

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 393 350**

51 Int. Cl.:

B25J 9/16

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05010718 .4**

96 Fecha de presentación: **18.05.2005**

97 Número de publicación de la solicitud: **1607192**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **21.12.2005**

54 Título: **Procedimiento y sistema para estimar el desgaste de ejes de un brazo de robot**

30 Prioridad:
15.06.2004 DE 102004028559

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
20.12.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
20.12.2012

73 Titular/es:
ABB AG (100.0%)
Kallstadter Str. 1
68309 Mannheim, DE

72 Inventor/es:
BADER, AXEL;
HANSEN, SVEN;
SCHMIDT, STEFFEN y
HENRICH, KIM

74 Agente/Representante:
UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 393 350 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 sistema para estimar el desgaste de ejes de un brazo de robot

5 La invención se refiere a un procedimiento y un sistema para estimar el desgaste de ejes de un brazo de robot de un robot industrial.

De forma general se conocen procedimientos para estimar el desgaste de ejes de robots industriales que se basan en una medición mecánica del juego del eje y que basándose en los valores medidos estiman el desgaste de un eje.
10 La estimación la efectúa, por lo general, el personal de explotación o asistencia técnica que, basándose en valores de su experiencia durante su trabajo con robots pueden interpretar los valores medidos de modo que por un lado se comprueba el estado de desgaste, por otro lado se puede emitir un juicio sobre si y qué medidas se tienen que llevar a cabo en los ejes del robot.

15 Por el documento US 2003/0042861 A1 se conoce un sistema y un procedimiento para predecir fallos mecánicos en instalaciones de máquinas accionadas por motores de inducción. En particular se detecta la aparición de pequeñas averías mecánicas como variabilidades del par de accionamiento durante el funcionamiento de la instalación de máquinas. Esto es útil para la planificación temporal de los tiempos de parada y/o de los intervalos de mantenimiento de la instalación de máquinas en un momento temprano, antes de que las averías mecánicas deriven en la puesta
20 fuera de servicio de la instalación de máquinas.

Con este fin, la solución del documento US 2003/0042861 A1 prevé la detección remota de averías mecánicas, sirviendo el motor de accionamiento como herramienta de diagnóstico para predecir errores que se empiecen a dar y/o para detectar averías existentes en la instalación de máquinas.

25 El documento de Martin K F ET AL. "Condition monitoring machine tool drives via health indices", FAULT DETECTION, SUPERVISION AND SAFETY FOR TECHNICAL PROCESSES; [IFAC SYMPOSIA SERIES; 1992,6] OXFORD [U. A.]: PERGAMON PRESS, 1992, US, PÁGINA(S) 571-576, 1 de enero de 1992 (01-01-1992), XP008151872, ISBN: 978-0-08-041275-7 se refiere a un procedimiento y un sistema para determinar el desgaste de los ejes de máquinas herramienta. Este documento divulga la estrategia de derivar "índices de salud" en ejes de máquinas herramienta, que expresan una proporción entre los valores actuales y los nominales de la corriente de accionamiento y que representan una medida del desgaste actual de los ejes.

35 Partiendo de este estado de la técnica es un objetivo de la invención indicar un procedimiento y un sistema para determinar el desgaste de los ejes de un brazo de robot de un robot industrial con el que, de la forma más sencilla posible, se pueda determinar un desgaste.

Este objetivo se consigue gracias al procedimiento según la invención para determinar el desgaste de los ejes de un brazo de robot de un robot industrial con las características indicadas en la reivindicación 1. Además, este objetivo
40 se consigue con un sistema para determinar el desgaste de los ejes de un brazo de robot de un robot industrial con las características indicadas en la reivindicación 10.

