



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 365 287**

51 Int. Cl.:
H02P 29/02 (2006.01)
H02P 7/298 (2006.01)
H02P 1/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08735364 .5**
96 Fecha de presentación : **23.04.2008**
97 Número de publicación de la solicitud: **2145384**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **20.01.2010**

54 Título: **Accionamiento eléctrico.**

30 Prioridad: **09.05.2007 DE 10 2007 021 632**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
28.09.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
28.09.2011

73 Titular/es: **SSB WIND SYSTEMS GmbH & Co. KG.**
Neuenkirchener Strasse 13
48499 Salzbergen, DE

72 Inventor/es: **Kestermann, Hermann y**
Upsing, Josef

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 365 287 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

Accionamiento eléctrico

La invención se refiere a un accionamiento eléctrico con al menos un motor eléctrico, al que se suministra o puede suministrar una corriente eléctrica del motor mediante un convertidor de corriente, un regulador de corriente mediante el que la corriente del motor se regula o puede regular actuando sobre el convertidor de corriente en función de una señal del valor de consigna de corriente, y un generador del valor de consigna de corriente acoplado con el regulador de corriente, mediante el que se genera o puede generarse una señal de guiado para el regulador de corriente. Además, la invención se refiere a una instalación de energía eólica con un accionamiento semejante, un uso de un accionamiento semejante, así como un procedimiento para el ajuste de la posición de al menos una pala del rotor de una instalación de energía eólica.

En instalaciones de energía eólica, para la regulación de la posición de la pala del rotor se utilizan accionamientos con convertidores como sistemas de accionamiento de pitch. Para no sobrepasar la capacidad de carga máxima de los convertidores se supervisa la corriente actual. El límite permitido de corriente de los convertidores está configurado de forma que durante un tiempo definido se permite una corriente de pico dinámica, a continuación se reduce a la corriente nominal del aparato. Se conoce que la corriente dinámicamente permitida se corresponde con el doble de la corriente nominal del aparato. En el ámbito de la técnica de accionamiento, por ejemplo, de 1,5 veces a 2 veces la corriente nominal del aparato son valores habituales para la corriente dinámica.

Los convertidores utilizados principalmente para los accionamientos de corriente continua son convertidores de corriente de cuatro cuadrantes con puentes de tiristores B6 antiparalelos, estando a disposición la corriente dinámica en el convertidor típicamente durante 6 segundos. Pero un período de tiempo de 6 segundos con el doble de la corriente nominal del aparato se consigue sólo sin cualquier tipo de carga previa del convertidor. A continuación se reduce a la corriente constante o corriente nominal ajustada.

El valor de la corriente dinámica y su periodo de tiempo están predeterminados de forma fija, realizándose la supervisión de la corriente mediante un circuito de supervisión. Con cargas previas predeterminadas puede suceder que el convertidor permita sólo la corriente nominal del aparato. Esto puede provocar según el momento de carga que el valor de velocidad requerido no se consiga, lo que puede conducir hasta la parada del accionamiento. Especialmente en el caso de durezas puede producirse con ello una inmovilización del accionamiento con una desconexión por avería debida a la supervisión de averías de orden superior.

Partiendo de este estado de la técnica, la invención tiene el objetivo de perfeccionar un accionamiento eléctrico del tipo mencionado al inicio, de forma que éste se pueda hacer funcionar más tiempo con corrientes comparablemente elevadas.

Este objetivo se resuelve según la invención con un accionamiento eléctrico según la reivindicación 1, con una instalación de energía eólica según la reivindicación 8, con un uso según la reivindicación 9 y con un procedimiento según la reivindicación 10. Variantes ventajosas se dan en las reivindicaciones dependientes.

El accionamiento eléctrico según la invención, en particular para el ajuste de la posición de al menos una pala del rotor de una instalación de energía eólica, presenta al menos un motor eléctrico al que se le suministra o puede suministrar una corriente eléctrica del motor mediante un convertidor de corriente, un regulador de corriente mediante el que la corriente del motor se regula o puede regular actuando sobre el convertidor de corriente en función de una señal de valor de consigna de corriente, y un generador del valor de consigna de corriente acoplado con el regulador de corriente, mediante el que se genera o puede generarse una señal de guiado para el regulador de corriente. El generador del valor de consigna de corriente está acoplado con el regulador de corriente con intercalado de un circuito adicional, en el que mediante el circuito adicional en un primer modo de funcionamiento la señal de guiado o una señal correspondiente a la señal de guiado se suministra o puede suministrar al regulador de corriente como la señal del valor de consigna de corriente, y en el que mediante el circuito adicional en un segundo modo de funcionamiento se genera una señal pulsada y ésta se suministra o puede suministrar al regulador de corriente como señal del valor de consigna de corriente.

Dado que mediante el circuito adicional se genera una señal pulsada y se suministra o puede suministrar al regulador de corriente como señal del valor de consigna de corriente, es posible alimentar el motor eléctrico en el segundo modo de funcionamiento con impulsos de corriente. Esto provoca que se reduzca el valor de efectividad de la corriente que circula a través del convertidor de corriente, pero durante la duración de cada impulso sin embargo se puede entregar un gran momento por el motor eléctrico. Con ello el convertidor de corriente en el funcionamiento pulsado se hace funcionar más tiempo con una corriente elevada (en forma de impulsos) que en el funcionamiento no pulsado. En particular mediante un funcionamiento pulsado, que perdura durante un tiempo consabido, se pueden vencer más sencillamente las durezas que con un momento que actúa continuamente de forma no pulsada, el cual está a disposición sólo durante un tiempo relativamente breve. En este caso el nivel de señal de los impulsos es

preferiblemente tan elevado que durante los impulsos fluye a través del convertidor de corriente de 1,5 a 2 veces la corriente nominal. Entre los impulsos el nivel de señal de la señal pulsada es menor, de forma que entre los impulsos fluye, por ejemplo, la corriente nominal o una corriente menor a través del convertidor de corriente. Bajo corriente nominal debe entenderse en particular la corriente nominal del convertidor de corriente. Pero los valores exactos para los niveles de señal de la señal pulsada durante los impulsos y entre los impulsos pueden ajustarse de forma preferible. En particular también se puede ajustar la duración temporal de los impulsos y/o la duración temporal entre los impulsos. Preferiblemente se calculan estas duraciones temporales de forma que sea suficiente la rapidez de la regulación de corriente para seguir a la señal pulsada.

La señal pulsada puede ser, por ejemplo, una señal rectangular o una señal en forma de dientes de sierra o una señal sinusoidal, etc. La señal pulsada es preferiblemente una señal periódica, cuya frecuencia se pueda regular en particular.

La señal que se corresponde con la señal de guiado se genera preferiblemente mediante el circuito adicional o puede generarse mediante éste, de forma que la señal del valor de consigna de corriente se genera o puede generar, por ejemplo, mediante el circuito adicional tanto en el primer modo de funcionamiento, como también en el segundo modo de funcionamiento. En el primer modo de funcionamiento, la señal del valor de consigna de corriente se genera preferiblemente como copia de la señal de guiado, en el segundo modo de funcionamiento, la señal del valor de consigna de corriente se genera preferiblemente como la señal pulsada.

Según una variante, los impulsos de la señal pulsada forman al menos dos grupos de impulsos sucesivos en un intervalo de tiempo que es mayor que el intervalo de tiempo entre dos impulsos sucesivos del mismo grupo de impulsos. También es posible por ello contrarrestar una sobrecarga del convertidor de corriente, ya que entre grupos de impulsos sucesivos se sitúa un intervalo de tiempo sin impulsos. En este intervalo sin impulsos la señal del valor de consigna de corriente presenta preferiblemente un nivel de señal tal que fluye la corriente nominal a través del convertidor de corriente.

