



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 327 146**

(51) Int. Cl.:
H02P 6/14 (2006.01)
H02P 6/18 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Número de solicitud europea: **06002015 .3**
(96) Fecha de presentación : **01.02.2006**
(97) Número de publicación de la solicitud: **1689072**
(97) Fecha de publicación de la solicitud: **09.08.2006**

(54) Título: **Procedimiento y disposición de circuito para la regulación de un motor eléctrico polifásico sin escobillas.**

(30) Prioridad: **05.02.2005 DE 10 2005 005 404**
18.06.2005 DE 10 2005 028 344

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
26.10.2009

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
26.10.2009

(73) Titular/es: **Diehl AKO Stiftung & Co. KG.**
Pfannerstrasse 75
88239 Wangen, DE

(72) Inventor/es: **Zeh, Stefan;**
Weinmann, Martin;
Olarescu, Valeriu y
Müller, Alexander

(74) Agente: **Lehmann Novo, María Isabel**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y disposición de circuito para la regulación de un motor eléctrico polifásico sin escobillas.

5 La invención se refiere a un procedimiento para la regulación de un motor eléctrico polifásico sin escobillas, en que las intensidades de corriente de fase del motor asociadas a las fases son generadas por variaciones temporizadas del potencial eléctrico respectivamente aplicado. La invención se refiere además a una disposición de circuito para llevar a cabo un procedimiento de este tipo para la regulación.

10 Los motores eléctricos sin escobillas son activados mediante el conexionado alternativo de sus arrollamientos o bobinas de tal modo que resulta un campo magnético rotatorio, que produce un par de giro mecánico entre el estátor y el rotor del motor eléctrico. Para la generación del campo magnético rotatorio, un motor eléctrico de este tipo contiene al menos dos y a menudo tres bobinas, que están dispuestas entre sí desplazadas en un ángulo con respecto al eje del rotor. A menudo, las bobinas y con ello el campo magnético rotatorio están asociados al estátor del motor eléctrico,
15 mientras que el rotor comprende un imán permanente.

Las intensidades de corriente asociadas a los arrollamientos o bobinas del motor eléctrico son designadas en particular como intensidades de corriente de fase del motor. Mediante las intensidades de corriente de fase del motor se generan en los arrollamientos las fases del campo magnético rotatorio, que se suman formando el campo total. Si los
20 arrollamientos del motor eléctrico están conectados en forma de estrella, las intensidades de corriente medidas en las líneas de alimentación corresponden a las intensidades de corriente de fase del motor.

Para la activación de motores eléctricos sin escobillas se emplean convertidores, que conmutan de forma inteligente entre los potenciales de un circuito de corriente continua, a través de lo que se generan las intensidades de corriente de fase del motor deseadas. Aquí, cada línea de alimentación de un arrollamiento del motor eléctrico lleva asociado
25 un par de interruptores o transistores, que permiten una conmutación entre ambos potenciales del circuito de corriente continua. De este modo, las intensidades de corriente de fase del motor asociadas a las fases se generan mediante una variación temporizada del potencial eléctrico respectivamente aplicado.

30 Los motores eléctricos sin escobillas están ampliamente extendidos. Se emplean igualmente tanto en calidad de accionamiento de una unidad de disco duro como en calidad de accionamiento de vehículos. Además, los motores eléctricos sin escobillas encuentran aplicación en aparatos domésticos, tales como frigoríficos y lavadoras. Se emplean también en ventiladores, compresores o bombas.

35 Para la regulación de un motor eléctrico sin escobillas es conveniente conocer las intensidades de corriente de fase del motor. Si una intensidad de corriente de fase del motor supera un valor nominal prefijado, esto puede llevar a un sobrecalentamiento del motor eléctrico y con ello a una absorción innecesaria de energía hasta llegar a una destrucción del sistema electrónico asociado. El conocimiento de las intensidades de corriente de fase del motor es importante además para poder ajustar el par de giro del motor eléctrico. Además, sin una vigilancia de las intensidades
40 de corriente de fase del motor en un motor eléctrico sin escobillas puede llegarse a una oscilación de las intensidades de corriente de fase del motor. Mediante batimiento pueden producirse con ello nuevamente valores de pico de una intensidad de corriente de fase del motor, desventajosos para la absorción de energía o para el sistema electrónico.

Si las intensidades de corriente de fase del motor se miden en las respectivas líneas de alimentación, entonces
45 son necesarios de modo desventajoso correspondientemente muchos sensores de intensidad de corriente y con ello un sistema electrónico de evaluación correspondientemente costoso. Como las intensidades de corriente de fase del motor, por ejemplo para un conexionado en forma de estrella del motor eléctrico, se suman según la regla de los nudos de Kirchhoff, puede reducirse el número de sensores de intensidad de corriente necesarios y puede derivarse una intensidad de corriente de fase del motor no medida directamente a partir de las intensidades de corriente de fase del motor medidas. Esta derivación de la o las intensidades de corriente de fase del motor no medidas requiere sin embargo de forma desventajosa nuevamente un gasto correspondiente y encarece el sistema electrónico de evaluación.
50

En el documento WO 03/105329 A1 se propone para la activación y para la regulación de un motor eléctrico sin escobillas medir las intensidades de corriente de fase del motor mediante un único sensor de intensidad de corriente
55 dispuesto en una línea de retorno común de las intensidades de corriente de fase. Para que puedan medirse sin embargo las intensidades de corriente de fase del motor mediante el único sensor de intensidad de corriente, es desventajosamente necesaria una complicada sincronización de la temporización del potencial eléctrico respectivamente aplicado a los arrollamientos. Se hace necesaria además para la medida de las intensidades de corriente de fase del motor una disposición de muestreo rápida. La sincronización del sensor de intensidad de corriente con los estados de conexión
60 es costosa y requiere adicionalmente unidades de regulación más caras.

