

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 928 750**

51 Int. Cl.:

H02P 9/42 (2006.01)

H02M 5/458 (2006.01)

H02J 3/38 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.02.2013** **E 13155380 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.07.2022** **EP 2768135**

54 Título: **Un aparato de generación de energía hidroeléctrica**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
22.11.2022

73 Titular/es:

ABB SCHWEIZ AG (100.0%)
Brown Boveri Strasse 6
5400 Baden, CH

72 Inventor/es:

MARCOLINI, MARCO

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 928 750 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

Un aparato de generación de energía hidroeléctrica

5 La presente invención se refiere a un aparato de generación de energía hidroeléctrica, que es adecuado para su uso en pequeñas centrales de generación de energía hidroeléctrica, particularmente del tipo de agua que fluye. Las pequeñas centrales de generación de energía hidroeléctrica (es decir, centrales con una potencia nominal inferior a 10000 kW) están bastante extendidas en las regiones rurales o montañosas.

Normalmente, estas centrales de generación de energía son del tipo de agua que fluye, en las que el agua para accionar las turbinas se extrae directamente de un lecho de agua (como un río o un canal) donde el agua fluye continuamente.

10 Estas centrales normalmente comprenden aparatos de generación de energía, en los que cada turbina está operativamente conectada con un generador síncrono que está conectado eléctricamente a la red de distribución de energía. El documento de patente JP-S-6377387 A describe un almacenamiento de bomba con un generador asíncrono conectado a la red a través de un convertidor de CA-CA y que funciona como motor y generador. El modelo de utilidad CN 202 455 089 U sugiere el uso de un convertidor CA-CC-CA para conectar el devanado del estator de un generador asíncrono a una red de suministro, lo que permite el control de un generador asíncrono de accionamiento directo para la generación de energía eólica.

15 Como es bien sabido, estas centrales tienen algunos inconvenientes.

Generalmente, no están provistas de sistemas de regulación de flujo de agua para asegurar un flujo constante del agua que acciona la turbina. Por lo tanto, su funcionamiento está muy influenciado por las variaciones estacionales del caudal de agua disponible.

20 Como consecuencia, al estar sincronizados con la frecuencia típica de operación de la red de distribución de energía, los aparatos de generación de energía de estas centrales deben desconectarse de la red de distribución de energía en caso de que la velocidad de la turbina resulte demasiado baja. De lo contrario, funcionarían como motores eléctricos, absorbiendo por ello energía eléctrica activa de la red de distribución de energía.

Por supuesto, esto implica reducciones notables del rendimiento energético global de estas centrales.

25 Los aparatos de generación de energía de estas centrales comprenden generalmente sistemas de regulación relativamente complejos y costosos para asegurar un correcto funcionamiento del generador síncrono, en particular durante fases transitorias de la vida operativa de la turbina o cuando la velocidad de rotación del rotor es relativamente baja.

30 Además, dichos aparatos de generación de energía son generalmente de uso relativamente difícil y requieren frecuentes intervenciones de mantenimiento, con el consiguiente aumento de los costes industriales.

Por lo tanto, un objeto de la presente invención es proporcionar un aparato de generación de energía hidroeléctrica que resuelva los problemas antes mencionados.

35 Más en particular, es un objeto de la presente invención proporcionar un aparato de generación de energía hidroeléctrica que pueda funcionar correctamente en presencia de variaciones notables del caudal disponible del agua que acciona la turbina.

Como objeto adicional, la presente invención pretende proporcionar un aparato de generación de energía hidroeléctrica que pueda instalarse y hacerse funcionar fácilmente.

Otro objeto de la presente invención es proporcionar un aparato de generación de energía hidroeléctrica que sea relativamente robusto y fiable, por lo que requiere un número relativamente pequeño de intervenciones de mantenimiento.

40 Otro objeto aún de la presente invención es proporcionar un aparato de generación de energía hidroeléctrica con costes de fabricación reducidos.

45 Estos objetos, junto con otros objetos que serán más evidentes a partir de la descripción subsiguiente y de los dibujos adjuntos, se consiguen, según la invención, mediante un aparato de generación de energía hidroeléctrica según la siguiente reivindicación 1 y las reivindicaciones dependientes relacionadas, que se refieren a realizaciones preferidas de la presente invención.

