulador en la parte de la red. En el caso de sistemas convertidores completos, el conjunto de la potencia eléctrica generada por el generador en forma de una corriente alterna se rectifica por parte del rectificador de la parte del generador, y se reajusta por parte del rectificador de la parte de la red a una tensión alterna correspondiente a la frecuencia de red.

55

En el caso de máquinas asíncronas alimentadas de modo doble, tal y como se usan en muchas instalaciones de energía eólica, existen igualmente dos onduladores. En el caso de los generadores asíncronos empleados en ellas, su circuito estator está en unión directa con la red de corriente alterna, y se opera por sí mismo a la misma fase y

frecuencia. El circuito del rotor está unido por medio de un sistema convertidor con dos onduladores con la red de corriente alterna. En ambos casos se opera de modo ventajoso uno de los dos onduladores como bloqueo de frecuencia activo.

- 5 Cuando el ondulador de la parte de la red se opera como bloqueo de frecuencia activo, tiene la ventaja de que directamente sin un convertidor adicional se alimenta la curva de tensión calculada en la red. Esto es el caso, ventajosamente, en el caso de sistemas convertidores completos.

- Además, se da el caso de que haya varios convertidores en paralelo, en el que cada convertidor genera o podría
10 generar una frecuencia. En este caso, el sistema generador presenta varios convertidores, operándose cada convertidor como bloqueo de frecuencia activo.

- En el caso de máquinas asíncronas alimentadas de modo doble, preferentemente, el ondulador de la parte de la red se opera como bloqueo de frecuencia activo, ya que éste posee frente al convertidor de la parte de la máquina un
15 comportamiento de transmisión lineal. A partir de esto resultan ventajas en el diseño, en tanto que el generador pueda transmitir bien en relación a su comportamiento de transmisión referido a las oscilaciones armónicas de las frecuencias de audio. Este comportamiento de transmisión se tiene en cuenta, preferentemente, en el cálculo de la evolución de la tensión en el dispositivo de regulación. Un sistema generador de este tipo está comprendido de modo ventajoso en una instalación de energía eólica.

- 20 Además se consigue el objetivo por medio de un procedimiento para la operación de una instalación de energía eólica que presente un convertidor o bien un convertidor de frecuencia o un ondulador, en el que el convertidor o el convertidor de frecuencia u ondulador se opera tal y como se ha descrito previamente. Para evitar repeticiones se hace referencia expresa a las realizaciones anteriores.

- 25 El objetivo en el que se basa la invención se consigue además por medio de uso de un procedimiento descrito anteriormente según la invención para la operación de un convertidor o un convertidor de frecuencia o ondulador, en particular de una instalación de energía eólica, un sistema generador que genera corriente que se puede conectar a una red de corriente alterna eléctrica, en el que el convertidor, por medio de un dispositivo de regulación que regula
30 al convertidor se opera como bloqueo de frecuencia de audio activo respecto a las corrientes de frecuencia de audio de la parte de la red y/o de la parte del generador. En este caso resultan las mismas ventajas que en el procedimiento para la operación de un convertidor como bloqueo de frecuencias de audio activo.

- El objetivo en el que se basa la invención se consigue también por medio de un producto de programa de ordenador,
35 que contiene medio de código de programa, que implementa un procedimiento descrito anteriormente conforme a la invención, cuando se ejecuta sobre una instalación de procesamiento de datos que está conformada como dispositivo de regulación. La operación del convertidor o bien del convertidor de frecuencia u ondulador como bloqueo de frecuencia de audio, con ello, se ocasiona de un modo sencillo por medio del uso de un software de regulación modificado en el dispositivo de regulación. No se requieren otras medidas constructivas. Los puntos de medición de
40 corriente existentes, y dado el caso, los filtros de paso de banda existentes se pueden seguir usando. El producto de programa de ordenador proporciona medios de código de programa, con los que, en particular, se determina la evolución de la corriente alterna que se ha de pasar el convertidor, y dado el caso se detectan corrientes de frecuencia de audio a frecuencia que se pueden prefijar o que están prefijadas.