Además, el documento US 2003/0184170 A1 da a conocer un control de un motor eléctrico polifásico sin escobillas conforme al preámbulo de la reivindicación 1 y la reivindicación 6. Aquí, en esta disposición de circuito conocida se produce una detección de intensidad de corriente en una línea de retorno a través de una derivación (*shunt*), cuya
65 detección es sincronizada con un sensor de fuerza electromotriz y es llevada a cabo cuantitativamente.

Constituye la tarea de la invención poner a disposición un procedimiento y una disposición de circuito para la regulación de un motor eléctrico polifásico sin escobillas del tipo citado al principio, en los que de modo sencillo y económico se tengan en cuenta las intensidades de corriente de fase del motor.

5 Esta tarea, para un procedimiento para la regulación de un motor eléctrico polifásico sin escobillas, en el que las intensidades de corriente de fase del motor asociadas a las fases se generan mediante variación temporizada del potencial eléctrico respectivamente aplicado mediante una modulación por anchura de impulsos y las corrientes de fase del motor salen del motor eléctrico a través de una línea de retorno común, es resuelta según la reivindicación 1
10 mediante el recurso de que respectivamente dentro de un periodo de la modulación por anchura de impulsos se detecta en la línea de retorno el valor de pico de intensidad de corriente máximo de todas las intensidades de corrientes de fase del motor y se compara con un valor de referencia prefijado, y el resultado de la comparación se introduce en una magnitud de regulación.

15 La invención parte aquí en un primer paso de la reflexión de que la detección de las intensidades de corriente de fase del motor instantáneas contiene una cantidad innecesariamente grande de informaciones para la regulación del motor eléctrico. Así, por ejemplo, la evolución temporal de cada intensidad de corriente de fase del motor no es estrictamente necesaria para la regulación. Antes bien es suficiente, con vistas a optimizar la eficiencia, tener conocimiento del valor máximo, que aparece en un periodo, de una intensidad de corriente de fase del motor. Es suficiente por lo tanto tener
20 conocimiento, para cada periodo de la variación del potencial eléctrico respectivamente aplicado, del valor de la mayor intensidad de corriente de fase instantánea del motor.

La invención parte además del reconocimiento de que para el conexionado habitual de un motor eléctrico sin escobillas, el medio de conmutación que genera la temporización de la variación del potencial es alimentado por un
25 circuito de corriente continua. Con un conexionado de este tipo, las corrientes de fase del motor en el motor eléctrico salen a través de una línea de retorno común. De ese modo la intensidad de corriente medida en la línea de retorno común contiene una imagen de las distintas intensidades de corriente de fase del motor.

Finalmente, la invención reconoce en un tercer paso que cuando las intensidades de corriente de fase del motor son generadas mediante una variación temporizada del potencial eléctrico respectivamente aplicado, se establece también
30 dentro de intervalo de tiempo prefijado, determinado por el periodo, aquel estado de aplicación de potencial que introduce el valor máximo respectivo de todas las intensidades de corriente de fase del motor en la línea de retorno. Esto está motivado por el hecho de que la intensidad de corriente de fase del motor, que está caracterizada más bien por su inercia, resulta de las distintas variaciones de potencial temporizadas.

35 Reconociendo este hecho, es suficiente entonces detectar un valor de pico de la intensidad de corriente en la línea de retorno común. El valor de pico de la intensidad de corriente detectado dentro de un intervalo de tiempo corresponde entonces al valor de pico, existente dentro de este intervalo de tiempo, de todas las intensidades de corriente de fase del motor. Como las intensidades de corriente de fase del motor están desplazadas en fase, se detecta de este modo de forma alterna para cada intensidad de corriente de fase del motor también su correspondiente valor de pico. Hay que
40 retener simplemente dentro del intervalo de tiempo prefijado el valor máximo de entre las intensidades de corriente, reflejadas de forma temporizada, en la línea de retorno común.

El procedimiento descrito permite de modo sencillo una regulación de un motor eléctrico sin escobillas, en el que se tienen en cuenta las intensidades de corriente de fase del motor para la regulación. Si dentro de un intervalo
45 de tiempo prefijado se retiene como valor de pico respectivamente el valor máximo medido en la línea de retorno común, éste corresponde al valor de pico respectivo de todas las intensidades de corriente de fase del motor. Este valor puede introducirse entonces en una magnitud de regulación para el motor eléctrico. Con un procedimiento de este tipo pueden funcionar, con medios adecuados para la detección de polarización de al menos una corriente de fase del motor, accionamientos con elevada inercia, tales como por ejemplo ventiladores, compresores o bombas, sin detectores de
50 posición o de número de revoluciones.

Sólo con el fin de una mejor comprensión del flujo de corriente se habla en esta solicitud de una línea de alimentación y de una línea de retorno en el circuito de corriente continua. Siguiendo esta convención se detecta el valor de
55 pico de intensidad de corriente en la línea de retorno común, por la cual salen del motor eléctrico las corrientes de fase del motor. Igualmente, el valor de pico de intensidad de corriente puede encontrarse también en la rama del circuito de corriente continua denominada línea de alimentación. Para ello, sólo hay intercambiar mentalmente la dirección de corriente técnica y la real. Pueden intercambiarse por ello a voluntad los conceptos de línea de alimentación y de línea de retorno.

60 De modo ventajoso, la variación temporizada del potencial eléctrico se produce mediante modulación por anchura de impulsos. En la modulación por anchura de impulsos (PWM, del inglés "Pulse Width Modulation") se varía el tiempo de conexión y desconexión de una señal rectangular para una frecuencia básica fija. Sobre la duración de la conexión puede variarse aquí la diferencia de potencial aplicada en promedio para un consumidor con inercia. Si la señal rectangular está conectada por ejemplo sólo la mitad del tiempo que está disponible, el consumidor ve en
65 promedio sólo la mitad de la diferencia de potencial aplicada durante el tiempo de conexión.

