

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 369 584**

51 Int. Cl.:
H02M 7/48 (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **07784581 .6**
96 Fecha de presentación: **17.07.2007**
97 Número de publicación de la solicitud: **2059999**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **20.05.2009**

54 Título: **PROCEDIMIENTO PARA LA REGULACIÓN DE ONDULADORES.**

30 Prioridad:
04.09.2006 AT 14702006

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
02.12.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
02.12.2011

73 Titular/es:
**FRONIUS INTERNATIONAL GMBH
VORCHDORFER STRASSE 40
4643 PETTENBACH, AT**

72 Inventor/es:
**ANGERER, Christian;
HEIGL, Hannes y
KREUZER, Harald**

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 369 584 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).

DESCRIPCION

Procedimiento para la regulación de onduladores

5 La invención se refiere a un procedimiento para regular la tensión y la potencia de varios onduladores de alta frecuencia de una instalación de onduladores en islote, conectados en paralelo en la salida, así como para repartir la carga entre estos onduladores de alta frecuencia, que constan por lo menos cada uno de un convertidor DC-DC, un circuito intermedio y un convertidor DC-AC, formándose para cada ondulador de alta frecuencia una magnitud directriz para especificar un valor de consigna para la regulación de la tensión de un circuito intermedio en el circuito intermedio del ondulador de alta frecuencia.

10 El documento DE 43 12 084 A1 describe un suministro de energía de carácter modular formado por varios módulos convertidores de corriente continua. La tensión del circuito intermedio de los onduladores conectados en paralelo se regula en función de la corriente de salida del ondulador.

15 Por el documento DE 29 04 786 B1 se conoce un procedimiento para regular la tensión y repartir la carga así como para sincronizar varios onduladores cuyas salidas están conectadas entre sí. Para ello se forma una magnitud de regulación equivalente que se calcula a partir de la suma de la tensión alterna de salida del ondulador y el producto de la desviación respecto a un valor de consigna de la corriente del ondulador a la salida, es decir una componente transversal de la corriente, así como una impedancia compleja. El inconveniente que presenta un concepto de regulación de esta clase es que las imprecisiones de la medición entran directamente en la regulación, y por lo tanto incluso con un error de medida pequeño se está especificando como magnitud de regulación un valor real falseado, con lo cual en la salida se regula de acuerdo con una potencia no deseada. Además se requiere la especificación de un valor de consigna para la corriente así como la medición de las corrientes a la salida del ondulador con el fin de determinar la componente transversal de la corriente que fluye entre los onduladores, con lo cual resulta una complejidad de regulación elevada que repercute también negativamente en el tiempo de reacción de la regulación.

25 También se conoce por el documento DE 691 25 462 T2 un sistema de onduladores en paralelo con varios onduladores, que están unidos entre sí por medio de un conductor colector, de tal modo que la corriente de carga se pueda repartir entre los onduladores. Está previsto un circuito detector de corriente que determina una componente transversal de la corriente de una corriente que fluye entre los onduladores, es decir la corriente transversal. A través de un primer circuito regulador de la tensión se puede regular la tensión de salida del regulador para suprimir la componente de corriente transversal que se haya detectado. Para formar una señal de consigna de tensión para la regulación se multiplica la corriente transversal por una impedancia específica, restándose la tensión calculada a partir de ahí de una tensión de referencia para obtener de este modo una señal de consigna de la tensión. En esta forma de proceder existe el inconveniente de la alta complejidad de regulación y el detrimento de la velocidad de regulación ya que es preciso determinar las corrientes transversales para lo cual se requiere un circuito detector de la corriente que ha de determinar las desviaciones con respecto a una corriente de consigna que se ha de especificar.

35 En el documento DE 692 17 109 T2 se describe un sistema para el funcionamiento en paralelo de una pluralidad de onduladores, donde también aquí se efectúa un reparto de la carga determinando para ello la corriente transversal entre los onduladores, por medio de un circuito de determinación de la corriente, formando a continuación una magnitud de regulación que depende de la corriente transversal que se haya determinado. También en este caso surgen los antes descritos inconvenientes relativos a la complejidad de la disposición del regulador, del elevado gasto de regulación y del tiempo de reacción de la regulación.

40 Por el documento US 5,473,528 A y por el artículo de Van Der Broeck, H et al: A simple method for parallel operation of inverters (un método sencillo para el funcionamiento en paralelo de onduladores) (Twentieth International Telecommunications Energy Conference; 4- 8 octubre 1998, páginas 143-150) se conocen circuitos en paralelo de módulos onduladores en los que se determina la corriente necesaria o la potencia necesaria para que resulte posible el funcionamiento en paralelo de un número superior de módulos onduladores.

El objeto de la presente invención consiste en crear un procedimiento mediante el cual se pueda realizar la regulación de la tensión y la potencia de varios onduladores de alta frecuencia (onduladores HF) conectados en paralelo, con un menor aparato de regulación. También es uno de los objetivos parciales de la invención conseguir un comportamiento de la regulación de gran estabilidad y que sea insensible frente a las imprecisiones de medida.