- 45 El objetivo se consigue igualmente por medio de un soporte de datos con un producto de programa de ordenador almacenado en él, tal y como se describe anteriormente.

- Finalmente el objetivo en el que se basa la invención se consigue por medio de un sistema generador que genera corriente con dispositivo de regulación para un convertidor o convertidor de frecuencia u ondulador con el producto
50 de programa de ordenador descrito, así como con una instalación de energía eólica con sistema generador de corriente correspondiente.

- Por medio del procedimiento conforme a la invención, del uso, del producto de programa de ordenador, del sistema generador y de la instalación de energía eólica se crea un bloqueo de frecuencia de audio activo con una buena
55 efectividad, que no tienen requerimientos de espacio adicionales, y que usa el convertidor existente. En principio no se origina ningún tipo de coste de hardware adicional cuando el controlador del dispositivo, es decir, el dispositivo de regulación, tiene reservas de capacidad de cálculo. Sólo se requiere un software correspondiente. En caso de que el controlador esté demasiado limitado, se pueden usar partes de la regulación del sistema invertido, haciendo que cambien su funcionamiento para una regulación de la frecuencia de audio.

El bloqueo de la frecuencia de audio bloquea corrientes de frecuencias de audio desde el exterior. Las señales de control de onda se transmiten sin atenuación en la red. Se compensan las corrientes de frecuencia de audio generadas. La frecuencia o frecuencias para la regulación de las frecuencias de audio se pueden ajustar de un modo flexible y sencillo. Un buen efecto del bloqueo activo de la frecuencia de audio se consigue en particular en el caso de frecuencia de audio bajas.

La invención se describe a continuación sin limitación de la idea general de la invención a partir de ejemplos de realización haciendo referencia a los dibujos, en los que por lo que se refiere a todas las particularidades no explicadas con más detalle en el texto se hace referencia explícita a los dibujos. Se muestra:

Fig. 1 Un diagrama de bloques de una red de corriente alterna con emisor de control de onda e instalación de energía eólica según el estado de la técnica,

Fig. 2 Un diagrama de bloques de la topología de una instalación de energía eólica conocida,

Fig. 3 Un diagrama de bloques de una instalación de energía eólica conocida con generador asíncrono alimentado de modo doble,

Fig. 4 Un diagrama de bloques de una instalación de energía eólica conocida,

Fig. 5 Un diagrama de bloques de una instalación de energía eólica con una impedancia pasiva incrementada según el estado de la técnica,

Fig. 6 Un diagrama de bloques de una instalación de energía eólica con un bloqueo activo de frecuencia de audio externo conocido y

Fig. 7 Un diagrama de bloques de una instalación de energía eólica con un bloqueo de frecuencia de audio activo interno conforme a la invención.

En las siguientes figuras, los elementos iguales o del mismo tipo o bien las partes correspondientes están provistos con las mismas cifras de referencia, de manera que se prescinde de una nueva representación correspondiente.

La Fig. 1 muestra un diagrama de bloques de una red de corriente alterna 1 con emisor de control de onda 2 e instalación de energía eólica 4 según el estado de la técnica. La red de corriente alterna 1 presenta una conexión en un emisor de control de onda 2, que tiene una impedancia de conexión 3. El emisor de control de onda 2 alimenta señales de control a la frecuencia de audio a la red de corriente alterna 1 o red 1. Las señales de control están determinadas para un consumidor o receptor 6 conectado red arriba.

Entre el emisor de control de onda 2 y el receptor 6 está conectada una instalación de energía eólica 4 con impedancia 5 dependiente de la frecuencia a la red 1. Una parte de la corriente de la señal se ramifica en la instalación de energía eólica 4, y ya no está disponible en la red 1. El receptor 6 recibe una señal de control atenuada, que bajo ciertas circunstancias ya no cumple con su finalidad.