Así, el procedimiento según la invención para determinar el desgaste de los ejes de un brazo de robot de un robot industrial presenta las siguientes etapas de procedimiento. Como base para un análisis se utiliza un curso de par en al menos un eje durante al menos un ciclo de trabajo del robot industrial. Se analiza el curso de par buscando tramos de curso de par que se salgan de una franja de par establecida previamente y mediante la evaluación de la frecuencia y/o del curso de curva de los tramos de curso de par se determina el desgaste actual del eje.
45

Una ventaja del procedimiento según la invención consiste en que solamente hace falta un curso de par del eje a considerar del robot industrial para estimar el desgaste del eje. A este respecto es de una importancia secundaria si este curso de par se está midiendo o si es una lectura de una medida anterior que se ha almacenado en una memoria de datos.
50

El procedimiento propuesto considera en particular un ciclo de trabajo o varios del robot industrial. Como ciclo de trabajo se puede elegir en principio cualquier tramo temporal durante una secuencia de movimiento del robot industrial. Sin embargo, es particularmente razonable elegir como ciclo de trabajo una secuencia de movimiento del robot industrial que el mismo repite continuamente, de modo que se incluyen todos los movimientos, todas las tareas y todas las cargas que se ejecutan durante un ciclo de repetición desde el principio de la ejecución de un tipo de tarea hasta el final de la ejecución del tipo de tarea. En ese ciclo de trabajo se registran entonces todas las tareas y cargas del robot industrial. La estimación del desgaste de los ejes correspondientes de un brazo del robot es correspondientemente precisa.
55
60

El análisis del curso de par buscando tramos de curso de par que se salgan de la franja de par establecida previamente así como la evaluación de la frecuencia y/o del curso de curva de los tramos de curso de par se realiza de forma automatizada según la invención. Así se prescinde de la interpretación necesaria hasta la fecha por personal de explotación o asistencia técnica especializado en ello. De esta forma, el conjunto de datos considerado
65

para el curso de par puede aumentarse y la precisión de la determinación del desgaste aumenta. En total, el procedimiento según la invención es, por tanto, más rápido y más preciso que los conocidos hasta la fecha.

5 Un perfeccionamiento ventajoso del procedimiento según la invención está caracterizado por que para la evaluación del desgaste del eje se toma la proporción entre un valor de par máximo y un valor de par promediado en un intervalo definido previamente dentro del ciclo de trabajo considerado.

10 En el análisis del curso de par se analizan en particular tramos concretos del curso de par, que presentan un par máximo, no siendo de importancia el sentido de giro del par. Los tramos del curso de par mencionados se comprueban por si presentan un máximo que supere una franja de par establecida previamente, de modo que aparezca una carga de par aumentada en comparación con la franja de par. Estos valores de par extremos o máximos son corresponsables de un desgaste elevado de los ejes y se consideran convenientemente en la evaluación. La proporción de valores de par máximos y valores promediados mencionada en la introducción se puede ajustar más con un factor de ponderación obtenido empíricamente.

15 Otra configuración del procedimiento según la invención está caracterizada por que para evaluar el desgaste del eje se toma al menos un curso de curva, en particular, la pendiente de la curva, inmediatamente antes y eventualmente después de un punto extremo partiendo del mismo hasta al menos el siguiente punto de inflexión del curso de par, de un tramo de curso de par.

20 En cuanto a la evaluación, esto significa que en particular los cursos de par de gran pendiente ascendente o descendente suponen una evaluación distinta del desgaste del eje que, por ejemplo, cursos de curva con una forma más plana. Esto se tendrá en cuenta, por ejemplo, mediante diferentes factores de evaluación en la fórmula de evaluación.

25 El objetivo planteado se consigue también mediante un sistema para determinar el desgaste de ejes de un brazo de robot de un robot industrial con un módulo de datos que contiene los datos de un curso de par en al menos un eje durante al menos un ciclo de trabajo del robot industrial, con un módulo de análisis con el que se pueden elegir tramos de curso de par del curso de par que se salen de una franja de par establecida previamente, y con un módulo de evaluación mediante el que se puede interpretar la frecuencia y/o el curso de curva de los tramos de curso de par como desgaste del eje, siendo posible un intercambio de datos entre el módulo de datos, el módulo de análisis y el módulo de evaluación.

