

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 936 836**

51 Int. Cl.:

H02M 7/5387 (2007.01)

H02P 3/22 (2006.01)

B25J 19/00 (2006.01)

H02P 29/024 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.09.2016** **PCT/EP2016/072287**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.05.2017** **WO17084789**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.09.2016** **E 16770255 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.01.2023** **EP 3378152**

54 Título: **Accionamiento eléctrico para un robot industrial**

30 Prioridad:

19.11.2015 DE 102015120023

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

22.03.2023

73 Titular/es:

KEBA INDUSTRIAL AUTOMATION GMBH
(100.0%)

Reindlstraße 51
4040 Linz, AT

72 Inventor/es:

MAYR, FRANZ

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 936 836 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 para un robot industrial

La presente invención se refiere a un accionamiento eléctrico para un robot industrial, un robot industrial con dicho accionamiento eléctrico y un procedimiento para hacer funcionar dicho accionamiento eléctrico para un robot industrial.

5 Además, la presente invención se refiere a un producto de programa informático para llevar a cabo dicho procedimiento para hacer funcionar un accionamiento eléctrico de un robot industrial.

10 Un accionamiento eléctrico para un robot industrial puede incluir un inversor con un primer medio puente y un segundo medio puente para generar un voltaje de campo giratorio. Tal accionamiento eléctrico también incluye electrónica de control para generar señales de control para controlar los interruptores de potencia del primer y segundo medio puente y un motor de campo giratorio alimentado por el inversor a través de un circuito de motor. Un controlador funcional del robot puede proporcionar señales de control para influir en el modo de funcionamiento del accionamiento eléctrico. Además, el accionamiento eléctrico puede presentar un dispositivo de interfaz para la alimentación de una señal de seguridad para la desconexión forzada de la tensión del campo giratorio.

15 Por ejemplo, el documento EP 0 742 637 A1 describe un procedimiento y un dispositivo para frenar con seguridad un accionamiento eléctrico. Aquí, el documento EP 0 742 637 A1 describe que, en el mando, se crea la posibilidad de producir un cortocircuito de inducido integrado para provocar un frenado de emergencia en caso de avería. Para producir el cortocircuito del inducido integrado, se bloquea un puente inversor, mientras que el otro puente inversor cortocircuita las fases del accionamiento eléctrico mediante activación sincronizada. Los tiempos de respuesta y los tiempos de frenado se pueden optimizar a través de un reloj específico, por ejemplo, a través de un control de par óptimo a través de una curva característica.

20 El documento DE 102 54 608 B4 también muestra un sistema de accionamiento con frenado de cortocircuito del inducido integrado, finalizando normalmente el cortocircuito del inducido cuando se alcanzan los límites de carga térmica admisibles para el motor eléctrico o su electrónica de control.

25 Además, el documento DE 10 2007 059 492 A1 muestra un robot industrial que está configurado para cortocircuitar simultáneamente el motor eléctrico en el contexto de una operación de frenado de emergencia por medio de dos caminos de corriente eléctrica que son independientes entre sí.

El documento DE 100 59 173 C1 describe un control de accionamiento convencional para un motor trifásico a través de un inversor. Además, a partir de los documentos US 2006/0181239 A1 y DE 10 2005 040 948 A1, se conocen controles de motor convencionales.

30 En este contexto, un objeto de la presente invención es mejorar el funcionamiento de un accionamiento eléctrico de un robot industrial, en particular con respecto a la seguridad.

35 De acuerdo con un primer aspecto, se propone un accionamiento eléctrico para un robot industrial de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el accionamiento presenta un inversor con un primer medio puente y un segundo medio puente para generar un voltaje de campo giratorio a partir de un circuito intermedio de voltaje de corriente continua, una electrónica de control para generar señales de control para controlar todos los interruptores de potencia del primer medio puente y todos los interruptores de potencia del segundo medio puente, así como un motor de campo giratorio alimentado por el inversor a través de un circuito de motor. En este caso, el inversor incluye un primer dispositivo de conexión para proporcionar señales de control para influir en el modo de funcionamiento del accionamiento a través de un controlador funcional del robot y un dispositivo de interfaz para alimentar al menos una señal de seguridad para la desconexión forzada de la tensión del campo giratorio a través de un controlador de seguridad del robot. A cada interruptor de potencia se le asigna un circuito de excitación con un optoacoplador, que forma una entrada de control bipolar para el respectivo interruptor de potencia que está aislado galvánicamente del circuito del motor. En este caso, el circuito de excitación respectivo para los interruptores de potencia del primer medio puente está configurado para cambiar el interruptor de potencia asignado a la entrada de control a un estado no conductor cuando la entrada de control está en un estado sin tensión o sin corriente. El circuito de excitación respectivo para los interruptores de potencia del segundo medio puente está configurado para cambiar el interruptor de potencia asignado a la entrada de control a un estado conductor cuando la entrada de control está en un estado sin tensión o sin corriente. Además, el accionamiento eléctrico comprende un dispositivo de conmutación que está configurado para conmutar las entradas de control de los optoacopladores de los circuitos de excitación para todos los interruptores de potencia del inversor a voltaje y/o corriente cero al mismo tiempo utilizando la señal de seguridad para la desconexión forzada de la tensión del campo giratorio.

45 En el presente accionamiento eléctrico, no solo se desconecta la tensión del campo giratorio de accionamiento en las fases (o conexiones del motor) mediante una única señal, es decir, la señal de seguridad, para la desconexión forzada de la tensión del campo giratorio, es decir, completamente de al menos un polo de la tensión del circuito intermedio de CC, es decir, del riel positivo y/o del riel negativo del circuito de CC intermedio, sino las fases también se cortocircuitan al mismo tiempo, por lo que la tensión del generador del motor de campo giratorio provoca una corriente que fluye en el devanado de campo giratorio del motor de campo giratorio, que genera un par que contrarresta el

movimiento giratorio y, por lo tanto, tiene un efecto de frenado. Este par de frenado se puede utilizar para soportar un freno mecánico adicional previsto para el robot industrial.

Es especialmente ventajoso que el establecimiento exitoso de este estado de frenado solo dependa de la función de esos componentes, los circuitos de accionamiento para los interruptores automáticos, que también deben funcionar en una operación de motor controlada funcionalmente del accionamiento, es decir, el funcionamiento de estos componentes necesarios para la condición de frenado puede comprobarse continuamente durante el funcionamiento sin procedimientos de prueba especiales, y depende del dispositivo de conmutación, que preferiblemente es redundante, es decir, multicircuito, y está construido con tecnología segura y solo sirve para desconectar.