En la Fig. 2 está representado un diagrama de bloques de la topología de una instalación de energía eólica 4 según el estado de la técnica. Un generador 9 con un circuito estator 10 y un circuito rotor 11 está conectado con su circuito estator 10 a través de un transformador de una máquina 8 a la red de corriente alterna 1. Desde el circuito rotor 11 se transmite potencia a través de un convertidor de frecuencia 12 y una inductancia de red 13 al transformador de la máquina 8b, estando conectado en paralelo al circuito rotor 11 un filtro 14, para eliminar interferencias de alta frecuencia de la señal. El sistema generador 7 comprende el generador 9, el convertidor de frecuencias, la inductancia de red 13 y el filtro 14.

Como un ejemplo de realización, la Fig. 3 muestra el diagrama de bloques de una instalación de energía eólica 4 con generador asíncrono con alimentación doble. La instalación de energía eólica 4 extrae del viento por medio de un rotor 15 potencia, y transmite ésta a través de un engranaje 16 al generador 9 asíncrono. El circuito estator 10 está conectado directamente con la red de corriente alterna 1. El circuito rotor 11 está unido con la red a través de un convertidor de frecuencia 12, que comprende un convertidor de frecuencia 12a en la parte del generador y un convertidor de frecuencia 12b en la parte de la red, así como a través de un transformador de la máquina 8. El generador asíncrono con alimentación doble dispone de una región de resbalamiento nominal regulable, y de una

entrega de potencia reactiva.

El ondulator 12a en la parte del generador o el ondulator 12b en la parte de la red se controla como bloqueo activo de la frecuencia de audio. El ondulator 12a de la parte del generador dispone de grandes reservas, de manera que éste se controla preferentemente. Cuando se desea un control directo, entonces se controla el ondulator 12b de la parte de la red.

El diagrama de bloques de una instalación de energía eólica según el estado de la técnica se muestra en la Fig. 4. Partiendo de la red de corriente alterna 1, resulta una conexión en serie a partir de la impedancia del transformador 9a y una conexión en paralelo de las impedancias del generador 9a, de la inductancia 13a y del filtro 14a. Estas impedancias conjuntamente resultan en la impedancia total dependiente de la frecuencia del sistema generador 7 respecto a la red de corriente alterna 1.

Un diagrama de bloques de una instalación de energía eólica con elevada impedancia pasiva según el estado de la técnica se muestra en la Fig. 5, en la que en serie con la impedancia del transformador de la máquina 8a está conectada una impedancia adicional 17, que incrementa la impedancia total de la instalación. Ejemplos para ello son grandes impedancias de transformador y bloqueos pasivos de frecuencias de audio.

Un bloqueo activo de frecuencia de audio conocido se muestra a partir de un diagrama de bloques de una instalación de energía eólica en la Fig. 6. La corriente que fluye en la red de corriente alterna 1 se introduce incluyendo la corriente de frecuencia de audio a través de la impedancia 8a del transformador de la máquina en la instalación, y se mide entre la impedancia 8a del transformador de la máquina y el circuito paralelo el resto de impedancias. La corriente total 21 medida, que se compone por la corriente útil y la corriente de frecuencia de audio, se filtra a través de un filtro de paso de banda 19, que está ajustado como frecuencia de audio. La corriente de frecuencia de audio 22 medida es suministrada a un amplificador 20, que devuelve una corriente de compensación de frecuencia de audio 23 a través del transformador de la máquina 8 a la red 1. Las corrientes de frecuencia de audio que entran en la instalación y que son devueltas por el amplificador a la red se elevan, de manera que en la conexión de red la impedancia total de la instalación de energía eólica 4 es alta hasta prácticamente infinita.

La Fig. 7 representa un diagrama de bloques de una instalación de energía eólica 4 con bloqueo activo de frecuencia de audio interno conforme a la invención. Como en la Fig. 6, también aquí se mide la corriente total 18 entre el transformador de la máquina 8 y la ramificación en la conexión en paralelo del resto de impedancias del generador 9, la inductancia 13 y el filtro 14. La corriente total 18 se guía a través de un filtro de paso de banda 19 a un dispositivo de regulación 24. Cuando tiene lugar el análisis de frecuencia den el dispositivo de regulación 24, se prescinde del filtro de paso de banda 19.

