



①9



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

①1 Número de publicación: **2 316 661**

⑤1 Int. Cl.:

**G01R 31/42** (2006.01)

**G01R 31/02** (2006.01)

**G01R 31/28** (2006.01)

①2

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

⑨6 Número de solicitud europea: **03005651 .9**

⑨6 Fecha de presentación : **13.03.2003**

⑨7 Número de publicación de la solicitud: **1355163**

⑨7 Fecha de publicación de la solicitud: **22.10.2003**

⑤4 Título: **Procedimiento y aparato para comprobar un convertidor.**

③0 Prioridad: **16.04.2002 DE 102 16 986**

④5 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**16.04.2009**

④5 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**16.04.2009**

⑦3 Titular/es: **Dr. Johannes Heidenhain GmbH**  
**Postfach 12 60**  
**83292 Traunreut, DE**

⑦2 Inventor/es: **Kranitzky, Walter**

⑦4 Agente: **Ungría López, Javier**

ES 2 316 661 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

Procedimiento y aparato para comprobar un convertidor.

Método para la comprobación de un convertidor.

La invención se refiere a un método para la comprobación de un convertidor. Tales métodos sirven para localizar en el caso de un error la fuente del error. Adicionalmente, la invención se refiere a un dispositivo correspondiente.

En máquinas herramienta modernas se usan accionamientos eléctricos para mover de forma controlada diferentes piezas de máquinas. De este modo, los accionamientos axiales sirven para que los ejes individuales de la máquina herramienta se muevan a las posiciones requeridas, los accionamientos de huso sirven para el movimiento giratorio de una herramienta como un cabezal de fresado o una perforadora. Un Control Numérico transforma para esto los movimientos predeterminados en el programa de piezas en valores teóricos de posición, que se transfieren a una unidad de regulación compuesta por regulador de posición, de revoluciones y de corriente. En el regulador de corriente se generan valores teóricos de tensión para fases de motor individuales, que se transforman por un convertidor por la denominada modulación de amplitud de pulso. En el convertidor, para esto, las fases del motor están unidas por respectivamente dos elementos de conmutación con la tensión de alimentación positiva y la negativa. Los conmutadores se conmutan de forma adecuada de acuerdo con el patrón de la modulación de amplitud de pulso para generar en cada fase de un motor el potencial de tensión requerido, que se necesita para conseguir los valores teóricos de corriente.

En un sistema construido de forma compleja de este modo existen numerosas fuentes de errores que pueden conducir a un comportamiento erróneo. Por tanto se conocen métodos con los que se puede detectar un error de este tipo.

De tal forma, el documento EP 0 848 492 A1 describe un método para la detección de un comportamiento erróneo en un sistema de accionamiento del tipo que se ha descrito anteriormente. Para esto se someten de forma selectiva fases individuales del motor a una corriente teórica. En el caso de que no se alcance la corriente teórica predeterminada, se deduce que hay un error en el sistema. Es desventajoso en este método que después de la detección de un error no está claro dónde se sitúa el error. No se puede diferenciar entre un error en el convertidor y, por ejemplo, un cortocircuito o una interrupción de línea en el exterior del convertidor. Por lo tanto, existe un requerimiento de métodos especiales con los que se pueda comprobar la capacidad de funcionamiento de componentes individuales, particularmente del convertidor.

El documento EP 0 534 362 A2 describe un método para la comprobación de un convertidor, en el que se activan selectivamente elementos de conmutación individuales del convertidor, con las siguientes etapas:

(a) sometimiento de una entrada de control de cada fase del convertidor a un patrón de control,

(b) detección de un patrón de tensión que se presenta en una conexión de motor del convertidor

(c) detección de un error en el convertidor con desviación del patrón de tensión detectado en la conexión de motor del patrón de tensión esperado debido al patrón de control aplicado en la entrada de control, así como un dispositivo correspondiente.

Es objetivo de la invención indicar un método sencillo y un dispositivo, con los que se pueda comprobar un convertidor con respecto a su capacidad de funcionamiento.