Si uno de estos componentes está defectuoso, no se puede generar un campo giratorio de suficiente fuerza, por ejemplo, ya no se puede encender un interruptor de potencia automático o se interrumpe el devanado de un motor, o se produce un cortocircuito en el circuito intermedio de CC, por ejemplo, un interruptor de potencia ya no se puede desconectar o un devanado del motor presenta un cortocircuito.

Cada error de este tipo puede ser reconocido por el inversor y provoca la desconexión inmediata del accionamiento. Esta verificación continua aumenta significativamente la probabilidad de que el par de frenado adicional esté realmente disponible debido al cortocircuito del motor en caso de emergencia.

En particular, el accionamiento de los interruptores automáticos es estático durante todo el estado de frenado, es decir, no modulado, y se realiza utilizando solo unos pocos elementos o componentes estructurales simples y probados, como se ha explicado con anterioridad. Esto asegura un funcionamiento fiable del freno de cortocircuito del motor aquí propuesto.

Por esta razón, no se utilizan componentes de circuito altamente integrados y complejos y, en particular, no se utilizan microcontroladores sincronizados ni circuitos de control. Como resultado, se mejora significativamente la seguridad del accionamiento eléctrico propuesto. En particular, la probabilidad de una falla peligrosa en caso de necesidad (emergencia) se reduce significativamente. Esto también permite, en particular desde el punto de vista de la seguridad, tener en cuenta también el par de frenado adicional que puede lograrse mediante el cortocircuito del motor en comparación con un freno puramente mecánico y la distancia de frenado más corta resultante en caso de emergencia cuando se monitorea el movimiento del robot por el controlador de seguridad, de manera que se hacen posibles velocidades de movimiento más altas para el robot en la vecindad de limitaciones definidas del espacio de trabajo del robot.

El presente accionamiento eléctrico también se puede utilizar para otras aplicaciones o dispositivos, en particular para máquinas y dispositivos de transporte altamente dinámicos y operados cíclicamente. Es especialmente adecuado para aplicaciones en las que un diseño compacto y un peso reducido de los motores son importantes, ya que el efecto de frenado eléctrico seguro significa que el freno de mantenimiento mecánico no tiene que sobredimensionarse para el frenado dinámico.

De acuerdo con una realización, la señal de seguridad tiene un diseño de dos circuitos, estando configurado el dispositivo de conmutación para conmutar simultáneamente las entradas de control de los circuitos de excitación sin tensión y/o sin corriente en forma independiente tanto a través del primer circuito como a través del segundo circuito.

El estado de la señal de seguridad se transmite de manera redundante a través de ambos circuitos desde el controlador de seguridad. De este modo, la señal de seguridad puede transmitirse desde el controlador de seguridad al inversor de una manera técnicamente especialmente fiable. Como resultado, el accionamiento se puede apagar incluso si hay una sola falla en uno de los dos circuitos.

De acuerdo con otra realización, el dispositivo de interfaz presenta una primera interfaz y una segunda interfaz para recibir una primera señal de seguridad y una segunda señal de seguridad, que es redundante a la primera señal de seguridad, desde el controlador de seguridad del robot, en donde un primer interruptor del dispositivo de conmutación para desconectar de tierra los diodos de los optoacopladores se acciona mediante la primera señal de seguridad y en donde un segundo interruptor del dispositivo de conmutación para desconectar de la tensión de alimentación la electrónica de control para accionar los optoacopladores se acciona mediante la segunda señal de seguridad.

Como resultado, los dos circuitos de la señal de seguridad pueden conmutar las entradas de control de los circuitos conductores sin tensión ni corriente mediante mecanismos diferentes o puntos de intervención distintos.

De este modo, la confiabilidad aumenta aún más mediante un diseño de circuito diverso. Una causa de error que dejaría ineficaz uno de los puntos de intervención, por ejemplo, un cortocircuito en un determinado punto, no afecta del mismo modo al otro punto de intervención, ya que este tiene un diseño de circuito diferente. Como resultado, aumenta la probabilidad de una desconexión exitosa a través del punto de intervención adicional.

De acuerdo con otra realización, el dispositivo de conmutación está configurado para conmutar simultáneamente las entradas de control de los circuitos de excitación de todos los interruptores de potencia a voltaje cero y/o corriente cero cuando la señal de seguridad está sin tensión y/o sin corriente con respecto a un potencial de referencia fijo.

Esto es ventajoso porque, en el caso de una interrupción de la línea entre el controlador de seguridad y el inversor, el accionamiento se apaga automáticamente y, por lo tanto, se genera automáticamente un estado seguro.

De acuerdo con otra forma de realización, el motor de campo giratorio alimentado por el inversor es un motor síncrono permanentemente excitado.

- 5 El motor síncrono de excitación permanente es especialmente adecuado para accionamientos de robots, ya que es robusto, fiable y también se puede sobrecargar durante períodos breves, de modo que se dispone de un alto par de frenado en forma fiable y sin dañar el motor síncrono al frenar en caso de emergencia.

De acuerdo con otra realización, el accionamiento eléctrico comprende una memoria de datos que está acoplada estructuralmente al motor de campo giratorio y es accesible electrónicamente.

- 10 La electrónica de control del inversor está configurada para leer la memoria de datos tan pronto como el motor de campo giratorio esté conectado al inversor listo para funcionar, en donde la electrónica de control del inversor está configurada para determinar la idoneidad del motor de campo giratorio en combinación con el inversor para un frenado de cortocircuito sin daños a partir de los datos almacenados en la memoria de datos obtener información.

- 15 Alternativa o adicionalmente, el controlador de seguridad está configurado para leer la memoria de datos tan pronto como el motor de campo giratorio esté conectado al inversor listo para funcionar, en donde el controlador de seguridad está configurado para derivar la idoneidad del motor de campo giratorio en combinación con el inversor para el frenado de cortocircuito sin daños a partir de la información almacenada en la memoria de datos.

- 20 Alternativa o adicionalmente, el controlador funcional está configurado para leer la memoria de datos tan pronto como el motor de campo giratorio esté conectado al inversor listo para funcionar, en donde el controlador funcional está configurado para derivar la idoneidad del motor de campo giratorio en combinación con el inversor para el frenado de cortocircuito sin daños a partir de la información almacenada en la memoria de datos.