Otras características y ventajas de la presente invención serán más evidentes con referencia a la descripción que se proporciona a continuación y a las figuras adjuntas, proporcionadas únicamente con fines explicativos y no limitativos, en las que:

50 La figura 1 ilustra un diagrama de bloques que muestra esquemáticamente una realización ejemplar de un aparato de generación de energía hidroeléctrica que no forma parte de la presente invención.

La figura 2 ilustra un diagrama de bloques que muestra esquemáticamente una realización del aparato de generación de energía hidroeléctrica, según la presente invención;

La figura 3 ilustra un diagrama de bloques que muestra esquemáticamente una central de generación de energía hidroeléctrica que comprende el aparato de generación de energía hidroeléctrica, según la presente invención;

5 Con referencia a las figuras 1-3, la presente invención se refiere a un aparato 1 de generación de energía hidroeléctrica.

El aparato 1 es bastante adecuado y útil para su instalación en una central 100 de generación de energía hidroeléctrica, en particular en una central de generación de energía hidroeléctrica del tipo de agua que fluye que tiene un tamaño pequeño (es decir, potencia nominal inferior a 10000 KW).

10 En este caso, la central 100 de generación de energía hidroeléctrica está instalada en la proximidad de un lecho 200 de agua, en el que el agua fluye continuamente.

El lecho 200 de agua comprende una parte 203 de admisión, en la que un conducto 202 de entrada extrae agua del lecho 200 de agua.

Ventajosamente, se coloca una rejilla 201 en la parte de entrada del conducto 202 de entrada para filtrar el agua que entra al mismo.

15 El conducto de entrada 202 canaliza agua hacia una cámara 101 de turbina de la central 100. Un conducto 203 de salida canaliza agua desde la cámara 101 de turbina hacia el entorno exterior. Ventajosamente, la parte 203 de admisión está situada a una determinada altura de prevalencia con respecto a la cámara 101 de turbina, de manera que el agua adquiere energía cinética mientras fluye por el conducto 202 de entrada.

20 Por supuesto, el aparato 1 se puede utilizar en centrales de generación de energía que estén dispuestas de manera diferente con respecto a la descrita anteriormente.

El aparato 1 de generación de energía hidroeléctrica comprende al menos una turbina hidráulica 2, que está situada dentro de la cámara 101 de turbina, para ser accionada por el agua proporcionada por el conducto 202 de entrada.

La turbina 2 puede ser una turbina de tipo conocido, preferentemente del tipo Kaplan, Francis o Coclea.

La turbina 2 tiene un árbol 21 de turbina que es hecho girar por el movimiento de la turbina, de manera convencional.

25 Los valores típicos para la velocidad de rotación del árbol 21 de la turbina están dentro de un intervalo de 300 a 1000 rpm para una turbina Kaplan o de 100 a 400 rpm para una turbina Francis.

El aparato 1 comprende al menos un generador asíncrono 3, que está asociado operativamente a la turbina 2.

El generador 1 tiene un devanado 31 de rotor, que puede ser de tipo convencional, por ejemplo, del tipo jaula de ardilla o de tipo devanado.

30 El devanado 31 del rotor está sólidamente conectado a un árbol 32 del rotor que está conectado mecánicamente con el árbol 21 de la turbina, para ser accionado de forma giratoria por este último.

El árbol 32 del rotor puede estar conectado directamente con el árbol 21 de la turbina, de modo que gire a la misma velocidad de rotación de este último. Para este fin, se pueden utilizar adecuadamente medios de conexión mecánicos convencionales (no mostrados).

35 Según la invención (figura 2), el aparato 1 comprende un mecanismo 8 de engranajes que está mecánicamente acoplado con el árbol 21 de la turbina y el árbol 32 del rotor.

Según la invención, el mecanismo 8 de engranajes está adaptado para aumentar la velocidad de rotación del movimiento transmitido por el árbol 21 de la turbina al árbol 32 del rotor.

40 Los valores típicos para la relación de transmisión del mecanismo 8 de engranajes pueden estar comprendidos en un intervalo de 1,5-3,0 dependiendo del tipo de turbina 2 adoptada.