50 El objetivo conforme a la invención se resuelve determinando la carga de cada ondulador HF por medio de un dispositivo de control situado a la entrada de cada ondulador de alta frecuencia, mediante la determinación de la potencia de entrada, porque cada dispositivo de control simula una resistencia interna virtual de cada ondulador HF, por medio de la cual se provoca una caída de tensión virtual dependiente de la carga que se ha determinado, cuya caída de tensión virtual se emplea para regular la tensión del circuito intermedio, de modo que se provoca una variación deseada de la tensión de salida de cada uno de los onduladores HF. Por medio de la resistencia simulada se ha hallado una magnitud que provoca una caída de tensión U_{VR} virtual dependiente de la carga, que se puede emplear como magnitud regulada para estabilizar el sistema de onduladores y para efectuar el reparto de la carga. En este caso, la resistencia queda registrada en una memoria como valor o curva característica, es decir que no

5
10
15

está realizada con técnica de circuitos sino que en cierto modo está simulada, y se emplea para el tratamiento mediante una lógica de programa, de modo que físicamente no se produce ninguna pérdida de potencia a causa de la resistencia. La ventaja de esta solución es que no es necesaria la determinación de las corrientes transversales o de compensación que fluyen entre los onduladores HF para poder efectuar una regulación de la tensión de salida y además un reparto definido de la carga entre varios onduladores HF. Por lo tanto se reduce considerablemente el aparato de regulación y aumenta la velocidad de regulación al desaparecer la determinación y evaluación de las corrientes transversales. Además se obtiene la ventaja de conseguir una regulación insensible frente a errores de medida o imprecisiones de medida, ya que debido a la especificación flexible de valores de consigna para la tensión del circuito intermedio y por lo tanto para efectuar una adaptación de la tensión de salida en forma de una oscilación de la tensión de la red en función de la potencia necesaria en el caso de que se reconozca un valor de consigna erróneo, se vuelve a regular de nuevo dentro del campo del valor físicamente correcto. Por lo tanto se obtiene un comportamiento de regulación estable y las desviaciones de los valores de consigna se compensan automáticamente. Mediante una regulación de esta clase se consigue también un reparto de la carga definido, por ejemplo simétrico, entre los onduladores HF conectados en paralelo. Se evitan por lo tanto corrientes transversales indeseables entre los onduladores HF, sin que sea necesario conocer magnitudes de otro ondulador HF, o magnitudes que surgen entre los onduladores HF, tales como una corriente transversal. Por lo tanto se puede regular de modo autónomo y de forma ventajosa cada uno de los onduladores HF, con lo cual aumenta la velocidad de regulación y se reduce el aparato de regulación.

20

También es ventajosa una forma de proceder en la que la carga del ondulador HF se determina a la entrada del ondulador HF mediante la determinación de la potencia de entrada, dado de que de este modo se puede determinar de forma sencilla una magnitud de referencia, con independencia de los demás onduladores HF, que se utiliza en cada caso como magnitud de influencia para estabilizar todo el sistema de onduladores.

También se puede calcular una magnitud de reducción sirviéndose de la resistencia interna del ondulador HF simulada por el dispositivo de control.

25

Por el hecho de que la magnitud de reducción se calcula a partir del producto de la potencia de entrada P_i y de un factor de adaptación K_i , se puede adaptar la magnitud de reducción a diferentes casos de aplicación y modos de trabajo, mediante el empleo de un factor de adaptación adecuado K_i .

30

En este caso resulta especialmente ventajosa una forma de proceder en la que se asigna el factor de adaptación K_i al tipo de ondulador HF empleado y donde para calcular la magnitud de reducción se descarga de la memoria del dispositivo de control un factor de adaptación K_i específico correspondiente.

35

También es ventajoso si para cada ondulador se determina una magnitud directriz U_i' para especificar el valor de consigna de la tensión del circuito intermedio U_{ZKi} en función de la magnitud de reducción, ya que de este modo resulta posible efectuar la regulación de la tensión del circuito intermedio U_{ZKi} con medios muy sencillos, que reacciona de modo flexible ante la carga debida a un consumidor, con lo cual puede efectuarse la estabilización y el reparto de cargas.

También es ventajosa en una forma de proceder en la que la magnitud directriz U_i' se calcula a partir de la diferencia entre una tensión de referencia U_{i-ref} y la magnitud de reducción. Al disminuir la magnitud U_i' en un importe independiente de la potencia que está representado por la caída de tensión virtual U_{VR} , se logran las ventajas antes citadas con un aparato reducido gracias a las especificaciones flexibles del valor de consigna.

40

Si para la resistencia simulada o la magnitud de reducción se emplean magnitudes reales, en particular magnitudes de corriente continua, se simplifica de forma ventajosa el aparato de regulación en comparación con el empleo de magnitudes complejas, en las que se tienen en cuenta la magnitud y el ángulo de fase, y en las que emplean como magnitudes reales unos valores de corriente alterna, con lo cual aumenta el tiempo de reacción o la velocidad de regulación.

45

Mediante una forma de proceder en la que disminuye la magnitud directriz U_i' para la especificación del valor de consigna de la tensión del circuito intermedio U_{ZKi} al aumentar la carga en la salida, o disminuye al aumentar la carga en la salida o aumenta al reducir la carga en la salida, resulta posible conseguir una regulación estable que no se ve perjudicada por las imprecisiones de medición de la potencia de salida de los onduladores HF.

50
55

Un desarrollo del proceso en el que para la regulación de la tensión del circuito intermedio U_{ZKi} se emplea un regulador de tensión y conectado a continuación de este por lo menos un regulador de intensidad, por lo menos en cada caso un regulador PI, es ventajoso gracias a los medios convenientes y acreditados. Mediante el regulador de tensión se especifica otra magnitud directriz U_i' para la corriente de consigna alimentada al circuito intermedio para la regulación por medio del regulador de intensidad, de modo que por medio de la corriente de consigna alimentada al circuito intermedio se establece la tensión del circuito intermedio U_{ZKi} . Por lo tanto, por medio del bucle de regulación para la regulación de la intensidad subordinado al bucle de regulación para la regulación de la tensión se puede regular la cantidad de carga alimentada al circuito intermedio de tal modo que se establezca la tensión del circuito intermedio U_{ZKi} de acuerdo con la magnitud directriz U_i' .