El procedimiento PWM se emplea en particular para la activación de motores eléctricos sin escobillas. En este caso se mantienen con una duración diferente, durante un periodo PWM, por ejemplo los estados de conexión diferentes

de un medio de conmutación para la variación del potencial aplicado a los bornes del motor. De este modo pueden generarse las intensidades de corriente de fase del motor desplazadas en fase que se desean. Como puede generarse una y la misma intensidad de corriente de fase del motor mediante diferentes estados de conexión incluyendo su duración respectiva, son realizables diferentes activaciones con ventajas y desventajas respectivas.

Para la activación de un motor eléctrico puede recurrirse por ejemplo a convertidores PWM, que pueden activarse con un periodo PWM de aproximadamente 50 - 200 microsegundos. Dentro de un periodo PWM así, el convertidor puede adoptar todos los estados de conexión posibles. En caso de activación de un motor eléctrico trifásico habitual, el convertidor necesario para cada una de las tres líneas de alimentación tiene respectivamente dos interruptores o transistores, que conmutan la línea de alimentación alternativamente entre dos potenciales. Con respecto a los estados de potencial a adoptar de las tres líneas de alimentación, pueden adoptarse mediante el total de seis interruptores de un convertidor de este tipo ocho estados de conexión diferentes. Para la activación se adoptan habitualmente durante un periodo PWM sólo tres o cuatro estados de conexión de entre los ocho estados de conexión posibles. Aquí, para motores habituales tales como motores síncronos de imán permanente o motores de inducción, se escoge dentro de un periodo PWM siempre también aquel estado de conexión durante un tiempo corto que represente la intensidad de corriente de fase del motor actual más alta en la línea de retorno.

En este sentido es ventajoso que en caso de una modulación por anchura de impulsos el valor de pico de la intensidad de corriente en la línea de retorno común sea detectado respectivamente dentro de un periodo de la modulación por anchura de impulsos.

Conforme a la invención, el valor de pico de intensidad de corriente es comparado con un valor de referencia prefijado. Esto puede realizarse de modo sencillo mediante el recurso de que mediante un componente de comparación electrónico, la intensidad de corriente medida dentro de un intervalo de tiempo prefijado es comparada con el valor de referencia prefijado. Si la intensidad de corriente medida en el retorno supera el valor de referencia prefijado, se emite una señal correspondiente para la regulación. Alternativamente puede emplearse también la diferencia entre la intensidad de corriente medida en el retorno y el valor de referencia prefijado para la regulación.

Para una regulación sencilla y económica es ventajoso que la regulación se aplique sólo cuando la intensidad de corriente medida supera el valor de referencia. En este caso se parte de que entonces, cuando el valor máximo de intensidad de corriente detectado dentro del intervalo de tiempo prefijado queda por debajo del valor de referencia prefijado, no hay que acudir a la regulación del motor eléctrico. Sólo en caso de superación del valor de referencia tiene lugar una correspondiente regulación del motor eléctrico. Con una regulación de este tipo, a realizar con medios sencillos, pueden evitarse de modo sencillo oscilaciones de las intensidades de corriente de fase del motor y con ello puede asegurarse una marcha suave del motor o pueden evitarse daños en el sistema electrónico.

También para una detección de este tipo, sencilla y más bien cualitativa, del valor de pico de intensidad de corriente mediante una comparación con un valor de referencia prefijado es posible de modo ventajoso una detección cuantitativa del valor de pico de intensidad de corriente, si se adapta el valor de referencia.

La tarea citada en segundo lugar se resuelve, mediante una disposición de circuito para la regulación de un motor eléctrico polifásico sin escobillas que tiene un circuito de corriente continua y un circuito de alimentación, el cual está conectado en el circuito de corriente continua entre una línea de alimentación y una línea de retorno, es conectable respectivamente a los bornes de motor de los arrollamientos del motor eléctrico y contiene medios de conmutación, en que los medios de conmutación están previstos para la variación temporizada, mediante modulación por anchura de impulsos, del potencial a aplicar respectivamente a los bornes de motor, y en que está previsto un sensor de intensidad de corriente conectado en la línea de retorno, según la reivindicación 4 mediante un circuito de evaluación conectado al sensor de intensidad de corriente para la detección de un valor de pico de intensidad de corriente y mediante una unidad de regulación unida al circuito de evaluación, a la cual se aplica un valor de salida del circuito de evaluación como magnitud de entrada. Aquí, el circuito de evaluación de la disposición de circuito está realizado como circuito comparador, que compara la intensidad de corriente medida en la línea de retorno con un valor de referencia, y al superarse el valor de referencia emite una señal de disparo como valor de salida. Mediante un circuito de este tipo, las intensidades de corriente de fase del motor pueden comprobarse de modo sencillo y económico en cuanto a la superación de un valor de referencia prefijado. Mediante una correspondiente regulación se evita a través de ello una oscilación de las intensidades de corriente de fase del motor y un daño del sistema electrónico del motor eléctrico por intensidades de corriente de fase del motor demasiado altas.

Con una disposición de circuito de este tipo puede llevarse a cabo el procedimiento descrito para la regulación de un motor eléctrico sin escobillas con las ventajas citadas.

De modo ventajoso, el circuito de alimentación está diseñado para la modulación por anchura de impulsos del potencial a aplicar. Esto es el caso en particular cuando el circuito de alimentación contiene un convertidor PWM como medio de conmutación.

De modo económico, el sensor de intensidad de corriente comprende una resistencia óhmica o está realizado en sí mismo como una.

ES 2 327 146 T3

En caso de modulación por anchura de impulsos para la activación del motor eléctrico, es ventajoso que el circuito de evaluación para la detección del valor de pico de intensidad de corriente esté aplicado respectivamente dentro de un periodo de la modulación por anchura de impulsos. Como se ha citado, en caso de activación habitual de un motor eléctrico sin escobillas dentro de un periodo PWM, se adopta durante un tiempo corto también aquel estado de conexión que corresponde al valor respectivamente más alto de todas las intensidades de corriente de fase del motor.