La velocidad rotacional del árbol 32 del rotor puede por lo tanto estar comprendida típicamente en un intervalo de 450-1500 rpm cuando se usa una turbina Kaplan o de 300-1200 rpm para una turbina Francis.

45 El generador 1 tiene un devanado 33 de estator que está acoplado operativamente al devanado 31 del rotor, para formar una máquina de inducción electromagnética que es capaz de generar energía eléctrica activa, cuando el devanado 31 del rotor se mueve con respecto al devanado 33 del estator.

El aparato 1 comprende también al menos un convertidor 4 de CA-CA, que está asociado operativamente al generador asíncrono 3.

El convertidor 4 de CA-CA tiene un primer puerto 41 que está conectado eléctricamente con el devanado 33 del estator y un segundo puerto 42 que puede conectarse eléctricamente con una red 5 de distribución de energía eléctrica, p. ej., el bus de barras de una red de distribución de energía eléctrica.

5 El convertidor 4 de CA-CA está ventajosamente configurado para realizar una transmisión bidireccional de energía eléctrica entre los puertos 41, 42.

En otras palabras, el convertidor 4 de CA-CA es capaz de transmitir energía eléctrica desde el generador asíncrono 2 hacia la red 5 de distribución de energía y viceversa.

En particular, el convertidor 4 de CA-CA está adaptado para recibir energía eléctrica activa desde el generador asíncrono 3 (en el puerto 41) y para transmitir energía eléctrica activa (desde el puerto 42) hacia la red 5 de distribución de energía.

10 La energía eléctrica activa recibida por el puerto 41 del convertidor 4 de CA-CA es generada por la máquina de inducción electromagnética formada por los devanados 31, 33 del rotor y del estator.

El convertidor 4 de CA-CA también está adaptado para recibir energía eléctrica reactiva de la red 5 de distribución de energía (en el puerto 42) y para transmitir energía eléctrica reactiva (desde el puerto 41) hacia el generador asíncrono 3.

15 La energía eléctrica reactiva transmitida por el puerto 41 del convertidor 4 de CA-CA es adsorbida por el generador asíncrono 3 para excitar los devanados 31, 33 del rotor y del estator.

Según la invención, los puertos 41, 42 del convertidor 4 de CA-CA reciben/transmiten energía eléctrica respectivamente a una primera y segunda frecuencia operativa f_1 , f_2 .

20 La primera frecuencia operativa f_1 puede variar y es la frecuencia operativa de la energía eléctrica generada o adsorbida por el generador asíncrono 3, cuyo valor depende de la velocidad de rotación del árbol 32 del rotor y del número de polos de la máquina de inducción electromagnética. Los valores típicos para la primera frecuencia operativa f_1 pueden estar comprendidos en un intervalo de 10-50 Hz.

La segunda frecuencia operativa f_2 está básicamente predefinida y es la frecuencia operativa típica de la red 5 de distribución de energía, en particular, la frecuencia de la red (50 ó 60 Hz).

La segunda frecuencia operativa f_2 es por lo tanto mayor o igual que la primera frecuencia operativa f_1 .

25 Según la invención, el convertidor 4 de CA-CA comprende medios electrónicos 44, 45, 46 que están configurados para transmitir energía eléctrica desde el puerto 41 hacia el puerto 42 y viceversa.

Según la invención, el convertidor 4 de CA-CA tiene una estructura de circuito sustancialmente simétrica que comprende una primera etapa 44 de conmutación, que incluye el puerto 41 y está conectada eléctricamente en paralelo con una etapa capacitiva 45 y con una segunda etapa 46 de conmutación que incluye el puerto 42

30 La etapa 44 de conmutación recibe una primera tensión de CA (que tiene la frecuencia f_1) en el puerto 41 y la convierte en una segunda tensión de CC, que carga la etapa capacitiva 45. Al absorber energía eléctrica de la etapa capacitiva 45, la etapa 46 de conmutación convierte la segunda tensión de CC en una tercera tensión de CA (a la frecuencia f_2) que es proporcionada en el puerto 42. Los medios electrónicos 44, 45, 46 están adaptados para invertir el proceso de conversión de energía eléctrica descrito anteriormente.

