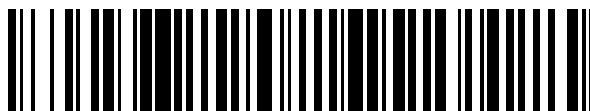


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 787 020**

51 Int. Cl.:

B25J 19/00 (2006.01)

B25J 9/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.02.2017 PCT/EP2017/054656**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.09.2017 WO17148952**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.02.2017 E 17708212 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.03.2020 EP 3423242**

54 Título: **Procedimiento para monitorizar una línea de suministro de un robot industrial y un dispositivo de control**

30 Prioridad:
03.03.2016 DE 102016203552

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
14.10.2020

73 Titular/es:
**KUKA DEUTSCHLAND GMBH (100.0%)
Zugspitzstraße 140
86165 Augsburg, DE**

72 Inventor/es:
LORENZ, MARCO

74 Agente/Representante:
GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 787 020 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 para monitorizar una línea de suministro de un robot industrial y un dispositivo de control

5 La invención se refiere a un procedimiento para monitorizar una línea de suministro de un robot industrial, que tiene una o más líneas guiadas en un conducto protector, para detectar daños por desgaste en el conducto protector. La invención también se refiere a un dispositivo de control, en particular de un robot industrial, que está configurado y diseñado para llevar a cabo el procedimiento.

10 Es conocido a partir del documento DE 10 2006 056 235 A1 un dispositivo de protección de cables para sistemas de suministro de energía de robots, con un conducto protector de cables que tiene al menos una revestimiento exterior flexible. En este es descrito al menos un medio de detección para permitir el reconocimiento automático de un daño en el revestimiento exterior. El medio de detección comprende, por ejemplo, un sensor de presión para detectar una presión interna del conducto protector del cable. El conducto protector del cable puede tener una interfaz para conectar los medios de detección a una unidad de control de un robot que comprende el conducto protector del cable. El revestimiento exterior es verificado regularmente para detectar si está dañado con la ayuda de los medios de detección y si ha ocurrido un daño es generada al menos una señal de daño. Sin embargo, la presión interna dentro del conducto protector del cable siempre debe ser desviada de la presión atmosférica durante la operación sin daños. La presión interna constante requerida para este fin debe ser generada continuamente mediante una bomba en el conducto protector del cable.

20 El objeto de la invención es proporcionar un procedimiento para monitorizar una línea de suministro de un robot industrial con el que un conducto protector de la línea de suministro puede ser revisado para detectar daños de desgaste de una manera simple y confiable.

El objeto de la invención es logrado con un procedimiento para monitorizar una línea de suministro de un robot industrial, que tiene una o más líneas guiadas en una conducto protector, para detectar daños por desgaste del conducto protector, que comprende las etapas de:

- Generar un primer impulso de presión de fluido dentro del conducto protector,
- 25 • Registrar posteriormente la presión del fluido dentro del conducto protector durante un primer período de tiempo especificado como una primera curva de presión del fluido,
- Almacenar en la memoria la primera curva de presión del fluido,
- Generar un segundo impulso de presión de fluido dentro del conducto protector,
- 30 • Registrar posteriormente la presión del fluido dentro del conducto protector durante un segundo período de tiempo especificado como una segunda curva de presión del fluido,
- Comparar la segunda curva de presión del fluido con la primera curva de presión del fluido almacenada,
- Emitir una advertencia de desgaste si una diferencia entre la segunda curva de presión del fluido y la primera curva de presión del fluido, determinada por comparación, supera una diferencia de tolerancia máxima especificada.

35 Un robot industrial comprende generalmente un brazo robótico y un controlador de robot programable (dispositivo de control), que durante la operación controla o regula las secuencias de movimiento del robot industrial moviendo uno o más articulaciones de ajuste automático (ejes de robot) por medio de accionamientos o motores eléctricos, en las que el controlador de robot puede controlar o regular los accionamientos automáticamente o en un modo manual de acuerdo con un programa de robot. El controlador del robot sirve así para ajustar las articulaciones del brazo del robot controlando los accionamientos del brazo del robot, por lo que los miembros del brazo del robot son movidos. Dos extremidades adyacentes del brazo del robot pueden estar conectadas entre sí por una sola articulación, que representa el eje respectivo que es movido por un accionamiento asignado.

45 En particular, se entiende por línea de suministro una línea de energía y/o un suministro de energía que puede tener una o más líneas individuales, tal como líneas eléctricas, tuberías de agua fría y/o caliente, tuberías de fluido y/o de presión a herramientas que están embridadas al robot. La línea de suministro, en particular la línea de energía y/o el sistema de suministro de energía, puede ser agrupada en filamentos individuales o en haces de cables y, en particular, puede estar revestida con uno o más conductos protectores flexibles, tal como mangueras corrugadas.

50 Una sección de la línea de suministro puede ser almacenada en un acumulador de línea de tal manera que la sección pueda ser sacada del acumulador de línea y empujada nuevamente o extraída nuevamente para poder extender o acortar la longitud de la línea de suministro disponible libremente en el brazo del robot. El acumulador de línea puede estar ubicado en particular en el brazo de la base. Este tipo de acumulador de línea también es conocido como un dispositivo de suministro de energía para los robots industriales y es descrito con más detalle, por ejemplo, en el documento EP 2 244 867 B1.