5 Resulta ventajoso un desarrollo del proceso en el que para la regulación de la tensión del circuito intermedio U_{ZKi} se mide una corriente de impedancia I_{ZKi} y se conduce al circuito intermedio, ya que con estas magnitudes reales se halla la suficiencia para realizar la regulación y estas magnitudes están asignadas exclusivamente a un único ondulator HF, con lo cual se reduce al mínimo la comunicación entre los ondulator HF para efectuar la regulación. Por lo tanto no se requiere la compleja determinación de corrientes de compensación o corrientes transversales que fluyen entre los ondulator HF, con lo cual se reduce la complejidad de la regulación y se mejora el tiempo de reacción.

10 Por el hecho de que se reacopla la tensión del circuito intermedio U_{ZKi} y eventualmente la corriente de impedancia I_{ZKi} respectivamente para formar una desviación de la regulación dentro de cada circuito de regulación para el regulador de tensión y eventualmente para el regulador de intensidad en cada uno de los ondulator HF, resulta posible efectuar la regulación autónoma de la potencia de salida de cada uno de los reguladores HF, con lo cual tiene lugar al mismo tiempo el deseado reparto de cargas entre los ondulator HF.

15 También es ventajosa una forma de proceder en la que a partir de la tensión del circuito intermedio U_{ZKi} se genera una tensión alterna de salida proporcional, especialmente a través del convertidor DC-AC, ya que mediante la correspondiente regulación de la tensión del circuito intermedio U_{ZKi} se regula al mismo tiempo la tensión alterna de salida efectiva, con lo cual puede tener lugar la regulación de modo ventajoso exclusivamente con magnitudes de corriente continua.

20 Por el hecho de que los ondulator HF se sincronizan a través de una línea mediante una señal o de un impulso, por lo menos en el momento de arranque del régimen en paralelo, queda garantizado que la tensión alterna senoidal en las salidas de varios ondulator HF está sincronizada en los pasos por cero, con lo cual se evitan corrientes transversales entre los ondulator HF debidas a diferencias de potencial causadas por una distinta posición de fase de las tensiones alternas.

25 También resulta ventajoso si a través de la línea se transmiten otros datos que no sean críticos en el tiempo tales como señales de fallos o de diagnóstico, parámetros de potencia, magnitudes de estado de la regulación, etc., ya que puede procederse a una evaluación y ulterior tratamiento de los estados de servicio, por ejemplo a una visualización o protocolización de parámetros o similares, no siendo esto necesario para el funcionamiento de la regularización y por lo tanto no va en detrimento de la velocidad de regulación.

30 Si el ondulator HF se emplea como ondulator de islote para la alimentación de un consumidor desacoplado de la red pública de suministro de energía, se puede recurrir a las tolerancias permitidas para la red pública en cuanto a variaciones de tensión, para regular la tensión de salida como amplitud de variación con lo cual resulta posible de forma ventajosa obtener la variabilidad de la tensión del circuito intermedio U_{ZKi} o de la tensión de salida dentro de esta amplitud de oscilación, sin que se perjudique el funcionamiento del consumidor.

35 Otra variante ventajosa del procedimiento consiste en que la regulación se efectúa de modo digital y los componentes de los circuitos de regulación se recuperan de una memoria del dispositivo de control y son tratados en un circuito de cálculo, en particular en un microprocesador, con lo cual la regulación se puede realizar de modo muy económico y flexible.

La presente invención se explica con mayor detalle sirviéndose de los dibujos esquemáticos adjuntos.

Estos muestran:

40 la fig. 1 un esquema de bloques de una disposición de dos ondulator de alta frecuencia con los elementos esenciales para realizar el procedimiento conforme a la invención; y

la fig. 2 un esquema de bloques de una posible variante de realización de la disposición del regulador para la regulación de un ondulator HF de un sistema de ondulator.

45 En la fig. 1 está representada una disposición usual de un sistema ondulator 1 con varios - en este caso dos - ondulator HF 2 conectados en paralelo a la salida (recuadrados con línea de trazo y punto), en particular unos ondulator de alta frecuencia. Dado que los distintos componentes conjuntos y funciones de los ondulator HF 2 ya se conocen por el estado de la técnica, no se trata de estos a continuación con detalle.

50 El ondulator HF 2 comprende por ejemplo un convertidor DC-DC 3 (recuadrado con línea de trazos), un circuito intermedio 4 y un convertidor DC-AC 5. Los ondulator HF 2 tienen una particularidad especial, y es que presentan una resistencia interna muy reducida frente a los ondulator convencionales de 50 Hz, tal como se emplean usualmente. En una entrada del convertidor DC-DC 3 está conectada una fuente de energía 6 o un generador de energía, que puede estar formado por ejemplo por uno o varios acumuladores 7 conectados en paralelo y/o en serie entre sí. En este caso es posible, tal como está representado esquemáticamente y es conocido por el estado de la técnica, que los acumuladores 7 se carguen por medio de módulos solares 7a y un regulador de carga 7b. El convertidor DC-AC 5 está unido por una de sus salidas 8 con uno o varios consumidores eléctricos 9, tal como por ejemplo un frigorífico, un equipo de radio, etc. El sistema de ondulator 1 se emplea preferentemente como ondulator en islote para la alimentación de consumidores 9 que estén desacoplados de la red pública de suministro

de energía, pero que requieren un suministro de energía igual que el de una red pública de corriente alterna. Mediante el empleo de varios onduladores HF 2 se puede suministrar por una parte mayor potencia para el funcionamiento de los consumidores 9. Por otra parte y debido a la disposición redundante gracias al empleo de varios onduladores HF 2 se puede reducir la probabilidad de fallo del sistema de onduladores 1, con lo cual se pueden alimentar con energía a prueba de fallo unos consumidores críticos 9.