El dispositivo de regulación 24 comprende uno o varios ordenadores o procesadores, que por un lado son responsables de la generación de la señal que ha de ser generada por el o los convertidores, y por otro lado para el análisis de una o varias corrientes de frecuencia de audio de parte de la red y/o de parte del generador. En el dispositivo de regulación 24 se registran una o varias señales de frecuencia de audio en la parte de la red y/o en la parte del generador, y se suman con la frecuencia base de la red 1 para formar un tren de ondas total, que se transmite al ondulator 12b de la parte de la red y/o al ondulator 12a de la parte del generador, que genera o generan la forma de onda correspondiente.

Para la regulación de la frecuencia de audio se guía en el ondulator 12a ó 12b una tensión de frecuencia de audio de tal manera que la corriente total no contiene ninguna corriente de frecuencia de audio, o una muy pequeña. En el caso de convertidores completos, la parte del generador no juega ningún papel, y no se considera más. Frente a la red permanecen el ondulator 12b de la parte de la red con la impedancia 13. Sin embargo, en el caso de grandes potencias pueden trabajar dos o más onduladores en la red, y dado el caso se pueden regular también de modo independiente entre ellos.

Con la invención se consigue con menores costes y un coste constructivo menor mantener señales de control de onda en el intervalo de frecuencias de audio en la red, y dado el caso eliminar oscilaciones armónicas de la frecuencia base de red en la parte de la red y/o en la parte del generador, o bien adaptarlas a los requerimientos de los consumidores en la red. Por medio de una reconstrucción sencilla de los sistemas de regulación se realiza, incluso con una capacidad de cálculo reducida, un bloqueo activo de la frecuencia de audio. El procedimiento conforme a la invención se puede operar con todas las máquinas síncronas y asíncronas con convertidores de frecuencia. En particular, se opera una instalación de energía eólica o bien un convertidor de frecuencias de una instalación de energía eólica según el procedimiento descrito anteriormente.

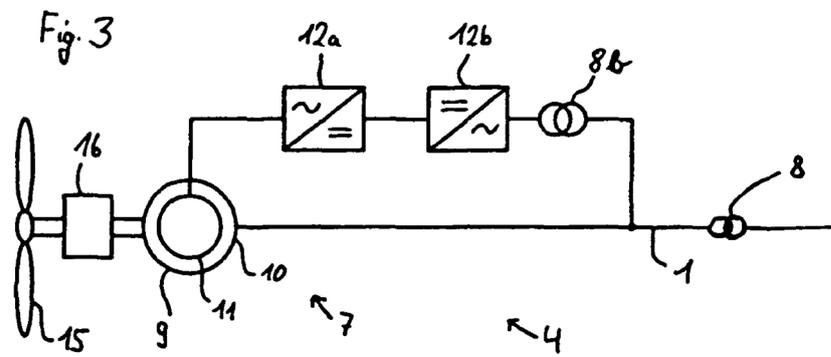
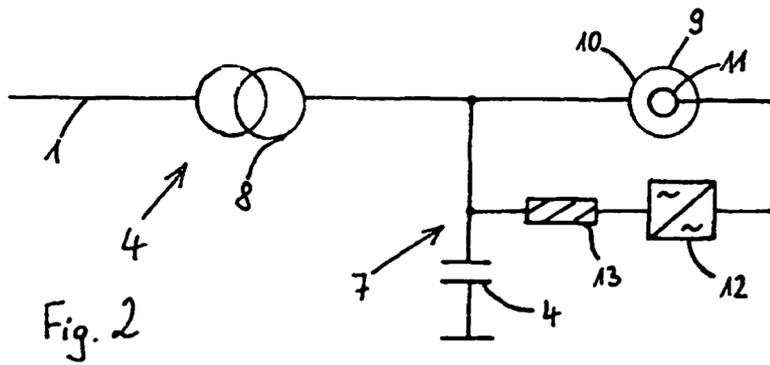
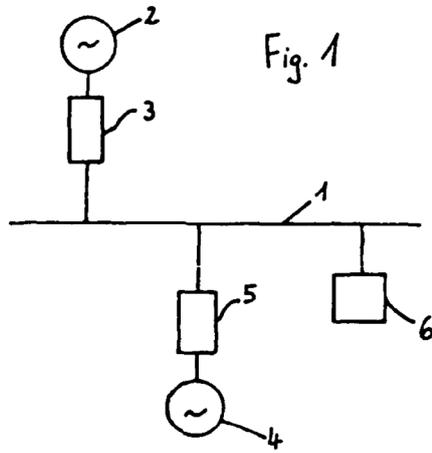
Lista de símbolos de referencia