- 25 Esto crea ventajosamente la posibilidad de comprobar automáticamente la idoneidad básica de un motor de campo giratorio conectado al inversor en combinación con el inversor respectivo. Un frenado por cortocircuito de alta velocidad representa una carga eléctrica, térmica, mecánica y magnética a corto plazo pero extremadamente alta tanto para el inversor como para un motor de campo giratorio. Una condición de carga de este tipo solo puede soportarse sin daños si el convertidor y el motor asíncrono están adecuadamente adaptados entre sí y se garantiza que el par de frenado del motor también puede estar disponible en forma fiable. Dado que el motor de un accionamiento eléctrico también podría sustituirse por otro motor que no sea adecuado para el frenado por cortocircuito después de la puesta en marcha de un robot, por ejemplo, en el curso de trabajos de mantenimiento o conversiones, los daños en el accionamiento y la pérdida de seguridad se evitan en forma fiable mediante la comprobación automatizada de la aptitud y la liberación del movimiento del robot vinculada a un resultado positivo de la prueba.
- 30

- De acuerdo con otra realización, el accionamiento eléctrico comprende un sensor de ángulo de rotación acoplado estructuralmente al motor de campo giratorio para la detección sensorial del cambio de ángulo absoluto y/o relativo de un eje de motor del motor de campo giratorio. El codificador de ángulo rotativo está acoplado a través de un enlace de comunicación a la electrónica de control del inversor y/o al controlador de seguridad y/o al controlador funcional para determinar una posición real de un eje de motor del motor de campo giratorio y/o un eje de robot del robot. En este caso, la memoria de datos accesible electrónicamente está combinada de modo estructural y por señales con el codificador de ángulo rotativo.
- 35

- 40 Esto da como resultado una realización especialmente ventajosa, en la que el acoplamiento técnico de señales de un codificador de ángulo rotativo acoplado estructuralmente al motor de campo giratorio al sistema de control sin el cableado necesario para esto también se utiliza inmediatamente para leer la memoria de datos integrada en el codificador de ángulo rotativo con la información del motor, por lo que no es necesario un cableado adicional.

De acuerdo con un segundo aspecto, se propone un robot industrial con accionamiento eléctrico según el primer aspecto o según una de las realizaciones del primer aspecto.

- 45 De acuerdo con un tercer aspecto, se propone un procedimiento para operar un accionamiento eléctrico para un robot industrial de acuerdo con la reivindicación 9, en particular, un accionamiento según el primer aspecto. En este caso, el accionamiento incluye un inversor con un primer medio puente y un segundo medio puente para generar un voltaje de campo giratorio a partir de un circuito intermedio de voltaje de CC, electrónica de control para generar señales de control para controlar todos los interruptores de potencia del primer medio puente y todos los interruptores del segundo medio puente, y uno alimentado por el inversor a través de un motor de campo giratorio del circuito del motor. El inversor comprende un primer dispositivo de conexión para proporcionar señales de control para influir en el modo de funcionamiento del accionamiento a través de un controlador funcional del robot y un dispositivo de interfaz para alimentar al menos una señal de seguridad para desconectar a la fuerza la tensión del campo giratorio a través de un controlador de seguridad del robot. A cada interruptor de potencia se le asigna un circuito de excitación con un optoacoplador, que forma una entrada de control bipolar para el respectivo interruptor de potencia que está aislado galvánicamente del circuito del motor.
- 50
- 55

En el procedimiento, el circuito de excitación respectivo para los interruptores de potencia del primer medio puente pone el interruptor de potencia asignado a la entrada de control en un estado no conductor cuando la entrada de control está en un estado sin tensión o sin corriente.

- 5 Además, el circuito de excitación respectivo para los interruptores de potencia del segundo medio puente pone el interruptor de potencia asignado a la entrada de control en un estado conductor cuando la entrada de control está en un estado sin tensión o sin corriente.

Además, las entradas de control de los circuitos de excitación para todos los interruptores de potencia del inversor se conmutan simultáneamente a tensión y/o corriente cero con la señal de seguridad para la desconexión forzada de la tensión del campo giratorio.

- 10 De acuerdo con una realización, el accionamiento eléctrico presenta un freno mecánico para aplicar un par de frenado al eje del motor del motor asíncrono, activándose el freno mecánico al mismo tiempo que se conecta la señal de seguridad para una parada segura.

- 15 De acuerdo con otra realización, el controlador de seguridad supervisa el movimiento del robot con respecto a límites definidos para posiciones, velocidades y/o aceleraciones, teniendo en cuenta una distancia de frenado máxima dependiente de la velocidad. Si se supera una velocidad máxima admisible determinada para el estado de movimiento respectivo del robot o si no se alcanza la distancia mínima a un límite de posición que debe mantenerse para una velocidad actual, se activa la señal de seguridad, con lo que la suma del par de frenado garantizado aplicado por el freno mecánico y el par de frenado garantizado aplicado por el motor de campo giratorio cortocircuitado se tiene en cuenta al determinar o comprobar la distancia de frenado máxima dependiente de la velocidad.

- 20 Esto permite que el robot se mueva más rápido cerca de los límites de posición monitoreados por el controlador de seguridad, lo que resulta en tiempos de ciclo más cortos y una productividad mejorada.

- 25 De acuerdo con otra realización, se prueba en un entorno experimental la idoneidad de un tipo específico de motor de campo giratorio en combinación con un tipo específico de inversor para llevar a cabo un frenado por cortocircuito sin daño en condiciones de funcionamiento especificadas. Para este propósito, la información se almacena en una memoria de datos legible electrónicamente que está acoplada de modo estructural a un motor de campo giratorio de un tipo que ha sido probado con éxito, y la idoneidad y preferiblemente las condiciones de operación especificadas pueden derivarse de la información almacenada, de modo que, al operar con un robot, la información de la memoria de datos puede ser utilizada por la electrónica de control del inversor y/o el controlador de seguridad y/o comparada con el tipo de inversor utilizado, impidiéndose el movimiento del robot hasta que se determine un resultado positivo de la prueba.

Esto mejora la seguridad del robot al garantizar, incluso durante revisiones posteriores y trabajos de mantenimiento en el accionamiento o los accionamientos del robot, que solo esos tipos de motor pueden funcionar en combinación con un tipo específico de inversor en el que el fabricante o la idoneidad para un organismo de certificación independiente ha probado y establecido un frenado de cortocircuito sin daños.