El convertidor DC-DC 3 está formado por lo menos por un sistema electrónico de potencia 10 y un transformador así como un convertidor AC-DC (bloque 11). El sistema electrónico de potencia 10 comprende un dispositivo de conmutación que se controla o sincroniza en una entrada de control 12, de modo que la energía que alimenta el transformador del bloque 11 se puede determinar por ejemplo mediante modulación de la amplitud de impulso (PWM) o un procedimiento de desplazamiento de fase o similar de la señal de control en la entrada de control 12. El circuito intermedio 4 está formado por uno o varios condensadores, en particular condensadores electrolíticos. El circuito intermedio 4 sirve para realizar la acumulación de energía y por este motivo se carga a una tensión de circuito intermedio U_{Zk} de la cual se obtiene por medio del convertidor DC-AC 5 una tensión alterna en la salida 8. Para que se pueda generar en la salida 8 la tensión alterna deseada para el consumidor 9, el convertidor DC-AC 5 está formado por un correspondiente ondulador que convierte la tensión continua en una tensión alterna. Otros componentes o conjuntos tales como por ejemplo circuitos de filtro, condensadores de alisado, etc. no están representados en el ejemplo de realización mostrado.

El ondulador HF 2 comprende además un regulador o un dispositivo de control 13 que puede estar formado por ejemplo por un microprocesador, un micro controlador o un equipo de cálculo. Por medio del dispositivo de control 13 se puede proceder al correspondiente control de los distintos conjuntos, en particular de los elementos de conmutación dispuestos en estos. Para ello están memorizados en el dispositivo de control 13 los distintos desarrollos de regulación o control mediante los correspondientes programas de software y/o datos o curvas características. Por otra parte, con el dispositivo de control 13 están dispuestos uno o varios sistemas de medición 14 para la determinación de la intensidad y de la tensión en los puntos más diversos del sistema de onduladores 1.

Con la disposición mostrada en la figura 1 se puede realizar un procedimiento para regular la tensión y la intensidad de corriente de los onduladores HF 2 conectados en paralelo en las salidas 5, de modo que pueda efectuarse un reparto definido de la potencia requerida por el o los consumidores 9, entre los distintos onduladores HF 2. Para ello es posible que los onduladores HF 2 estén realizados con una construcción idéntica, de modo que pueda efectuarse un reparto de cargas simétrico o uniforme entre los onduladores HF 2. Por otra parte, también se pueden emplear trabajando en paralelo onduladores HF 2 de distintos tipos, por ejemplo de una clase de potencia o potencia nominal diferente, efectuándose en este caso el correspondiente reparto de cargas de forma proporcional, en particular dependiente de la potencia nominal, entre los onduladores HF 2. Por ejemplo si es un sistema de onduladores 1 con dos onduladores HF 2, se realiza el segundo ondulador HF 2 con una potencia nominal doble en comparación con el primer ondulador HF 2, entonces se regula el sistema de onduladores 1 de tal modo que el segundo ondulador HF 2 suministre también el doble de potencia al consumidor 1.

El procedimiento según la invención se explica a continuación mediante la contemplación conjunta de las figuras 1 y 2, mostrando la figura 2 un esquema de bloques del concepto de regulación en el que se basa la invención. En la figura 2 está representado para ello el esquema de bloques para la regulación de un único ondulador HF 2, siendo aplicable este esquema de bloques para cada uno de los onduladores HF 2 del sistema de onduladores 1.

En el ondulador HF 2 se mide una tensión de circuito intermedio U_{Zki} que está presente a la salida del circuito intermedio 4, por medio de un sistema de medición 14 realizado como sensor de tensión 15. El subíndice i corresponde a uno de los onduladores HF 2 del sistema de onduladores 1. La tensión del circuito intermedio U_{Zki} se emplea como magnitud real para la regulación de la potencia en la salida 8 del ondulador HF 2, y por lo tanto se registra en el dispositivo de control 13 después de cada exploración.

Por otra parte se determina por medio de la potencia de entrada P_i suministrada por la fuente de energía 6 al ondulador HF 2 una determinación de potencia 16, pudiendo efectuarse esto mediante un sistema de medición 14 formado por sensores de intensidad y de tensión y por un sistema lógico de cálculo para el cálculo de la potencia. La potencia de entrada P_i en el ondulador HF 2 está determinada por la potencia emitida en la salida 8, de modo que una variación de la potencia de salida del sistema de onduladores 1 repercute en la entrada del ondulador HF 2.

Para llevar a cabo ahora en las salidas 8 un reparto definido de la potencia entre los onduladores HF 2, se especifica un valor de consigna o una magnitud directriz U_i' para la tensión del circuito intermedio U_{Zki} , que se aplica en la entrada de un regulador 17. El regulador 17 lleva a cabo una regulación, de tal modo que en el caso de que exista una diferencia o desviación de regulación entre la magnitud directriz U_i' y la tensión momentánea del circuito intermedio U_{Zki} se procede a una modificación de la corriente alimentada al circuito intermedio 4, con lo cual se ajusta la tensión del circuito intermedio U_{Zki} en la forma deseada. Aquí no se trata con mayor detalle sobre los elementos o componentes existentes eventualmente en el trayecto de regulación 18, tales como por ejemplo comparadores, limitadores de señal, filtros, etc., ya que estos son conocidos para el técnico que ejerza su actividad en el campo de la técnica de regulación.