35 En lo fundamental, el sistema para estimar el desgaste de ejes de un brazo de robot presenta tres módulos funcionales diferentes. El módulo funcional denominado módulo de datos contiene los datos del curso de par a considerar o de los cursos de par a considerar en el caso de que se consideren varios ejes. En el módulo de análisis se pueden seleccionar de la forma indicada datos concretos, que proporciona el módulo de datos. En particular, para los desgastes de eje a estimar entonces en el módulo de evaluación se tienen que tomar los tramos de curso de par que se salen de una franja de par establecida previamente, es decir, que comparativamente presentan grandes valores de par. La franja de par se define, por lo general, de tal manera que los límites de la franja corresponden con la carga de eje admisible del respectivo eje, que, por ejemplo, coinciden con las indicaciones límite de carga del fabricante del robot o que se adoptan con otros valores límite establecidos empíricamente.

45 En una variante fundamental ventajosa, el sistema según la invención para estimar el desgaste no necesita sensores adicionales de valor de medición u otros dispositivos de medición que no tuviera ya el robot. Por tanto, la estructura es comparativamente sencilla y también, debido a la automatización del sistema con respecto a la manipulación de los datos, el análisis y la evaluación de los datos, la estimación del desgaste se puede ejecutar de modo particularmente rápido y comparativamente preciso. En la variante fundamental descrita antes se extraen los datos necesarios de un control del robot.

50 Un perfeccionamiento del sistema según la invención se caracteriza por que al menos uno de los módulos está dispuesto en un control del robot.

55 Así, la complejidad material se simplifica adicionalmente. El control del robot, a saber, es un componente habitual del sistema de un robot, de modo que la implementación del módulo o módulos en el control del robot permite que el sistema resulte particularmente compacto.

60 Sin embargo, también resulta posible sin más que módulos particulares o incluso todos los módulos estén integrados en un aparato de valoración, en particular un ordenador de medición.

65 Así se obtiene la ventaja de que el sistema según la invención sea móvil y sea adecuado para el uso en varios robots industriales uno tras otro.

Además, para el sistema según la invención no importa si el curso de par se puede leer del control de robot como valores directos o indirectos.

5 En la lectura de valores directos del curso de par del control del robot se pueden consultar los valores de par momentáneamente actuales o también cualquiera de los almacenados. En este caso, el sistema según la invención puede detectar un valor de par o valores de par sin procesamiento adicional de datos. Valores indirectos se denominarán aquellos que están disponibles como valor de tensión sin escalar por el control de robot o que se proporcionen como señal de tensión analógica o de otro tipo y que todavía se tengan que interpretar o convertir primero como valor de par. Para ello, delante del sistema según la invención puede estar conectado un convertidor analógico-digital u otro módulo de transferencia.

10 En una configuración ventajosa del sistema según la invención, los módulos están configurados respectivamente como productos de programa informático.

Otras configuraciones ventajosas del objeto de la invención se pueden ver en el resto de reivindicaciones dependientes.

15 Basándose en los ejemplos de realización indicados en los dibujos se describirán y explicarán más en detalle la invención, sus ventajas y otras mejoras.

Muestran:

20 La figura 1, un ejemplo de una posibilidad de conexión de un sistema según la invención a un control de robot, La figura 2, la estructura de un sistema según la invención y La figura 3, la representación de cursos de par de diferentes ejes.

25 La figura 1 muestra el ejemplo de una posibilidad de conexión entre un control 10 de robot, que controla un robot 12, y un sistema 14 para estimar el desgaste. Una interfaz 16 entre el control 10 de robot y el primer sistema 14 está rodeada por un marco discontinuo y comprende un número de puntos de interfaz que se designan X5, X6, X7 y X8. La interfaz 16 esta prevista para la toma de dos señales de un eje de robot, pudiéndose concebir sin más que se consulten o que se extraigan una pluralidad de señales de diferentes ejes a través de la interfaz 16.

30 En el ejemplo elegido se representa el lado de la interfaz 16 en la que se encuentra tanto el robot 12 como su control 10, mediante la representación de los símbolos para el robot 12 y su control 10 de robot. En este lado de la interfaz 16, el punto X6 de conexión conecta una primera línea 18 de datos con un primer selector 20 de datos del control 10 de robot. De una forma comparable, el punto X5 de conexión está conectado con una segunda línea 22 de datos con un segundo selector 24 de datos. Mediante un elemento conmutador 26 se puede conectar la primera línea 18 de datos con una señal de una posición absoluta 11 del eje de robot o con una señal A2 de par del eje de robot. En el ejemplo elegido, el elemento conmutador 26 conecta la línea 18 de datos con la señal A1 de la posición absoluta del eje de robot.

