

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 393 123**

51 Int. Cl.:

F03D 7/04 (2006.01)

H02H 3/18 (2006.01)

H02M 1/32 (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07711656 .4**

96 Fecha de presentación: **23.02.2007**

97 Número de publicación de la solicitud: **1989440**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **07.09.2007**

54

Título: **Alimentación de energía para el dispositivo de regulación de las aspas de una instalación de energía eólica**

30

Prioridad:

24.02.2006 DE 102006009127

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:

18.12.2012

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:

18.12.2012

73

Titular/es:

**REPOWER SYSTEMS SE (100.0%)
Überseering 10 (Oval Office)
22297 Hamburg , DE**

72

Inventor/es:

**WARFEN, KARSTEN y
LETAS, HEINZ-HERMANN**

74

Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 393 123 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

Alimentación de energía para el dispositivo de regulación de las aspas de una instalación de energía eólica

5 La invención se refiere a una alimentación de energía para dispositivos de regulación de las aspas de una instalación de energía eólica en general, y en particular de una instalación de energía eólica con un rotor con aspas de rotor regulables, donde para la regulación de las aspas del rotor está previsto un servomotor conectado a un circuito de regulación del paso y a un circuito de emergencia.

10 Las instalaciones de energía eólica con aspas de rotor de paso regulable suelen tener por general, por motivos de seguridad de funcionamiento, una instalación de accionamiento de emergencia con un acumulador de energía autónomo, tal como por ejemplo un acumulador. Esta instalación de accionamiento de emergencia con su propio acumulador de energía sirve como reserva para casos de avería, especialmente cuando el sistema principal del accionamiento de regulación del paso ya no funciona debido a un defecto o por motivos de un fallo de la alimentación de energía. Con el fin de poder parar con seguridad la instalación de energía eólica incluso en tales circunstancias está prevista una instalación de accionamiento de emergencia. Por el documento DE-B-103 35 575 o el DE-B3-10 2004 005 169 se conoce un accionamiento de regulación del paso con una instalación de accionamiento de emergencia. El accionamiento de regulación del paso comprende un convertidor alimentado por la red que acciona un motor trifásico que ajusta el ángulo de incidencia del aspa o de las aspas de rotor correspondientes. Como parte de la instalación de accionamiento de emergencia está previsto también un acumulador como fuente de energía independiente. Está unido al convertidor de modo que en caso de una avería se pueda unir mediante un interruptor del acumulador con el circuito intermedio del convertidor, que de este modo facilita la energía necesaria para el accionamiento del motor. Ahora bien, se ha visto que durante el funcionamiento de la instalación de accionamiento de emergencia pueden surgir determinadas situaciones de carga en las que el aspa del rotor que se trata de ajustar es la que acciona el motor. Se produce entonces un estado de empuje. Este da lugar a que en el motor se genere energía eléctrica con lo cual puede llegar a producirse una realimentación de potencia al acumulador. Dado que en este caso pueden surgir intensidades de corriente fuertes se produce el riesgo de efectuar una carga de alta intensidad del acumulador. Además se forman de este modo unos ciclos de carga de corta duración que reducen la vida útil del acumulador. Por este motivo aumenta el desgaste del acumulador existiendo incluso el riesgo de que se produzca un fallo prematuro.

La invención se basa en el objetivo de proporcionar una alimentación de energía para realizar una regulación de aspas que evite los inconvenientes antes citados.

30 La solución conforme a la invención se encuentra en las características de las reivindicaciones independientes. Unos perfeccionamientos ventajosos constituyen el objeto de las reivindicaciones dependientes.

35 En una instalación de energía eólica con un rotor de aspas de rotor cuyo ángulo de incidencia se pueda modificar mediante una instalación de regulación del paso, estando previsto para el ajuste de las aspas del rotor un servomotor conectado a un circuito de regulación del paso y a un circuito de emergencia, donde durante el régimen de funcionamiento normal las aspas del rotor son accionadas mediante el circuito de regulación del paso y durante el régimen de emergencia, mediante el circuito de emergencia, presentando el circuito de emergencia un acumulador de energía eléctrica, un dispositivo de conmutación, conducciones de conexión con el servomotor y una instalación de protección, y según la invención está previsto que la instalación de protección comprenda un módulo detector del flujo de potencia, que está realizado para determinar si fluye potencia eléctrica hacia el o desde el servomotor, comprendiendo además un módulo de descarga que está realizado para limitar la tensión y/o la intensidad de corriente en el circuito de emergencia durante un flujo de potencia desde el servomotor.

40 Debido a las fuerzas aerodinámicas puede suceder especialmente en el caso de un ajuste rápido de las aspas del rotor a la posición de puesta en bandera que se produzca un estado de empuje en el accionamiento de regulación del paso. Esto significa que el aspa del rotor mueve el accionamiento de regulación del paso. El servomotor actúa entonces como generador. En el circuito de emergencia se invierte por lo tanto el sentido del flujo de potencia. Cuando el servomotor llega a actuar como generador, entonces fluye la correspondiente potencia eléctrica desde él. La invención se consigue en el caso de un funcionamiento del servomotor de esta clase como generador, la potencia eléctrica generada no fluye al acumulador de energía eléctrica del accionamiento de emergencia. Este estado de generación de energía eléctrica por parte del generador se reconoce mediante el módulo detector del flujo de potencia conforme a la invención y a continuación se descarga potencia eléctrica desde el circuito de emergencia mediante el módulo de descarga previsto también según la invención. Esto puede suceder de modo que se reduzca la tensión en el circuito de emergencia o correspondientemente la intensidad. De este modo se contrarresta el riesgo de que el acumulador de energía eléctrica sufra daños debido a una descarga de alta intensidad a causa de la potencia generada durante el régimen del generador. También se limita un eventual aumento de tensión en el circuito de emergencia, de modo que no se puedan llegar a alcanzar valores nocivos. Los factores negativos para la vida útil y la capacidad del acumulador de energía eléctrica, tales como la sobretensión y unos ciclos de carga cortos que son provocados por la potencia en flujo de retorno durante el régimen del generador en las instalaciones según el estado de la técnica, se pueden evitar gracias a la invención. De este modo se contrarresta un envejecimiento prematuro o incluso un fallo del acumulador de energía eléctrico.