Los procedimientos anteriores para monitorizar una línea de suministro de un robot industrial para detectar daños por desgaste en el conducto protector, que usan un sensor de presión para detectar una presión interna del conducto protector, operan sobre el principio de monitorizar la hermeticidad a la presión del conducto protector. Esto significa que no solo la revestimiento del conducto protector en sí debe ser hermético a la presión, es decir, impermeable al aire, sino que también los extremos del conducto protector del que salen las líneas individuales o los haces de líneas del conducto protector deben estar diseñados para ser herméticos a la presión, es decir, impermeables al aire, solo así puede ser mantenida una sobrepresión constante dentro del conducto protector, lo que es una indicación de la integridad, es decir, de la ausencia de daños en el conducto protector. Esto requiere una construcción elaborada de la línea de suministro en lo que respecta a su estanqueidad y conlleva un alto riesgo de que durante la operación de la línea de suministro en el robot industrial ocurran fugas que no están basadas en el daño del conducto protector y que, por lo tanto, indiquen erróneamente que hay una fuga aunque en realidad no la haya.

Por lo tanto, de acuerdo con la invención, es propuesto que, con el fin de monitorizar la línea de suministro para detectar daños por desgaste en el conducto protector, sean generados uno y en particular diversos picos de presión de fluidos dentro del conducto protector a intervalos de tiempo y solo estos picos de presión de fluidos sean registrados y comparados con al menos una curva de presión de fluidos anterior para obtener una respuesta sobre los daños en el conducto protector. Esto tiene la ventaja de que la línea de suministro, especialmente el conducto protector, no tiene que ser necesariamente hermética a la presión. Por ejemplo, una pérdida de presión relacionada con el diseño en los extremos del conducto protector del que salen las líneas de la línea de suministro puede ser tenida en consideración sin que esta pérdida de presión relacionada con el diseño provoque la emisión de una advertencia de desgaste. Como resultado, la línea de suministro puede ser fabricada más fácilmente y a un costo menor. Además, esto reduce la aparición de falsas advertencias de desgaste.

La generación de un primer impulso de presión del fluido dentro del conducto protector y el posterior registro de la presión del fluido dentro del conducto protector durante un primer período de tiempo especificado como una primera curva de presión del fluido puede, por ejemplo, ser llevada a cabo en la fábrica o durante la puesta en marcha de la línea de suministro, en particular del robot industrial, si es conocido el diseño correcto y sin desgaste de la línea de suministro y en particular del conducto protector. La primera curva de presión del fluido puede ser almacenada como una curva de presión de referencia. En particular, los datos pueden ser almacenados en un medio de almacenamiento no volátil dentro del controlador del robot industrial y/o dispositivo de prueba. Es proporcionado preferentemente que el primer impulso de la presión del fluido sea aplicado a la línea de suministro en una pose predeterminada o predefinida del robot industrial, que es almacenada en particular junto con la primera curva de presión del fluido. En particular, la longitud de la línea de suministro, que está en el depósito de la línea, está predefinida o predeterminada.

De forma alternativa o adicional, pueden ser realizadas mediciones repetidas durante la operación de la línea de suministro, en particular del robot industrial, por ejemplo a intervalos especificados, para registrar la curva de presión de fluido actual dentro del conducto protector cuando haya sido realizado un nuevo impulso de la presión de fluido. En lugar de realizar una comparación con la primera curva de presión del fluido, en particular con la curva de presión de referencia, una segunda curva de presión del fluido también puede ser comparada con una tercera curva de presión del fluido u otra curva de presión del fluido. De esta manera, también puede ser detectado un cambio gradual en la curva de presión del fluido en el conducto protector y puede ser concluido un desgaste gradual del conducto protector. Este puede ser, por ejemplo, un agujero en la pared de la camisa del conducto protector que es ensanchado gradualmente debido a los roces. Preferentemente, las sobretensiones de presión de fluidos adicionales medidas (segunda, tercera, cuarta, etc.) también pueden ser almacenadas en un medio de almacenamiento no volátil dentro del controlador del robot industrial y/o dispositivo de prueba. Es preferente que la aplicación de un impulso de presión de fluido adicional a la línea de suministro tenga lugar en una pose predeterminada o predefinida del robot industrial, preferentemente la misma pose en la que fue medido el primer impulso de presión de fluido, en la que esta pose en particular sea almacenada junto con la curva de presión de fluido adicional. En particular, la longitud de la línea de suministro, que está situada en el almacenamiento de la línea, está predefinida o predeterminada, en particular idéntica a la longitud de la línea de suministro del primer impulso de presión de fluido.

La detección del impulso de la presión del fluido, en particular la medición de la presión interna en la conducto protector, puede comenzar poco antes de que sea desencadenado un impulso de la presión del fluido o puede comenzar simultáneamente con el desencadenamiento de un impulso de la presión del fluido y ser llevado a cabo durante un período de tiempo predeterminado a partir del momento del impulso de la presión del fluido.

La diferencia de tolerancia tiene en consideración las fluctuaciones de presión que pueden ocurrir, por ejemplo, debido a cambios de temperatura en el ambiente, debido a movimientos de la línea de suministro durante el control del robot industrial y/o como resultado de inexactitudes de medición. Estas (leves) fluctuaciones de presión no significan todavía un daño al conducto protector y no deben aún desencadenar una advertencia de desgaste. La diferencia de tolerancia es un valor especificado, que puede ser determinado empíricamente, por ejemplo, y por lo tanto forma un valor umbral que debe ser alcanzado primero, antes de que sea disparada una advertencia de desgaste.