40 A diferencia de esto, la segunda línea 22 de datos está conectada con la señal A2 de par para el eje de robot del robot 12. Los puntos X7 a X8 de conexión, que están asociados al punto de señal X5 o X6, están puestos a tierra/masa.

45 El ejemplo elegido muestra así la conexión de la interfaz 16 con datos del control 10 de robot, que sólo se refieren a un eje. Resulta concebible sin más que los datos de varios o de todos los ejes del robot 12 se conecten a una interfaz correspondiente y que se puedan medir también otras señales a través de la interfaz 16. La ventaja de esta conexión es que a cada valor de par se puede asociar una posición absoluta del eje, de modo que en un análisis de los valores de par se puede tener en cuenta también la posición absoluta del eje, por ejemplo, para discriminar si un valor de par grande se ha dado por una carga grande en el brazo de robot o por una posición extrema del eje del robot.

50 Con fines de ensayo sobre si las señales proporcionadas se han transmitido también sin errores a la interfaz 16, tanto el primer selector 20 como el segundo selector 24 de datos están conectados respectivamente con un dispositivo 30 de ensayo mediante una tercera línea 28 de datos.

55 La interfaz 16 está además conectada también con el sistema 14 para estimar el desgaste, en este caso, el ordenador 14 de medición, conexión que se indica mediante una primera flecha 32. Además, el ordenador 14 de medición está conectado a través de una cuarta línea 34 de datos con un servidor 36 así como el mismo por una quinta línea 38 de datos con un ordenador personal 40. En el ejemplo representado, el ordenador 14 de medición tiene la misión de interpretar los valores de tensión del eje del robot proporcionados analógicamente en la interfaz 16 como valores para un curso de par. Los valores transformados convenientemente por el ordenador 14 de medición relativos al curso de par se transmiten a través de la cuarta línea 34 de datos, el servidor 36 y la quinta línea 38 de datos hasta un dispositivo 40 de procesamiento de datos.

Con la disposición representada en esta figura, el procedimiento según la invención discurre como sigue.

65 Desde el control 10 del robot se proporcionan en el punto X6 de conexión a través de la primera línea 18 de datos las señales A1 de datos que han de evaluarse como posición absoluta del eje. De forma comparable, desde el

control 10 del robot se transmiten los valores A2 del par que se está aplicando en el eje del robot 12 a través de la segunda línea 22 de datos. Ambos valores A1, A2 los registra conjuntamente con una señal temporal el ordenador 14 de medición y en primer lugar se almacenan. El valor A1 de señal de la posición absoluta del primer eje del robot 12 no resulta necesario a la fuerza para el procedimiento según la invención, sin embargo, simplifica la interpretación de los valores A2 de medición del par para una configuración conveniente del procedimiento según la invención.

No resulta necesario tampoco que el ordenador 14 de medición almacene los datos recibidos. Estos se pueden procesar también inmediatamente, o sea, en línea, y transmitirse para que se representen los resultados al ordenador personal 40. Sin embargo, en este caso también resulta conveniente almacenar primero los valores A1, A2 de medición obtenidos y el valor del tiempo con fines de comparar o para cálculos comparativos posteriores, para así tener disponible también una copia de los datos originales.

De esta forma, todo el curso de par de un ciclo de trabajo completo del robot 12 se trasmite al ordenador personal 40. También este almacena en primer lugar el curso de par recibido del eje del robot. En el ejemplo elegido, el ciclo de trabajo del robot 12 en la primera etapa debe consistir en la aproximación a y el agarre de una pieza de trabajo. La segunda etapa está definida como el levantamiento de la pieza de trabajo con desplazamiento posterior de la misma a una posición final para la pieza de trabajo. Finalmente, la tercera etapa para el robot 12 consiste en soltar la pieza de trabajo y mover el brazo de robot de vuelta a su posición de partida, de modo que se pueda repetir el ciclo de trabajo que acaba de terminar.