- 35 Las realizaciones y características descritas para el accionamiento eléctrico propuesto se aplican en consecuencia al procedimiento propuesto.

De acuerdo con un cuarto aspecto, se propone un producto de programa informático que hace que el procedimiento explicado con anterioridad según el segundo aspecto se lleve a cabo en un dispositivo controlado por programa.

- 40 Un producto de programa informático, como un medio de programa informático, puede ser provisto o suministrado por un servidor en una red, por ejemplo, como un medio de almacenamiento como una tarjeta de memoria, memoria USB, CD-ROM, DVD, o en la forma de un archivo descargable. Esto se puede hacer, por ejemplo, en una red de comunicación inalámbrica mediante la transferencia de un archivo correspondiente con el producto del programa informático o los medios del programa informático.

- 45 Otras implementaciones posibles de la invención también incluyen combinaciones de características o realizaciones descritas con anterioridad o a continuación con respecto a las realizaciones de ejemplo que no se mencionan explícitamente. El experto en la técnica también añadirá aspectos individuales como mejoras o adiciones a la respectiva forma básica de la invención.

La invención se explica con más detalle a continuación sobre la base de realizaciones preferidas con referencia a las figuras adjuntas.

- 50 Fig. 1 muestra un diagrama de circuito de una realización de un accionamiento eléctrico para un robot industrial;

Fig. 2 muestra un diagrama de flujo esquemático de un primer ejemplo de realización de un procedimiento para operar un accionamiento eléctrico para un robot industrial; y

Fig. 3 muestra un diagrama de flujo esquemático de un segundo ejemplo de realización de un procedimiento para operar un accionamiento eléctrico para un robot industrial.

Los elementos que son iguales o tienen la misma función se han provisto de los mismos símbolos de referencia en las figuras, a menos que se indique lo contrario.

En la Fig. 1, se muestra un diagrama de circuito de un ejemplo de realización de un accionamiento 100 eléctrico para un robot industrial.

5 El accionamiento 100 eléctrico de la Fig. 1 incluye un inversor 10, que presenta un primer medio puente 11 y un segundo medio puente 12 para generar un voltaje de campo giratorio a partir de un circuito intermedio de voltaje de CC. El primer medio puente 11 incluye tres interruptores de potencia T1, T3, T5. El segundo medio puente 12 también incluye tres interruptores de potencia T2, T4, T6.

10 El primer medio puente 11 está conectado a un riel 31 positivo del enlace de CC. El segundo medio puente 12 está conectado a un riel 32 negativo del enlace de CC. Además, el interruptor de potencia T1-T6 respectivo incluye un diodo de rueda libre respectivo FD1-FD6.

Además, el accionamiento 100 incluye electrónica 40 de control, por ejemplo, un controlador PWM (PWM; modulación de ancho de pulso). La electrónica 40 de control está diseñada para generar señales de control S1-S6 para accionar todos los interruptores de potencia T1, T3, T5 del primer medio puente 11 y todos los interruptores de potencia T2, T4, T6 del segundo medio puente 12.

Además, el accionamiento 100 eléctrico incluye un motor 21 de campo giratorio alimentado por el inversor 10 a través de un circuito 33 de motor.

20 En particular, el motor 21 de campo giratorio es parte de un conjunto 20. El conjunto 20 también incluye un eje 25 de motor que está acoplado al motor 21 de campo giratorio y en el que se prevén un freno 22 y un codificador 23 de ángulo rotativo. El conjunto 20 también comprende una memoria 24 de datos, que está configurada, por ejemplo, como memoria ROM o como memoria EEPROM. Por ejemplo, el motor 21 de campo giratorio es un motor síncrono permanentemente excitado.

El inversor 10 también comprende un primer dispositivo 13 de conexión para proporcionar señales de control A para influir en el modo operativo del accionamiento 100 mediante un controlador 200 funcional del robot.

25 El inversor 10 también incluye al menos un dispositivo 14, 15 de interfaz para alimentar al menos una señal de seguridad STO1, STO2 para desconectar a la fuerza la tensión del campo giratorio mediante un controlador 300 de seguridad del robot.

En otras palabras, el inversor 10 está acoplado al controlador 300 de seguridad del robot por medio del al menos un dispositivo 14, 15 de interfaz.

30 A cada interruptor T1 - T6 de potencia del inversor 10 se le asigna un circuito de excitación O1 - O6 con una entrada de control bipolar I1 - I6 que está aislada galvánicamente del circuito 33 del motor. Por ejemplo, el circuito de excitación O1 está asignado al interruptor de potencia T1 y presenta la entrada de control I1. Por razones de claridad, en la Fig. 1, solo se muestran en detalle los circuitos de excitación O1 y O2. Los demás circuitos de excitación O3-O6 se indican mediante sus signos de referencia.

35 En el ejemplo de la Fig. 1, el respectivo circuito de excitación está configurado como optoacoplador O1-O6.

40 El optoacoplador respectivo O1, O3, O5 para los interruptores de potencia T1, T3, T5 del primer medio puente 11 está configurado para conmutar el interruptor de potencia T1 asignado a la entrada de control I1, I3, I5, para poner T3, T5 en un estado no conductor. Por ejemplo, el optoacoplador O1 para el interruptor de potencia T1 del primer medio puente 11 está configurado para conmutar el interruptor de potencia T1 asignado a la entrada de control I1 al estado no conductor cuando la entrada de control I1 está en un estado sin tensión o un estado sin corriente.

Además, el optoacoplador respectivo O2, O4, O6 para los interruptores de potencia T2, T4, T6 del segundo medio puente 12 está configurado para conmutar el interruptor de potencia T2, T4, T6 respectivamente asignado a la entrada de control I2, I4, I6 a un estado conductivo cuando la entrada de control I2, I4, I6 está en un estado sin tensión o sin corriente.

45 Además, el accionamiento 100 eléctrico incluye un dispositivo 60 de conmutación. El dispositivo 60 de conmutación puede incluir una pluralidad de interruptores 61, 62. El dispositivo 60 de conmutación está configurado para conmutar las entradas de control I1 - I6 de los optoacopladores O1 - O6 para todos los interruptores de potencia T1 - T6 del inversor 10 simultáneamente a tensión y/o corriente cero con la señal de seguridad STO1, STO2 para el apagado forzado de la tensión del campo giratorio.