De acuerdo con la invención está ahora previsto que la magnitud directriz U_i' sea variable en particular dentro de una cierta amplitud de fluctuación, y se establezca dependiendo de la carga del ondulator HF 2 debida al consumidor 9 situado en la salida 8. La amplitud de fluctuación se establece para esto de tal modo que la fluctuación de tensión que se produzca en la salida 8 se encuentre dentro de las tolerancias permitidas para un consumidor 9. La amplitud de fluctuación se corresponde preferentemente con las fluctuaciones de tensión máximas permitidas de las redes públicas de suministro de energía. La fluctuación de tensión puede estar por ejemplo entre 240V- y 220V-.

La carga del ondulator HF 2 se determina preferentemente determinando para ello la potencia de entrada P_i mediante una determinación de la potencia 16 a la entrada del ondulator HF 2. De este modo se puede modificar o variar la magnitud directriz U_i' por medio del dispositivo de control 13 en función de la potencia de entrada P_i . En particular se especifica para esto una tensión de referencia U_{i_ref} , que se reduce en una magnitud que depende de la potencia de entrada P_i . Esta magnitud se puede considerar como una resistencia simulada o virtual ya que por medio de esta y mediante la formación de una magnitud de reducción se simula una caída de tensión U_{VR} que físicamente no tiene lugar, ya que los onduladores HF 2 presentan una resistencia interna muy pequeña, que no repercute de modo esencial. La magnitud directriz U_i' se forma por lo tanto a partir de la diferencia entre una tensión de referencia U_{i_ref} y una caída de tensión virtual U_{VR} según $U_i' = U_{i_ref} - U_{VR}$. La tensión de referencia U_{i_ref} se mantiene durante la regulación preferentemente en un valor constante, pudiendo especificarse un valor idéntico para la tensión de referencia U_{i_ref} para todos los onduladores HF 2 empleados en el sistema de onduladores 1. Sin embargo existe también la posibilidad de que el valor de la tensión de referencia U_{i_ref} dependa del tipo de ondulator HF 2 empleado, y que la tensión de referencia U_{i_ref} se especifique de modo independiente y eventualmente diferente para cada uno de los onduladores HF 2 del sistema de onduladores 1.

La magnitud de reducción o la caída de tensión virtual U_{VR} es preferentemente proporcional a la potencia de entrada P_i determinada en la determinación de potencia. Para calcular la magnitud de reducción U_{VR} está previsto un elemento de evaluación 18, en particular un elemento de multiplicación o una curva característica registrada, que contiene un factor de adaptación K_i que preferentemente es específico del ondulator 2, de modo que mediante la multiplicación de la potencia de entrada P_i por el factor de adaptación K_i se calcula la magnitud de reducción U_{VR} . La magnitud de reducción U_{VR} o el factor de adaptación K_i es preferentemente una magnitud puramente real.

La magnitud directriz U_i resulta por lo tanto dependiente de la magnitud de reducción U_{VR} , con lo cual resulta flexible la especificación del valor de consigna de la regulación. Mediante un proceder de esta clase en el que se especifica la tensión del circuito intermedio U_{ZKi} por la potencia en la salida 8 o en la entrada del ondulator HF 2 resulta posible realizar una regulación de la potencia en la salida 8 de aparato reducido y muy rápida, pudiendo efectuarse también un reparto definido, por ejemplo simétrico, de la carga de los onduladores HF 2.

Si ahora se aumenta por ejemplo la carga debida al consumidor 9, entonces después de un breve tiempo de procesos de descarga en los circuitos intermedios 4 se toma más corriente de los onduladores HF 2, mientras se mantiene constante la tensión intermedia U_{ZKi} . Solamente al reconocer la aparición de una potencia de entrada superior debido a la mayor toma de corriente se reduce la magnitud directriz U_i en la magnitud de reducción U_{ZKi} , de modo que se establece una tensión menor del circuito intermedio U_{ZKi} . Este proceso se lleva a cabo en paralelo en todos los onduladores HF 2, de modo que la carga se reparte simétricamente o de forma proporcional dependiendo de la respectiva potencia nominal, ya que en el circuito intermedio 4 de cada ondulator HF 2 se establece la misma tensión de circuito intermedio U_{ZKi} .

La especificación de la tensión del circuito intermedio U_{ZKi} tiene lugar preferentemente en el regulador 17 por medio de un regulador de tensión 19 y por lo menos un regulador de intensidad 20. Mediante el regulador de tensión 19 se emite en la salida otra magnitud directriz I_i' , que especifica el valor de consigna de la corriente suministrada al circuito intermedio 4. Se forma otro sistema de medición 14 por medio de un sensor de intensidad 21 que determina en el sistema electrónico de potencia 10 una corriente real, que se devuelve a un sustractor 22 o comparador. En el sustractor 22 se forma a partir de la diferencia de la magnitud directriz I_i' y de la intensidad real una desviación de regulación para la entrada del regulador de intensidad 20. Mediante el regulador de intensidad 20 se determina de este modo la carga o la corriente que se alimenta al circuito intermedio 4 para recargarlo hasta la tensión de circuito intermedio U_{ZKi} .