Además, mediante el circuito adicional se puede supervisar la temperatura del convertidor de corriente. Para ello el circuito adicional está acoplado preferiblemente con una sonda de temperatura, mediante la que se mide o puede medir la temperatura del convertidor de corriente, variando, en particular reduciéndose o pudiéndose reducir, mediante el circuito adicional el nivel de señal de los impulsos de la señal pulsada si la temperatura medida alcanza o sobrepasa un valor máximo predeterminado de temperatura. También esta medida sirve para proteger el convertidor de corriente frente a una sobrecarga. En este caso la medición de la temperatura se puede realizar directamente en el convertidor de corriente o indirectamente en un cuerpo, como por ejemplo, un radiador que está acoplado térmicamente con el convertidor de corriente.

El circuito adicional puede supervisar preferiblemente la señal de guiado en el primer modo de funcionamiento, de forma que el circuito adicional se conmuta o puede conmutar en el segundo modo de funcionamiento si la señal de guiado o su magnitud es mayor o igual a un valor máximo predeterminado durante un intervalo de tiempo predeterminado. En particular el circuito adicional puede supervisar la señal de guiado también en el segundo modo de funcionamiento, de forma que el circuito adicional se conmuta o puede conmutar en el primer modo de funcionamiento si la señal de guiado o su magnitud queda por debajo de un valor umbral predeterminado que es en particular menor o igual al valor máximo.

El generador del valor de consigna de corriente es o forma preferiblemente parte de un regulador de velocidad, mediante el que en particular en el primer modo de funcionamiento se regula o puede regular la velocidad del motor. El generador del valor de consigna de corriente forma preferiblemente un dispositivo corrector de la velocidad del regulador de velocidad (pero el dispositivo corrector de la velocidad se puede designar alternativamente también como regulador de velocidad). En este caso la señal de guiado depende de una desviación entre una velocidad de consigna del motor eléctrico y una velocidad real del motor eléctrico. En particular se genera la señal de guiado en función de una desviación entre la velocidad de consigna y la velocidad real. El accionamiento eléctrico presenta por consiguiente preferiblemente una regulación de la velocidad con regulación de corriente conectada posteriormente o subordinada. La magnitud de guiado de la regulación de corriente se suministra en este caso por el regulador de velocidad o por su dispositivo corrector de la velocidad. Por consiguiente de manera sencilla es posible integrar la invención en un accionamiento eléctrico ya existente, mientras que se separa la unión entre el dispositivo corrector de la velocidad o el regulador de velocidad y el regulador de corriente y se intercala el circuito adicional.

El motor eléctrico es preferiblemente una máquina de corriente continua, que se hace funcionar y/o se conecta o está conectada en particular como máquina excitada en serie.

El regulador de corriente puede actuar para la regulación de la corriente del motor sobre el convertidor de corriente o actúa para la regulación de la corriente del motor en el convertidor de corriente. Por ello el convertidor de corriente es preferiblemente un convertidor de corriente controlable que se controla o regula o bien se puede controlar o regular en particular mediante el regulador de corriente. El convertidor de corriente comprende preferiblemente uno o varios

tiristores, en cuya o cuyas conexiones de puerta actúa o puede actuar el regulador de corriente directamente o indirectamente.

5 El convertidor de corriente se alimenta en particular con corriente polifásica o puede alimentarse con ésta, siendo la corriente polifásica preferiblemente una corriente bifásica o corriente trifásica. En particular el convertidor de corriente presenta al menos un puente de tiristores polifásico, que se solicita o puede solicitar con la corriente polifásica. El puente de tiristores polifásico es preferiblemente un puente de tiristores de 2 fases o de 3 fases. En particular el convertidor de corriente presenta dos puentes de tiristores B6 conectados antiparalelamente que se alimentan o pueden alimentar con corriente trifásica.

10 El regulador de corriente y/o el generador del valor de consigna de corriente o regulador de velocidad pueden estar configurados de forma digital. Pero el regulador de corriente es preferiblemente un regulador analógico, de forma que también la señal de guiado y/o la señal del valor de consigna de corriente son preferiblemente señales analógicas. Además, el generador del valor de consigna de corriente y/o el dispositivo corrector de la velocidad son preferiblemente circuitos analógicos. En particular también el regulador de velocidad es un regulador analógico. Por el contrario el circuito adicional presenta preferiblemente un procesador digital. Para que el procesador pueda leer y tratar o valorar las señales analógicas, el circuito adicional presenta preferiblemente al menos un convertidor analógico – digital, mediante el que se puede leer y digitalizar la señal de guiado, y al menos un convertidor digital – analógico mediante el que se puede emitir la señal del valor de consigna de corriente. Pero alternativamente es posible también una realización analógica del circuito adicional.

20 La invención se refiere además a una instalación de energía eólica con un soporte, un rotor montado en el soporte de forma giratoria alrededor de un eje del rotor, rotor que presenta un cubo del rotor y al menos una pala del rotor fijada en el cubo del rotor, cuya posición se ajusta o puede ajustar respecto al cubo del rotor mediante un accionamiento de ajuste, presentando el accionamiento de ajuste al menos un accionamiento según la invención que puede estar perfeccionado según todas las configuraciones mencionadas.

25 Para el ajuste de su posición la pala del rotor está montada en el cubo del rotor preferentemente de forma rotativa alrededor de un eje de la pala y mediante el accionamiento de ajuste puede girarse alrededor del eje de la pala que discurre en particular de forma inclinada o perpendicular al eje del rotor.

La invención se refiere también al uso de un accionamiento eléctrico para el ajuste de la posición de al menos una pala del rotor de una instalación de energía eólica, siendo el accionamiento eléctrico un accionamiento según la invención que puede estar perfeccionado según todas las configuraciones mencionadas.

30 Adicionalmente la invención se refiere a un procedimiento para el ajuste de la posición de al menos una pala del rotor de una instalación de energía eólica mediante al menos un motor eléctrico, al que mediante un convertidor de corriente se le suministra una corriente eléctrica del motor que se regula en función de una señal del valor de consigna de corriente, generándose una señal de guiado con la que se corresponde la señal del valor de consigna de corriente en un primer modo de funcionamiento. Además, se genera una señal pulsada, con la que se corresponde en un segundo modo de funcionamiento la señal del valor de consigna de corriente, si la señal de guiado o su magnitud sobrepasa un valor máximo predeterminado durante un intervalo de tiempo predeterminado.

Preferentemente se vuelve al primer modo de funcionamiento si la señal de guiado o su magnitud queda por debajo de un valor umbral predeterminado que es menor o igual al valor máximo.

40 La velocidad del motor eléctrico se regula preferiblemente, en particular en el primer modo de funcionamiento. En este caso la señal de guiado depende de la desviación entre una velocidad de consigna del motor eléctrico y una velocidad real del motor eléctrico. En particular se genera la señal de guiado en función de la desviación entre la velocidad de consigna y la velocidad real.

45 Preferiblemente se mide la temperatura del convertidor de corriente, variándose, en particular reduciéndose, el nivel de señal de los impulsos de la señal pulsada si la temperatura medida alcanza o sobrepasa un valor máximo predeterminado de temperatura.

El motor eléctrico es en particular una máquina de corriente continua. Además, al convertidor de corriente se le suministra preferiblemente una corriente polifásica, en particular una corriente bifásica o corriente trifásica.