50 En particular, la señal de seguridad STO1, STO2, como se muestra en la Fig. 1, se implementa en dos circuitos. En este caso, el dispositivo 60 de conmutación está configurado para conmutar las entradas de control I1-I6 de los optoacopladores O1-O6 sin tensión y/o sin corriente simultáneamente, de manera independiente tanto a través del primer circuito STO1 como a través del segundo circuito STO2.

- El dispositivo 14, 15 de interfaz incluye preferiblemente una primera interfaz 14 y una segunda interfaz 15 para recibir una primera señal de seguridad STO1 y una segunda señal de seguridad STO2, que es redundante con la primera señal de seguridad STO1, del controlador 300 de seguridad del robot. Un primer interruptor 61 del dispositivo 60 de conmutación para aislar los diodos D1-D6 de los optoacopladores O1-O6 de masa 0V se acciona mediante la primera
- 5 señal de seguridad STO1. Como ya se mencionó con anterioridad, los optoacopladores O3-O6 y, por lo tanto, los diodos D3-D6 solo están representados en la Fig. 1. Mediante la segunda señal de seguridad STO2, se activa un segundo interruptor 62 del dispositivo 60 de conmutación para separar la electrónica 40 de control para excitar los optoacopladores O1-O6 de la tensión de alimentación VV.
- En particular, el dispositivo 60 de conmutación está configurado para conmutar las entradas de control I1 - I6 de los
- 10 optoacopladores O1 - O6 de todos los interruptores de potencia T1 - T6 al mismo tiempo cuando la señal de seguridad STO1, STO2 está sin tensión y/o sin corriente con respecto a un potencial de referencia fijo.
- Como ya se explicó con anterioridad, el accionamiento 100 eléctrico también incluye una memoria 24 de datos, que está acoplada estructuralmente al motor 21 de campo giratorio en el conjunto 20 y también es accesible electrónicamente. La electrónica 40 de control del inversor 10, el controlador 300 de seguridad y/o el controlador 200
- 15 funcional pueden acceder a la memoria 24 de datos electrónicamente, por ejemplo. Se prevé una conexión 80 de comunicación para este propósito. El extremo punteado de la conexión 80 de comunicación en la Fig. 1 ilustra que a la conexión 80 de comunicación también se pueden conectar otras unidades, por ejemplo, unidades de control. La conexión 80 de comunicación es un bus, por ejemplo.
- En este caso, la electrónica 40 de control y/o el controlador 300 de seguridad y/o el controlador 200 funcional están
- 20 configurados para leer la memoria 24 de datos a través de la conexión 80 de comunicación tan pronto como el motor 21 de campo giratorio esté conectado al inversor 10 y esté listo para funcionar. Además, la electrónica 40 de control y/o el controlador 300 de seguridad y/o el controlador 200 funcional están configurados para derivar la idoneidad del motor 21 de campo giratorio en combinación con el inversor 10 para un frenado de cortocircuito sin daños a partir de la información almacenada en la memoria 24 de datos.
- Además, como ya se ha explicado con anterioridad, en el conjunto 20, está dispuesto un codificador 23 de ángulo
- 25 rotativo. El codificador 23 de ángulo rotativo está acoplado al motor 21 de campo giratorio. El codificador 23 de ángulo rotativo está configurado para detectar un cambio absoluto y/o relativo en el ángulo del eje 25 del motor del motor 21 de campo giratorio mediante sensores. El codificador 23 de ángulo rotativo también se puede acoplar a través de la conexión 80 de comunicación a la electrónica 40 de control del inversor 10 y/o al controlador 300 de seguridad y/o al
- 30 controlador 200 funcional para determinar una posición real de un eje del motor del motor 21 de campo giratorio y/o un eje del robot.
- En la Fig. 2, se muestra un diagrama de flujo esquemático de un primer ejemplo de realización de un procedimiento para operar un accionamiento 100 eléctrico para un robot industrial. En la Fig. 1, se muestra un ejemplo de un accionamiento 100 eléctrico de este tipo.
- El procedimiento de ejemplo de la Fig. 2 comprende las siguientes etapas S201, S202 y S203:
- 35 En la etapa S201, el respectivo circuito de excitación O1, O3, O5 para los interruptores de potencia T1, T3, T5 del primer medio puente 11 mueve el interruptor de potencia T1, T3, T5 asignado a la entrada de control I1, I3, I5 a un estado no conductor.
- En la etapa S202, el circuito de excitación respectivo O2, O4, O6 para los interruptores de potencia T2, T4, T6 del
- 40 segundo medio puente 12 mueve el interruptor de potencia T2, T4, T6 asignado a la entrada de control I2, I4, I6 en un estado conductivo.
- En la etapa S203, las entradas de control I1-I6 de los circuitos de control O1-O6 para todos los interruptores de potencia T1-T6 del inversor 10 se apagan y/o desenergizan simultáneamente con la señal de seguridad STO1, STO2 para el apagado forzado del voltaje del campo giratorio.
- 45 La secuencia de etapas S201, S202 y S203 mostrada en la Fig. 2 es solo un ejemplo y en particular no representa una secuencia de tiempo. En particular, la etapa S203 se puede realizar como la primera etapa.
- Como se muestra en la Fig. 1, el accionamiento 100 eléctrico puede presentar un freno 22 mecánico para aplicar un par de frenado al eje 25 del motor del motor 21 de inducción. En particular, el freno 22 mecánico se activa al mismo tiempo que la señal de seguridad STO1, STO2 se activa para una parada segura.
- 50 Además, el controlador 300 de seguridad supervisa preferiblemente el movimiento del robot con respecto a límites definidos para posiciones, velocidades y/o aceleraciones, teniendo en cuenta una distancia de frenado máxima dependiente de la velocidad. La señal de seguridad STO1, STO2 se activa cuando se supera una velocidad máxima admisible determinada para el respectivo estado de frenado del robot o cuando se rebasa por debajo de la distancia mínima a un límite de posición que debe mantenerse para una velocidad actual. La suma del par de frenado
- 55 garantizado aplicado por el freno 22 mecánico y el par de frenado garantizado aplicado por el motor 21 de campo

giratorio en cortocircuito se tiene en cuenta preferiblemente al determinar o comprobar la distancia de frenado máxima dependiente de la velocidad.

La Fig. 3 muestra un diagrama de flujo esquemático de un segundo ejemplo de realización de un procedimiento para operar un accionamiento 100 eléctrico para un robot industrial. En la Fig. 1, se muestra un ejemplo de un accionamiento 100 eléctrico de este tipo.