Además de proteger el acumulador de energía eléctrica, la invención logra también una mejora del comportamiento en servicio. Se ha visto que en las instalaciones convencionales puede sufrir mermas la estabilidad de la curva característica del sistema cuando aparezcan estados de empuje, y condicionados por ello un régimen generador. Gracias al reconocimiento conforme a la invención de un estado de esta clase mediante la determinación del flujo de potencia se evacua la potencia generada de este modo a través del módulo de descarga en lugar de conducirla al acumulador de energía eléctrica, con lo cual se alcanza una mejora de la curva característica del sistema.

Otra ventaja de la invención consiste en que las ventajas antes citadas relativas a la protección del acumulador de energía eléctrica y a la mejora de la curva característica del sistema se pueden conseguir con un volumen reducido de hardware.

Una posibilidad sencilla para determinar el flujo de potencia consiste en que la instalación de protección determine la tensión existente en el circuito de emergencia y limite su aumento durante el régimen de emergencia, para lo cual la invención se sirve de la relación sencilla existente de que cuando el servomotor trabaja en régimen de generador, aumenta su tensión en bornas, y con ello aumenta la tensión en todo el circuito de emergencia. A diferencia del régimen normal en el que la tensión en el circuito de emergencia tiene como máximo un valor igual a la tensión nominal del acumulador de energía eléctrica del circuito de emergencia, en caso de régimen de emergencia y flujo de potencia desde el servomotor se produce un aumento de la tensión por encima de la tensión nominal del acumulador de energía eléctrica. Una variación de tensión de esta clase se puede reconocer por medio del módulo detector del flujo de potencia, determinando de este modo el sentido del flujo de potencia. Este actúa conjuntamente con el módulo de descarga de tal modo en el caso de producirse un flujo de potencia desde el servomotor, se limita la tensión en el circuito de emergencia, y esto preferentemente a un valor compatible con el acumulador de energía eléctrica. De este modo se impide con seguridad la carga de alta intensidad nociva del acumulador de energía que de otro modo se produciría debido al aumento de tensión. Es conveniente que el dispositivo de protección esté preparado de tal modo que en el régimen de emergencia esté limitada la tensión en el circuito de emergencia a un valor algo superior a la tensión nominal del acumulador de energía eléctrica, y esté preferentemente aproximadamente de un 5 a un 20% por encima de la tensión nominal.

Ahora bien, no es absolutamente imprescindible que la limitación de potencia tenga lugar en el módulo de descarga exclusivamente por medio de la tensión. De forma alternativa o adicional puede estar previsto limitar el flujo de corriente en el circuito de emergencia. Esto es especialmente ventajoso en el caso de que se trate de un acumulador de energía eléctrica de bajo valor óhmico, en el que una carga de alta intensidad puede surgir incluso con motivo de unas variaciones de tensión reducidas o que apenas se puedan medir. Según la tecnología empleada para el acumulador de energía eléctrica, también puede ser conveniente recurrir para el módulo detector del flujo de potencia a una combinación de los parámetros de tensión e intensidad, especialmente como un producto de tensión y potencia dotado de signo.

Para la evacuación del exceso de potencia eléctrica generada por el servomotor durante el régimen de empuje, el módulo de descarga comprende convenientemente un chopper de frenado con una resistencia de frenado. Se entiende por chopper de frenado una combinación a base de un interruptor cíclico (chopper) con una resistencia óhmica como convertidor de energía (de energía eléctrica a térmica). Mediante la variación de la proporción del ciclo periódico en el control del interruptor cíclico se puede determinar cuanta energía eléctrica se convierte a través del módulo de descarga en energía térmica, y que de este modo se retira del circuito de emergencia. Un chopper de frenado de esta clase permite de este modo obtener una variación muy precisa del flujo de potencia dirigido al circuito de emergencia, con un gasto de hardware reducido.

El chopper de frenado está realizado preferentemente como chopper de frenado de un convertidor, que en régimen de emergencia está unido al circuito de emergencia a través de un elemento conmutador. La invención aprovecha para ello que los convertidores presentan normalmente ya un chopper de frenado para poder eliminar el eventual exceso de energía. Al emplear este chopper de frenado existente de todos modos como resistencia de frenado para el circuito de emergencia no se requiere por lo tanto para la realización de la invención apenas hardware adicional. Con frecuencia el convertidor previsto en el circuito de regulación del paso tiene una forma de construcción tal que presenta un circuito intermedio. En este caso el chopper de frenado puede estar conectado ventajosamente al circuito intermedio. Pero también puede estar previsto que el chopper de frenado esté conectado al ondulator o a un circuito puente en H. Si bien la disposición del chopper de frenado en el convertidor es la forma de realización más frecuente, sin embargo la invención también puede tener aplicación con aquellas formas de construcción en las que el chopper de frenado esté conectado al ondulator del convertidor o a un circuito puente en H dispuesto a continuación de éste para el control de un motor de corriente continua.

De acuerdo con un aspecto especialmente preferido de la invención, el módulo de descarga comprende un módulo de variación del valor de consigna para el circuito intermedio. Este está realizado para modificar un valor de consigna para el estado de energía del circuito intermedio, concretamente en el caso del régimen de emergencia con control del servomotor por medio del circuito de emergencia. En el caso de un circuito intermedio de tensión continua el valor de consigna es una tensión, y el módulo de modificación del valor umbral está realizado para especificar durante el régimen de emergencia un valor de tensión menor como valor de consigna. Es conveniente reducir entonces la tensión de consigna del circuito intermedio a una tensión que esté aproximadamente a la altura de la tensión nominal del acumulador de energía eléctrica. Se prefiere un valor umbral de aproximadamente un 5 a

un 20% por encima de la tensión nominal del acumulador de energía eléctrica. De este modo se consigue una respuesta rápida de la resistencia de frenado, especialmente en aquellos casos en los que el chopper del convertidor, existente de todos modos, actúa como resistencia de frenado. (El equivalente es aplicable para corrientes de un circuito intermedio de corriente continua).

- 5 El módulo de descarga comprende convenientemente un dispositivo de aislamiento de la red, que esté realizado para aislar el convertidor de su red de alimentación. Para ello se puede prever un contactor de aislamiento independiente o uno que ya exista de todos modos. El contactor independiente aumenta el gasto necesario pero sin embargo ofrece la ventaja de alcanzar una mayor redundancia y por lo tanto una mayor seguridad contra el fallo.