La invención se describe a continuación mediante una forma de realización preferida en referencia al dibujo. En el dibujo muestran:

50 Fig. 1 una vista lateral esquemática de una instalación de energía eólica con un accionamiento eléctrico según una forma de realización de la invención,

Fig. 2 un diagrama de bloques esquemático del accionamiento según la forma de realización,

Fig. 3 un diagrama de bloques esquemático del circuito adicional según la fig. 2,

Fig. 4 un diagrama de flujo para el circuito adicional según la fig. 3,

Fig. 5 un desarrollo temporal de la señal de salida del circuito adicional,

Fig. 6 otro desarrollo temporal de la señal de salida del circuito adicional y

5 Fig. 7 un diagrama de conexión del convertidor de corriente.

En la fig. 1 se ve una vista lateral de una instalación de energía eólica 1, la cual presenta una torre 2 que está anclada en la tierra 4 mediante un basamento 3. En su extremo opuesto al basamento 3, un soporte de máquina 5 está montado en la torre 2 de forma rotativa alrededor de un eje longitudinal 7 de la torre 2 mediante un sistema azimutal 6. En el soporte de máquina 5 está montado un rotor 8 de forma rotativa alrededor del eje del rotor 9, que presenta un cubo del rotor 10 y varias palas del rotor 11 que pueden girar alrededor de un eje de la pala 12 respecto al cubo del rotor 10. Los ejes del rotor 12 discurren de forma perpendicular o inclinada respecto al eje del rotor 9, pudiéndose girar cada una de las palas del rotor 11 alrededor de su eje de pala 12 mediante un accionamiento de ajuste 13. El rotor 8 se puede girar por el viento 14 alrededor del eje del rotor 9 y puede accionar un generador eléctrico 15. Además, cada uno de los accionamientos de ajuste 13 está acoplado eléctricamente con un control de la instalación 16, que controla o puede controlar los accionamientos de ajuste 13 para la rotación de la pala del rotor 11. Cada uno de los accionamientos de ajuste 13 presenta un accionamiento eléctrico 85 (véase fig. 2) según una forma de realización de la invención o se forma por un accionamiento 85 semejante.

En la fig. 2 se ve un diagrama de bloques esquemático de uno de los accionamientos eléctricos 85. Al accionamiento 85 se le suministra una señal del valor de consigna de velocidad 17, de la que se substrahe una señal del valor real de velocidad 18, suministrándose la señal de la diferencia de velocidades 19 a un dispositivo corrector de la velocidad 20. El dispositivo corrector de la velocidad 20 está unido con un regulador de corriente 22 con intercalado de un circuito adicional 21, generando el dispositivo corrector de la velocidad 20 en función de la señal de la diferencia de velocidades 19 una señal de guiado 23 para el regulador de corriente 22 y entregándola al circuito intermedio 21. El circuito intermedio 21 entrega una señal del valor de consigna de corriente 24 al regulador de corriente 22.

El regulador de corriente 22 presenta un dispositivo corrector de la corriente 25 al que está conectado posteriormente un convertidor de corriente 26 controlable. De la señal del valor de consigna de corriente 24 se le substrahe una señal del valor real de corriente 27, suministrándose la señal de la diferencia de corriente 28 al dispositivo corrector de la corriente 25. El dispositivo corrector de la corriente 25 genera en función de la señal de la diferencia de corriente 28 una señal de control 29 y la entrega al convertidor de corriente 26. El convertidor de corriente 26 entrega en función de la señal de control 29 una corriente eléctrica 30 a un motor eléctrico 31, que está configurado aquí como máquina de corriente continua. La velocidad 32 del motor eléctrico 31 se mide mediante un dispositivo medidor de la velocidad 33, que en función de la velocidad 32 genera y entrega la señal del valor real de velocidad 18, la cual representa la velocidad 32 actual del motor eléctrico 31. Además, la corriente eléctrica 30 se mide mediante un dispositivo medidor de la corriente 34 que genera y entrega la señal del valor real de corriente 27, la cual representa la corriente eléctrica (corriente del motor) 30 que fluye actualmente a través del motor eléctrico 31.

En la fig. 2 la referencia 84 representa el regulador de velocidad. Pero alternativamente se podría designar el dispositivo corrector de la velocidad 20 como regulador de velocidad. Además, en la fig. 2 la referencia 22 representa el regulador de la corriente. Pero alternativamente también se podría designar el dispositivo corrector de la corriente 25 como regulador de corriente.

En la fig. 3 se ve un diagrama de bloques esquemático del circuito adicional 21, que presenta un convertidor analógico – digital 35 que convierte la señal de guiado 23 analógica en una señal digital de guiado 36. La señal digital de guiado 36 se suministra a un procesador 37 digital que valora la señal digital de guiado 36 y genera y entrega una señal digital del valor de consigna de corriente 38 en función de la valoración. La señal digital del valor de consigna de corriente 38 se suministra a un convertidor digital – analógico 39, que convierte la señal digital del valor de consigna de corriente 38 en la señal analógica del valor de consigna de corriente 24. Además, está prevista una sonda de temperatura 53 que está acoplada térmicamente con el convertidor de corriente 26. La señal de temperatura 79 entregada por la sonda de temperatura 53 representa la temperatura actual del convertidor de corriente 26 y se suministra a un convertidor analógico – digital 80, que convierte la señal analógica de temperatura 79 en la señal digital de temperatura 81 la cual se suministra al procesador 37. La señal digital de temperatura 81 se valora por el procesador 37 y dado el caso se tiene en cuenta en la generación de la señal digital del valor de consigna de corriente 38. Como sonda de temperatura 53 se utiliza preferiblemente un sensor KTY.

El proceso, que se desarrolla en el circuito adicional 21 o en el procesador 37, se describe a continuación mediante el diagrama de flujo que se ve en la fig. 4. En este caso el diagrama de flujo muestra sólo una de las varias posibilidades de realización, de forma que el diagrama de flujo según la fig. 4 no debe entenderse de forma limitante.

En primer lugar en el paso 40 el circuito adicional 21 se pone en un primer modo de funcionamiento. En el primer modo de funcionamiento la señal del valor de consigna de corriente (I_{cons}) 24 se corresponde siempre a la señal de guiado (I_f) 23, así la función de transmisión del circuito 21 es igual a "1" o al menos aproximadamente igual a "1". En este caso el accionamiento eléctrico 85 conforma un motor eléctrico 31 con regulador de velocidad 84 al que subordinado el regulador de corriente 22.

En el paso 41 se consulta la señal de guiado I_f y en el paso 42 se comprueba si la señal de guiado I_f es mayor o igual a un valor máximo I_{max} predeterminado. Si no es el caso así se vuelve al paso 41. Si la comprobación en el paso 42 se desarrolla positivamente, así se inicia un generador de tiempo en el paso 43. El generador de tiempo suministra a petición aquel periodo de tiempo Δt que ha pasado entre el instante del inicio del generador de tiempo y el instante de la petición. Por lo tanto es válido en el instante de inicio del generador de tiempo $\Delta t = 0$. Luego en el paso 44 se consulta nuevamente la señal de guiado I_f y en el paso 45 se comprueba si la señal de guiado I_f es mayor o igual al valor máximo I_{max} . Si no es el caso, así se vuelve al paso 41. Si la comprobación en el paso 45 se desarrolla positivamente, así en el paso 46 se consulta el generador de tiempo, suministrándose como resultado de la consulta el intervalo de tiempo Δt discurrido desde el instante del inicio del generador de tiempo en el paso 43 hasta el instante de la consulta en el paso 46.