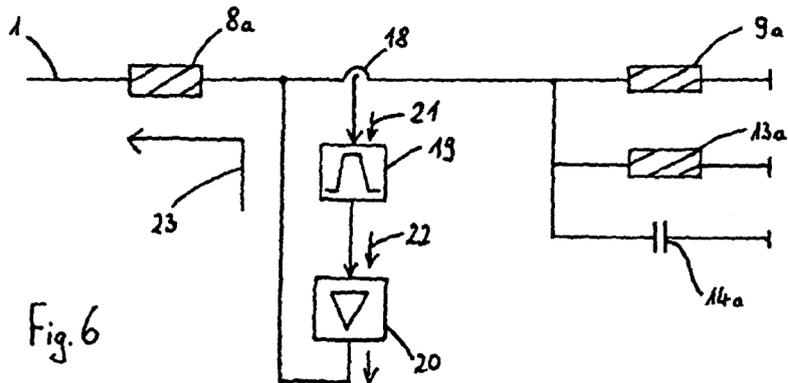
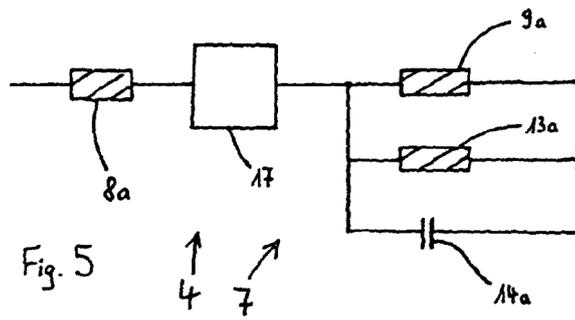
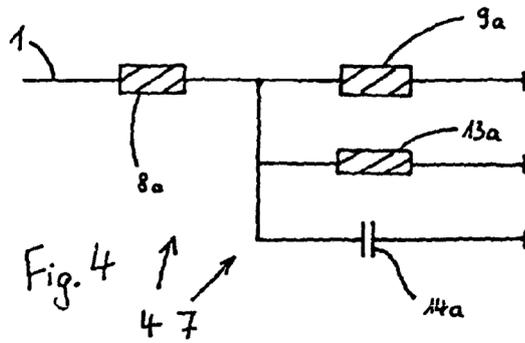
1	Red de corriente alterna
2	Emisor de control de onda
5 3	Impedancia de conexión del emisor de control de onda
4	Instalación de energía eólica
5	Impedancia de la instalación de energía eólica
6	Otros consumidores finales y receptores
7	Sistema generador
10 8	Transformador de máquina
8a	Impedancia del transformador de máquina
8b	Transformador de máquina
9	Generador
9a	Impedancia del generador
15 10	Círculo del estator
11	Círculo del rotor
12	Convertidor de frecuencia
12a	Ondulador en la parte del generador
12b	Ondulador de la parte de la red
20 13	Inductancia de red
13a	Impedancia de la inductancia de red
14	Filtro (simplificado)
14a	Impedancia de filtro
15	Rotor
25 16	Engranaje
17	Impedancia adicional
18	Medición de corriente total
19	Filtro de paso de banda
20	Amplificador
30 21	Corriente medida total (corriente útil + corriente TF)
22	Corriente TF absorbida
23	Corriente de compensación TF
24	Dispositivo de regulación