El primer impulso de la presión del fluido y el segundo impulso de la presión del fluido pueden ser generados inyectando aire o gas comprimido por la presión ambiente de la línea de suministro en el conducto protector. En general, los procedimientos de acuerdo con la invención pueden ser realizados con cualquier fluido, ya sea gaseoso o líquido. En este caso, sin embargo, debe ser proporcionado normalmente un suministro de este fluido, por ejemplo,

en un tanque de almacenamiento. El uso del aire tiene la ventaja de que el aire no tiene que ser suministrado desde un tanque de almacenamiento, sino que puede ser tomado directamente del medio ambiente, por ejemplo, por succión.

5 La inyección de aire o gas comprimido por encima de la presión ambiente de la línea de suministro en el tubo protector puede ser llevada a cabo haciendo pasar aire comprimido o gas comprimido por un generador de presión a través de una línea de fluido al interior del tubo protector mediante una válvula de operación automática que es abierta brevemente para generar el primer impulso de la presión del fluido y el segundo impulso de la presión del fluido.

10 De este modo, la invención puede comprender una línea de suministro o comprender un robot industrial con una línea de suministro que tiene un generador de presión, en particular una bomba, que está conectada al interior del conducto protector mediante una línea de presión, y la línea de suministro tiene además un medio de detección, en particular un sensor, tal como un sensor de presión, que está diseñado y dispuesto para detectar la presión interna en el conducto protector.

15 La línea de suministro puede estar conectada a un dispositivo de control y/o el robot industrial puede tener un dispositivo de control dispuesto para generar un primer impulso de presión de fluido dentro del conducto protector, para luego detectar y almacenar la presión del fluido dentro del conducto protector durante un primer período de tiempo predeterminado como una primera curva de presión de fluido, para generar un segundo impulso de presión de fluido dentro del conducto protector, después, registrar la presión del fluido dentro del conducto protector como una segunda forma de onda de presión del fluido durante un segundo período de tiempo predeterminado, y comparar la segunda forma de onda de presión del fluido con la primera forma de onda de presión del fluido almacenada y emitir una advertencia de desgaste si una diferencia entre la segunda forma de onda de presión del fluido y la primera forma de onda de presión del fluido, de acuerdo con lo determinado por la comparación, supera una diferencia de tolerancia máxima predeterminada.

20 La segunda curva de presión del fluido puede ser comparada con la primera curva de presión del fluido almacenada, en la que una caída de presión en la segunda curva de presión del fluido que ocurre después de alcanzar un máximo de presión es comparada con una caída de presión en la primera curva de presión del fluido que ocurre después de alcanzar un máximo de presión.

25 Las líneas individuales de la línea de suministro son mantenidas generalmente, en particular debido a un alivio de tensión requerido, por una denominada abrazadera estrella, abrazadera de cable, y están conectadas al conducto protector de una manera de bloqueo de fuerza. De esta manera, el conducto protector forma un volumen casi, pero no completamente, sellado. Una línea de presión de fluido puede ser conducida al conducto protector, que tiene un extremo abierto dentro del conducto protector. Por ejemplo, una válvula neumática puede abrir y cerrar la línea de presión del fluido automáticamente. Además, al menos un sensor de presión está asignado a la línea de suministro. La línea de suministro puede tener el sensor de presión, en particular el sensor de presión puede estar dispuesto dentro del conducto protector. El sensor de presión también puede estar dispuesto fuera de la línea de suministro, en particular fuera del conducto protector, en particular por separado de la línea de suministro. En este caso, el sensor de presión puede estar dispuesto en una línea separada, en particular en un conducto separado, que está conectado al interior del conducto protector. El sensor de presión separado puede estar conectado neumáticamente al interior del conducto protector a través de la línea o conducto separado.

30 La unidad de válvula, por ejemplo la válvula neumática, puede ser montada en cualquier lugar fuera del conducto protector y está conectada al conducto protector del sistema de suministro de energía por la línea de presión del fluido, que puede ser un simple conducto de aire. A través de la línea de presión del fluido, especialmente a través del conducto de aire, puede ser aplicada presión al conducto protector durante un corto período de tiempo, especialmente de manera similar a un choque. Dado que el sistema no tiene que ser necesariamente hermético a la presión, la presión dentro del conducto protector cae nuevamente más o menos rápidamente. Durante este tiempo la curva de presión puede ser medida y registrada. Esto, es decir, el tiempo y el curso de la reducción de la presión, puede ser almacenado como una curva de referencia, especialmente en el caso de las líneas de suministro recientemente instaladas, es decir, los sistemas de suministro de energía recientemente instalados.

35 Si el conducto protector ya tiene un agujero debido al desgaste, el comportamiento del tiempo para reducir la presión cambia significativamente. Esto significa que puede ser enviada automáticamente una advertencia de desgaste al sistema de control, y en particular a un ordenador central, que proporciona información de que la línea de suministro, es decir, el sistema de suministro de energía, tiene un defecto.

40 Desde el conducto protector defectuoso hasta el fallo del suministro de energía, es decir, un defecto en los cables individuales, se dispone de cierto tiempo para la intervención y/o reparación. Este tiempo puede ser usado para llevar a cabo una reparación planificada del conducto protector o para sustituir toda la línea de suministro, es decir, todo el sistema de suministro de energía. El procedimiento de acuerdo con la invención aumenta significativamente la fiabilidad de la producción del sistema, y, por lo tanto, de una línea de producción completa.