Este objetivo se resuelve mediante un método o un dispositivo con las características de las reivindicaciones independientes 1 y 5. Se obtienen detalles ventajosos a partir de las reivindicaciones dependientes.

A continuación se propone un método para la comprobación de un convertidor, con el que se puede comprobar el convertidor con respecto a su capacidad de funcionamiento.

En una primera etapa se activan selectivamente elementos de conmutación individuales del convertidor, sometiendo la entrada de control de cada fase del convertidor a un patrón de control. En la siguiente etapa se detecta el patrón de tensión que se presenta en las conexiones de motor del convertidor para cada fase. Además se compara el patrón de control aplicado con el patrón de tensión detectado para cada fase. Con desviación de un patrón de tensión determinado en la conexión de motor del patrón de tensión esperado debido al patrón de control aplicado en la entrada de control se detecta un error en el convertidor.

Ya que en la conexión de motor de cada fase hay tensiones muy elevadas, estas conexiones tienen que estar separadas galvánicamente del equipo que realiza la comprobación. Esto se resuelve ventajosamente de manera particularmente sencilla acoplando las líneas de comprobación de forma capacitiva con las conexiones de motor. Para esto puede ser suficiente colocar las líneas de comprobación solamente en proximidad de las conexiones de motor. Además, con el método descrito es posible detectar todas las fases del convertidor con solamente una única línea de comprobación que se acopla de forma capacitiva a todas las conexiones de motor.

## ES 2 316 661 T3

Se obtienen otras ventajas y detalles de la presente invención a partir de la siguiente descripción de un método preferido mediante las figuras. Se muestra

En la Figura 1, un plano de conexiones de un convertidor,

En la Figura 2, un método para la comprobación de un convertidor,

En la Figura 3, diferentes diagramas de señal y

En la Figura 4, una conmutación para la evaluación de una señal de comprobación.

En la Figura 1 se representa esquemáticamente un convertidor 1. Un convertidor de este tipo 1 genera a partir de una tensión continua una tensión alterna pulsada en las conexiones de motor M1, M2, M3. Para esto se controlan de forma adecuada elementos de conmutación 2 (por ejemplo, IGBT), que unen cada conexión del motor M1, M2, M3 con el potencial positivo  $+U_z$  o con el potencial negativo  $-U_z$  de la tensión continua. Por fase de motor se necesita una conexión de motor M1, M2, M3 y, por tanto, dos elementos de conmutación 2. Respectivamente dos elementos de conmutación 2 de una conexión de motor M1, M2, M3 forman una fase del convertidor. Los patrones de control, que se aplican en las entradas de control PWM1, PWM2, PWM3 de las fases del convertidor 1, activan respectivamente uno de los dos elementos de conmutación 2 de una fase del convertidor 1, en el caso de que esta fase se seleccione por una entrada de activación EN1, EN2, EN3. Esta lógica se representa esquemáticamente en la Figura 1 por el inversor 4 y las asociaciones Y lógicas 3. Si no se selecciona una fase, ambos elementos de conmutación 2 de esta fase se cierran, el potencial de la conexión de motor correspondiente M1, M2, M3, por tanto, está indefinido. Por esta fase entonces no puede fluir corriente. Patrones de control adecuados sirven para que en el motor no representado, por una modulación de amplitud de pulso, se apliquen los valores de tensión predeterminados por el regulador de corriente.

A continuación se describirá mediante la Figura 2 el método para la comprobación de una fase del convertidor 1, el método se repite para cada una de las fases del convertidor, como se indica en la Figura 2.

En una etapa a, la entrada de control PWM1, PWM2, PWM3 de una fase se somete a un patrón de control adecuado y, al mismo tiempo, esta fase se selecciona por la entrada de activación EN1, EN2, EN3. Las demás fases permanecen desactivadas. Un posible patrón de control PWM se representa en la Figura 3 y también se puede describir con 0 -1 -0. Con función correcta de la lógica de inversor 4 y asociaciones Y 3 y de los elementos de conmutación 2 se obtendrá en la conexión de motor M1, M2, M3 un patrón de tensión M de acuerdo con la Figura 3.