Se explican más detalladamente ejemplos de realización de la invención con ayuda de un dibujo. Aquí muestran:

la figura 1 esquemáticamente una disposición de circuito para el control de un motor eléctrico sin escobillas, en que en una línea de retorno común de las corrientes de fase del motor está dispuesto un sensor de intensidad de corriente con una disposición de retención de valores de pico (*peak-hold*) conectada a él,

la figura 2 una disposición de circuito según la figura 1, en que sin embargo, en el sensor de intensidad de corriente dispuesto en la línea de retorno común, está dispuesto un circuito comparador para la comparación de la intensidad de corriente medida con un valor de referencia,

la figura 3 esquemáticamente la disposición de circuito para un circuito comparador,

la figura 4 esquemáticamente la disposición de circuito de una disposición de retención de valores de pico,

la figura 5 la evolución temporal de las intensidades de corriente de fase del motor para un motor eléctrico trifásico y

la figura 6 para una activación PWM de un motor eléctrico, la evolución de la intensidad de corriente medida en la línea de retorno común conforme a las disposiciones de circuito 1 ó 2 dentro de un periodo PWM.

En la figura 1 se representa una disposición de circuito 1 para la activación de un motor eléctrico trifásico 3 sin escobillas. La disposición de circuito 1 comprende para ello un circuito de corriente continua 5 con un condensador 7. Entre una línea de alimentación 8 y una línea de retorno 9 está conectado un convertidor 11 para la variación temporizada del potencial eléctrico a aplicar al motor eléctrico 3.

El convertidor 11 modulado por anchura de impulsos comprende respectivamente pares de interruptores 12a, 12b, así como 13a, 13b y 14a, 14b, realizados como transistores. Cada uno de estos interruptores 12a, 12b, 13a, 13b, 14a, 14b está puentado con diodos de marcha libre 16 orientados contra la dirección de corriente. Entre los pares de interruptores 12a, 12b, así como 13a, 13b y 14a, 14b están insertadas respectivamente una primera línea de alimentación 17, una segunda línea de alimentación 18 o una tercera línea de alimentación 19. Estas líneas de alimentación están unidas a los tres bornes de motor 21 del motor eléctrico 3.

Si los interruptores 12a, 13a y 14a son cerrados, los correspondientes bornes de motor 21 son puestos respectivamente a un potencial *alto* (*high*) a través de las líneas de alimentación 17, 18 o respectivamente 19. Mediante cierre de los interruptores 12b, 13b y 14b, los bornes de motor 21 son conectados respectivamente a un potencial *bajo* (*low*). Con los en total seis interruptores 12a, 12b, 13a, 13b, 14a, 14b pueden alcanzarse en total ocho estados de conexión, en los cuales cada uno de los bornes 21 está o bien al potencial *alto* o bien al potencial *bajo*. En seis de estos estados de conexión, respectivamente uno de los bornes 21 está a un potencial distinto al de los otros dos bornes 21. En los dos estados de conexión restantes, todos los bornes 21 se encuentran al potencial *alto* o respectivamente al potencial *bajo*.

Mediante una modulación correspondiente de los ocho estados de conexión se establece en el motor eléctrico 3 sin escobillas un campo magnético rotatorio, a través del cual el rotor del motor eléctrico 3 es puesto en movimiento de giro mecánico.

A través de la línea de retorno 9 común salen las corrientes de fase del motor asociadas a las respectivas líneas de alimentación 17, 18 y 19 en el motor eléctrico 3. Mediante un sensor de intensidad de corriente 25 dispuesto en la línea de retorno 9 se detecta respectivamente para un periodo PWM el valor de intensidad de corriente más alto medido dentro de este periodo PWM. Esto ocurre a través de un circuito de retención de valores de pico 27, cuya salida desemboca en un circuito de evaluación 30. El circuito de evaluación 30 está unido - no incluido en el dibujo - a una unidad de regulación para la regulación o respectivamente control de la disposición de circuito 11.

El convertidor 11 es activado con un periodo PWM con una duración de aproximadamente 50 - 200 microsegundos. Esto corresponde a una frecuencia de entre 5 y 20 kHz, lo que para el último valor está situado fuera de la capacidad auditiva humana. Dentro de cada periodo, el motor eléctrico 3 es activado mediante adopción de cuatro de los ocho posibles estados de conexión del convertidor 11. Mediante esta conmutación a alta frecuencia de los distintos estados de conexión del convertidor 11, la intensidad de corriente medida en la línea de retorno 9 mediante el sensor de intensidad de corriente 25 salta de forma muy dinámica. Para un periodo PWM, mediante la disposición de retención de valores de pico 27 se retiene el valor de intensidad de corriente más alto medido respectivamente dentro de un periodo PWM. Este valor corresponde, como dentro de un periodo PWM siempre se adopta durante un intervalo de tiempo corto el estado de conexión que corresponde al valor de intensidad de corriente más alto de todas las intensidades de corriente de fase del motor, al valor de pico de intensidad de corriente respectivo de todas las intensidades de corriente

ES 2 327 146 T3

de fase del motor. A través del circuito de evaluación 30 se emplea este valor de pico de intensidad de corriente para la regulación de la disposición de circuito 1 y con ello del motor eléctrico 3.

La figura 2 muestra la disposición de circuito 11 esencialmente idéntica a la de la figura 1. Aquí está conectado sin embargo al sensor de intensidad de corriente 25 dispuesto en la línea de retorno 9 un circuito comparador 32 y un generador de disparo 33 unido a él. La salida del generador de disparo 33 está unida al circuito de evaluación 30. A través de una línea de señales 35, el circuito de evaluación 30 proporciona un valor de referencia.