45 La comparación de la segunda curva de presión del fluido puede ser comparada con la primera curva de presión del fluido almacenada, en la que el máximo de presión de la segunda curva de presión del fluido es comparado con el máximo de presión de la primera curva de presión del fluido.

- 5 En general, el conducto protector puede ser presurizado en primer lugar con aire comprimido para generar una sobrepresión constante dentro del conducto protector, en el que el aire comprimido es desconectado y un registro es iniciado, en particular es medida la presión dentro del conducto protector. La curva de caída del aire comprimido es entonces una indicación de un conducto protector no dañado o dañado. Si el conducto protector está dañado, cabe esperar que el exceso de presión sea reducido por la fuga del conducto protector.
- Alternativamente, solo puede ser introducido un impulso de presión en el conducto protector. En particular, el choque de presión solo puede ser breve. Tal impulso de presión puede ser una medida de la intensidad de la onda de presión, que también puede ser usada para la comparación.
- 10 A este respecto, también puede ser llevado a cabo el siguiente procedimiento, en el que es llevada a cabo la comparación de la segunda curva de presión del fluido con la primera curva de presión del fluido almacenada, en el que el máximo de presión de la segunda curva de presión del fluido es comparado con el máximo de presión de la primera curva de presión del fluido.
- 15 La unidad de válvulas, por ejemplo la válvula neumática o una válvula solenoide dispuesta en una línea de presión de fluido que conecta un generador de presión al interior del conducto protector, puede ser diseñada y configurada para crear una sobrepresión repentina dentro del conducto protector abriéndola brevemente y luego cerrándola nuevamente inmediatamente. Esa sobrepresión puede ser introducida en un primer punto del conducto protector, en particular, en un primer extremo de este.
- 20 Un medio de detección, en particular un sensor de presión, es colocado en otra segunda ubicación, en particular, en un segundo extremo del tubo protector. El medio de detección, en particular, el sensor de presión, está dispuesto así por separado, es decir, a distancia de la primera ubicación, para detectar la curva de presión del fluido en esta segunda ubicación. Cuando la válvula solenoide es accionada, por ejemplo, es generada una onda de presión dentro de conducto protector. Esta onda de presión puede ser detectada por el sensor. Si el conducto es defectuoso, la onda de presión es muy débil.
- La amplitud de la onda de presión puede ser evaluada como un criterio para la condición del conducto protector.
- 25 Una ventaja puede ser que el conducto protector no tiene que estar completamente sellado. Por consiguiente, está basado únicamente en el principio de la formación de una onda de presión en un tubo cerrado.
- 30 La generación del primer impulso de presión del fluido y la generación del segundo impulso de presión del fluido pueden, por consiguiente, ser llevados a cabo en un primer punto de conexión del conducto protector, que forma un primer extremo de una sección de línea de la línea de suministro que debe ser monitorizada, y la detección de la presión del fluido dentro del conducto protector como una primera curva de presión del fluido y una segunda curva de presión del fluido pueden, por consiguiente, ser llevados a cabo en un segundo punto de conexión del conducto protector alejado del primer punto de conexión, que forma un segundo extremo de la sección de línea de la línea de suministro que debe ser monitorizada opuesta al primer extremo. Sin embargo, no es absolutamente necesario que la generación del respectivo impulso de presión del fluido y la detección de la presión del fluido respectiva dentro del conducto protector sea producida en los extremos opuestos del conducto protector. De este modo, en general, la generación del primer impulso de la presión del fluido y la generación del segundo impulso de la presión del fluido pueden ser realizados en un primer punto de conexión del conducto protector y la detección de la presión del fluido dentro del conducto protector puede ser realizada como una primera curva de presión del fluido y una segunda curva de presión del fluido en cualquier segundo punto de conexión del conducto protector.
- 35 El primer impulso de la presión del fluido y el segundo impulso de la presión del fluido pueden ser llevados a cabo con una duración de impulso de presión de al menos 0,1 a un máximo de 0,5 segundos.
- El registro de la presión del fluido dentro del conducto protector como una primera curva de presión del fluido y el registro de la presión del fluido dentro del conducto protector como una segunda curva de presión del fluido pueden ser llevados a cabo durante un período de 1,0 a 5,0 segundos en cada caso.
- 45 Puede ser emitida una advertencia de desgaste haciendo que un dispositivo de control realice automáticamente la comparación de la segunda curva de presión del fluido con la primera curva de presión del fluido, y en caso de que la comparación determine automáticamente por el dispositivo de control una diferencia entre la segunda curva de presión del fluido y la primera curva de presión del fluido que supere una diferencia máxima de tolerancia predeterminada, el dispositivo de control genera entonces automáticamente una señal indicativa de la advertencia de desgaste.
- 50 Todos los tipos de procedimientos descritos y desvelados pueden ser llevados a cabo en un conducto protector que es ensamblado con una o más líneas en una estructura a prueba de presión.
- Todos los tipos de procedimientos descritos y desvelados pueden ser realizados por el controlador del robot industrial. A este respecto, el controlador del robot industrial puede ser entrenado y equipado para llevar a cabo uno o más de los tipos de procedimientos descritos y desvelados.