- 10 También puede estar previsto que en lugar de un servomotor común para el circuito de regulación del paso y para el circuito de emergencia se disponga en cada uno de ellos de un motor propio. Si bien esto condiciona un mayor gasto de componentes, en cambio aumenta también la redundancia de todo el sistema de regulación del paso. Esto es especialmente conveniente si para las aspas del rotor está previsto solamente un sistema común de regulación del paso. Con un motor independiente para el circuito de emergencia queda asegurado incluso en el caso de producirse un defecto en el motor empleado en el régimen normal del circuito de regulación del paso, que las aspas del rotor se puedan regular a la posición de bandera. En los casos desfavorables puede suceder que el motor del circuito de regulación del paso quede bloqueado a causa de un defecto. Con el fin de permitir incluso en este caso efectuar el ajuste mediante el motor del circuito de emergencia, el motor del acoplamiento de regulación del paso está acoplado convenientemente con el aspa del rotor a través de un acoplamiento separable y/o de una conexión de cizallamiento. El acoplamiento puede ser de tipo controlable, estando realizado por ejemplo como embrague magnético, para poderlo abrir en caso de un defecto del motor del circuito de regulación del paso, pero también puede ser un embrague de fricción.
- 15
- 20

- 25 El motor del circuito de regulación del paso es convenientemente un motor trifásico, y el del circuito de emergencia un motor de corriente continua. Este último tiene la ventaja de permitir realizar una alimentación sencilla con corriente continua desde un acumulador de energía eléctrica, tal como un acumulador. El motor trifásico para el circuito de regulación del paso ofrece la ventaja de tener un mayor par de giro, una estructura más sencilla y unas buenas posibilidades de regulación a través del convertidor.

- 30 La invención se refiere además a un procedimiento para efectuar el ajuste de las aspas del rotor para instalaciones de energía eólica mediante un servomotor de una instalación de regulación del paso, donde durante el régimen normal se efectúa el ajuste de las aspas del rotor por medio de un circuito de regulación del paso y durante el régimen de emergencia a través de un circuito de emergencia. Para este fin, la invención prevé además la determinación del flujo de potencia en el circuito de emergencia y la limitación de una corriente eléctrica que fluya desde el servomotor durante el régimen de emergencia mediante la reducción de la tensión y/o de la intensidad de corriente en el circuito de emergencia. Para la explicación del procedimiento se remite a la descripción realizada anteriormente.

- 35 La invención se explica a continuación haciendo referencia a los ejemplos de realización ventajosos representados en el dibujo adjunto. En este muestran:

- la fig. 1 una vista esquemática de una instalación de energía eólica conforme a la invención;
- la fig. 2 una vista esquemática de un regulación del paso conforme a la invención con un circuito de regulación del paso y un circuito de emergencia;
- 40 la fig. 3 una vista esquemática de una forma de realización alternativa a la fig. 2, y
- la fig. 4 una vista esquemática de otra forma de realización alternativa.

- Una instalación eólica designada en su conjunto por la cifra de referencia 1 comprende una torre 10 con una góndola 11 dispuesta en el extremo superior de la torre con movimiento de giro en un plano acimutal. En una cara frontal de la góndola 11 está situado un rotor 2 que puede girar por medio de un árbol del rotor 20. El rotor 2 comprende varias aspas de rotor 21 (que en el ejemplo representado son dos). Un buje de las aspas del rotor 22 une las aspas del rotor 21 con el árbol del rotor 20. El árbol del rotor 20 mueve un generador 13 situado en la góndola 11 para producir energía eléctrica. La energía eléctrica se conduce a un convertidor 14 y a través de una conducción de corriente trifásica 15 (de la cual está representada solamente una fase) y un transformador 16 se entrega a una red eléctrica 9. En la góndola 11 está situada además una instalación de control 11 para la instalación de energía eólica 1. Esta sirve de forma conocida para controlar el funcionamiento de la instalación de energía eólica.
- 45
- 50

Las aspas del rotor 21 están dispuestas en el buje 22 de modo regulable en cuanto a su ángulo de incidencia θ . Para esto está prevista la instalación de regulación del paso 3. Esta comprende un control del paso 30 y sendas unidades de accionamiento 31 correspondientes a las distintas aspas del rotor 21.

- 55 La disposición y el funcionamiento de la unidad de accionamiento 31 se explican a continuación haciendo referencia a la fig. 2. Comprende un circuito de regulación del paso 4 y un circuito de emergencia 5 para el accionamiento de un servomotor 45. El circuito de regulación del paso 4 sirve para ajustar el ángulo de incidencia θ de las aspas del

rotor 21 durante el régimen de funcionamiento normal. El circuito de emergencia 5 sirve para asegurar el ajuste de las aspas del rotor 21 situándolas en una posición segura (posición de bandera), incluso cuando haya fallado el mismo circuito de regulación del paso 4 o su alimentación de energía (concretamente desde la red eléctrica 9).

5 El circuito de regulación del paso 4 comprende un contactor 49 conectado a la red eléctrica 9 para efectuar la alimentación de energía, y un convertidor 48 que comprende un rectificador 41 dispuesto por el lado de la red, un circuito intermedio 42 y un ondulator 43. El ondulator 43 genera una señal de salida trifásica que se aplica al servomotor 45. Para ello, el servomotor 45 realizado como motor de corriente continua está unido con el ondulator 43 a través de un contactor guardamotor 44 en un circuito puente en H 47. El circuito puente en H 47 permite de forma conocida el funcionamiento regulable de un motor de corriente continua a la salida de un ondulator.