Se puede decir por lo tanto que en una instalación de onduladores en islote se forma una magnitud directriz U_i' para especificar un valor de consigna para la regulación de una tensión de circuito intermedio U_{ZKi} en el circuito intermedio 4 del ondulator HF 2 en el circuito intermedio 4 del ondulator HF 2 para la regulación de una tensión de circuito intermedio U_{ZKi} , para regular la tensión y la potencia de varios onduladores HF 2 conectados en paralelo así como para el reparto de la carga entre estos onduladores 2, que se componen cada uno por lo menos de un convertidor DC-DC 3, o un circuito intermedio 4 y un convertidor DC-AC 5, y para cada ondulator HF 2. En cada ondulator HF 2 se determina mediante un dispositivo de control 13 la corriente necesaria o la potencia necesaria, y en consecuencia se procede a una modificación de la tensión de salida en función de la carga del ondulator HF 2, de modo que se provoca una fluctuación de tensión de red intencionada en la salida del ondulator HF 2.

Mediante la provocación intencionada de una fluctuación de la tensión de la red a la salida de los onduladores HF 2 se consigue de forma sencilla que en el caso de onduladores HF 2 con una resistencia interna muy pequeña resulte posible efectuar la adaptación de la potencia de los onduladores HF 2 conectados en paralelo, y por lo tanto se

evitan las correspondientes corrientes transversales, tales como aparecen en el caso de un reparto desigual de la potencia o reparto desigual de la carga. Esto tiene lugar, dicho con palabras sencillas, de modo que por ejemplo en el caso de un reparto desigual de la carga, un ondulator HF 2 suministra más corriente que el otro. Por lo tanto en el ondulator HF 2 que suministra más corriente se provoca debido a la resistencia interna simulada a través del dispositivo de control 13 una variación de la tensión de salida, es decir una reducción de la tensión de salida. El otro ondulator HF 2 suministra ahora más corriente dado que la tensión de salida sigue siendo todavía igual o superior, de modo que nuevamente y debido a la regulación por medio de la resistencia interna simulada se lleva a cabo también en este ondulator HF 2 a continuación una modificación de la tensión de salida, es decir una fluctuación de la tensión de la red. Por lo tanto y debido a la regulación se lleva a cabo una adaptación constante de la tensión de salida en forma de una fluctuación de la tensión de la red, de modo que en los onduladores HF conectados en paralelo se establece una disminución de la tensión de salida igual y por lo tanto ambos onduladores HF 2 suministran la misma corriente y están sometidos a la misma carga. Esta regulación también tiene lugar en sentido inverso, es decir que cuando se requiere menos potencia, se lleva a cabo un aumento de la tensión de salida, de tal modo que nuevamente ambos onduladores HF 2 quedan cargados por igual. Mediante esta regulación se puede ver ahora que cada ondulator HF 2 lleva a cabo la regulación de modo autónomo para el mismo y por lo tanto no es preciso emplear sistemas adicionales de medición de la corriente transversal tal como sucede en el estado de la técnica.

De este modo se puede interconectar también un número cualquiera de onduladores HF 2 sin un aparato adicional. Al efectuar una ampliación de una instalación de onduladores en islote de esta clase únicamente hay que conectar los nuevos onduladores HF 2 que se han añadido a través de la línea 23 para la señal del paso por cero.

Otra ventaja se consigue mediante la realización intencionada de la fluctuación de la tensión de la red, y esto de tal modo que con ello se puede formar también de forma sencilla una protección contra sobrecargas para los dos onduladores HF 2. Esto tiene lugar por ejemplo de tal modo que para los onduladores HF 2 se establece un valor límite superior y uno inferior para la tensión de salida, es decir para la fluctuación de la tensión de red que se ha realizado, de modo que en el caso de que haya una carga demasiado alta, los onduladores HF 2 no pueden realizar una disminución de la tensión de salida por debajo de estos valores límites, ya que en caso contrario los onduladores HF 2 tendrían que suministrar demasiada energía, y por lo tanto se produciría una carga demasiado fuerte de los onduladores HF 2.

Es preciso señalar que como reguladores de tensión 19 y/o como reguladores de intensidad 20 se pueden emplear sistemas de regulación conocidos por el estado de la técnica, por ejemplo reguladores PI.

La regulación de la cantidad de energía alimentada al circuito intermedio 4 puede tener lugar mediante PWM, en cuyo caso se efectúa mediante el transformador de alta frecuencia situado en el bloque 11 una transformación de la tensión de tal modo que el circuito intermedio 4 se carga a una tensión de circuito intermedio UZKi de unos 300V a unos 500V, en particular unos 400V. Por medio del convertidor DC-AC 5 se convierte esta tensión del circuito intermedio UZKi en una tensión alterna situada en la salida 8, por ejemplo una tensión de red de 230V y 50Hz, para lo cual se pueden emplear procedimientos o dispositivos conocidos por el estado de la técnica tales como por ejemplo puentes onduladores o similares. El valor efectivo de la tensión alterna en la salida 8 es en este caso proporcional a la magnitud de la tensión del circuito intermedio UZKi. A la salida y debido a la tensión variable del circuito intermedio UZKi pueden surgir fluctuaciones de tensión que sin embargo están solo dentro de las tolerancias admisibles de las redes públicas de suministro de energía. En el caso de consumidores 9 con intensidades de corriente de arranque elevadas esto incluso es ventajoso ya que durante el arranque la tensión alterna en las salidas 8 es menor debido a la carga elevada con lo cual se contrarresta una sobrecarga de corta duración del sistema ondulator 1.