Dentro de un periodo PWM, las intensidades de corriente respectivamente medidas son comparadas mediante el circuito de comparación 32 con el valor de referencia prefijado. Si la intensidad de corriente medida supera el valor de referencia, el circuito comparador proporciona una señal de salida, a la que responde el generador de disparo 33. Éste envía a su vez una señal de salida correspondiente al circuito de evaluación 30, que está unido a una unidad de regulación para la regulación o el control de la disposición de circuito 11.

Con la disposición de circuito 11 mostrada en la figura 2, el motor eléctrico 3 es regulado cuando las intensidades de corriente de fase del motor superan un valor de referencia prefijado. A través de ello se evita de forma segura una oscilación de las intensidades de corriente de fase del motor y con ello un riesgo para el sistema electrónico.

La figura 3 muestra una disposición de circuito para la evaluación de la intensidad de corriente medida en la línea de retorno, correspondientemente a la disposición de circuito 1 de la figura 2. Aquí, el sensor de intensidad de corriente 25 dispuesto en la línea de retorno 9 está realizado como resistencia óhmica 37. La diferencia de potencial en la resistencia óhmica 37, que es una medida para la intensidad de corriente medida, se compara mediante el circuito comparador 32 con un valor nominal prefijado. Para ello, un comparador 39 compara la diferencia de potencial en la resistencia óhmica 37 con una diferencia de potencial de referencia 40 prefijada, que corresponde a un valor de pico máximo a ajustar de intensidad de corriente.

Si la diferencia de potencial en la resistencia óhmica 37 supera la diferencia de potencial de referencia 40 prefijada, la señal de salida 42 del comparador 39 se establece en *bajo*. Condicionados por los estados de conexión, que varían a alta frecuencia, del convertidor 11, tales estados *bajos* puede tener una duración corta, en particular de un microsegundo.

La figura 4 muestra una disposición de circuito, para una disposición de retención de valores de pico 27, conforme a la disposición de circuito 1 de la figura 1. De nuevo, el sensor de intensidad de corriente 25 está realizado aquí como resistencia óhmica 37. La disposición de retención de valores de pico 27 comprende aquí un comparador 44, al que están conectados por el lado de salida un diodo 46 y una resistencia óhmica 47. En este caso, a través de la entrada positiva del comparador 44 se detecta la diferencia de potencial en la resistencia óhmica 37, mientras que la entrada negativa del comparador 44 está retroacoplada a un condensador que retiene la diferencia de potencial de salida del comparador 44.

Durante un intervalo de tiempo prefijado, la carga almacenada en el condensador 49 corresponde al valor de intensidad de corriente más alto medido durante el intervalo de tiempo. Correspondientemente a la disposición de circuito 1 mostrada en la figura 1, el circuito de evaluación 30 evalúa tras al menos un ciclo de la modulación por anchura de impulsos el valor de salida de la disposición de retención de valores de pico 27 y restablece la disposición de retención de valores de pico 27. Esto se produce por medición del potencial de la línea de salida 42, que es luego convertido digitalmente para una valoración adicional. A continuación, el condensador 49 es descargado a masa con una conexión corta.

La figura 5 muestra para una mejor comprensión, para un motor eléctrico trifásico sin escobillas, la evolución de las intensidades de corriente de fase 57, 58, 59 del motor desplazadas en fase. En el diagrama mostrado, el tiempo T está expuesto en el eje de abscisas y la intensidad de corriente I en el eje de ordenadas. Se reconoce claramente la evolución sinusoidal de las tres intensidades de corriente de fase 57, 58, 59 del motor.

Cada una de las intensidades de corriente de fase 57, 58, 59 del motor mostradas es generada alternativamente mediante temporización PWM del convertidor 11 conforme a las disposiciones de circuito 1 mostradas en las figuras 1 ó 2. Aquí, un periodo PWM es aproximadamente 100 veces más corto que un periodo de la evolución mostrada de intensidad de corriente.

Como durante un periodo PWM se adopta siempre por un tiempo corto también aquel estado de conexión que corresponde al valor de intensidad de corriente más alto de todas las intensidades de corriente de fase del motor, mediante el sensor de intensidad de corriente 25 dispuesto en la línea de retorno 9 (véanse las figuras 1 y 2) se mide dentro de un periodo PWM siempre como valor máximo de las intensidades de corriente ahí medidas el valor de pico de intensidad de corriente de todas las corrientes de fase del motor. En este sentido, al medir la respectiva intensidad de corriente máxima durante un periodo PWM se determina entre las tres intensidades de corriente de fase 57, 58, 59 del motor el respectivo valor de pico de intensidad de corriente. Como la corriente que fluye en la línea de retorno 9 siempre fluye en el mismo sentido, se mide con ello el valor de pico de intensidad de corriente más grande en cuanto a módulo de todas las intensidades de corriente de fase del motor durante un periodo PWM. Resulta por lo tanto durante una detección así del valor máximo de intensidad de corriente durante un periodo PWM la evolución dibujada en la figura 5 para el valor de pico de intensidad de corriente 61, en cuanto a modulo, de todas las intensidades de

ES 2 327 146 T3

corriente de fase 57, 58, 59 del motor. Este valor de pico de intensidad de corriente 61 se introduce en una magnitud de regulación para la regulación del circuito de control 1 conforme a la figura 1 ó 2.

La figura 6 muestra finalmente para un periodo PWM 65 la intensidad de corriente medida mediante el sensor de intensidad de corriente 25 dispuesto en la línea de retorno 9 de las disposiciones de circuito conforme a la figura 1 ó 2. Aquí nuevamente están expuestos el tiempo T en el eje de abscisas y la intensidad de corriente I en el eje de ordenadas. El periodo PWM mostrado tiene un valor en conjunto de cincuenta microsegundos. Con ello, la división mostrada corresponde respectivamente a cinco microsegundos.