35 En este caso, la etapa 46 de conmutación recibe la tercera tensión de CA (a la frecuencia f_2) en el puerto 42 y la convierte en la segunda tensión de CC, que luego es convertida por la etapa 44 de conmutación en la primera tensión de CA (a la frecuencia f_1) que es proporcionada en el puerto 41.

Por lo tanto, el convertidor 4 de CA-CA es capaz de transmitir energía eléctrica entre el generador asíncrono 2 y la red 5 de distribución de energía de manera bidireccional.

40 Según la invención, el convertidor 4 de CA-CA es del tipo de extremo frontal activo.

Preferiblemente, el convertidor 4 de CA-CA comprende una disposición 43 de control para controlar la transmisión de energía eléctrica durante períodos transitorios de la vida útil de la turbina 2, en particular cuando la frecuencia f_1 es muy inferior a la frecuencia f_2 .

45 Como ejemplo, la disposición 43 de control puede ser un dispositivo de control de arranque rápido incluido en la unidad de control del convertidor 4 de CA-CA.

La red 5 de distribución de energía puede operar a tensiones bajas (es decir, tensiones de CA inferiores a 1kV) o tensiones medias (es decir, tensiones de CA comprendidas entre 1kV y 70kV).

Para aplicaciones de baja tensión (BT), el puerto 42 del convertidor 4 de CA-CA puede conectarse eléctricamente de manera directa con la red 5 de distribución de energía (es decir, sin etapas intermedias de transformador).

En este caso, preferiblemente, el aparato 1 comprende un primer disyuntor 7 que está conectado eléctricamente al puerto 42 y a la red 5 de distribución de energía (figura 1).

5 [Para aplicaciones de media tensión (MT), el aparato 1 comprende preferiblemente un transformador 6 de potencia BT/MT que está conectado eléctricamente al puerto 42 y que puede conectarse eléctricamente a la red 5 de distribución de energía.

Convenientemente, el aparato 1 puede comprender un segundo disyuntor 70 que está conectado eléctricamente entre los terminales 61 de salida del transformador 6 de potencia (en un lado opuesto con respecto al puerto 42) y la red 5 de distribución de energía (figura 2).

10 De lo anterior resulta evidente que el aparato de generación de energía hidroeléctrica, según la invención, proporciona una serie de ventajas con respecto a aparatos similares de tipo conocido.

La adopción de un generador asíncrono es bastante ventajosa, ya que este tipo de máquina eléctrica es más robusto con respecto a los generadores síncronos tradicionales, por lo que requiere un número reducido de intervenciones de mantenimiento.

15 Además, el generador asíncrono puede funcionar en un amplio intervalo de velocidades operativas y es bastante fácil de usar, sin necesidad de disponer relés o dispositivos de sincronización dedicados.

El aparato de generación de energía hidroeléctrica, según la invención, es de funcionamiento bastante flexible y es capaz de funcionar correctamente incluso cuando se producen variaciones importantes en el régimen de funcionamiento de la turbina, p. ej., debido a las variaciones estacionales del agua disponible para accionar la turbina.

20 El aparato de generación de energía hidroeléctrica, según la invención, tiene una estructura relativamente simple que se puede instalar fácilmente en el campo, a costos relativamente bajos.

El aparato de generación de energía hidroeléctrica, según la invención, es de producción industrial relativamente fácil, a costos competitivos con respecto a los sistemas tradicionales de generación de energía hidroeléctrica.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato (1) de generación de energía hidroeléctrica que comprende;

- una turbina hidráulica (2) que tiene un árbol (21) de turbina giratorio;

5 - un generador asíncrono (3) que comprende un árbol (32) de rotor que está conectado mecánicamente con dicho árbol de turbina para ser accionado de forma giratoria por dicho árbol de turbina, un devanado (31) de rotor que está sólidamente conectado a dicho árbol de rotor y un devanado (33) de estator que está operativamente acoplado a dicho devanado de rotor;