En una etapa b se detecta este patrón de tensión M. Ya que debido a las tensiones elevadas que se presentan se requiere una separación galvánica de las conexiones de motor M1, M2, M3, se acopla de forma capacitiva una línea de comprobación 6 a la conexión de motor M1, M2, M3. Esto se indica en la Figura 1 con los condensadores 5. Ya que para un condensador 5 es suficiente una capacidad de pocos preferiblemente, se encontró una solución particularmente sencilla. Es suficiente colocar la línea de comprobación 6 en proximidad de la conexión de motor M1, M2, M3, por ejemplo, rodeando la línea de comprobación 6 la conexión de motor M1, M2, M3 con pocas vueltas. De forma particularmente ventajosa se puede usar una única línea de comprobación 6 que está acoplada de forma capacitiva a todas las conexiones de motor M1, M2, M3, ya que de acuerdo con el método descrito solamente se activa cada vez una fase del convertidor 2.

Por el acoplamiento capacitivo de la línea de comprobación 6 se obtiene en la línea de comprobación 6 una señal de comprobación P correspondiente a la Figura 3, ya que la línea de comprobación 6 con el condensador 5 y una resistencia 10 conectada entre la línea de comprobación 6 y la masa se comporta como un elemento R-C, en cuya entrada se aplica el patrón de tensión M de la conexión de motor M1, M2, M3.

A continuación, en una etapa c se compara la señal de comprobación P con el patrón control PWM aplicado de forma original. Esto se consigue de forma particularmente sencilla si la señal de comprobación P se compara con un circuito de acuerdo con la Figura 4 con el patrón de control PWM. Mediante un integrador 7 y un comparador 8 se puede transformar la señal de comprobación P en una señal de comparación binaria V que se corresponde al patrón de control PWM. En la lógica de comparación de patrón 9, por lo tanto, solamente se tiene que comprobar la igualdad del patrón de control PWM y de la señal de comprobación V y emitir un resultado correspondiente E.

Si las señales son iguales, en la etapa d se detecta que la fase recién comprobada del convertidor (1) trabaja de forma correcta, se puede ramificar para la comprobación de la siguiente fase. Si las señales se desvían entre sí (donde se tienen que tolerar pequeñas diferencias de tiempo de ejecución incluso debido al elemento R-C), se detecta una fase errónea. Se puede generar una comunicación de error correspondiente. El método se puede interrumpir en este momento o se pueden comprobar las fases restantes del convertidor (1) con respecto a otros errores.

Se tiene que mencionar que durante la comprobación de una fase del convertidor 1, las demás fases tienen que estar desactivadas. Solamente de este modo se garantiza que, por ejemplo, un defecto en un motor conectado no conduzca a una detección de errores en el método descrito. Sin embargo, esto también significa que el método descrito es posible, de forma ventajosa, con el motor conectado y, a pesar de esto, solamente se realice la comprobación del convertidor 1.

## ES 2 316 661 T3

El método es adecuado para convertidores 1 con una cantidad aleatoria de fases, en el ejemplo de realización descrito es suficiente una única línea de comprobación 6. El circuito descrito en la Figura 4 para la transformación y comparación del patrón de control PWM y de la señal de comprobación P se puede realizar con medios sencillos como circuito separado o también se puede realizar como software en el Control Numérico que controla el accionamiento con el convertidor 1. Este Control Numérico se puede utilizar de forma ventajosa para el control de todo el método cuando se diseña de forma correspondiente.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

## REIVINDICACIONES

1. Método para la comprobación de un convertidor, en el que se activan selectivamente elementos de conmutación individuales (2) del convertidor (1), con las siguientes etapas:

- (a) exposición de una entrada de control (PWM1, PWM2, PWM3) de cada fase del convertidor (1) a un patrón de control (PWM),
- (b) detección de un patrón de tensión (M) que se presenta en una conexión de motor (M1, M2, M3) del convertidor (1) por una única línea de comprobación (6) acoplada de forma capacitiva a todas las conexiones de motor (M1, M2, M3).
- (c) comparación del patrón de control (PWM) aplicado en la etapa (a) con el patrón de tensión (M) detectado en la etapa (b) para cada fase.
- (d) detección de un error en el convertidor (1) con desviación del patrón de tensión (M) detectado en la conexión de motor (M1, M2, M3) del patrón de tensión (M) esperado debido al patrón de control (PWM) aplicado en la entrada de control (PWM1, PWM2, PWM3).