10 El circuito de emergencia 5 sirve para permitir seguir efectuando la regulación de las aspas del rotor 21 incluso en caso de fallo del circuito de regulación del paso 4 propiamente dicho o de su alimentación de energía (representada por la red eléctrica 9). El circuito de emergencia 5 comprende un acumulador 50 como acumulador de energía eléctrica, un circuito de conmutación 51 con cables de conexión 52 al servomotor 55, que están conectadas a través de un guardamotor de emergencia 54. El circuito de emergencia 5 funciona durante el régimen normal de tal modo que desde el acumulador 50 fluya energía eléctrica a través del dispositivo de conmutación 51 a la conducción de conexión 52 y a través del guardamotor de emergencia 54 al servomotor 45, que mueve a la posición segura de
15 puesta en bandera el asa del rotor 21 que le corresponde. Este régimen de funcionamiento se designa como "marcha no regulada con acumulador". El objeto de la presente invención se refiere a este régimen de funcionamiento. Durante el ajuste de las aspas del rotor 21 puede suceder en determinadas condiciones, especialmente debido a fuerzas aerodinámicas, que las aspas del rotor 21 sean las que accionan el servomotor 45. Se produce un estado de empuje. El servomotor 45 genera entonces energía eléctrica que se conduce de forma convencional a través de la línea de conexión 52 al acumulador 50. Entonces existiría el riesgo para el acumulador 50 de que se produzca una carga de alta intensidad.

20 De acuerdo con la invención está prevista una instalación de protección 6. Esta comprende como componentes principales un módulo detector del flujo de potencia 60 así como un módulo de descarga 69.

25 El módulo detector del flujo de potencia 60 comprende una unidad sensora 61 y una unidad de evaluación 62. La unidad sensora 61 comprende preferentemente una instalación de medida de la tensión en el circuito de emergencia 4. Para las tensiones que existen normalmente en el circuito de emergencia 5, partiendo de una tensión nominal del acumulador 50 de 288 voltios, la tensión se puede medir galvánicamente mediante una instalación de medida convencional de por sí conocida. Pero también puede estar previsto realizar una medición sin contacto. Como alternativa o complemento puede efectuarse además una medición de la intensidad. Para esto se puede emplear un amperímetro de por sí conocido, por ejemplo una versión que trabaje mediante una pinza de corriente o de un transductor Hall. Preferentemente se mide la intensidad de corriente con su signo. Los resultados de medición de la unidad sensora 61 se aplican a la unidad de evaluación 62. Ésta está realizada, basándose en los valores medidos de la tensión y/o de la intensidad, partiendo de la tensión nominal conocida del acumulador 50, para proceder a la determinación del sentido en el cual fluye una potencia eléctrica en el circuito de emergencia 5. En un caso normal sucederá que al efectuarse el ajuste de las aspas del rotor por medio del circuito de emergencia 5 fluya potencia eléctrica al servomotor 45. Mediante una conexión con signo correcto de los valores de medida suministrados por la unidad sensora 61 para la tensión y la intensidad de corriente se obtiene un vapor positivo para la potencia, es decir un sentido de flujo que por convenio fluye hacia el servomotor 45. Si no está prevista la medición de la intensidad de corriente mediante la unidad sensora 61 se puede determinar por medio de la tensión que se ha medido una medida de la caída de tensión a lo largo del circuito de emergencia 5 con relación a la tensión en el acumulador 50. De este modo se puede realizar la determinación del flujo de potencia mediante una simple medición de la tensión y con un volumen de técnica de medición más reducido. Si la tensión medida por la unidad sensora 61 es inferior a la tensión en bornas en el acumulador 50, indica que la potencia fluye hacia el servomotor 45; si es superior, entonces fluye desde el servomotor eléctrico 45, es decir que este actúa como generador.

30 La instalación de descarga 6 comprende una instalación de control 63 así como un chopper de frenado 66 y una resistencia de frenado 67. El chopper de frenado 66 está unido al servomotor eléctrico 45 por medio de las conducciones de conexión 52. En la instalación de control 63 está aplicada como señal de entrada la señal determinada por la unidad de control 62 del módulo de flujo de potencia, relativa al sentido de flujo de potencia, y además está prevista eventualmente una entrada de señal (no representada) para las señales de control de un sistema de control de funcionamiento 18 de orden superior. A una salida de la instalación de control 63 está conectado el chopper de frenado 66.

35 Esta forma de realización representada en la fig. 2 trabaja en la forma siguiente: durante el régimen de funcionamiento normal los contactores 49 y 44 están cerrados y los contactores 51, 54 están abiertos. La regulación de las aspas del rotor 12 tiene lugar ahora únicamente por medio del circuito de regulación del paso 4 mediante el servomotor 45. Durante el régimen de emergencia, los contactores 51 y 54 están cerrados mientras que están abiertos los contactores 49 y 44. Entonces se alimenta el servomotor 45 con energía eléctrica procedente del acumulador 50. El servomotor 45 regula el ángulo de incidencia θ del asa de rotor 21 que le corresponde. Con el fin de evitar una interacción indeseable con el circuito normal de regulación del paso 4, el citado contactor 44 del
40 circuito de regulación del paso 4 está abierto. Convenientemente está abierto también el contactor 64 con el fin de

aislar el convertidor 48 del circuito de regulación del paso 4 respecto a la red 9. El módulo detector del flujo de potencia 60 determina durante el régimen de emergencia en qué sentido fluye la potencia eléctrica a través de las conducciones de conexión 52 del circuito de emergencia 5. Si fluye desde el servomotor eléctrico 45, esto significa que el servomotor 45 trabaja como generador. La unidad de control 62 del módulo detector de potencia 60 emite en este caso una señal de control a la instalación de control 63 del módulo de descarga 69. La instalación de control 63 activa el chopper de frenado 66 con lo cual las conducciones de conexión quedan prácticamente cortocircuitadas a través de la resistencia de frenado 67. De este modo la energía eléctrica alimentada en las conducciones de conexión 52 por el servomotor 45 que actúa como generador, se disipan en forma de energía térmica. De este modo se protege el acumulador 50 de una carga de alta intensidad indeseable debida a la energía eléctrica producida por el servomotor 45 que actúa como generador. Igualmente se limita un aumento de tensión indeseable en el circuito de emergencia 5. La instalación de control 63 está dispuesta convenientemente de tal modo que limite la tensión a un valor que sea como máximo aproximadamente un 10% superior a la tensión nominal del acumulador 50.