Durante los primeros 25 microsegundos, el convertidor 11 adopta un estado de conexión 67 en el que no fluye corriente en la línea de retorno 9. Aquí puede tratarse o bien de un estado de conexión en el que todos los interruptores 12a, 13a, 14a o todos los interruptores 12b, 13b, 14b están cerrados. Durante aproximadamente los siguientes cinco microsegundos se adopta un estado de conexión 68, en el que por ejemplo la intensidad de corriente de fase 58 del motor tiene un valor negativo. A continuación, durante cinco microsegundos se establece un estado de conexión 70 en el cual por ejemplo la intensidad de corriente de fase 57 del motor tiene un valor positivo, para pasar a continuación nuevamente durante cinco microsegundos al estado de conexión 68. El periodo PWM 65 termina nuevamente con el estado de conexión 67, en el que todos los bornes 21 del motor eléctrico 3 están al mismo potencial.

Lista de números de referencia

20	1	Disposición de circuito
	3	Motor eléctrico
25	5	Circuito de corriente continua
	7	Condensador
	8	Línea de alimentación
30	9	Línea de retorno
	11	Convertidor
35	12a, 13a, 14a	Interruptor
	12b, 13b, 14b	Interruptor
	16	Diodos de marcha libre
40	17	Primera línea de alimentación
	18	Segunda línea de alimentación
45	19	Tercera línea de alimentación
	21	Bornes de motor
	25	Medidor de intensidad de corriente
50	27	Circuito de retención de valores de pico
	30	Circuito de evaluación
55	32	Circuito comparador
	33	Generador de disparo
	35	Línea de señales
60	37	Resistencia
	39	Comparador
65	40	Diferencia de potencial de referencia
	42	Línea de salida

ES 2 327 146 T3

44	Comparador
46	Diodo
5 47	Resistencia
49	Condensador
T	Tiempo
10 I	Intensidad de corriente del motor
57, 58, 59	Intensidades de corriente de fase del motor
15 61	Valor de pico de intensidad de corriente
65	Periodo PWM
20 67, 68, 70	Estados de conexión.
25	
30	
35	
40	
45	
50	
55	
60	
65	

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la regulación de un motor eléctrico polifásico (3) sin escobillas, en que las intensidades de corriente de fase (57, 58, 59) del motor asociadas a las fases son generadas por variación temporizada del potencial eléctrico respectivamente aplicado mediante modulación por anchura de impulsos, en que las intensidades de corriente de fase (57, 58, 59) del motor salen del motor eléctrico (3) a través de una línea de retorno (9) común, **caracterizado** porque respectivamente dentro de un periodo (65) de la modulación por anchura de impulsos es detectado en la línea de retorno (9) el valor de pico de intensidad de corriente (61) máximo de todas las intensidades de corriente de fase (57, 58, 59) del motor y es comparado con un valor de referencia prefijado, y el resultado de la comparación se introduce en una magnitud de regulación.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** porque la regulación se aplica al superar la intensidad de corriente medida el valor de referencia.

3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque el valor de pico de intensidad de corriente (61) se detecta cuantitativamente por variación del valor de referencia.

4. Disposición de circuito (1) para la regulación de un motor eléctrico polifásico (3) sin escobillas, en particular para llevar a cabo el procedimiento conforme a una de las reivindicaciones precedentes, con un circuito de corriente continua (5) y un circuito de alimentación, el cual está conectado en el circuito de corriente continua (5) entre una línea de alimentación (8) y una línea de retorno (9), es conectable respectivamente a los bornes de motor (21) de los arrollamientos del motor eléctrico (3) y contiene medios de conmutación, en que los medios de conmutación están previstos para la variación temporizada, mediante modulación por anchura de impulsos, del potencial a aplicar respectivamente a los bornes de motor (21), y con un sensor de intensidad de corriente (25) conectado en la línea de retorno (9), y además con un circuito de evaluación (30) conectado al sensor de intensidad de corriente (25) para la detección de un valor de pico de intensidad de corriente (61), y con una unidad de regulación unida al circuito de evaluación (30), a la cual se aplica un valor de salida del circuito de evaluación como magnitud de entrada, **caracterizada** porque el circuito de evaluación (30) para la detección del valor de pico de intensidad de corriente máximo se aplica respectivamente dentro de un periodo (65) de la modulación por anchura de impulsos y está realizado como circuito comparador (32), que compara la intensidad de corriente medida en la línea de retorno (9) con un valor de referencia y al superarse el valor de referencia proporciona una señal de disparo como valor de salida.

5. Disposición de circuito (1) según la reivindicación 4, **caracterizada** porque el circuito de alimentación contiene un convertidor PWM (11) como medio de conmutación.

6. Disposición de circuito (1) según la reivindicación 4 ó 5, **caracterizada** porque el sensor de intensidad de corriente (25) comprende una resistencia óhmica (47).