2. Método de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque una señal de comprobación (P) de la línea de comprobación (6) se transforma en un patrón de comparación (V), que se corresponde al patrón de control (PWM).

3. Método de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizado** porque la señal de comprobación (P) se transforma mediante un integrador (7) y un comparador (8) en el patrón de comparación (V).

4. Método de acuerdo con la reivindicación 2 ó 3, **caracterizado** porque en la etapa (c) se compara el patrón de comparación (V) en una lógica de comparación de patrón (9) con el patrón de control (PWM).

5. Unidad de accionamiento con Control Numérico y convertidor (1), diseñado para un método para la comprobación de un convertidor, en el que se activan selectivamente elementos de conmutación individuales (2) del convertidor (1), con

- medios para exponer una entrada de control (PWM1, PWM2, PWM3) de cada fase del convertidor (1) a un patrón de control (PWM);
- medios para la detección de un patrón de tensión (M) que se presenta en una conexión de motor (M1, M2, M3) del convertidor (1) por una única línea de comprobación (6) acoplada de forma capacitiva a todas las conexiones de motor (M1, M2, M3);
- medios para la comparación del patrón de control (PWM) con el patrón de tensión (M) para cada fase;
- medios para la detección de un error en el convertidor (1) con desviación del patrón de tensión (M) detectado en la conexión de motor (M1, M2, M3) del patrón de tensión (M) esperado debido al patrón de control (PWM) aplicado en la entrada de control (PWM1, PWM2, PWM3).