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la operación de un convertidor, en particular de una instalación de energía eólica (12, 12a, 12b), de un sistema generador (7) de corriente que se puede conectar a una red de corriente alterna (1), en particular de una instalación de energía eólica, en el que el convertidor (12, 12a, 12b) se opera por medio de un dispositivo de regulación (24) que regula el convertidor (12, 12a, 12b) como bloqueo activo de frecuencia de audio, con los siguientes pasos del procedimiento:
- detección de al menos una corriente de frecuencia de audio de al menos una frecuencia de audio prefijada,
 - determinación de una evolución de corriente alterna que se ha de determinar en el convertidor (12, 12a, 12b) en el dispositivo de regulación (24), en el que en la evolución de la corriente alterna está aplicada al menos una corriente de frecuencia de audio detectada, al menos parcialmente,
 - generación de la evolución de la corriente alterna en el convertidor (12, 12a, 12b) y
 - alimentación de la evolución de corriente alterna generada por el convertidor (12, 12a, 12b) en la red de corriente alterna (1).
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque las corrientes de frecuencia de audio de la parte de la red se detectan y/o porque las corrientes de frecuencia de audio se registran en un punto de alimentación de la red y/o se regulan en un punto de alimentación de la red y/o porque por medio del convertidor se alimenta una señal de control de onda.
3. Procedimiento según la reivindicación 2, caracterizado porque las corrientes de frecuencia de audio en la parte de la red se filtran por medio de al menos un filtro de paso de banda (19) a partir de la corriente alterna de la parte de la red y se envían al dispositivo de regulación (24), o porque las corrientes de frecuencia de audio de la parte de la red se detectan en el dispositivo de regulación (24).
4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque en la parte del generador se detectan corrientes de frecuencia de audio, filtrándose las corrientes de frecuencia de audio de la parte del generador por medio de al menos un filtro de paso de banda a partir de la corriente alterna de la parte del generador, y se envían al dispositivo de regulación (24) y/o se detectan en el dispositivo de regulación (24).
5. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque el bloqueo activo de frecuencia de audio se puede ajustar o está ajustado a un intervalo de frecuencias limitado predeterminado para señales de una frecuencia o de banda estrecha en la parte de la red, pudiéndose ajustar o ajustándose el intervalo de frecuencias limitado predeterminado a una frecuencia de control de onda, atenuándose en el espectro de frecuencias oscilaciones armónicas de la frecuencia base frente a la frecuencia de control de onda, o pudiéndose ajustar o ajustándose el intervalo de frecuencias limitado predeterminado a al menos una oscilación armónica de la frecuencia base.
6. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 5, caracterizado porque las corrientes de frecuencia de audio de la parte de la red se aplican a la evolución de tensión generada por el convertidor (12, 12a, 12b), aplicándose las corrientes de frecuencia de audio de la parte de la red sobre la evolución de tensión generada por el convertidor (12, 12a, 12b) con la misma fase o con una fase modificada.
7. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6, caracterizado porque las corrientes de frecuencia de audio en la parte del generador se aplican sobre la evolución de tensión generada por el convertidor (12, 12a, 12b) con la fase invertida.
8. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque por medio del dispositivo de regulación (24) se puede ajustar o se ajusta un desplazamiento de fase de la frecuencia base generada por el convertidor (12, 12a, 12b) respecto a la corriente alterna de la parte de la red, y porque por medio de la adición de la frecuencia base de la red y/o de la parte del generador con sus fases correspondientes en el dispositivo de regulación (24) que regula el convertidor (12, 12a, 12b) se conforma una evolución de la tensión.
9. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado porque el convertidor (12,