El ciclo de trabajo definido por las etapas de trabajo se representa en primer lugar como curso de par en el dispositivo indicador del ordenador personal 40. Cada tramo de curso de par que se salga de una franja de par establecida previamente, es decir, que se salga de valores mínimos y máximos permitidos de la franja de par de este eje se define y se analiza como tal y se somete a una evaluación en una etapa posterior del procedimiento.

En una etapa de evaluación sencilla se toma sólo la frecuencia del abandono de la franja de par dentro de un tramo temporal determinado, predeterminado por el ciclo de trabajo, como referencia para la evaluación.

Otra posibilidad consiste en que para la evaluación se tome el curso de curva en un tramo de curso de par analizado. En total, a partir de la frecuencia y/o del curso de curva de los tramos de curso de par, eventualmente acompañados adicionalmente de un factor obtenido empíricamente, se estima el desgaste actual del eje basándose en este ciclo de trabajo. El desgaste de eje más sencillo que se puede determinar con el procedimiento según la invención es, por tanto, un desgaste de eje por ciclo de trabajo. Con el conocimiento a partir de datos de funcionamiento históricos del robot 12 de los ciclos de trabajo terminados hasta ahora del robot 12 según la invención se obtiene entonces también el estado de desgaste actual del robot 12 o del eje o ejes respectivo/s. Basándose en esta estimación se posibilita así además emitir un juicio relativo al intervalo temporal, con el que todavía puede seguir funcionando este eje de robot en el ciclo de trabajo definido en ese momento. Además se pueden hacer cálculos de recomendaciones de cómo se puede reducir la carga del eje del robot en un ciclo de trabajo y con ello también el desgaste. Para esto se toma también la señal 11 de posición.

La figura 2 muestra el ejemplo de un flujo de datos desde el control 10 de robot del robot 12 a través de una interfaz 42 TCP/IP mediante la que los datos se pueden suministrar del control 10 de robot a un servidor TCP/IP a través de una red 44. La red 44 TCP/IP une así un aparato 46 de valoración con el control 10 del robot. Este ejemplo muestra que el aparato 46 de valoración según la invención puede estar conectado con el control 10 de robot mediante la red 44. En el ejemplo elegido, esta es una red TCP/IP normalizada. Sin embargo, resulta igualmente concebible que la interfaz 42 se conecte a otras redes, por ejemplo, que la interfaz 42 sea una interfaz de Internet, de modo que la red 44 esté formada por Internet y que el aparato 46 de valoración, por tanto, pueda estar localizado en cualquier parte del mundo sin limitación local.

En el ejemplo, el sistema según la invención para estimar el desgaste de ejes de un brazo de robot de un robot industrial se materializa con todos sus módulos en el aparato 46 de valoración. El curso de par se transmite así de la interfaz 42 a través de la red 44 como los datos proporcionados por el control 10 de robot al aparato 46 de valoración. Allí, los datos obtenidos los recibe primero un acumulador 48 de datos y se retienen o eventualmente se almacenan como datos de par u otros datos, en particular, también en su secuencia temporal. De esta forma, a un módulo 50 de procesamiento le resulta posible interpretar los datos proporcionados por el acumulador 48 de datos como pares para una comparación de pares, para la detección de valor máximo y para la representación de los datos como curvas.

En otro módulo, un módulo 52 de evaluación, se evalúa la curva, el curso de la curva o aspectos concretos de la curva como desgaste, de modo que al final del procedimiento según la invención se hace un juicio sobre en qué medida está o estuvo expuesto un eje concreto del robot 12 a cargas anormales especiales o superaciones de cargas admisibles concretas y así en qué medida existe un correspondiente estado de desgaste. Estos datos junto con otros datos de la producción, del mantenimiento o del programa de movimientos del robot, como se indica en esta figura en el módulo 52 de movimientos, mejoran en conjunto la calidad del juicio relativo a la estimación del desgaste o del estado de los ejes particulares.