El procedimiento de ejemplo de la Fig. 3 incluye las siguientes etapas S301, S302 y S303: En la etapa S301, se comprueba en un entorno experimental la idoneidad de un tipo específico de motor 21 de campo giratorio en combinación con un tipo específico de inversor 10 para realizar un frenado por cortocircuito sin daños en condiciones de funcionamiento específicas. En particular, se prueban una pluralidad de tipos de motores de campo giratorio con una pluralidad de tipos de convertidores y se determinan los pares admisibles de un tipo de motor de campo giratorio y un tipo de convertidor.

En la etapa S302, la información se almacena para este propósito en una memoria 24 de datos que se puede acoplar estructuralmente a un motor 21 de campo giratorio de un tipo que ha sido probado con éxito y que se puede leer electrónicamente.

En la etapa S303, la idoneidad y preferiblemente las condiciones operativas especificadas se derivan de la información almacenada, de modo que, durante la operación con un robot, la información de la memoria 24 de datos puede ser utilizada por la electrónica 40 de control del inversor 10 y/o por el controlador 300 de seguridad del robot y/o por el controlador 200 funcional del robot y comparado con el tipo de inversor 10 utilizado, impidiendo el movimiento del robot hasta que se determine un resultado de prueba positivo.

Aunque la presente invención se ha descrito utilizando realizaciones de ejemplo, puede modificarse de muchas maneras.

Listado de signos de referencia

0V	Masa
10	inversor
11	primer medio puente
12	segundo medio puente
13	dispositivo de conexión
14	primera interfaz
15	segunda interfaz
20	conjunto
21	motor de campo giratorio
22	freno
23	codificador de ángulo rotativo
24	memoria de datos
25	eje de motor
31	riel positivo
32	riel negativo
33	circuito del motor
40	electrónica de control
60	dispositivo de conmutación
61	primer interruptor
62	segundo interruptor
80	conexión de comunicación

	100	accionamiento eléctrico
	200	controlador funcional
	300	controlador de seguridad
	A	señal de control
5	D1	diodo
	D2	diodo
	D3	diodo
	D4	diodo
	D5	diodo
10	D6	diodo
	FD1	diodo de rueda libre
	FD2	diodo de rueda libre
	FD3	diodo de rueda libre
	FD4	diodo de rueda libre
15	FD5	diodo de rueda libre
	FD6	diodo de rueda libre
	I1	entrada de control bipolar
	I2	entrada de control bipolar
	I3	entrada de control bipolar
20	I4	entrada de control bipolar
	I5	entrada de control bipolar
	I6	entrada de control bipolar
	L1	fase
	L2	fase
25	L3	fase
	O1	optoacoplador
	O2	optoacoplador
	O3	optoacoplador
	O4	optoacoplador
30	O5	optoacoplador
	O6	optoacoplador
	S1	señal de control
	S2	señal de control
	S3	señal de control
35	S4	señal de control
	S5	señal de control
	S6	señal de control

STO1	señal de seguridad
STO2	señal de seguridad
T1	interruptor de potencia
T2	interruptor de potencia
5 T3	interruptor de potencia
T4	interruptor de potencia
T5	interruptor de potencia
T6	interruptor de potencia
VV	tensión de alimentación

10

REIVINDICACIONES

1. Accionamiento (100) eléctrico para un robot industrial, en donde el accionamiento (100) presenta un inversor (10) con un primer medio puente (11) y un segundo medio puente (12) para generar una tensión de campo giratorio a partir de un circuito intermedio de tensión continua, una electrónica (40) de control para generar señales de control (S1 - S6) para controlar todos los interruptores de potencia (T1, T3, T5) del primer medio puente (11) y todos los interruptores de potencia (T2, T4, T6) del segundo medio puente (12), así como un motor (21) de campo giratorio alimentado por el inversor (10) a través de un circuito (33) eléctrico de motor,
5 en donde el inversor (10) presenta un primer dispositivo (13) de conexión para proporcionar señales de control (A) para influir en el modo operativo del accionamiento (100) mediante un controlador (200) funcional del robot y un dispositivo (14, 15) de interfaz para alimentar al menos una señal de seguridad (STO1, STO2) para la desconexión forzada de la tensión del campo giratorio por parte de un controlador (300) de seguridad del robot,
10 en donde, a cada interruptor de potencia (T1 - T6) se le asigna un circuito de excitación (O1 - O6) con un optoacoplador, cuyo optoacoplador forma una entrada de control bipolar (I1 - I6) que está aislada galvánicamente del circuito (33) del motor para el respectivo interruptor de potencia (T1 - T6),
15 en donde el respectivo circuito de excitación (O1, O3, O5) para los interruptores de potencia (T1, T3, T5) del primer medio puente (11) está configurado para cambiar el interruptor de potencia (T1, T3, T5) asignado al circuito de excitación (O1, O3, O5) a un estado no conductor en caso de ausencia de tensión o ausencia de corriente de la entrada de control bipolar (I1, I3, I5) del optoacoplador asignado al circuito de excitación (O1, O3, O5) respectivo,
caracterizado porque
20 el circuito de excitación respectivo (O2, O4, O6) para los interruptores de potencia (T2, T4, T6) del segundo medio puente (12) está configurado para cambiar el interruptor de potencia (T2, T4, T6) asignado al circuito de excitación (O2, O4, O6) a un estado conductor en caso de ausencia de tensión o ausencia de corriente de la entrada de control bipolar (I2, I4, I6) del optoacoplador asignado al circuito de excitación (O2, O4, O6) respectivo, y
25 porque se prevé un dispositivo (60) de conmutación, que está configurado para conmutar las entradas de control bipolar (I1 - I6) de los optoacopladores de los circuitos de excitación (O1 - O6) para todos los interruptores de potencia (T1 - T6) del inversor (10) al mismo tiempo a un estado sin tensión y/o sin corriente con la señal de seguridad (STO1, STO2) para la desconexión forzada de la tensión de campo giratorio.
2. Accionamiento eléctrico de acuerdo con la reivindicación 1,
caracterizado porque
30 la señal de seguridad (STO1, STO2) tiene dos circuitos, en donde el dispositivo (60) de conmutación está configurado para conmutar las entradas de control bipolar (I1 - I6) de los optoacopladores de los circuitos de excitación (O1 - O6) simultáneamente a un estado sin tensión y/o sin corriente, de modo independiente, tanto a través del primer circuito (STO1) como a través del segundo circuito (STO2).
3. Accionamiento eléctrico de acuerdo con la reivindicación 1 o 2,
35 caracterizado porque
el dispositivo (14, 15) de interfaz presenta una primera interfaz (14) y una segunda interfaz (15) para recibir una primera señal de seguridad (STO1) y una segunda señal de seguridad (STO2) que es redundante con la primera señal de seguridad (STO1) del controlador (300) de seguridad del robot, en donde, mediante la primera señal de seguridad (STO1), se acciona un primer interruptor (61) del dispositivo (60) de conmutación para separar los diodos (D1 - D6) de los optoacopladores (O1-O6) de tierra (0V) y en donde, mediante la segunda señal de seguridad (STO2), se acciona un segundo interruptor (62) del dispositivo (60) de conmutación para separar la electrónica (40) de control de los optoacopladores (O1 - O6) de la tensión de alimentación (VV).
40
4. Accionamiento eléctrico de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3,
caracterizado porque
45 el dispositivo (60) de conmutación está configurado para conmutar las entradas de control bipolar (I1 - I6) de los optoacopladores de los circuitos de excitación (O1 - O6) de todos los interruptores de potencia (T1 - T6) simultáneamente sin tensión y/o sin corriente aplicadas cuando la señal de seguridad (STO1, STO2) está en un estado sin corriente aplicada o en un estado sin tensión aplicada en relación con un potencial de referencia fijo.
5. Accionamiento eléctrico de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4,
50 caracterizado porque