- 12a, 12b) se regula por medio de una instalación de procesamiento de datos conformada como dispositivo de regulación (24) y/o porque el dispositivo de regulación (24) trabaja o se opera con la misma fase con la tensión alterna en la red de tensión alterna (1), en el que el dispositivo de regulación (24) trabaja o se opera adicionalmente en la fase opuesta a la tensión alterna en la red de corriente alterna (1) y/o en el que en la o por medio de la activación del funcionamiento del convertidor (12, 12a, 12b) como bloqueo de frecuencia activo se desactiva el funcionamiento del dispositivo de regulación en la fase opuesta a la tensión alterna en la red de corriente alterna (1).
10. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado porque el sistema generador (7) presenta un ondulator (12a) en la parte del generador y un ondulator (12b) en la parte de la red, de los cuales se opera al menos un ondulator (12a, 12b) como bloqueo activo de frecuencia, en el que el ondulator (12b) de la parte de la red se opera como bloqueo activo de frecuencia y/o en el que el ondulator (12a) de la parte del generador se opera como bloqueo activo de frecuencia, y/o porque el sistema generador (7) presenta varios convertidores (12, 12a, 12b), en el que cada convertidor (12, 12a, 12b) se opera como bloqueo activo de frecuencia.
- 15 11. Procedimiento para la operación de una instalación de energía eólica con un convertidor (12, 12a, 12b), en el que el convertidor (12, 12a, 12b) se opera según el procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10.
- 20 12. Uso de un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10 para la operación de un convertidor (12, 12a, 12b) de un sistema generador (7) que genera corriente que se puede conectar a una red de corriente alterna (1) eléctrica, en particular de una instalación de energía eólica, en el que el convertidor (12, 12a, 12b) por medio de un dispositivo de regulación (24) que regula el convertidor (12, 12a, 12b) se opera como bloqueo activo de frecuencia de audio frente a las corrientes de frecuencia de audio de la parte de la red y/o de la parte del generador.
- 25 13. Producto de programa de ordenador, que contiene medio de código de programa, caracterizado porque implementa un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, cuando se ejecuta en una instalación de procesamiento de datos que está conformada como dispositivo de regulación (24).
- 30 14. Sistema generador que genera corriente (7), en particular para una instalación de energía eólica, con un dispositivo de regulación (24) para un convertidor (12, 12a, 12b) con producto de programa de ordenador según la reivindicación 13.
- 35 15. Instalación de energía eólica (4) con sistema generador que genera corriente (7) según la reivindicación 14.





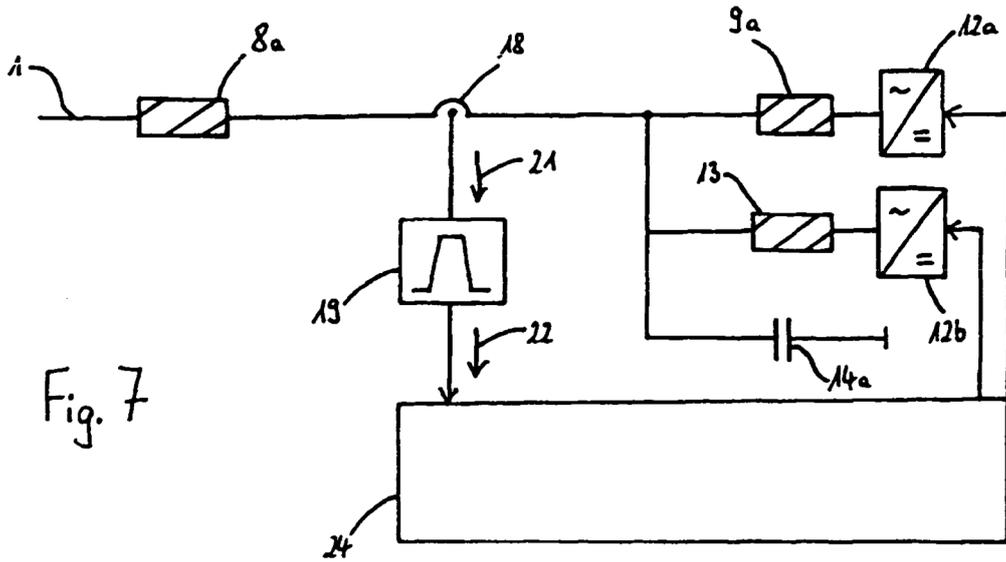


Fig. 7