10 - un convertidor (4) de CA-CA, que tiene un primer puerto (41) que se conecta eléctricamente con dicho devanado (33) de estator y un segundo puerto (42) que se conecta eléctricamente con una red (5) de distribución de energía eléctrica, comprendiendo dicho convertidor (4) de CA-CA medios electrónicos (44, 45, 46) para transmitir energía eléctrica desde dicho primer puerto (41) de entrada hacia dicho segundo puerto (42), y viceversa;

en el que dichos medios electrónicos comprenden una primera etapa (44) de conmutación, una etapa capacitiva (35) y una segunda etapa (45) de conmutación, que están conectadas eléctricamente en paralelo,

en el que dichos medios electrónicos están adaptados para operar en un modo, según el cual:

15 - dicha primera etapa (44) de conmutación recibe una primera tensión de CA a una primera frecuencia (f_1) y convierte dicha primera tensión de CA en una tensión de CC que carga dicha etapa capacitiva (45);

- dicha segunda etapa (46) de conmutación convierte dicha tensión de CC en una tercera tensión de CA a una segunda frecuencia (f_2);

en el que dichos medios electrónicos están adaptados para operar en otro modo, según el cual:

20 - dicha segunda etapa (46) de conmutación recibe dicha tercera tensión de CA a dicha segunda frecuencia (f_2) y convierte dicha tercera tensión de CA en dicha tensión de CC;

- dicha primera etapa (44) de conmutación convierte dicha tensión de CC en dicha primera tensión de CA a dicha primera frecuencia (f_1);

25 en el que dicha segunda frecuencia operativa (f_2) está predefinida y es mayor o igual que dicha primera frecuencia operativa (f_1), que es variable;

en el que dicho convertidor (4) de CA-CA es del tipo de extremo frontal activo que tiene una estructura de circuito simétrica que comprende dicha primera etapa (44) de conmutación que incluye dicho primer puerto (41), dicha etapa capacitiva (35) y dicha segunda etapa (45) de conmutación que incluye dicho segundo puerto (42),

30 caracterizado por que dicho aparato de generación de energía hidroeléctrica comprende además un mecanismo (8) de engranajes acoplado mecánicamente con dicho árbol (21) de turbina y dicho árbol (32) de rotor, aumentando dicho mecanismo de engranajes la velocidad de rotación del movimiento transmitido por dicho árbol de turbina a dicho árbol de rotor.

35 2. Un aparato de generación de energía hidroeléctrica, según la reivindicación 1, caracterizado por que dicho convertidor (4) de CA-CA comprende una disposición (43) de control para controlar la transmisión de energía eléctrica durante períodos transitorios de la vida operativa de dicha turbina (2).

3. Un aparato de generación de energía hidroeléctrica, según una o más de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que dicho convertidor (4) de CA-CA recibe energía eléctrica activa procedente de dicho generador asíncrono (3) y transmite energía eléctrica activa a dicha red (5) de distribución de energía eléctrica.

40 4. Un aparato de generación de energía hidroeléctrica, según una o más de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que dicho convertidor (4) de CA-CA recibe energía eléctrica reactiva procedente de dicha red (5) de distribución de energía eléctrica y transmite energía eléctrica reactiva a dicho generador asíncrono (3).

5. Un aparato de generación de energía hidroeléctrica, según una o más de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el segundo puerto (42) de dicho convertidor de CA-CA se puede conectar eléctricamente directamente con dicha red (5) de distribución de energía eléctrica.

45 6. Un aparato de generación de energía hidroeléctrica, según la reivindicación 5, caracterizado por que comprende un primer disyuntor (7) que está conectado eléctricamente entre el segundo puerto (42) de dicho convertidor de CA-CA y dicha red (5) de distribución de energía eléctrica.

7. Un aparato de generación de energía hidroeléctrica, según una o más de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que comprende un transformador (6) de potencia de BT/MT que está conectado eléctricamente al segundo puerto (42) de

dicho convertidor de CA-CA.

8. Un aparato de generación de energía hidroeléctrica, según la reivindicación 7, caracterizado por que comprende un segundo disyuntor (70) que está conectado eléctricamente entre los terminales (61) de salida de dicho transformador (6) de potencia, en un lado opuesto con respecto a dicho segundo puerto (42).