el motor (21) de campo giratorio alimentado por el inversor (10) es un motor síncrono de excitación permanente.

6. Accionamiento eléctrico de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5,

caracterizado porque

se prevé una memoria (24) de datos acoplada estructuralmente al motor (21) de campo giratorio y accesible electrónicamente, en donde la electrónica (40) de control del inversor (10) y/o el controlador (300) de seguridad y/o el controlador (200) funcional está configurado para leer la memoria (24) de datos tan pronto como el motor (21) de campo giratorio esté listo para funcionar conectado al inversor (10), en donde la electrónica (40) de control del inversor (10) y/o el controlador (300) de seguridad y/o el controlador (200) funcional está configurado para derivar la idoneidad del motor (21) de campo giratorio en combinación con el inversor (10) para frenar un cortocircuito sin daños a partir de la información almacenada en la memoria (24) de datos.

7. Accionamiento eléctrico de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6,

caracterizado porque

se prevé un codificador (23) de ángulo rotativo acoplado estructuralmente al motor (21) de campo giratorio para la detección sensorial del cambio de ángulo absoluto y/o relativo de un eje (25) de motor del motor (21) de campo giratorio, que está conectado a través de una conexión (80) de comunicación con la electrónica (40) de control del inversor (10) y/o con el controlador (300) de seguridad y/o con el controlador (200) funcional para determinar una posición real de un eje de motor del motor (21) de campo giratorio y/o un eje de robot del robot, en donde la memoria (24) de datos accesible electrónicamente se combina estructuralmente y en términos de señalización con el codificador (23) de ángulo rotativo.

8. Robot industrial con accionamiento (100) eléctrico de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7.

9. Procedimiento para operar un accionamiento (100) eléctrico para un robot industrial, en particular un accionamiento (100) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, en donde el accionamiento (100) presenta un inversor (10) con un primer medio puente (11) y un segundo medio puente (12) para generar un voltaje de campo giratorio desde un circuito intermedio de tensión continua, una electrónica (40) de control para generar señales de control (S1 - S6) para controlar todos los interruptores de potencia (T1, T3, T5) del primer medio puente (11) y todos los interruptores de potencia (T2, T4, T6) del segundo medio puente (12), así como un motor (21) de campo giratorio alimentado por el inversor (10) a través de un circuito (33) eléctrico de motor, en donde el inversor (10) presenta un primer dispositivo (13) de conexión para proporcionar señales de control (A) para influir en el modo de funcionamiento del accionamiento (100) por un controlador (200) funcional del robot y un dispositivo (14, 15) de interfaz para alimentar al menos una señal de seguridad (STO1, STO2) para la desconexión forzada de la tensión del campo giratorio mediante un controlador (300) de seguridad del robot, en donde a cada interruptor de potencia (T1 - T6) se le asigna un circuito de excitación (O1 - O6) con un optoacoplador, cuyo optoacoplador forma una entrada de control separada bipolar (I1 - I6) aislada galvánicamente del circuito (33) eléctrico del motor para el interruptor de potencia respectivo (T1 - T6),

en donde el respectivo circuito de excitación (O1, O3, O5) para los interruptores de potencia (T1, T3, T5) del primer medio puente (11) cambia el interruptor de potencia (T1, T3, T5) asignado al circuito de excitación (O1, O3, O5) a un estado no conductor en caso de ausencia de tensión o ausencia de corriente de la entrada de control bipolar (I1, I3, I5) del optoacoplador asignado al circuito de excitación (O1, O3, O5) respectivo,

caracterizado porque

el circuito de excitación respectivo (O2, O4, O6) para los interruptores de potencia (T2, T4, T6) del segundo medio puente (12) cambia el interruptor de potencia (T2, T4, T6) asignado al circuito de excitación (O2, O4, O6) a un estado conductor en caso de ausencia de tensión o ausencia de corriente de la entrada de control bipolar (I2, I4, I6) del optoacoplador asignado al circuito de excitación (O2, O4, O6) respectivo, y

porque con la señal de seguridad (STO1, STO2) para el apagado forzado de la tensión del campo giratorio, las entradas de control bipolar (I1 - I6) de los optoacopladores de los circuitos de excitación (O1 - O6) para todos los interruptores de potencia (T1 - T6) del inversor (10) se conmutan simultáneamente sin tensión y/o sin corriente.

10. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 9,

caracterizado porque

el accionamiento (100) eléctrico presenta un freno (22) mecánico para aplicar un par de frenado al eje (25) de motor del motor (21) de campo giratorio y porque el freno (22) mecánico se activa simultáneamente con la activación de la señal de seguridad (STO1, STO2) para una parada segura.

11. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 10,

caracterizado porque

- el controlador (300) de seguridad supervisa el movimiento del robot con respecto a límites definidos para posiciones, velocidades y/o aceleraciones, teniendo en cuenta una distancia máxima de frenado dependiente de la velocidad y conecta la señal de seguridad (STO1, STO2) cuando se sobrepasa una velocidad máxima admisible determinada para el respectivo estado de movimiento del robot y/o cuando no se alcanza una distancia mínima que debe mantenerse para una velocidad actual para una limitación de posición, en donde la suma del par de frenado garantizado aplicado por el freno (22) mecánico y del par de frenado garantizado aplicado por el motor (21) de campo giratorio cortocircuitado se tiene en cuenta al determinar o comprobar la distancia máxima de frenado dependiente de la velocidad.
- 5
12. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 9 a 11,
- 10 caracterizado porque
- se comprueba la idoneidad de un tipo específico de motor (21) de campo giratorio en combinación con un tipo específico de inversor (10) para realizar un frenado por cortocircuito sin daños en condiciones de funcionamiento especificadas en un entorno experimental y se almacena información para ello en una memoria (24) de datos legible electrónicamente, acoplada estructuralmente con un motor (21) de campo giratorio del tipo probado con éxito, en
- 15 donde la idoneidad y preferiblemente las condiciones de funcionamiento especificadas se pueden derivar de la información almacenada, de modo que, durante la operación con un robot, la información de la memoria (23) de datos puede ser leída por la electrónica (40) de control del inversor (10) y/o por el controlador (300) de seguridad y/o por el controlador (200) funcional y comparada con el tipo de inversor (10) utilizado, impidiendo el movimiento del robot hasta que se determine un resultado positivo de la prueba.
- 20 13. Producto de programa informático que hace que el procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 9 a 12 se lleve a cabo en un dispositivo controlado por programa.

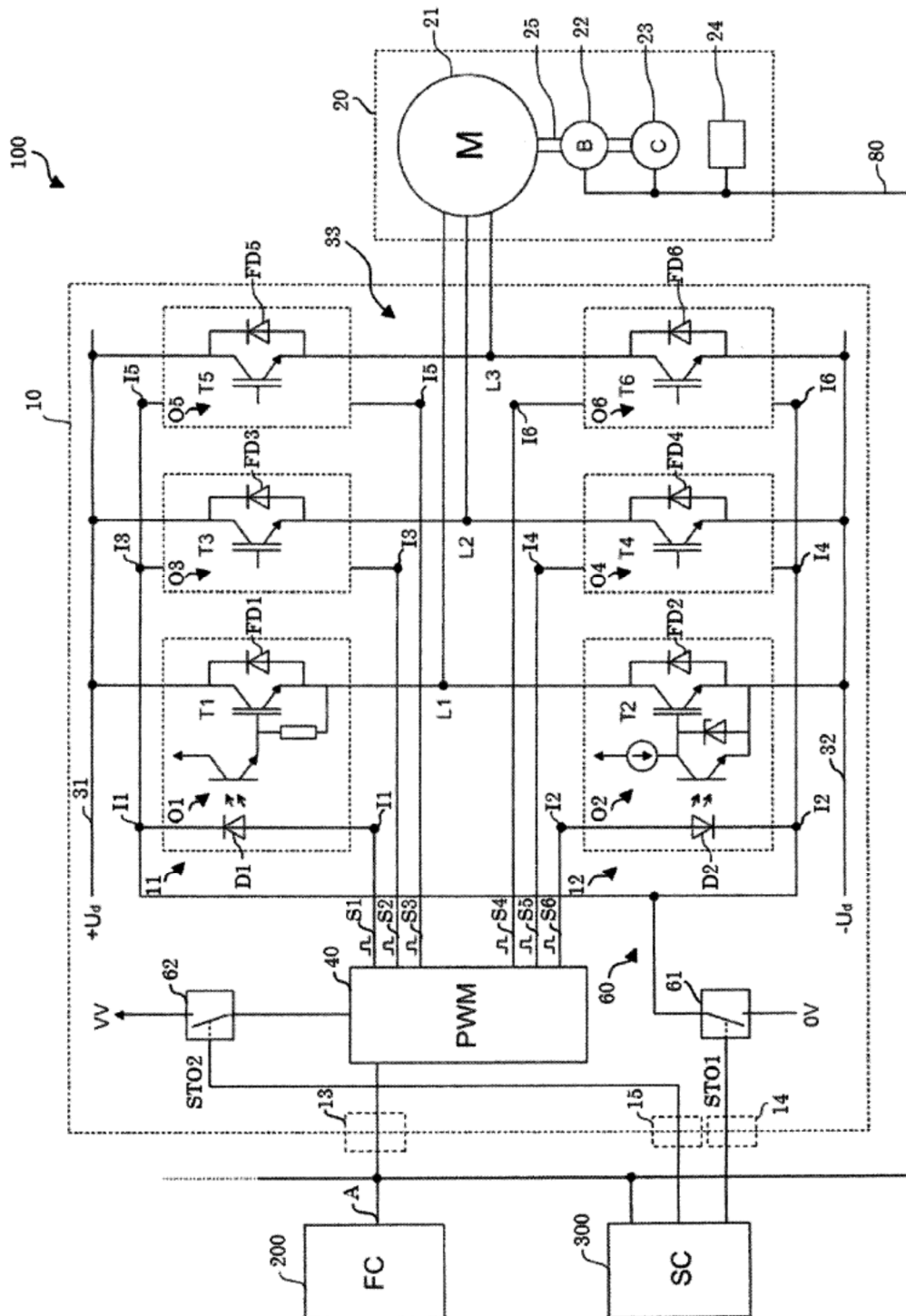


Fig. 1

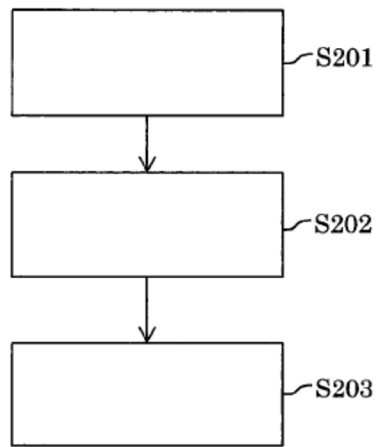


Fig. 2

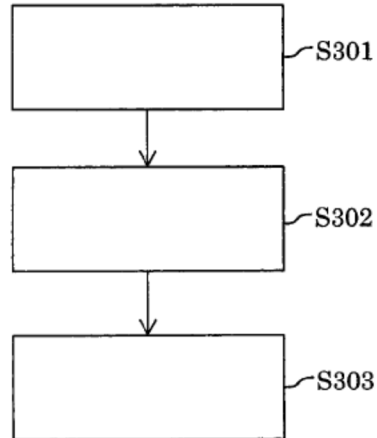


Fig. 3