En el paso 47 se comprueba si el intervalo de tiempo Δt es mayor o igual a un tiempo máximo t_{max} . Si no es así se vuelve al paso 44. Si la comprobación en el paso 47 discurre positivamente, así en el paso 48 el circuito adicional 21 se pone en el segundo modo de funcionamiento. En el segundo modo de funcionamiento se genera por el circuito adicional 21 una señal pulsada I_{puls} (véase fig. 5) y se emite como la señal del valor de consigna de corriente I_{cons} .

En el paso 49 se lee la señal de guiado I_f y en el paso 50 se comprueba si la señal de guiado I_f es mayor o igual al valor máximo I_f . Si no es cierto esto, se vuelve al paso 40 y el circuito adicional 21 se pone nuevamente en el primer modo de funcionamiento. Si es cierta la comprobación en el paso 50, en el paso 51 se consulta la temperatura T del convertidor de corriente 26. En el paso 52 sigue entonces una valoración de la temperatura T consultada, según lo cual se vuelve al paso 49.

La valoración de la temperatura T consultada en el paso 52 puede comprender en particular una reducción del nivel de señal I_{dyn} (véase la fig. 5) de los impulsos de la señal pulsada I_{puls} , si la temperatura T consultada alcanza o supera una temperatura máxima T_{max} predeterminada.

En la fig. 5 se ve un desarrollo posible de la señal del valor de consigna de corriente I_{cons} en función del tiempo t . En primer lugar el circuito adicional 21 se encuentra en el primer modo de funcionamiento, correspondiéndose la señal del valor de consigna de corriente I_{cons} con la señal de guiado I_f . La señal del valor de consigna de corriente I_{cons} se sitúa en primer lugar por debajo del valor máximo I_{max} , no obstante, aumenta con tiempo creciente y alcanza en t_0 el valor máximo I_{max} . Puesto que la señal del valor de consigna de corriente I_{cons} ya no queda por debajo del valor máximo I_{max} durante el intervalo de tiempo t_{max} predeterminado, el circuito adicional 21 conmuta en el instante $t_0 + t_{max}$ en el segundo modo de funcionamiento. Ahora se genera la señal pulsada I_{puls} y se entrega como la señal del valor de consigna de corriente I_{cons} , hasta que en t_1 la señal de guiado I_f cae de nuevo por debajo del valor máximo I_{max} . En la fig. 5 la señal pulsada es una señal rectangular. Pero también son posibles otras formas de impulsos.

El nivel de señal I_{dyn} de los impulsos de la señal pulsada I_{puls} es aquí igual a I_{max} . Esto provoca preferiblemente que la corriente que fluye a través del convertidor de corriente 26 se corresponda durante los impulsos con el doble de la corriente nominal del convertidor de corriente. Entre los impulsos la señal pulsada I_{puls} tiene un nivel de señal I_{rec} , que preferiblemente presenta un valor de forma que la corriente que fluye a través del convertidor de corriente 26 en el tiempo t_{rec} entre los impulsos se corresponde con la corriente nominal del convertidor de corriente 26 o con una corriente menor. El tiempo t_{rec} entre los impulsos es aquí igual a la duración del impulso t_{puls} , de forma que la señal pulsada I_{puls} presenta preferiblemente una relación de exploración de 0,5. Un valor típico para $t_{puls} = t_{rec}$ es, por ejemplo, 1 s, pero no debiéndose entender este valor de forma limitante.

El circuito adicional 21 conmuta en t_1 de nuevo al primer modo de funcionamiento, en el que la señal del valor de consigna de corriente I_{cons} se corresponde con la señal de guiado I_f . Pero en t_2 la señal del valor de consigna de corriente I_{cons} alcanza nuevamente el valor máximo I_{max} y se mantiene durante el tiempo $t_2 + t_{max}$, de forma que se cambia al segundo modo de funcionamiento y se produce el funcionamiento de impulsos. Además, en el instante t_3 se determina que la temperatura T del convertidor de corriente 26 ha alcanzado o superado la temperatura máxima T_{max} predeterminada, de tal manera que el nivel de señal I_{dyn} de los impulsos de la señal pulsada I_{puls} se reduce a un valor que es menor que I_{max} .

En la fig. 6 se ve el desarrollo temporal de la señal del valor de consigna de corriente I_{cons} según una modificación, generándose y entregándose en el funcionamiento pulsado (segundo modo de funcionamiento) a partir de $t_0 + t_{max}$ en primer lugar un grupo de impulsos 82 con cinco impulsos. Luego sigue un tiempo de reposo $t_{refresh}$ en el que no se entrega un impulso. Después del paso del tiempo de reposo $t_{refresh}$ se genera nuevamente un grupo de impulsos

83 con cinco impulsos y se entrega como señal del valor de consigna de corriente I_{cons} , a lo cual le sigue nuevamente un tiempo de reposo $t_{refresh}$. Este proceso se repite mientras que perdure el funcionamiento pulsado. El número de los impulsos de cada grupo de impulsos no está limitado en este caso a cinco, sino que se puede ajustar también a otro número. Además, también es posible aquí una reducción del nivel de señal de los impulsos si la temperatura T del convertidor de corriente 26 alcanza o sobrepasa la temperatura máxima T_{max} .

En la fig. 7 se ve un diagrama de conexión del convertidor de corriente 26, que presenta un primer puente de tiristores B6 54 y un segundo puente de tiristores B6 55, estando conectados en paralelo los dos puentes de tiristores 54 y 55, pero estando orientados opuestos entre sí. Cada uno de los puentes de tiristores 54 y 55 presenta seis tiristores 56, estando unidas las conexiones de puerta de los tiristores 56 del puente de tiristores 54 con un transmisor de encendido 57 y las conexiones de puerta de los tiristores 56 del puente de tiristores 55 con un transmisor de encendido 58. Los transmisores de encendido 57 y 58 están unidos con un componente de ángulo de fases 59, al que se le suministra como señal de entrada la señal de control 29 entregada por el dispositivo corrector de la corriente 25, la cual representa preferiblemente el ángulo de control correspondiente.

Una primera línea de salida 60 de los puentes de tiristores 54 y 55 está conectada intercalando un fusible 61 con un lado del devanado del rotor 62 del motor eléctrico 31. Además, el otro lado del devanado 62 está unido a través de una línea 63 intercalando una disposición de diodos 64 con un lado del devanado del estator 65 del motor eléctrico 31. La segunda línea de salida 66 de los puentes de tiristores 54 y 55 está unida intercalando la disposición de diodos 64 con el otro lado del devanado de estator 65. El motor eléctrico 31 se hace funcionar aquí como máquina excitada en serie, asegurando los cuatro diodos 67 de la disposición de diodos 64 que el devanado del estator 65 se atravesase siempre en la misma dirección por la corriente. Por consiguiente es posible invertir la corriente a través del devanado del rotor 62 sin invertir la corriente a través del devanado del estator 65. Por consiguiente se puede provocar un cambio del sentido de giro del rotor.

Los dos puentes de tiristores 54 y 55 se conectan a través de conexiones 68, 69, 70, así como líneas 74, 75 y 76 con las tres fases de una red de corriente trifásica, estando conectada cada fase a un circuito en serie de un fusible 71 y un estabilizador 72 en la línea correspondiente. Además, como protección contra sobretensiones están conectados tres varistores 73 entre las líneas 74, 75 y 76.

En las líneas 75 y 76 están conectados transformadores de corriente 77 y 78, mediante los que se puede medir la corriente que fluye a través de los puentes de tiristores 54 y 55. Los dos transformadores de corriente 77 y 78 forman por consiguiente la parte sensora del dispositivo medidor de la corriente 34. La corriente medida representa en este caso también la corriente que fluye a través del motor 31 y por consiguiente es apropiada para la conformación de la señal del valor real de corriente 27.