FIG. 1

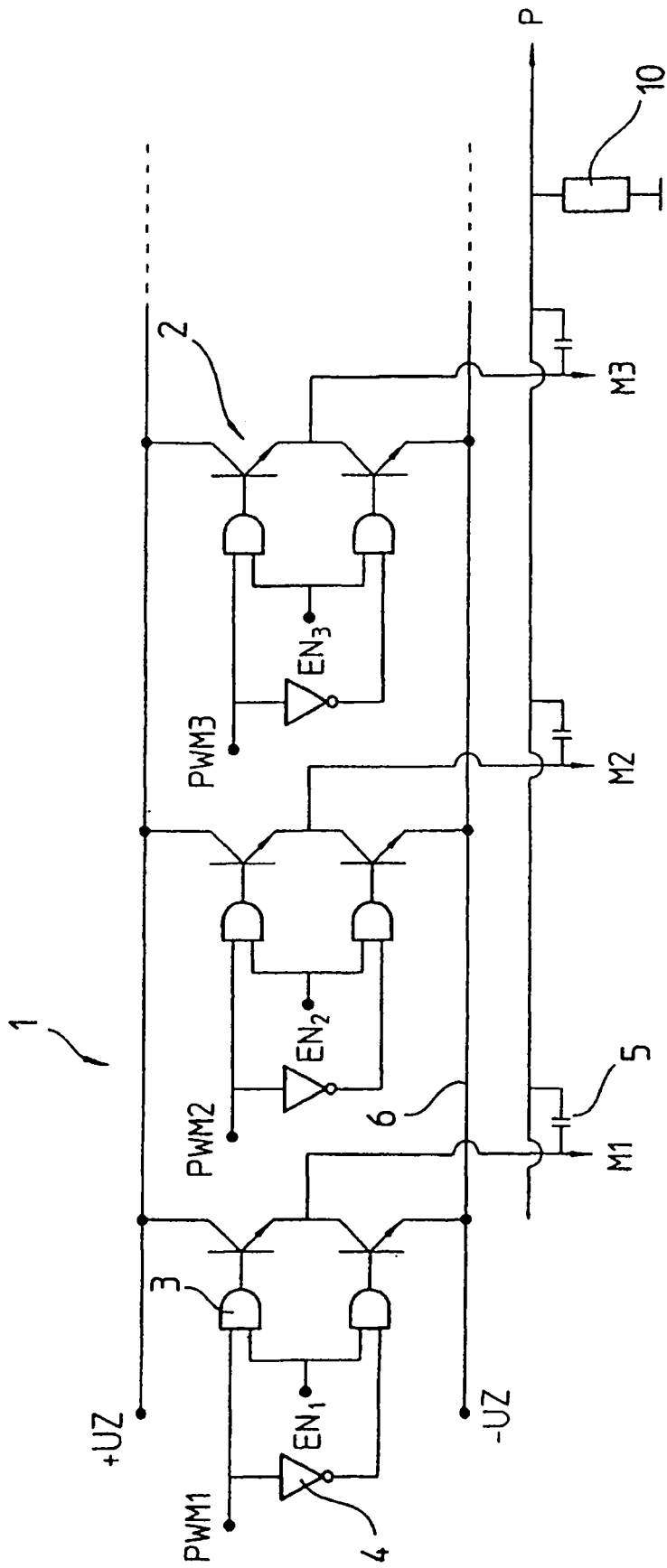


FIG. 2

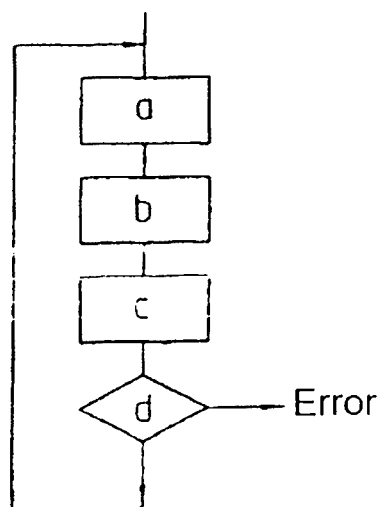


FIG. 3

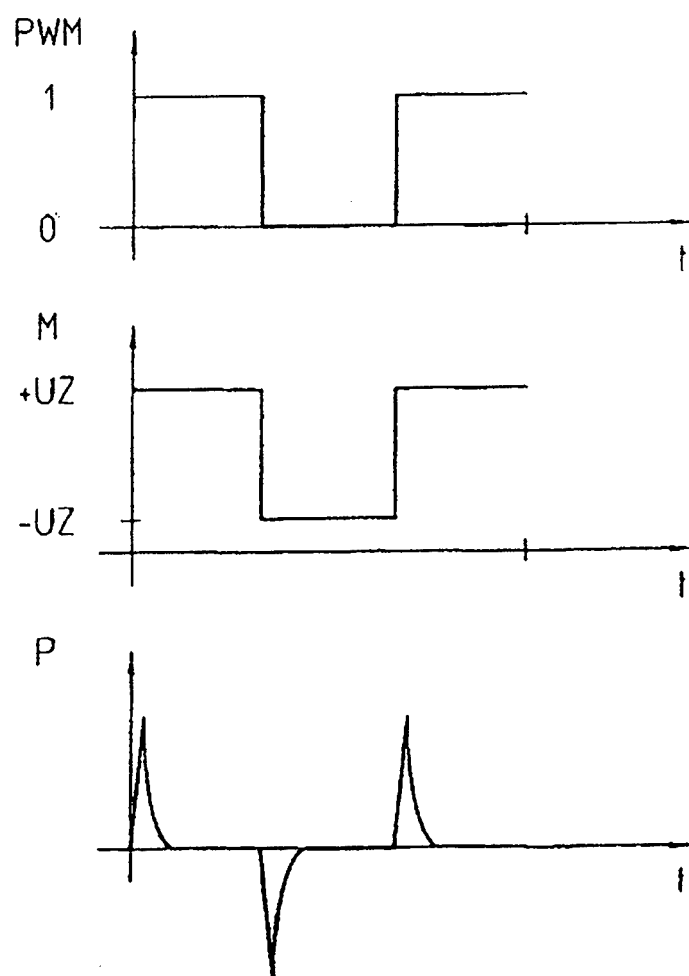


FIG. 4