El objeto de acuerdo con la invención también es logrado mediante un dispositivo de control, en particular un robot industrial, en el que el dispositivo de control está establecido y diseñado para llevar a cabo un procedimiento de acuerdo con una o más de las realizaciones descritas.

5 En los dibujos esquemáticos adjuntos son mostrados diferentes ejemplos de la invención. Los rasgos concretos de estos ejemplos pueden representar características generales de la invención, independientemente del contexto específico en el que sean mencionados o, si es necesario, considerados individualmente o en combinaciones diferentes a las mostradas.

Estos muestran:

- 10 Fig. 1 una vista en perspectiva de un robot industrial con un dispositivo de suministro de energía que comprende una línea de suministro extensible,
- Fig. 2 una representación esquemática de una sección de conducto supervisado de un conducto protector de ejemplo y un dispositivo de control con un generador de presión y un sensor de presión conectados,
- Fig. 3 un diagrama de una curva de presión de referencia de ejemplo y una curva de presión registrada de ejemplo con una comparación de los dos máximos de presión, y
- 15 Fig. 4 un diagrama de una curva de presión de referencia de ejemplo y una curva de presión registrada de ejemplo con una comparación de las dos curvas de caída de presión.

20 La Fig. 1 muestra un robot industrial 1, que tiene un brazo robótico 13 y un controlador de robot 6. En el caso de la presente realización de ejemplo, el brazo robótico 2 comprende varios miembros L1-L7 dispuestos en sucesión y conectados por medio de las articulaciones A1-A6. En particular, los miembros L1-L7 son un bastidor de base 2 y un carrusel 3 que pueden ser girados con respecto al bastidor de base 2 alrededor del eje vertical A1. Otros miembros del brazo robótico 2 en la presente realización de ejemplo son un balancín 4, un brazo de base 5, un antebrazo en forma de horquilla 7, un miembro de mano 8 y un miembro de brida 10. El miembro de brida 10 forma un dispositivo de fijación para sujetar un efector final que no es mostrado en detalle, por ejemplo, una herramienta o pinza. El balancín 5 está montado en el extremo inferior, por ejemplo, en un balancín no especificado que lleva la cabeza del carrusel 4, de modo que puede ser girado sobre un eje de rotación preferentemente horizontal A2. En el extremo superior del balancín 5, nuevamente el brazo base 5 está montado de forma giratoria alrededor de un eje preferentemente horizontal A3.

25 En el caso de la realización de ejemplo mostrada, el brazo robótico 13 está diseñado como un robot de brazo articulado, en el que los diversos miembros L1-L7 están dispuestos en sucesión en una cadena cinemática y dos miembros adyacentes L1-L7 están conectados entre sí de tal manera que pueden ser ajustados uno con respecto al otro por medio de una de las articulaciones A1-A6, en el que un miembro final proximal L1 forma el marco base 2, que está adaptado para fijar el robot de brazo articulado a una base, y un miembro final distal L7 forma el miembro de brida 10, que está adaptado para fijar una herramienta 9 a ser manejada por el robot de brazo articulado. Las articulaciones individuales A1-A6 son impulsadas cada una por uno de los motores M1-M6.

30 Un dispositivo de suministro de energía 12 está conectado al brazo base 5, que tiene un acumulador de línea 18 en el que es almacenada una sección de una línea de suministro 17. Una sección libre de la línea de suministro 17 es guiada a lo largo del exterior del brazo robótico 13. El extremo distal de la línea de suministro 17 está fijado mediante un soporte 14, por ejemplo, al miembro final L7, es decir, al miembro de la brida 10.

35 La línea de suministro 17 del robot industrial 1 está dirigida a lo largo de al menos dos de los varios miembros L1-L7 del brazo robótico 13 sobre al menos uno de los varios miembros A1-A6 y está dispuesta fuera del brazo robótico 13.

40 La Fig. 2 muestra una sección de conducto monitorizada 19a de un conducto protector de ejemplo 19 de la línea de suministro 17 y un dispositivo de control, el control del robot 6 con un generador de presión conectado 20 y un sensor de presión 21. Diversas líneas 22 corren en el interior del conducto protector 19. El conducto protector 19 está provisto con una estrella de sujeción 23a, 23b en ambos extremos. Las líneas 22, que pueden ser líneas simples, cables multipolares o haces de cables, por ejemplo, son conducidos fuera del conducto protector 19 o dentro del conducto protector 19 a través de las dos estrellas de sujeción 23a, 23b.

45 La inyección de aire o gas comprimido por encima de la presión ambiente de la línea de suministro 17 en el conducto protector 19 tiene lugar mediante el generador de presión 20 que alimenta aire o gas comprimido a través de una línea de fluido 24 al interior del conducto protector 19 mediante una válvula de operación automática 25, que es abierta brevemente mediante el controlador del robot 6 para generar el primer impulso de presión del fluido y el segundo impulso de presión del fluido.

50 La generación del primer impulso de presión del fluido y la generación del segundo impulso de presión del fluido tienen lugar, por ejemplo, en un primer punto de conexión del conducto protector 19, que forma un primer extremo de una sección de línea de la línea de suministro 17 a ser monitorizada (estrella de sujeción 23a) y la detección de la presión del fluido dentro del conducto protector 19 como una primera curva de presión del fluido y una segunda curva de

5 presión del fluido es llevada a cabo por medio del sensor de presión 21 en un segundo punto de conexión del conducto protector 19 alejado del primer punto de conexión, que forma un segundo extremo de la sección de línea de la línea de suministro 17 a ser monitorizada opuesta al primer extremo (estrella de sujeción 23b). En una variación que no es mostrada con más detalle, la generación del impulso de la presión del fluido respectiva y la detección de la presión del fluido respectiva también pueden tener lugar en otros puntos del conducto protector 19. En particular, el sensor de presión 21 puede estar dispuesto fuera del conducto protector 19 y conectado al interior del mismo a través de su propio conducto de conexión.