La figura 3 muestra la representación de cursos de par de tres ejes de robot diferentes. Se representan un primer 54, un segundo 56 y un tercer curso 58 de par en un eje 60 de tiempo, que indica el curso en el tiempo de las señales de par en segundos. El eje de ordenadas del gráfico está aplicado como eje 62 de par, normalizado a un valor máximo que se corresponde con un porcentaje de carga del 100%, de tal manera que los diferentes ejes del robot 12 se pueden representar también de forma comparable en un gráfico. Habitualmente, los diferentes ejes del robot 12 están concebidos de forma totalmente diferente según su estructura, su accionamiento, su potencia, su transmisión etc., de modo que una aplicación en valores absolutos sería posible, sin embargo, sería muy confusa y en cualquier caso supondría una representación poco conveniente. En los gráficos se han introducido también un valor 64 límite superior y un valor 66 límite inferior, describiendo los valores 64, 66 límite respectivamente de forma aproximada en 30%, es decir, más 30% por un lado, menos 30% por otro lado, una franja de par que también se denomina franja normal. Por tanto, no cabe esperar un desgaste especial en los ejes del robot cuando el curso de par permanezca dentro de la franja descrita.

Para dos 56, 58 de los tres cursos 54, 56, 58 de par este es, en efecto, el caso en todo momento. Sin embargo, el primer curso 54 de par presenta un primer punto 68 y un segundo punto 70 en los que se sale de la franja. Para estimar el desgaste de ejes, estos puntos son particularmente interesantes. La evaluación de un desgaste actual de eje se puede efectuar basándose en diferentes criterios.

Una posibilidad consiste en que se cuente el número de puntos que son como los puntos 68, 70, que se salen de la franja normal. La frecuencia que se da de estos eventos es una medida entonces del desgaste del eje respectivo.

Otra posibilidad consiste en que se tome el par máximo que se da con respecto a un par actual introduciendo parámetros específicos del eje, es decir, magnitudes empíricas como valores de referencia de evaluación. Se ha de considerar como par actual, en particular, un valor medio de valores de par, que se puede ver como media aritmética a lo largo de todo el intervalo de medición del ciclo de trabajo, o un media selectiva que resulte de la carga en reposo, es decir, una carga del eje del robot en el estado base del robot sin una tarea de trabajo.

Otra posibilidad de evaluación consiste en tomar el número de valores máximos de sentido contrario al aproximarse a una coordenada dentro de un ciclo de trabajo como valor de referencia de evaluación para la estimación del desgaste. Existe la otra posibilidad de considerar una comparación de tendencia de los valores de la fricción de una unidad de potencia, o sea, en particular, el motor, la transmisión y el brazo de robot durante un movimiento de una coordenada dentro del ciclo de trabajo del robot a una segunda coordenada. Sin embargo, para esto se han de considerar también otros valores y datos del control de robot que no se describen más en detalle en este documento. Sin embargo, los valores particulares a considerar son conocidos por el experto.

Lista de referencias

10	control de robot
12	robot
40	14 sistema para estimar el desgaste
	16 interfaz
	18 primera línea de datos
	20 primer selector de datos
	22 segunda línea de datos
45	24 segundo selector de datos
	26 elemento conmutador
	28 tercera línea de datos
	30 dispositivo de ensayo
	32 flecha
50	34 cuarta línea de datos
	36 servidor
	38 quinta línea de datos
	40 dispositivo de procesamiento de datos
	42 interfaz TCP/IP
55	44 red TCP/IP
	46 aparato de valoración
	48 acumulador de datos
	50 módulo de procesamiento
	52 módulo de evaluación
60	54 primer curso de par
	56 segundo curso de par
	58 tercer curso de par
	60 eje de tiempo
	62 eje de par
65	64 valor límite superior
	66 valor límite inferior