En la fig. 3 está representada una segunda forma de realización en la que el chopper de frenado 66 está conectado al circuito intermedio 42 del convertidor 48 del circuito de regulación del paso 4. La instalación de control 63 del módulo de descarga 69 presenta además un módulo de modificación del valor de consigna 65. Está realizado para reducir la tensión de consigna del circuito intermedio 42, partiendo de un nivel de tensión superior en régimen normal de unos 800 voltios, a un nivel de tensión más bajo en el régimen de emergencia, el cual está situado por lo general aproximadamente un 5 a un 20% por encima de la tensión nominal del acumulador 50, preferentemente aproximadamente un 10%. En el ejemplo de realización representado esto supone para una tensión nominal del acumulador 50 de 288 voltios, una tensión de consigna rebajada de unos 320 voltios.

El módulo de descarga 6 comprende en esta forma de realización además un elemento de conmutación 68. Este está realizado como contactor bipolar que une las dos conducciones de conexión 52 del circuito de emergencia 51 con las correspondientes conducciones del circuito intermedio de tensión continua 42 en el circuito de regulación del paso 4. El elemento de conmutación 68 presenta una entrada de conmutación que es activada por la instalación de control 63. Como seguridad adicional de que durante el régimen de emergencia ya no existe ninguna comunicación del convertidor 48 con la red 9, está prevista una instalación de aislamiento de la red 64 realizada como contactor adicional. Sirve para asegurar de que durante el régimen de emergencia la potencia eléctrica fluye únicamente a través de la instalación de descarga 6 al circuito intermedio 42.

La invención funciona en la forma siguiente: el régimen de funcionamiento normal tiene lugar igual que en la forma de realización según la fig. 2. Durante el régimen de emergencia, los contactores 51 y 54 están cerrados y los contactores 49, 64 y 44 están abiertos. De este modo se alimenta el servomotor 45 con energía eléctrica procedente del acumulador 50. El servomotor 45 ajusta el ángulo de incidencia θ del aspa de rotor 21 que le corresponde. Con el fin de evitar una interacción indeseable con el circuito normal de regulación del paso 4, el contactor 44 del circuito de regulación del paso 4 está abierto. El contactor 64 está abierto para aislar de la red 9 el convertidor 48 del circuito de regulación del paso 4. Durante este régimen de funcionamiento el elemento de conmutación 68 tiene continuidad. Esto significa que las conducciones de conexión 52 del circuito de emergencia 5 están unidas con el circuito intermedio de tensión continua 42. El umbral de conmutación del chopper de frenado 66 ha sido rebajado desde su valor normal de unos 800 voltios a un valor de 320 voltios, es decir aproximadamente un 10% por encima de la tensión nominal del acumulador 50, de 288 voltios. Si debido a fuerzas aerodinámicas surge ahora un estado de empuje en el aspa del rotor 21 de tal forma que el servomotor 45 produzca energía eléctrica y la inyecte a través del contactor 54 al circuito de emergencia 5, entonces esta energía se conduce a través de la instalación de descarga 6 al circuito intermedio de tensión continua 42. Por este motivo la tensión en el circuito intermedio de corriente continua 42 aumenta hasta alcanzar el valor del umbral de conmutación del chopper de frenado 66. Este umbral ha sido reducido por el módulo de modificación desde el valor de consigna 65 de la instalación de control 63 a un valor situado aproximadamente un 10% por encima de la tensión nominal del acumulador 50. Otro aumento de la tensión en el circuito intermedio 42 queda limitado por el chopper de frenado 66, al extraer energía eléctrica desde el circuito intermedio de tensión continua 42 y convertirla por medio de la resistencia de frenado 67 en energía térmica. Gracias a la evacuación de la energía eléctrica generada por el servomotor 45 en estado de empuje, al circuito intermedio de corriente continua 42 con subsiguiente destrucción por medio del chopper de frenado 66, se protege el acumulador 50 contra una carga de alta intensidad.

La forma de realización alternativa representada en la fig. 4 se diferencia de la descrita con respecto a la fig. 3 y explicada anteriormente, principalmente porque el circuito de regulación del paso 4 y el circuito de emergencia 5 comprenden cada uno un motor propio 45', 55' en lugar del servomotor común. Por lo demás, los elementos coincidentes llevan los mismos números de referencia que en la forma de realización según la fig. 2. El motor 45' del circuito de regulación del paso 4 está realizado como motor síncrono de corriente trifásica y es controlado de forma de por sí conocida por el convertidor 48. El motor 55' del circuito de emergencia 5 es un motor de corriente continua, igual que en la forma de realización según la fig. 2, con el fin de permitir una alimentación sencilla desde el acumulador 50. Los motores 45', 55' actúan respectivamente sobre el aspa del rotor 21 (simbolizada por la línea de trazos de la fig. 3). El motor 45' del circuito de regulación del paso 4 sin embargo no actúa directamente sobre el aspa del rotor 27 sino que lo hace a través de un embrague magnético 46. Está realizado para poder abrir éste durante el régimen de emergencia mediante el circuito de emergencia 5 y así interrumpir el flujo de fuerza entre el motor 45' y el aspa del rotor 21.

REIVINDICACIONES

5 1. Instalación de energía eólica con un rotor (2) con aspas de rotor (21) cuyo ángulo de incidencia se puede modificar mediante una instalación de regulación del paso, donde para efectuar la regulación está previsto un servomotor (45) conectado a un circuito de regulación del paso (4) y a un circuito de emergencia (5), donde durante el régimen de funcionamiento normal las aspas del rotor (21) se accionan mediante el circuito de regulación del paso (4), y durante un régimen de emergencia mediante el circuito de emergencia (5), comprendiendo el circuito de emergencia (5) un acumulador de energía eléctrica (50), una instalación de conmutación (51), dos conductores de conexión (52) con el servomotor (45) y una instalación de protección,

caracterizada porque

10 la instalación de protección (6) comprende un módulo detector del flujo de potencia (60) que está realizado para determinar si fluye potencia eléctrica hacia o desde el servomotor (45), así como un módulo de descarga (69) que está realizado para limitar la tensión o la intensidad de corriente en el circuito de emergencia (5) en el caso de que la potencia fluya desde el servomotor (45).

15 2. Instalación de energía eólica según la reivindicación 1, **caracterizada porque** el módulo detector del flujo de potencia (60) está dispuesto de tal modo para determinar la tensión en el circuito de emergencia (5), y el módulo de descarga (69) está dispuesto de tal modo para limitar la tensión durante el flujo de potencia desde el servomotor (45).