10 La Fig. 3 muestra esquemáticamente y de forma de ejemplo cómo es llevada a cabo la comparación de la segunda curva de presión del fluido 26.2 con la primera curva de presión del fluido almacenada 26.1, en la que es comparada la presión máxima de la segunda curva de presión del fluido 26.2 con la presión máxima de la primera curva de presión del fluido 26.1 (DAmess). Es mostrado un ejemplo en el que hay un defecto en el conducto protector y una advertencia de desgaste es generada y es emitida por el controlador del robot 6. La presión máxima de la segunda curva de presión del fluido 26.2 del conducto protector 19 defectuoso está claramente por debajo de la presión máxima de la primera curva de presión del fluido 26.1 (curva de presión de referencia) de un conducto protector 19 no dañado.

15 La Fig. 4 muestra esquemáticamente y de forma de ejemplo cómo es llevada a cabo la comparación de la segunda curva de presión del fluido con la primera curva de presión del fluido almacenada, en la que es comparada una caída de presión en la segunda curva de presión del fluido que es producida después de alcanzar un máximo de presión con una caída de presión en la primera curva de presión del fluido que es producida después de alcanzar un máximo de presión (dPmess). Es mostrado un ejemplo en el que es presentado un defecto en el conducto protector y una advertencia de desgaste es generada y es emitida por el controlador del robot 6. La caída de presión de la segunda curva de presión del fluido 26.2 del conducto protector 19 defectuosa es claramente inferior a la caída de presión de la primera curva de presión del fluido 26.1 (curva de presión de referencia) de un conducto protector 19 no dañado.

20

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para monitorizar una línea de suministro (17) de un robot industrial (1), que tiene una o más líneas (22) guiadas en un conducto protector (19), para detectar daños por desgaste en el conducto protector (19), que comprende las etapas de:
 - 5 - Generar un primer impulso de presión de fluido dentro del conducto protector (19),
 - Registrar posteriormente la presión del fluido dentro del conducto protector (19) durante un primer período de tiempo especificado como una primera curva de presión del fluido (26.1)
 - Almacenar en la memoria la primera curva de presión del fluido (26.1),
 - Generar un segundo impulso de presión de fluido dentro del conducto protector (19),
 - 10 - Registrar posteriormente la presión del fluido dentro del conducto protector (19) durante un segundo período de tiempo especificado como una segunda curva de presión del fluido (26.2),
 - Comparar la segunda curva de presión del fluido (26.2) con la primera curva de presión del fluido almacenada (26.1),
 - 15 - Emitir una advertencia de desgaste si una diferencia entre la segunda curva de presión del fluido (26.2) y la primera curva de presión del fluido (26.1) determinada por comparación supera una diferencia de tolerancia máxima especificada.
2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** la generación del primer impulso de presión del fluido y la generación del segundo impulso de presión del fluido son efectuadas mediante la inyección de aire comprimido o gas comprimido por encima de la presión ambiente de la línea de suministro (17) en el conducto protector (19).
- 20 3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizado porque** la inyección de aire comprimido o gas comprimido por encima de la presión ambiente de la línea de suministro (17) en el conducto protector (19) es efectuada haciendo pasar aire o comprimido gas comprimido por un generador de presión (20) a través de una línea de fluido (24) al interior del conducto protector (19), es decir, a través de una válvula de accionamiento automático (25) que es abierta brevemente para generar el primer impulso de la presión del fluido y el segundo impulso de la presión del fluido.
- 25 4. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** la comparación de la segunda curva de presión del fluido (26.2) con la primera curva de presión del fluido almacenada (26.1) es realizada comparando una caída de presión en la segunda curva de presión del fluido (26.2) que es producida después de alcanzar un máximo de presión con una caída de presión en la primera curva de presión del fluido (26.1) que es producida después de alcanzar un máximo de presión.
- 30 5. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** la comparación de la segunda curva de presión del fluido (26.2) con la primera curva de presión del fluido almacenada (26.1) es realizada comparando la presión máxima de la segunda curva de presión del fluido (26.2) con la presión máxima de la primera curva de presión del fluido (26.1).
- 35 6. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque** la generación del primer impulso de presión del fluido y la generación del segundo impulso de presión del fluido tiene lugar en un primer punto de conexión del conducto protector (19) que forma un primer extremo de una sección de línea de la línea de suministro (17) a ser monitorizada y la detección de la presión del fluido dentro del conducto protector (19) como una primera curva de presión del fluido (26.1) y la segunda curva de presión del fluido (26.2) en un segundo punto de conexión del conducto protector (19) alejado del primer punto de conexión, que forma un segundo extremo, opuesto al primero, de la sección de la línea de suministro (17) que ha de ser monitorizada.
- 40 7. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado porque** el primer impulso de presión del fluido y el segundo impulso de presión del fluido son llevados a cabo con una duración de impulso de presión de al menos 0,1 a un máximo de 0,5 segundos.
- 45 8. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado porque** la detección de la presión del fluido dentro del conducto protector (19) es llevada a cabo como una primera curva de presión del fluido y la detección de la presión del fluido dentro del tubo protector (19) es llevada a cabo como una segunda curva de presión del fluido, cada una en un período de tiempo de 1,0 a 5,0 segundos.
- 50 9. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado porque** la emisión de un aviso de desgaste es efectuada mediante la comparación de la segunda curva de presión del fluido (26.2) con la primera curva de presión del fluido (26.1) de forma automática por un dispositivo de control (6), y en el caso de que por la comparación por el dispositivo de control (6) sea determinada automáticamente una diferencia entre la