Lista de referencias

- | | |
|----|-------------------------------|
| 1 | Instalación de energía eólica |
| 2 | Torre |
| 35 | 3 Basamento |
| 4 | Tierra |
| 5 | Soporte de la máquina |
| 6 | Sistema acimutal |
| 7 | Eje longitudinal de la torre |
| 40 | 8 Rotor |
| 9 | Eje del rotor |
| 10 | Cubo del rotor |
| 11 | Pala del rotor |
| 12 | Eje de la pala |
| 45 | 13 Accionamiento de ajuste |
| 14 | Viento |
| 15 | Generador eléctrico |

	16	Control de la instalación
	17	Señal del valor de consigna de velocidad
	18	Señal del valor real de velocidad
	19	Señal de la diferencia de velocidades
5	20	Dispositivo corrector de la velocidad / generador del valor de consigna de corriente
	21	Circuito adicional
	22	Regulador de corriente
	23	Señal (analógica) de guiado
	24	Señal (analógica) del valor de consigna de corriente
10	25	Dispositivo corrector de la corriente
	26	Convertidor de corriente
	27	Señal del valor real de corriente
	28	Señal de la diferencia de corriente
	29	Señal de control
15	30	Corriente eléctrica / corriente eléctrica del motor
	31	Motor eléctrico
	32	Velocidad del motor eléctrico
	33	Dispositivo medidor de la velocidad
	34	Dispositivo medidor de la corriente
20	35	Convertidor analógico – digital
	36	Señal digital de guiado
	37	Procesador digital
	38	Señal digital del valor de consigna de corriente
	39	Convertidor digital – analógico
25	40	Paso: pone el circuito adicional en el primer modo de funcionamiento
	41	Paso: consulta de la señal de guiado
	42	Paso: comprueba si la señal de guiado es mayor o igual al valor máximo
	43	Paso: inicio del generador de tiempo
	44	Paso: consulta de la señal de guiado
30	45	Paso: comprueba si la señal de guiado es mayor o igual al valor máximo
	46	Paso: consulta el periodo de tiempo del generador de tiempo
	47	Paso: comprueba si el periodo de tiempo consultado es mayor o igual al tiempo máximo
	48	Paso: pone el circuito adicional en el segundo modo de funcionamiento
	49	Paso: consulta de la señal de guiado
35	50	Paso: comprueba si la señal de guiado es mayor o igual al valor máximo

	51	Paso: consulta de la temperatura del convertidor de corriente
	52	Paso: valoración de la temperatura consultada
	53	Sonda de temperatura
	54	Puente de tiristores B6
5	55	Puente de tiristores B6
	56	Tiristor
	57	Transmisor de encendido
	58	Transmisor de encendido
	59	Componente de ángulo de fases
10	60	Línea
	61	Fusible
	62	Devanado del rotor del motor eléctrico
	63	Línea
	64	Disposición de diodos
15	65	Devanado del estator del motor eléctrico
	66	Línea
	67	Diodos
	68	Conexión
	69	Conexión
20	70	Conexión
	71	Fusible
	72	Estabilizador
	73	Varistor
	74	Línea
25	75	Línea
	76	Línea
	77	Transformador de corriente
	78	Transformador de corriente
	79	Señal de temperatura (analógica)
30	80	Convertidor analógico - digital
	81	Señal digital de temperatura
	82	Grupo de impulsos
	83	Grupo de impulsos
	84	Regulador de velocidad
35	85	Accionamiento eléctrico

REIVINDICACIONES

- 1.- Accionamiento eléctrico con
- al menos un motor eléctrico (31), al que se le suministra o puede suministrar una corriente eléctrica del motor (30) mediante un convertidor de corriente (26),
- 5 un regulador de corriente (22), mediante el que la corriente del motor (30) se regula o puede regular actuando sobre el convertidor de corriente (26) en función de una señal del valor de consigna de corriente (24, I_cons),
- un generador del valor de consigna de corriente (20) acoplado con el regulador de corriente (22), mediante el que se genera o puede generar una señal de guiado (23, I_f) para el regulador de corriente (22), en el que
- 10 el generador del valor de consigna de corriente (20) está acoplado con el regulador de corriente (22) con intercalado de un circuito adicional (21), mediante el que
- en un primer modo de funcionamiento la señal de guiado (23, I_f) o una señal correspondiente a la señal de guiado se suministra o puede suministrar al regulador de corriente (22) como la señal del valor de consigna de corriente (24, I_cons),
 - en un segundo modo de funcionamiento se genera una señal pulsada (I_puls) y ésta se suministra o puede suministrar al regulador de corriente (22) como la señal del valor de consigna de corriente (24, I_cons).
- 15
- 2.- Accionamiento eléctrico según la reivindicación 1, caracterizado porque los impulsos de la señal pulsada (I_puls) forman al menos dos grupos de impulsos (82, 83) sucesivos en un intervalo de tiempo (t_refresh), que es mayor que el intervalo de tiempo (t_rec) entre dos impulsos sucesivos del mismo grupo de impulsos.
- 3.- Accionamiento eléctrico según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque el circuito adicional (21) está acoplado con una sonda de temperatura (53), mediante la que se mide o puede medir la temperatura (T) del convertidor de corriente (26), variándose o pudiéndose variar mediante el circuito adicional (21) el nivel de señal (I_dyn) de los impulsos de la señal pulsada (I_puls) si la temperatura (T) medida alcanza o sobrepasa un valor de temperatura máxima (T_max) predeterminado.
- 20
- 4.- Accionamiento eléctrico según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el circuito adicional (21) se conmuta o puede conmutar en el segundo modo de funcionamiento si la señal de guiado (23, I_f) o su magnitud es mayor o igual a un valor máximo (I_max) predeterminado durante un periodo de tiempo (t_max) predeterminado.
- 25
- 5.- Accionamiento eléctrico según la reivindicación 4, caracterizado porque el circuito adicional (21) se conmuta o puede conmutar en el primer modo de funcionamiento si la señal de guiado (23, I_f) o su magnitud queda por debajo de un valor umbral predeterminado que es menor o igual al valor máximo.
- 6.- Accionamiento eléctrico según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el generador del valor de consigna de corriente (20) es o forma parte de un convertidor de velocidad, mediante el que en el primer modo de funcionamiento se regula o puede regular la velocidad del motor eléctrico, dependiendo la señal de guiado (23, I_f) de una desviación entre la velocidad de consigna del motor eléctrico (31) y una velocidad real del motor eléctrico (31).
- 30
- 7.- Accionamiento eléctrico según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el motor eléctrico (31) es una máquina de corriente continua y el convertidor de corriente (26) presenta al menos un puente de tiristores (54) polifásico que se alimenta o puede alimentar en el lado de entrada con una corriente polifásica.
- 35
- 8.- Instalación de energía eólica con
- un soporte (5),
- un rotor (8) montado en el soporte (5) de forma rotativa alrededor de un eje del rotor (9), rotor que presenta un cubo del rotor (10) y al menos una pala del rotor (11) fijada en el cubo del rotor (10), cuya posición se ajusta o puede ajustar respecto al cubo del rotor (10) mediante un accionamiento de ajuste (13), caracterizada porque el accionamiento de ajuste (13) presenta al menos un accionamiento eléctrico (85) según una de las reivindicaciones precedentes.
- 40
- 9.- Uso de un accionamiento eléctrico según una de las reivindicaciones 1 a 7 para el ajuste de la posición de al menos una pala del rotor (11) de una instalación de energía eólica (1).
- 10.- Procedimiento para el ajuste de la posición de al menos una pala del rotor (11) de una instalación de energía eólica (1) mediante al menos un motor eléctrico (31), al que mediante un convertidor de corriente (26) se le suministra una corriente eléctrica del motor (30) que se regula en función de una señal del valor de consigna de corriente (24, I_cons), generándose una señal de guiado (23, I_f) con la que se corresponde la señal del valor de consigna de
- 45

corriente (24, I_cons) en un primer modo de funcionamiento, caracterizado porque

- se genera una señal pulsada (I_puls), con la que se corresponde la señal del valor de consigna de corriente (24, I_cons) en un segundo modo de funcionamiento, si la señal de guiado (I_f) o su magnitud sobrepasa un valor máximo (I_max) predeterminado durante un periodo de tiempo (t_max) predeterminado.