20 3. Instalación de energía eólica según la reivindicación 2, **caracterizada porque** el módulo de descarga comprende un módulo de modificación del valor de consigna (65), porque durante el régimen de emergencia, la tensión en el circuito de emergencia (5) está ajustada a un valor algo superior a la tensión nominal del acumulador de energía eléctrica (50), y lo está preferentemente aproximadamente un 5 a un 20%.

25 4. Instalación de energía eólica según la reivindicación 1, **caracterizada porque** el módulo detector del flujo de potencia (60) está dispuesto de tal modo para determinar la corriente en el circuito de emergencia (5) y porque el módulo de descarga (69) está preparado para desviar la corriente en el caso que haya un flujo de potencia desde el servomotor (45).

5. Instalación de energía eólica según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizada porque** el módulo de descarga (69) comprende por lo menos un chopper de frenado (66) con por lo menos una resistencia de frenado (67).

30 6. Instalación de energía eólica según la reivindicación 5, **caracterizada porque** el chopper de frenado (66) es un chopper de frenado (66) del convertidor (48) que durante el régimen de emergencia está unido al circuito de emergencia (5) a través de un elemento de conmutación (68).

7. Instalación de energía eólica según la reivindicación 6, **caracterizada porque** el chopper de frenado (66) está conectado a un circuito intermedio (42) del convertidor (48).

35 8. Instalación de energía eólica según la reivindicación 6, **caracterizada porque** el chopper de frenado (66) está conectado a un ondulator (43) o a un circuito puente en H (47) del convertidor (48).

9. Instalación de energía eólica según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** el módulo de descarga (6) está dotado además de una instalación de aislamiento de la red (64) que aísla el convertidor (48) de su red de alimentación (9).

40 10. Instalación de energía eólica según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** el servomotor está realizado con presencia redundante, con un motor (45') del circuito de regulación del paso (4) y un motor (55') del circuito de emergencia (5).

11. Instalación de energía eólica según la reivindicación 10, **caracterizada porque** el motor (45') del circuito de regulación del paso (4) es un motor trifásico, y el motor (55') del circuito de emergencia (5) es un motor de corriente continua.

45 12. Instalación de energía eólica según la reivindicación 10 u 11, **caracterizada porque** por lo menos el motor (45') del circuito de regulación del paso está unido al aspa del rotor a través de un acoplamiento separable (46) y/o una unión de rotura controlada.

50 13. Procedimiento para ajustar las aspas del rotor (21) den un rotor (2) para instalaciones de energía eólica mediante un servomotor (45) y un dispositivo de regulación del paso, donde durante el régimen de funcionamiento normal se efectúa la regulación por medio de un circuito de regulación del paso (4), y durante un régimen de emergencia, por medio de un circuito de emergencia (5),

caracterizado por

la determinación del flujo de potencia en el circuito de emergencia (5) y la limitación de una potencia eléctrica que durante el régimen de emergencia fluye desde el servomotor (45), mediante la limitación de la tensión y/o de la intensidad de corriente en el circuito de emergencia (5).

- 5 14. Procedimiento según la reivindicación 13, **caracterizado por** emplear una instalación de energía eólica según una de las reivindicaciones 1 a 12.