Los onduladores 2 del sistema de onduladores 1 están conectados entre sí a través de una línea 23, por ejemplo un conductor de fibra óptica, para efectuar el intercambio de señales o de datos. Los onduladores 2 se sincronizan a través de esta línea 23 de tal modo que las tensiones alternas de forma senoidal presentes en las salidas 8 de los onduladores 2 estén en fase, es decir que presenten los mismos pasos por cero. Esta sincronización puede efectuarse por ejemplo mediante un impulso inicial por medio del cual se inicia al mismo tiempo la generación de la tensión alterna en la salida 8 de cada ondulator 2. Mediante esta sincronización en el tiempo de los pasos por cero de las tensiones alternas en las salidas 8 se evitan las corrientes de compensación o transversales provocadas por la desigualdad de fases.

También existe la posibilidad de que a través de la línea 23 se transmitan otros datos que no sean críticos en el tiempo tales como señales de fallos o de diagnóstico, parámetros de potencia, magnitudes de estado, etc. De este modo se pueden realizar otras funciones en el sistema de onduladores 1, por ejemplo una visualización o protocolización de parámetros, cosa que no influye para la regulación del suministro de energía para un consumidor 9.

Es preciso señalar que los distintos bloques funcionales de las figuras 1 y 2 pueden estar registrados en una memoria del dispositivo de control 13 al menos en parte como algoritmo de cálculo o software, afectando esto en particular al regulador 17, al elemento de evaluación 18, y a partes de la determinación de potencia 16. En este caso

tiene lugar la regulación digital de la potencia emitida en las salidas 8 de los onduladores 2, lo cual permite realizar un proyecto de regulación flexible y económico.

5 Por otra parte, los valores registrados en la memoria del dispositivo de control 13 se pueden modificar de modo sencillo y/o se pueden registrar varias configuraciones de un sistema de onduladores 1. Existe por ejemplo la posibilidad de que se registren diferentes factores de adaptación K_i , cada uno de los cuales sea específico de un tipo o clase de potencia de un ondulador 2, y que se descargan de la memoria en función del tipo de ondulador 2 empleado. De este modo, mediante la especificación de un factor de adaptación K_i se puede determinar la potencia emitida en la salida 8 del ondulador 2, con lo cual resulta posible obtener una estructura homogénea del sistema de onduladores 1 con diferentes tipos de onduladores 2 y las correspondientes diferentes potencias nominales.

10 La identificación del tipo de ondulador 2 puede tener lugar por medio del dispositivo de control 13, por ejemplo de forma automática en un modo de diagnóstico o bien se puede establecer manualmente por medio de introducciones hechas por el usuario, mediante las cuales se elige el correspondiente factor de adaptación K_i .

15 Por último hay que señalar que para alimentación del consumidor 9, el sistema de onduladores 1 no está limitado a dos onduladores HF 2 sino que puede funcionar en paralelo un número cualquiera de onduladores HF 2 en la salida 8, en un conductor colector 24 que conduce al consumidor 9.

Las distintas realizaciones mostradas en las figuras 1, 2 o partes de las descripciones pertenecientes a estas figuras pueden constituir el objeto de soluciones autónomas conformes a la invención. Los correspondientes objetivos y soluciones conformes a la invención se deducirán de las descripciones detalladas de estas figuras.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la regulación de la tensión y de la potencia de varios onduladores HF (2) conectados en paralelo en la salida, de una instalación de onduladores en islote, así como para el reparto de la carga de estos onduladores HF (2), que constan cada uno por lo menos de un convertidor DC-DC (3), un circuito intermedio (4) y un convertidor DC-AC (5), formándose para cada ondulador HF (2) una magnitud directriz (U_i') para especificar un valor de consigna para la regulación de una tensión de circuito intermedio (U_{ZKi}) en el circuito intermedio (4) del ondulador HF (2), **caracterizado porque** la carga de cada ondulador HF (2) viene determinada por un dispositivo de control (13) situado a la entrada de cada ondulador HF (2) mediante la determinación de la potencia de entrada (P_i), porque cada dispositivo de control (13) simula una resistencia interna virtual de cada ondulador HF (2) por medio de la cual se provoca una caída de tensión virtual (U_{VR}) que depende de la carga que se haya determinado, cuya caída de tensión virtual (U_{VR}) se emplea para la regulación de la tensión (U_{ZKi}) del circuito intermedio (4), de modo que se provoca una modificación intencionada de la tensión de salida de cada ondulador HF (2).
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** mediante la resistencia interna simulada por el dispositivo de control (13) de cada ondulador HF (2) se calcula una magnitud de reducción.
3. Procedimiento según la reivindicación 2, **caracterizado porque** la magnitud de reducción se calcula a partir del producto de la potencia de entrada (P_i) y de un factor de adaptación (K_i).
4. Procedimiento según la reivindicación 3, **caracterizado porque** el factor de adaptación (K_i) se asigna al tipo de ondulador HF (2) empleado, y porque para calcular la magnitud de reducción se descarga de una memoria del dispositivo de control (13) un correspondiente factor de adaptación específico (K_i).
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 2 a 4, **caracterizado porque** para cada ondulador HF (2) se determina una magnitud directriz (U_i') para especificar el valor de consigna de la tensión del circuito intermedio (U_{ZKi}) en función de la magnitud de reducción.
6. Procedimiento según la reivindicación 5, **caracterizado porque** la magnitud directriz (U_i') se calcula a partir de la diferencia entre una tensión de referencia (U_{Lref}) y la magnitud de reducción.
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 2 a 6, **caracterizado porque** para la resistencia simulada o la magnitud de reducción se emplean magnitudes reales, en particular magnitudes de corriente continua.
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 5 a 7, **caracterizado porque** la magnitud directriz (U_i') para la especificación del valor de consigna de la tensión del circuito intermedio (U_{ZKi}) se reduce en la salida (8) en caso de producirse un aumento de la carga del ondulador HF (2) o se aumenta en la salida (8) en caso de producirse una reducción de la carga del ondulador HF (2).
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** para la regulación de la tensión del circuito intermedio (U_{ZKi}) se emplean un regulador de tensión (19), y conectado a continuación de este por lo menos un regulador de intensidad (20), por ejemplo en cada caso un regulador PI, para lo cual se especifica por parte del regulador de tensión (19) otra magnitud directriz (U_i') para la corriente de consigna alimentada al circuito intermedio (4) para la regulación, por parte del regulador de intensidad (20), de modo que se establece la tensión del circuito intermedio (U_{ZKi}) por medio de la corriente de consigna alimentada al circuito intermedio (4).
10. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** para la regulación de la tensión del circuito intermedio (U_{ZKi}) se mide una corriente de impedancia (I_{ZKi}) y se conduce al circuito intermedio (4).
11. Procedimiento según una reivindicación 9 o 10, **caracterizado porque** se reacoplan al regulador de tensión (19) y eventualmente al regulador de intensidad (20) la tensión del circuito intermedio (U_{ZKi}) y eventualmente la corriente de impedancia (I_{ZKi}), para formar una desviación de regulación.
12. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** los onduladores HF (2) se sincronizan a través de una línea (23) mediante una señal o un impulso, al menos en el momento de inicio del régimen de funcionamiento en paralelo.
13. Procedimiento según la reivindicación 12, **caracterizado porque** a través de la línea (23) se transmiten otros datos que no sean críticos en el tiempo tales como señales de fallos o de diagnóstico, parámetros de potencia, magnitudes de estado, etc.