5 11.- Procedimiento según la reivindicación 10, caracterizado porque se vuelve al primer modo de funcionamiento si la señal de guiado (23, I_f) o su magnitud queda por debajo de un valor umbral predeterminado que es menor o igual al valor máximo (I_max).

10 12.- Procedimiento según la reivindicación 10 u 11, caracterizado porque se regula la velocidad (32) del motor eléctrico (31) en el primer modo de funcionamiento, dependiendo la señal de guiado de la desviación entre una velocidad de consigna del motor eléctrico (31) y una velocidad real (32) del motor eléctrico (31).

13.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 10 a 12, caracterizado porque se mide la temperatura (T) del convertidor de corriente (26), variándose el nivel de señal (I_dyn) de los impulsos de la señal pulsada (I_puls) si la temperatura (T) medida alcanza o sobrepasa un valor de temperatura máxima (T_max) predeterminada.

15 14.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 10 a 13, caracterizado porque el motor eléctrico (31) es una máquina de corriente continua y al convertidor de corriente (26) se le suministra una corriente polifásica.

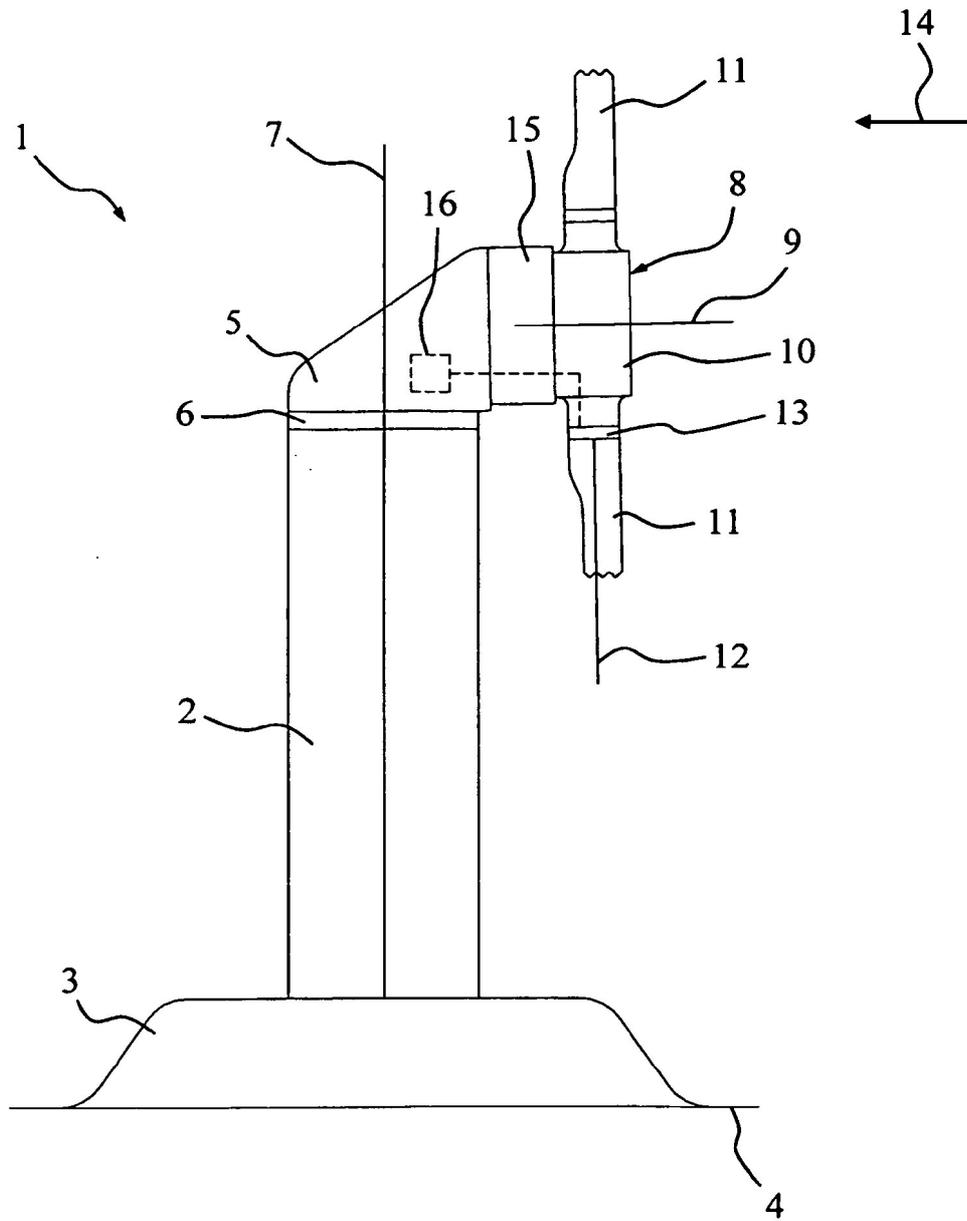


Fig. 1

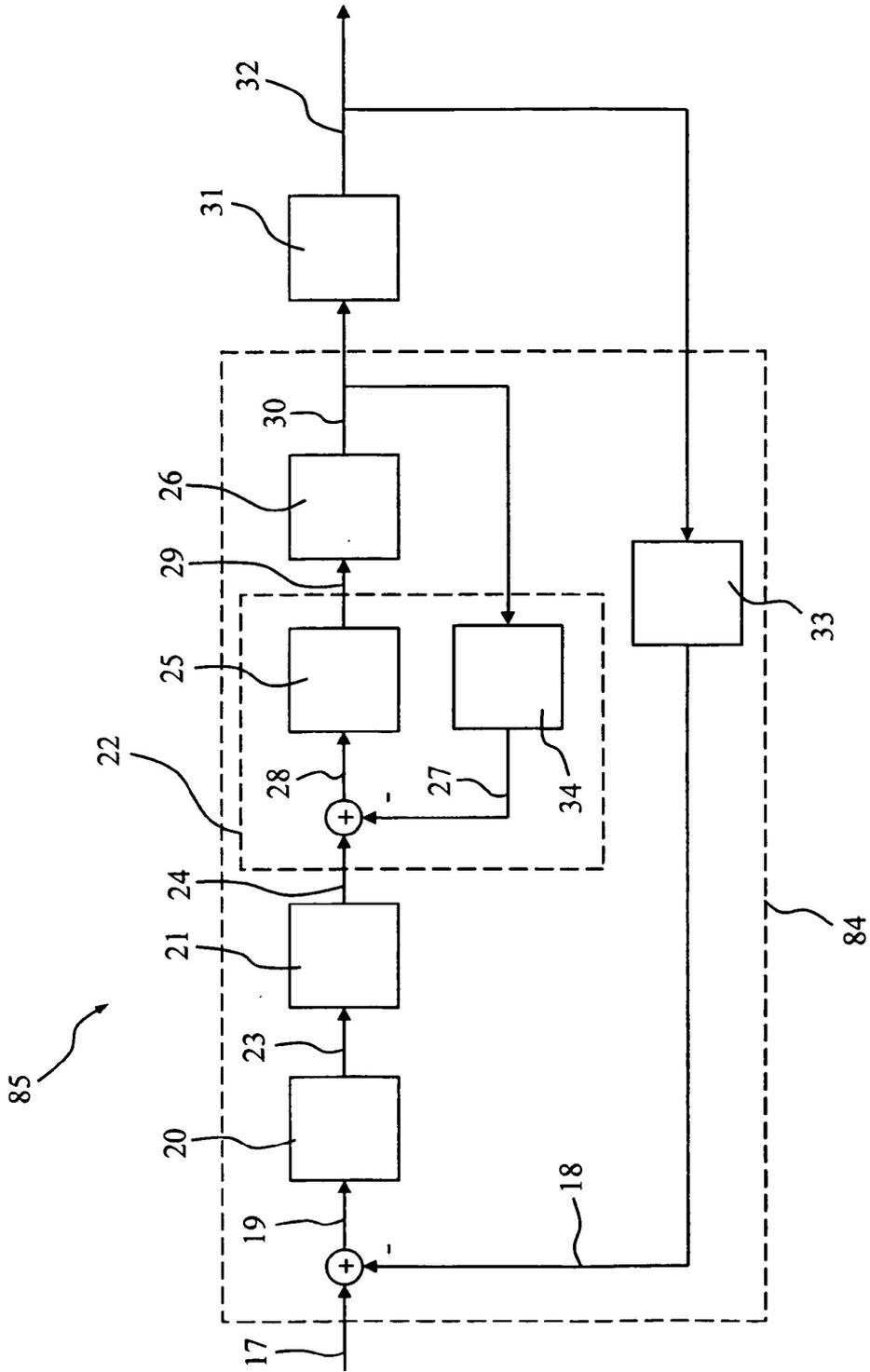


Fig. 2

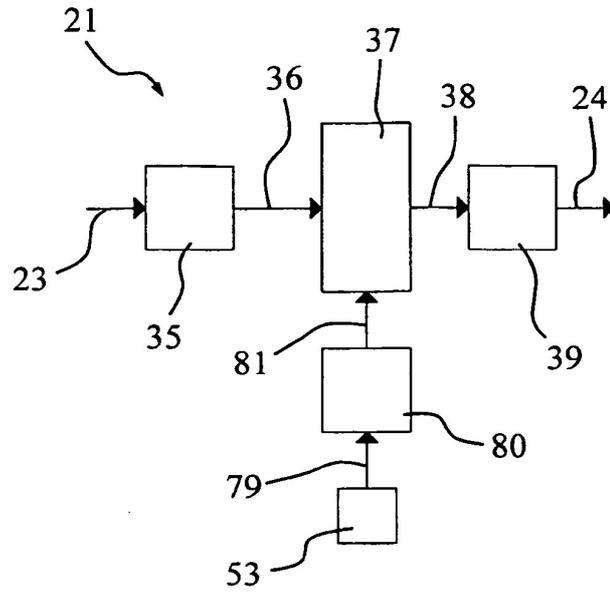


Fig. 3

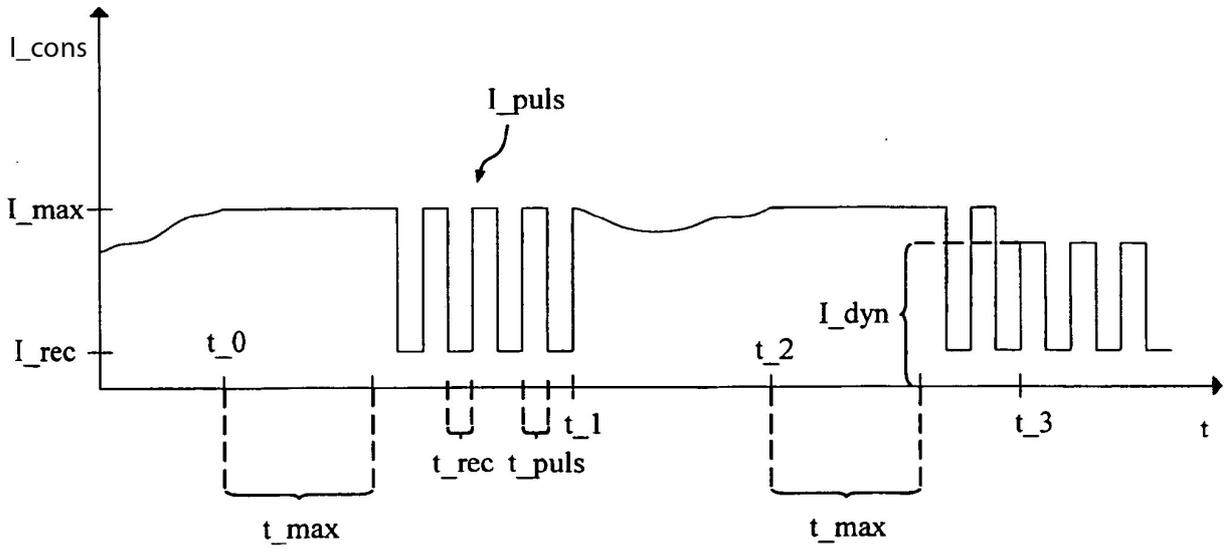


Fig. 5

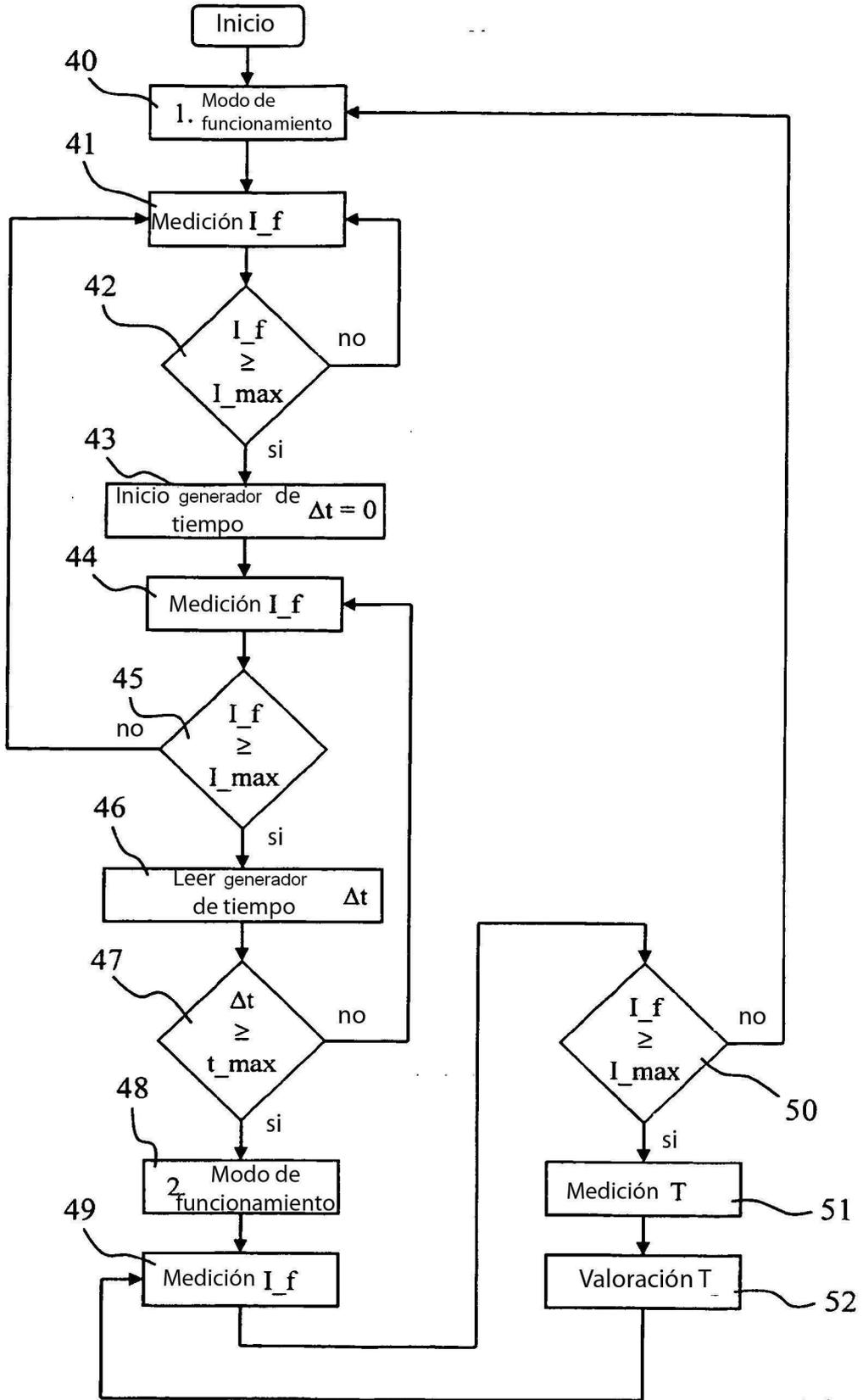


Fig. 4

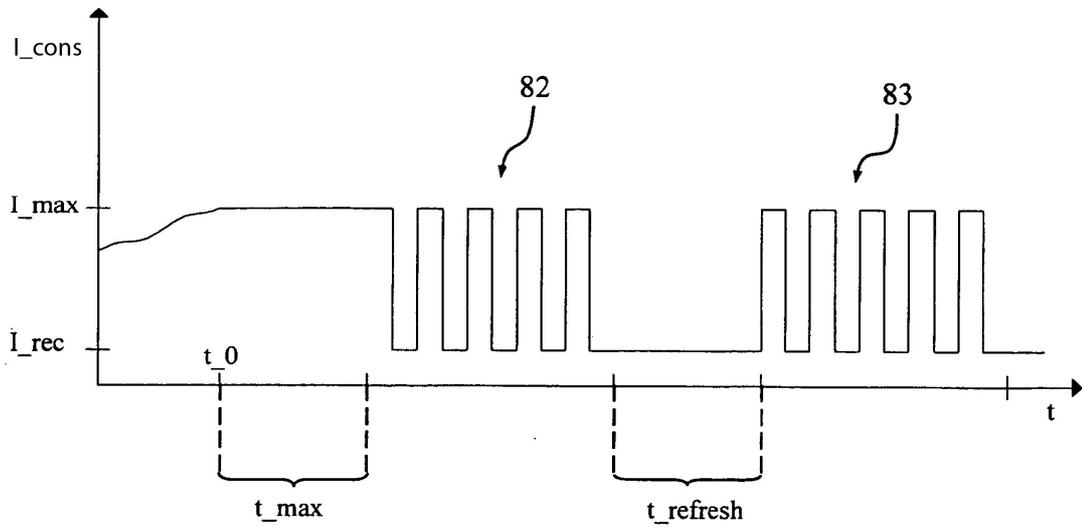


Fig. 6

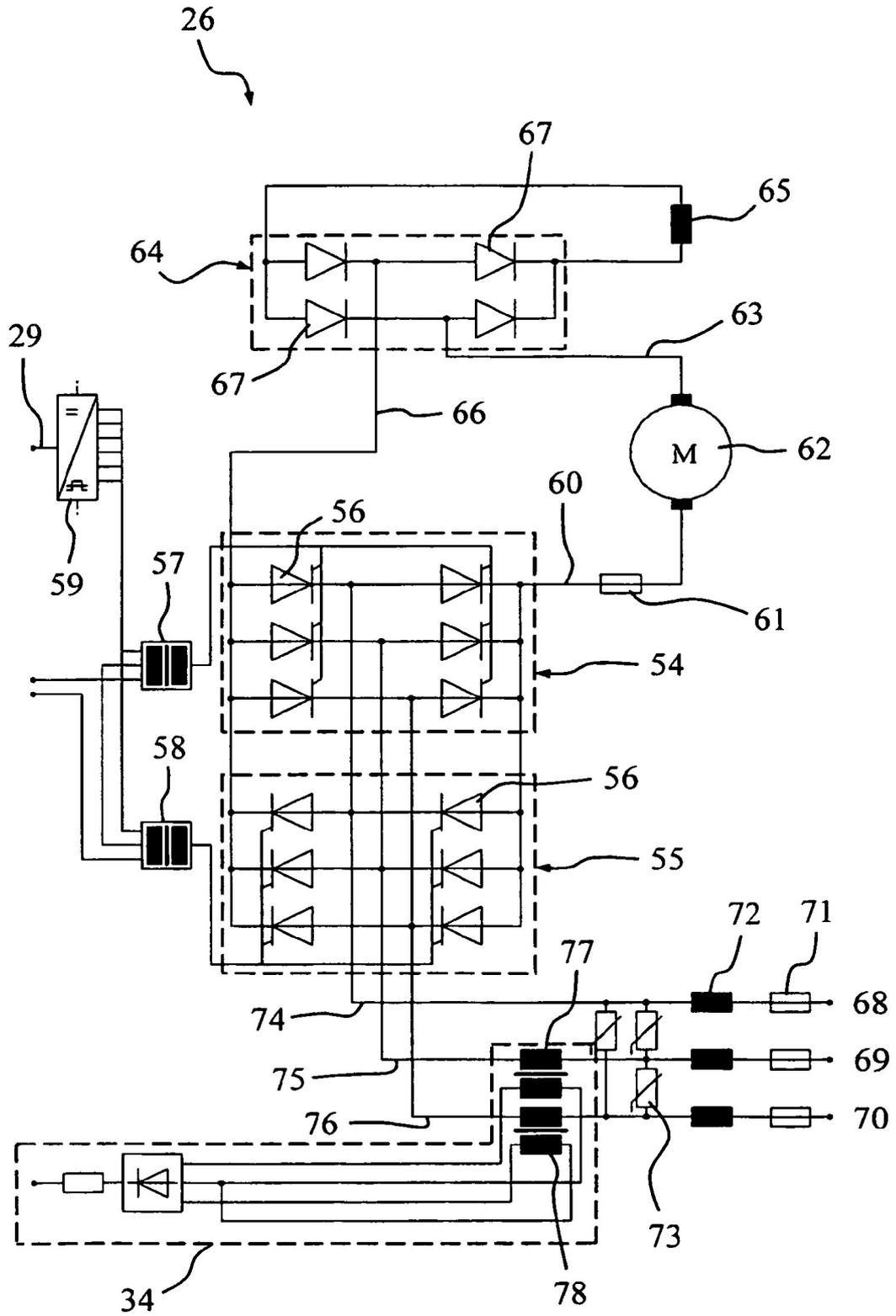


Fig. 7