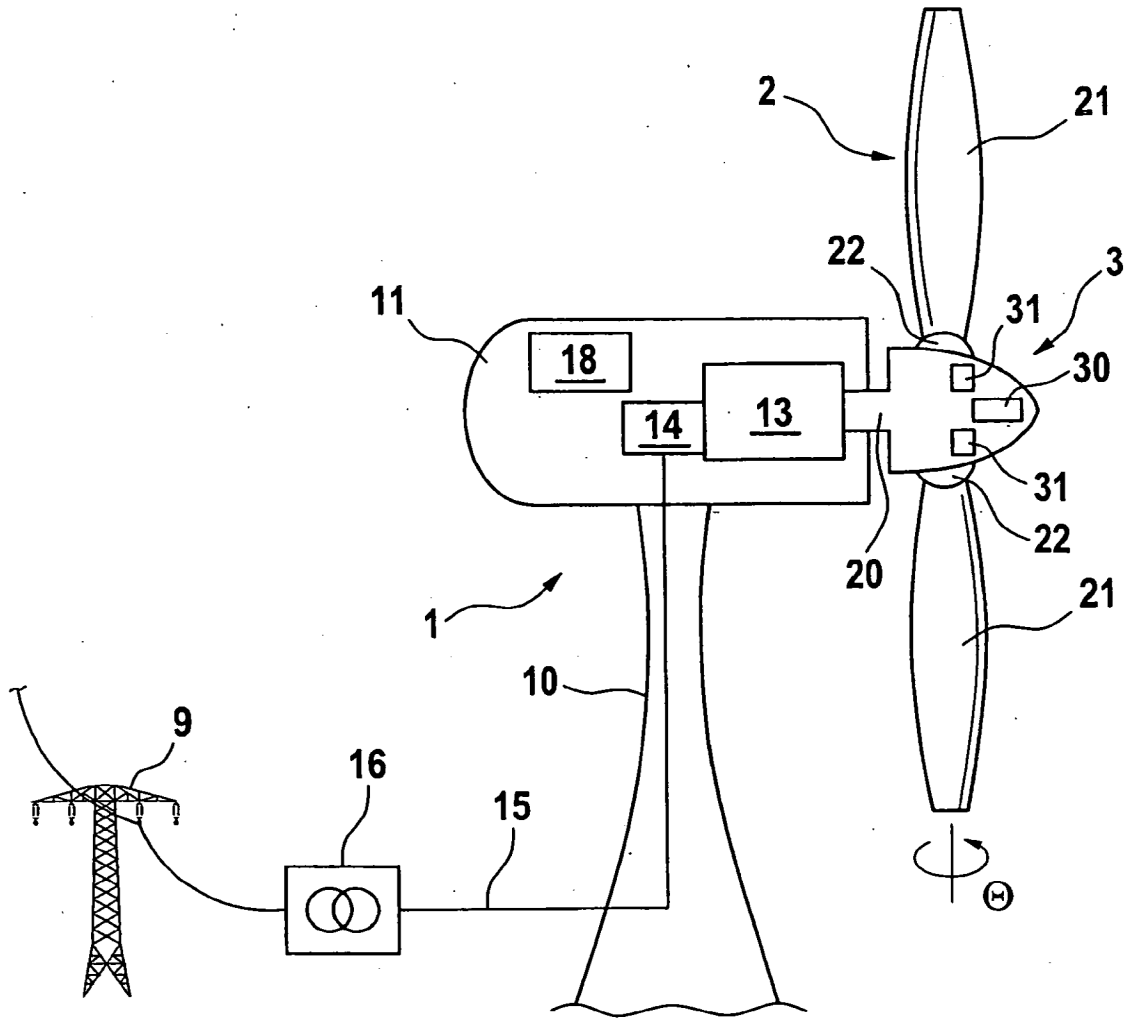


Fig. 1

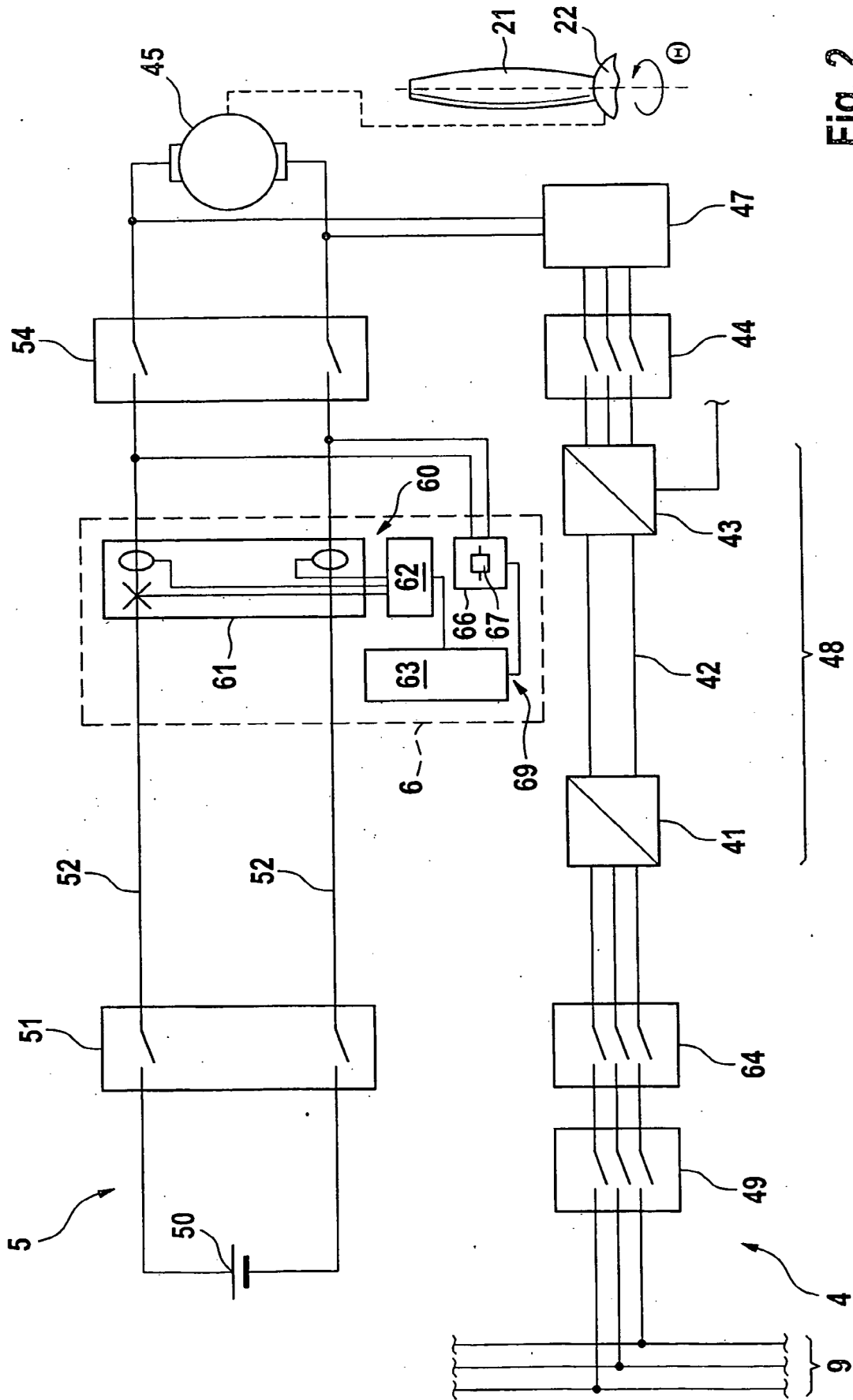


Fig. 2