5 9. Una central (100) de generación de energía hidroeléctrica caracterizada por que comprende un aparato (1) de generación de energía hidroeléctrica, según una o más de las reivindicaciones anteriores.

10. Una central (100) de generación de energía hidroeléctrica, según la reivindicación 9, caracterizada por que es del tipo de agua que fluye.

10 11. Una central (100) de generación de energía hidroeléctrica, según la reivindicación 9 o 10, caracterizada por que tiene una potencia nominal inferior a 10000 KW.

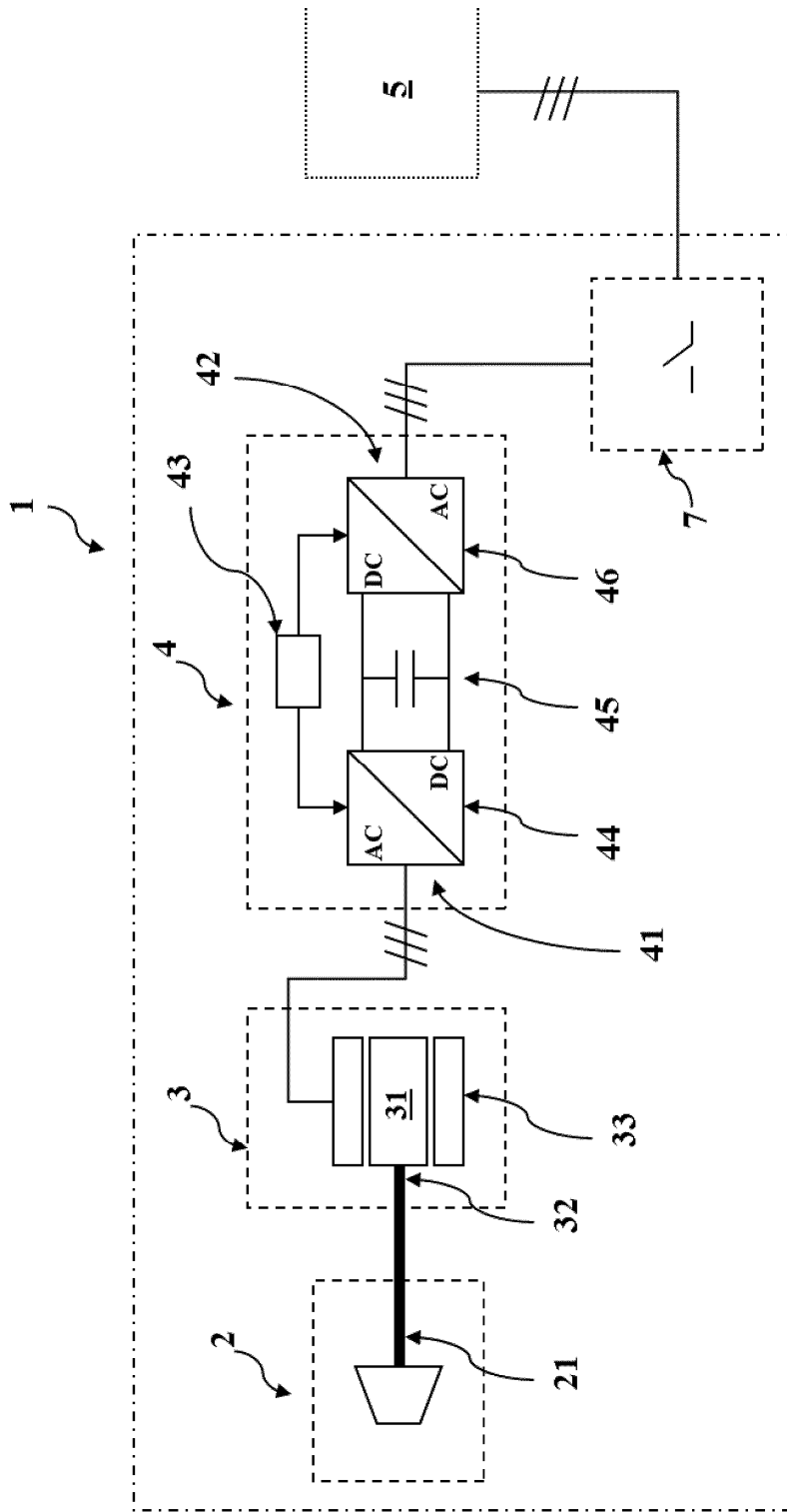


FIG. 1

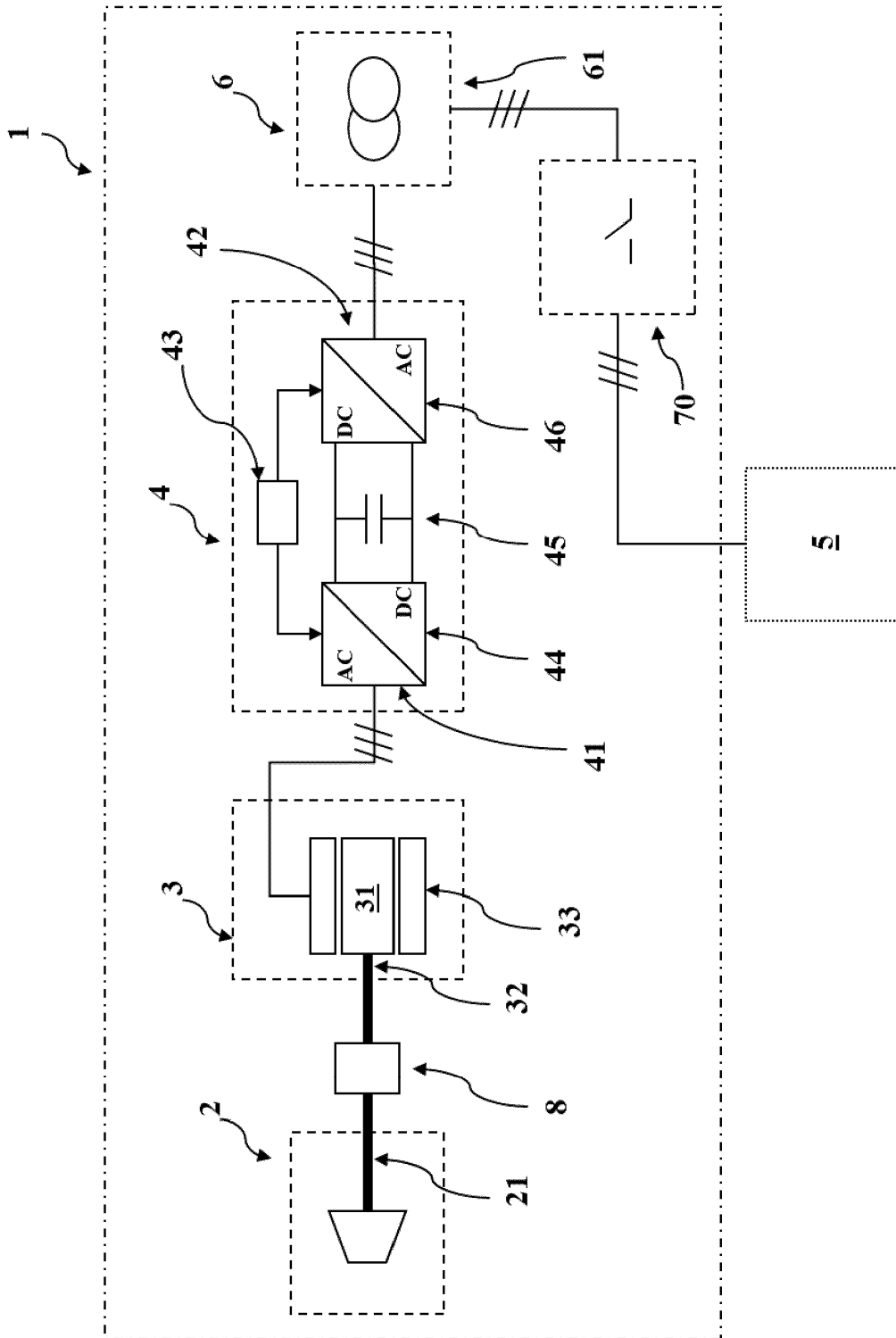


FIG. 2