Fig.1

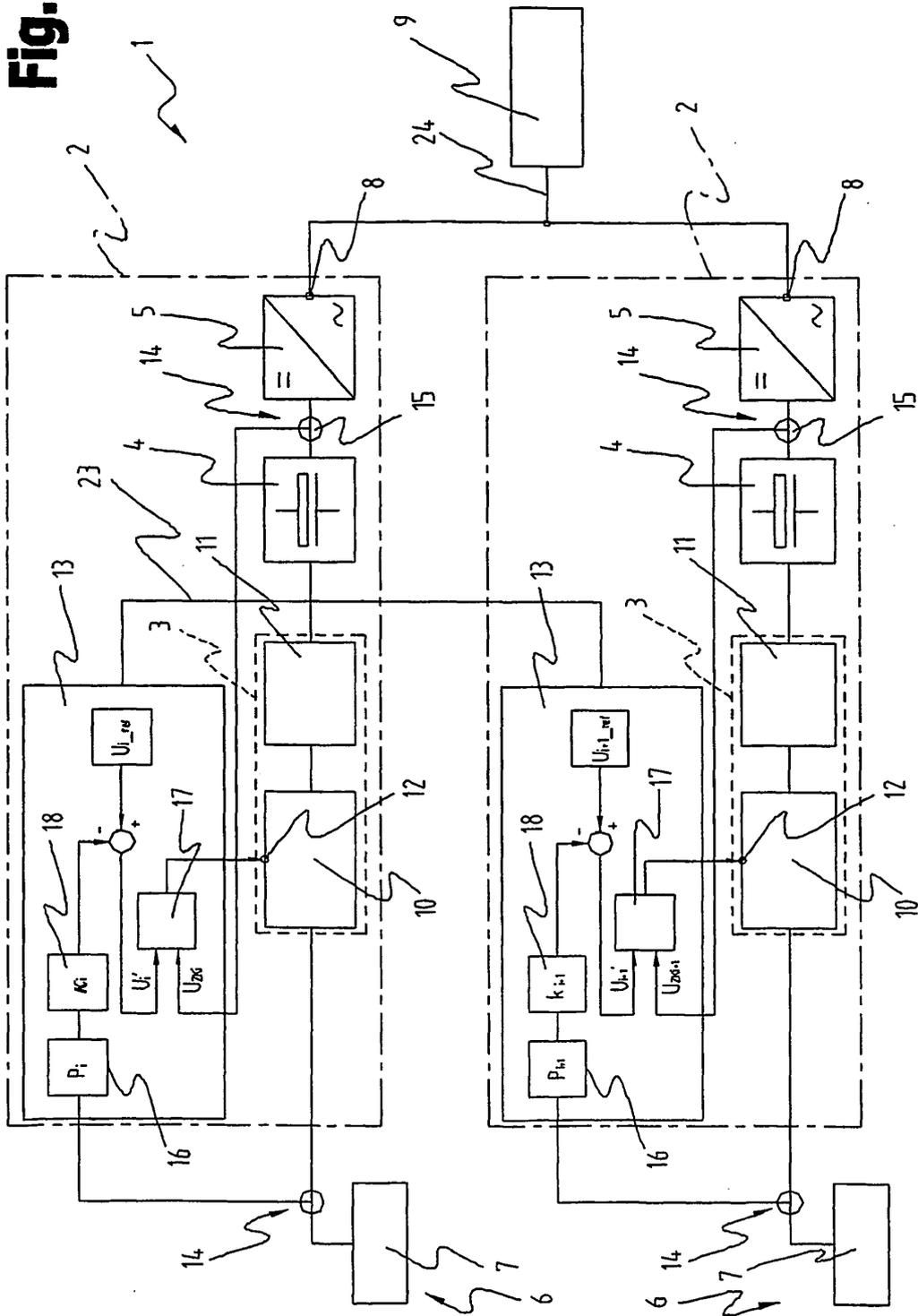


Fig.2