68 primer punto
70 segundo punto

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para estimar el desgaste de ejes de un brazo de robot de un robot industrial, estableciéndose como base de un análisis un curso (54, 56, 58) de par en al menos un eje durante al menos un ciclo de trabajo del robot industrial, analizándose el curso (54, 56, 58) de par buscando tramos de curso de par que se salgan de una franja de par establecida previamente y obteniéndose mediante la evaluación de la frecuencia y/o del curso de curva de los tramos de curso de par un desgaste actual del eje.
- 10 2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** el curso (54, 56, 58) de par se mide o se lee de una memoria de datos.
- 15 3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, **caracterizado por que** para la evaluación del desgaste del eje se toma la proporción entre un valor máximo de par en un tramo de curso de par concreto y un valor de par promediado en un intervalo temporal definido previamente del ciclo de trabajo considerado.
- 20 4. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** para la evaluación del desgaste del eje se toma al menos un curso de curva, en particular, la pendiente de la curva inmediatamente antes y eventualmente después de un punto extremo partiendo del mismo hasta al menos el siguiente punto de inflexión del curso de par, de un tramo de curso de par.
- 25 5. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** para la evaluación del desgaste del eje se toma un parámetro específico del eje, en particular, el tipo constructivo de motor de un motor de accionamiento de un eje, la dimensión de motor de un motor de accionamiento de un eje, la transmisión de un eje.
- 30 6. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 5, **caracterizado por que** el parámetro específico del eje se obtiene empíricamente o mediante un procedimiento neuronal.
- 35 7. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** los cursos de par y/o la franja de par se representan en un dispositivo indicador.
- 40 8. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** se estima un desgaste de eje o estado de eje absoluto teniendo en cuenta el desgaste actual del eje junto con el número de ciclos de trabajo hasta el momento actual.
- 45 9. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** se estima un intervalo de tiempo hasta alcanzar el límite de desgaste de un eje de robot teniendo en cuenta el desgaste actual del eje y/o el número de ciclos de trabajo hasta el momento actual.
- 50 10. Sistema (14) para determinar el desgaste de ejes de un brazo de robot de un robot industrial con un módulo de datos, que contiene los datos de un curso (54, 56, 58) de par de al menos un eje durante al menos un ciclo de trabajo del robot industrial, con un módulo de análisis, con el que se pueden seleccionar tramos de curso de par del curso (54, 56, 58) de par que se salen de una franja de par establecida previamente, y con un módulo (52) de evaluación, con el que se puede determinar la frecuencia y/o el curso de curva de los tramos de curso de par como desgaste del eje, resultando posible un intercambio de datos entre el módulo de datos, el módulo de análisis y el módulo (52) de evaluación.
- 55 11. Sistema de acuerdo con la reivindicación 10, **caracterizado por que** al menos uno de los módulos, a saber, el módulo de datos, el módulo de análisis o el módulo (52) de evaluación está dispuesto en un control (10) de robot.
- 60 12. Sistema de acuerdo con la reivindicación 10 u 11, **caracterizado por que** al menos uno de los módulos, a saber, el módulo de datos, el módulo de análisis o el módulo (52) de evaluación está dispuesto en un aparato (46) de valoración, estando conectado el aparato de valoración eventualmente con el control (10) de robot.
13. Sistema de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores 10 a 12, **caracterizado por que** el curso (54, 56, 58) de par se puede leer del control (10) de robot como valores directos o indirectos.
14. Producto de programa informático con medios de código de programa para ejecutar todas las etapas de la reivindicación 1 cuando el producto de programa informático lo ejecuta un sistema de acuerdo con una de las reivindicaciones 10 a 13.