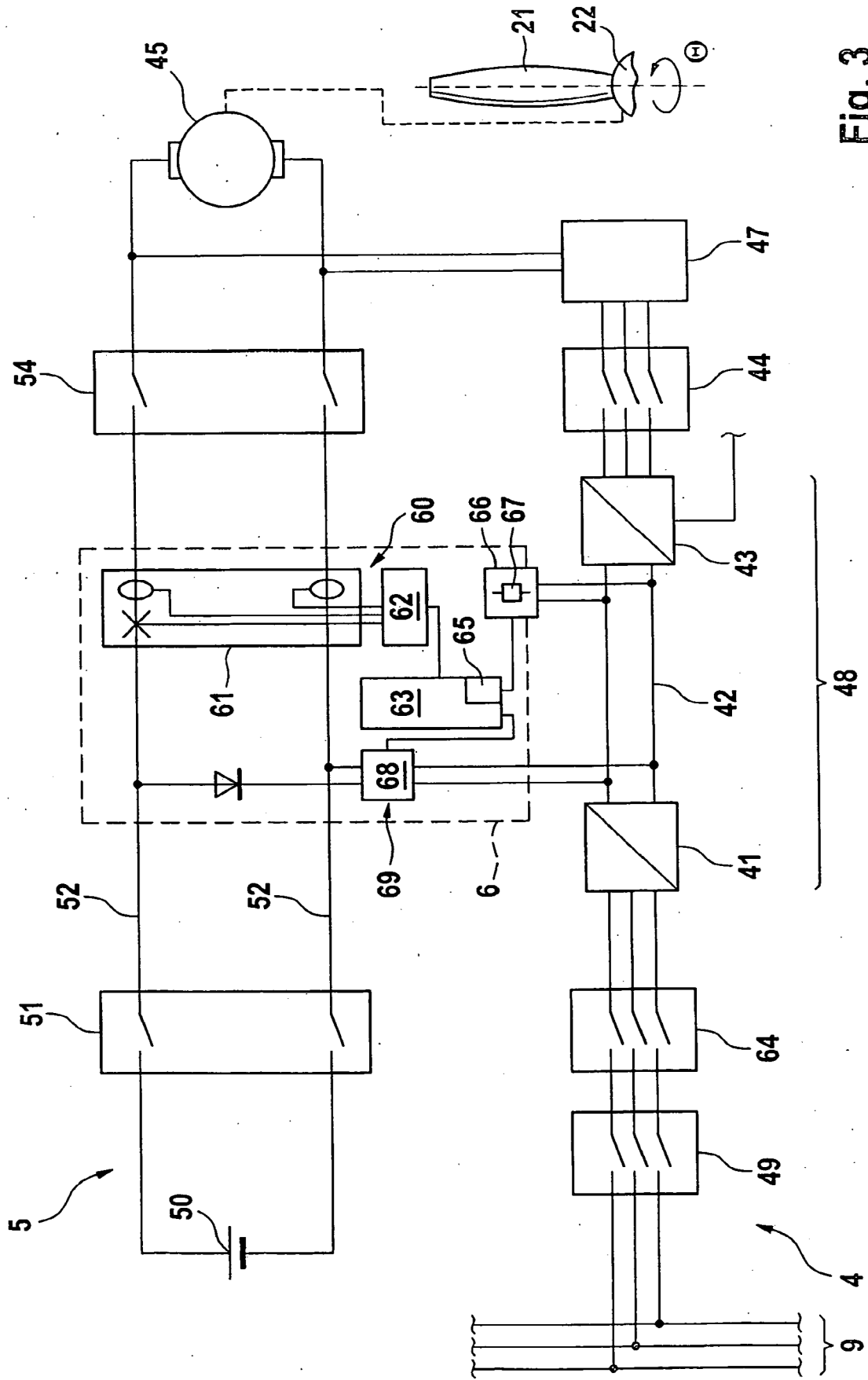


Fig. 3

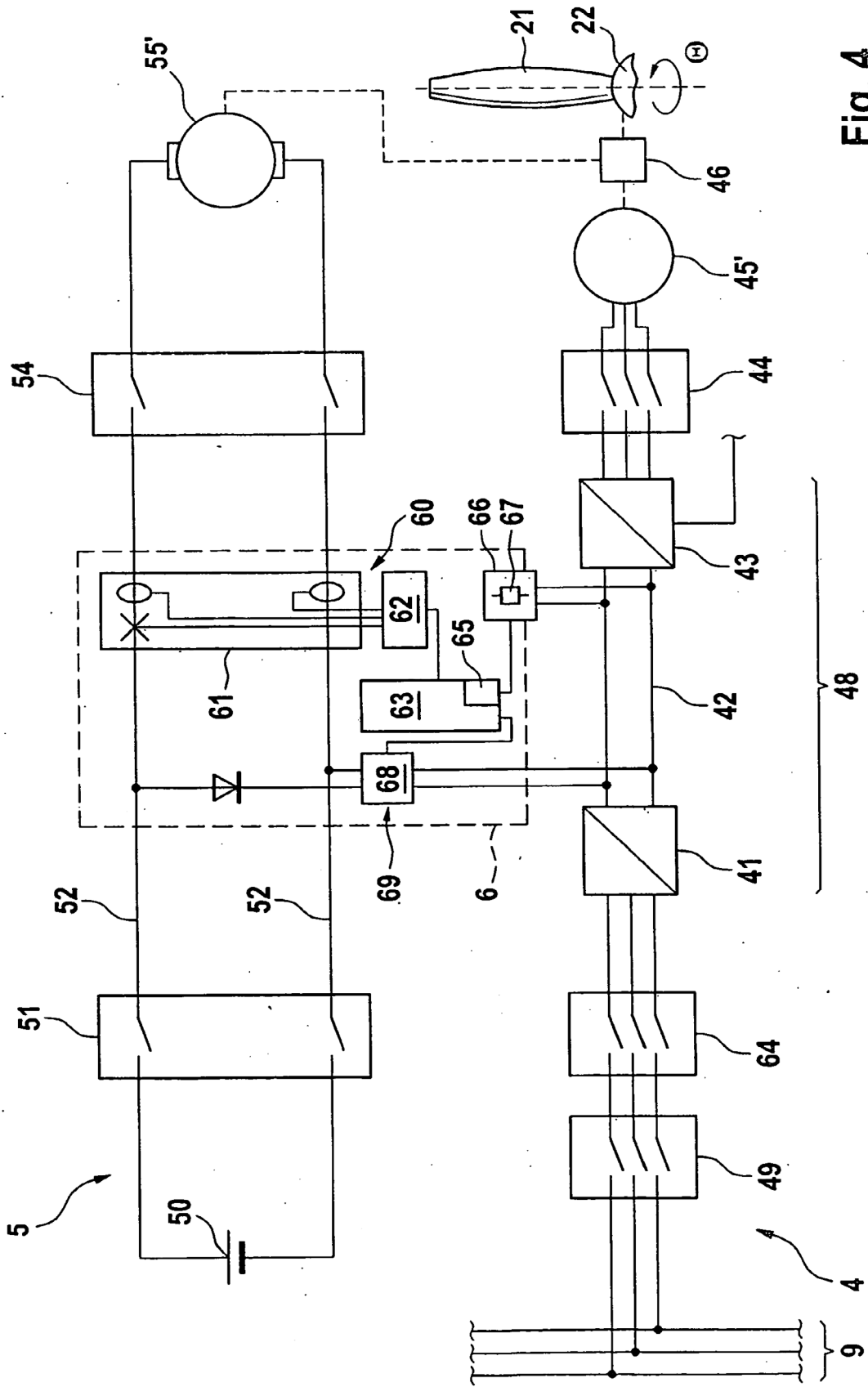


Fig. 4