segunda curva de presión del fluido (26.2) y la primera curva de presión del fluido (26.1), que excede una diferencia de tolerancia máxima predeterminada, el dispositivo de control (6) genera entonces automáticamente una señal que caracteriza la advertencia de desgaste.

- 5
10. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 9, que es llevado a cabo en un conducto protector (19) que está ensamblado con una o más líneas (22) en una construcción estructuralmente hermética a la presión.
 11. Dispositivo de control, en particular un robot industrial, en el que el dispositivo de control está dispuesto y diseñado para llevar a cabo un procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10.

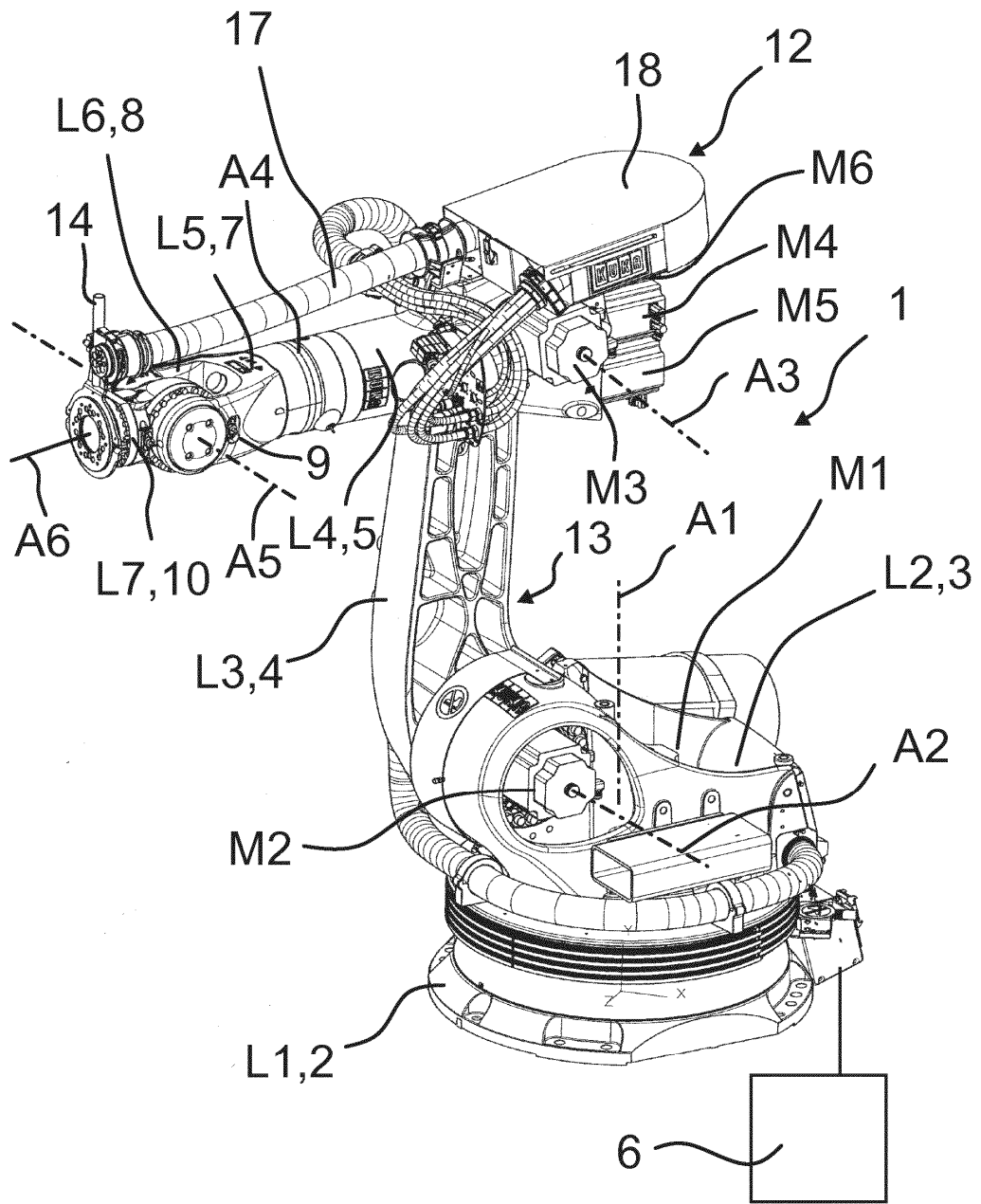


Fig. 1

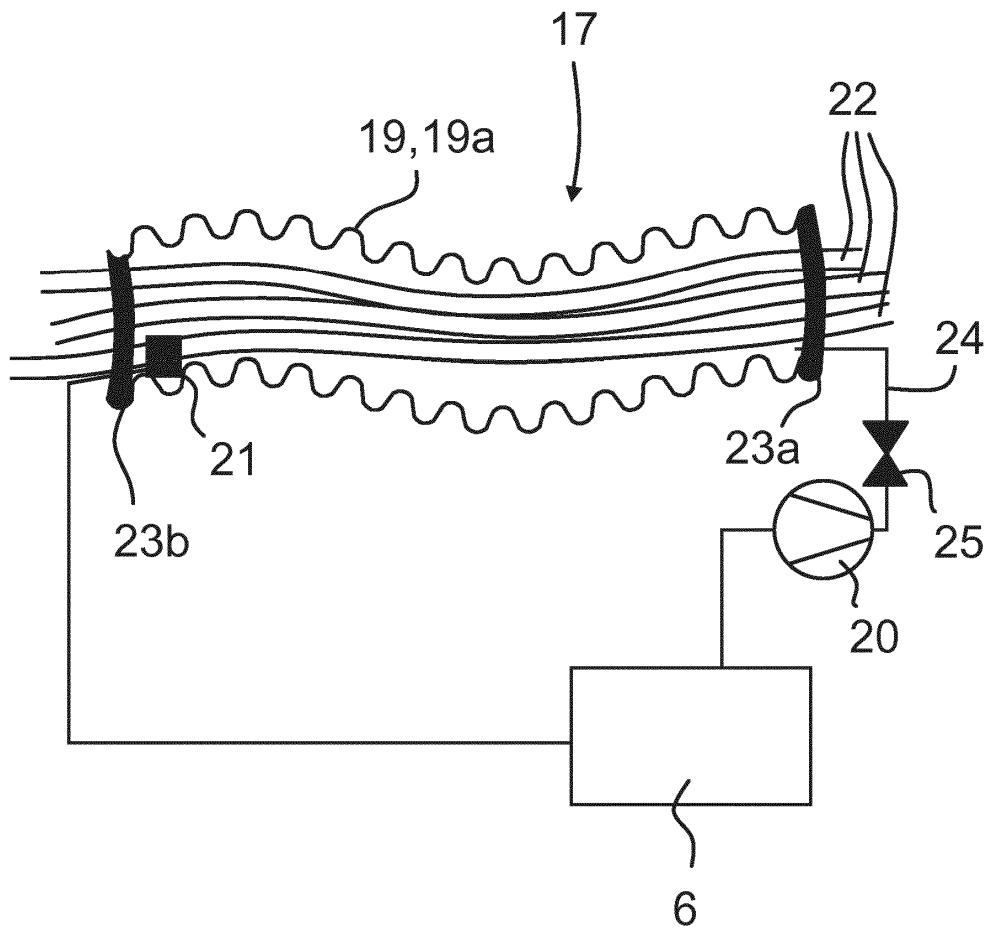


Fig. 2

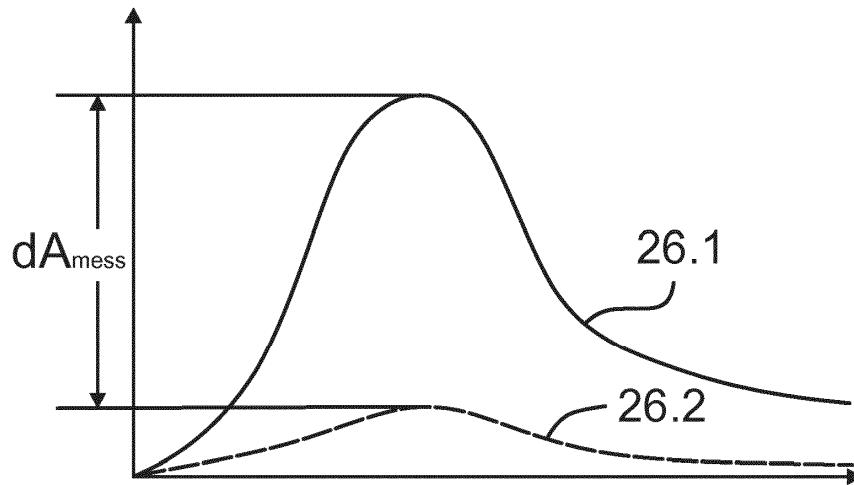


Fig. 3

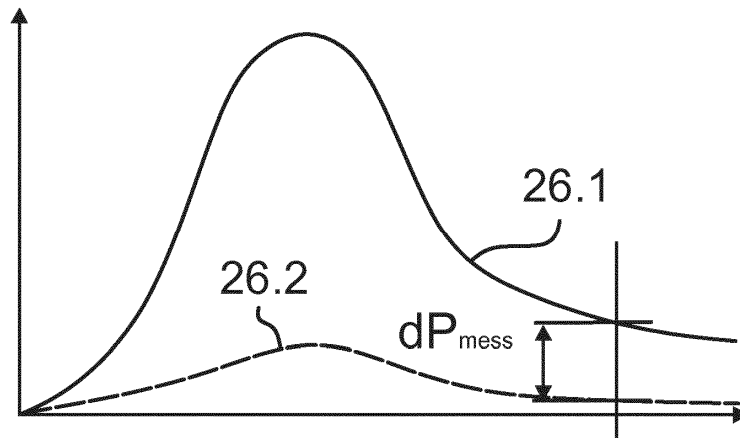


Fig. 4