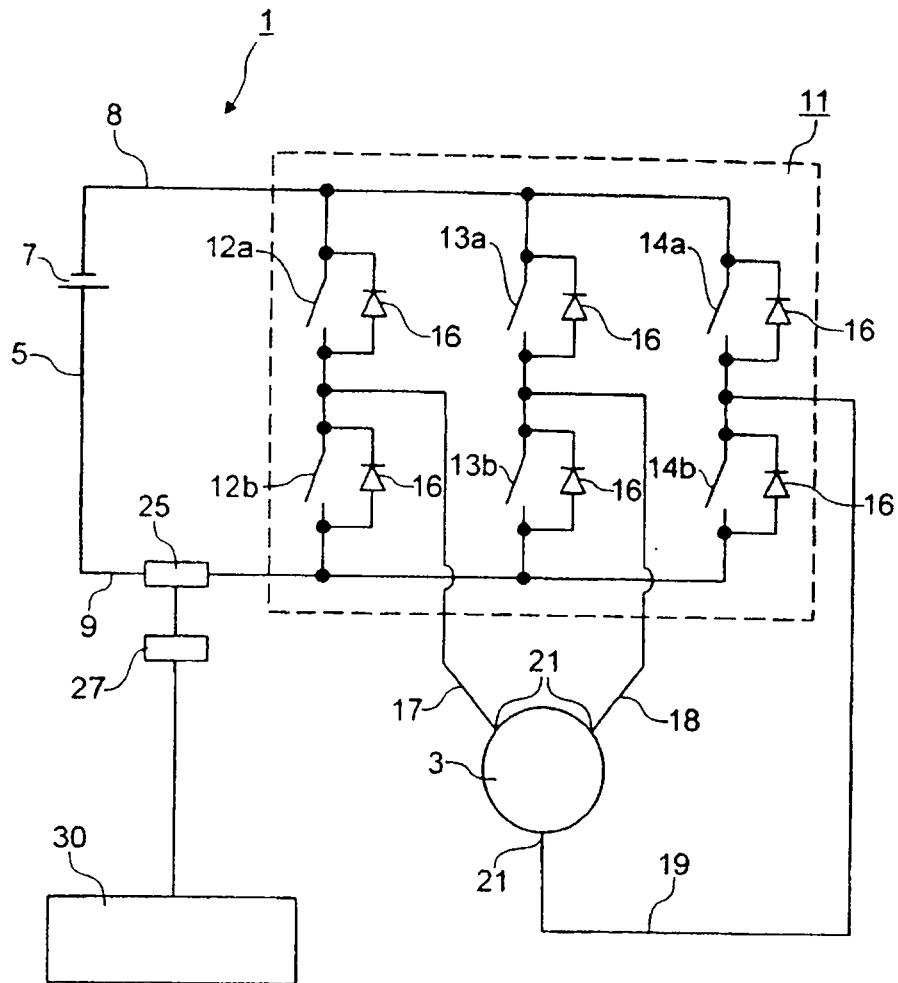


Fig. 1

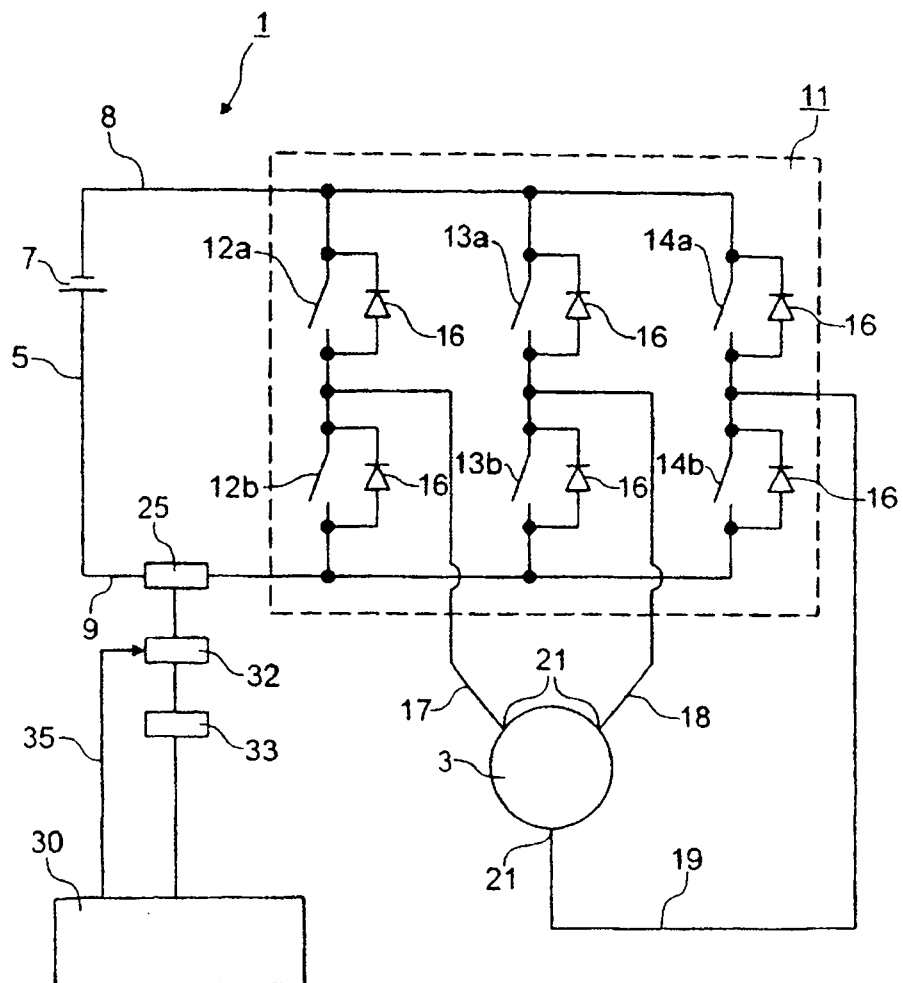


Fig. 2

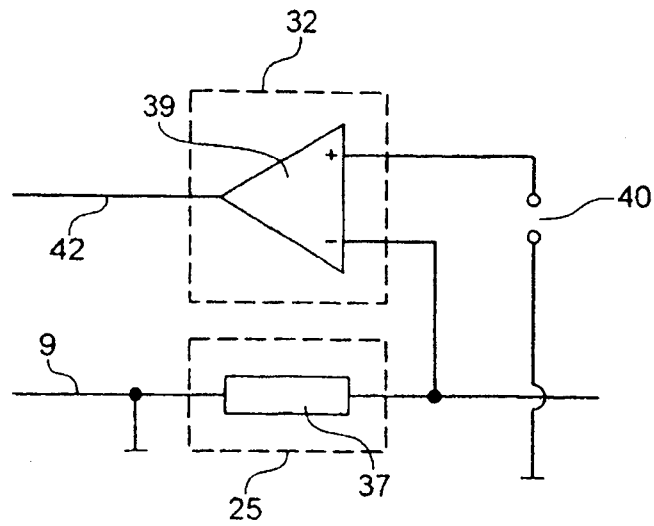


Fig. 3