Fig.1

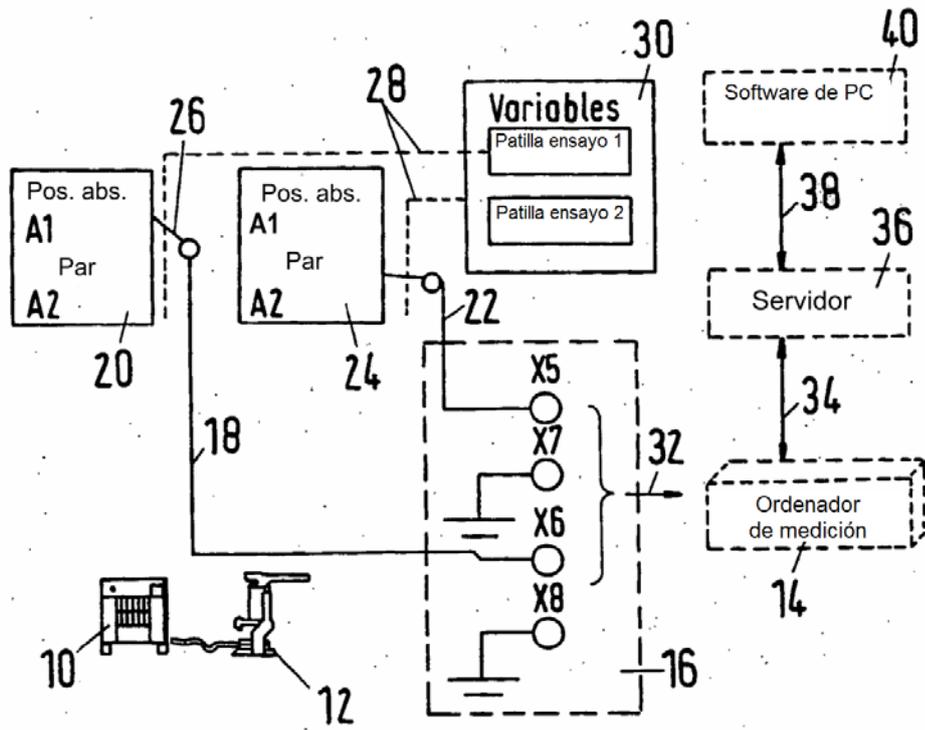


Fig.2

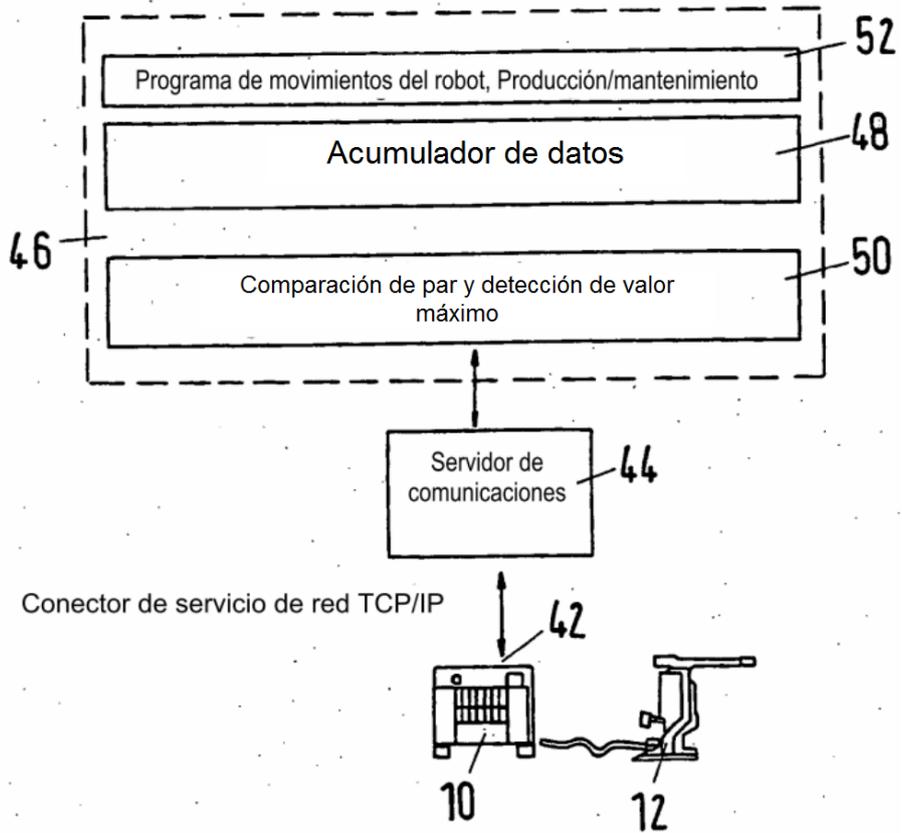


Fig.3