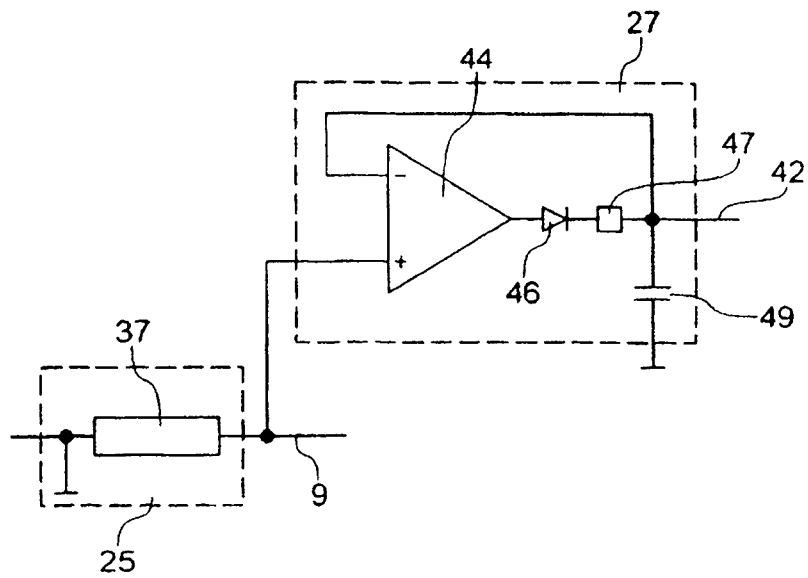


Fig. 4

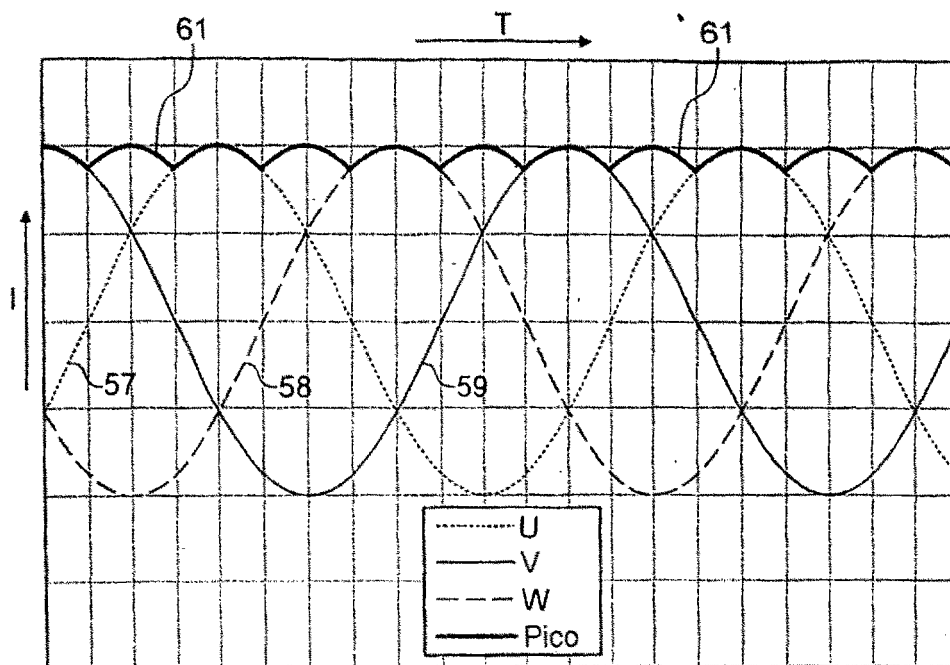


Fig. 5

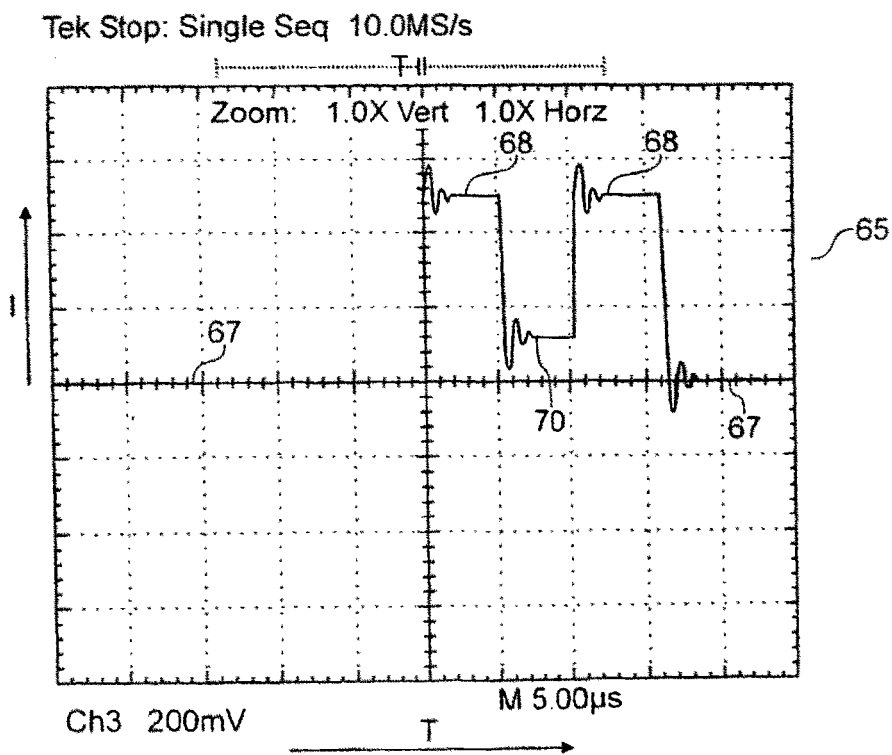


Fig. 6