

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 763 004**

51 Int. Cl.:

B25J 9/16	(2006.01)
B25J 13/08	(2006.01)
B25J 19/06	(2006.01)
G01L 5/00	(2006.01)
G05B 19/406	(2006.01)
G05B 19/402	(2006.01)
G05B 19/416	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.05.2015 PCT/JP2015/064849**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **01.12.2016 WO16189608**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.05.2015 E 15893244 (2)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.10.2019 EP 3305482**

54 Título: **Dispositivo de diagnóstico de fallos y método de diagnóstico de fallos**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
26.05.2020

73 Titular/es:
**NISSAN MOTOR CO., LTD. (100.0%)
2, Takara-cho, Kanagawa-ku
Yokohama-shi, Kanagawa 221-0023, JP**

72 Inventor/es:
KUNO, MASAKI

74 Agente/Representante:
VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 763 004 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

Dispositivo de diagnóstico de fallos y método de diagnóstico de fallos

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a un dispositivo de diagnóstico de fallos aplicable a un dispositivo mecánico provisto de un motor como fuente para accionar un eje de movimiento, y a un método del mismo.

10 Antecedentes técnicos

La bibliografía de patentes 1 o 2 se ha desvelado como un método convencional de diagnóstico de fallos aplicable a un robot industrial articulado. En el método de diagnóstico de fallos desvelado en la bibliografía de patentes 1, se detecta una posición de movimiento de un eje de articulación de un robot y un par de perturbación aplicado al eje de articulación cada período predeterminado mientras el robot está en funcionamiento, y se obtiene un valor promedio del par de perturbación para cada posición de movimiento detectada. A continuación, el valor promedio se compara con un umbral establecido y se diagnostica que el robot tiene una anomalía o un fallo cuando el valor promedio excede el umbral establecido. Como se describió anteriormente, la técnica convencional ha sido diseñada para diagnosticar un fallo basándose en la determinación de si el par de perturbación excede o no el cierto umbral establecido. Por lo tanto, una anomalía en un sistema de accionamiento de robot solía detectarse independientemente de una postura de movimiento del robot o el peso de una pieza de trabajo o similar a agarrar con una mano robótica.

Lista de citas - bibliografía de patentes

25

Bibliografía de patentes 1: Publicación de Solicitud de Patente Japonesa N°. H 9-174482;
Bibliografía de patentes 2: documento de patente japonesa JP 2008 183680 A.

Sumario de la invención

30

Sin embargo, si una tarea de mantenimiento se realiza de tal manera que altere la viscosidad de la grasa cambiando una grasa en cada eje de movimiento, puede haber un caso en el que el valor del par de perturbación varía debido a un efecto de la tarea de mantenimiento. En este caso, la operación continua de diagnósticos de fallos mediante el uso de cierto umbral establecido sin eliminar el efecto de la tarea de mantenimiento puede llevar a la aparición frecuente de diagnósticos como anómalos a pesar de ser, en realidad, normales, causando de este modo un problema de deterioro en la precisión del diagnóstico de fallos.

35

Mientras tanto, también es cierto que el par de perturbación no siempre está afectado por cada tarea de mantenimiento. A este respecto, existe otro problema de cometer un error al detectar un fallo cuando se cambia el umbral establecido cada vez que se realiza la tarea de mantenimiento.

40

La presente invención se ha realizado en vista de los problemas antes mencionados, y un objetivo de la misma es proporcionar un dispositivo de diagnóstico de fallos y un método del mismo, que sean capaces de mejorar la precisión del diagnóstico de fallos eliminando un efecto de una tarea de mantenimiento solo cuando la tarea de mantenimiento realizada tiene efecto sobre el par de perturbación.

45

Para resolver el problema mencionado anteriormente, en un dispositivo de diagnóstico de fallos y un método del mismo de acuerdo con un aspecto de la presente invención, se calcula un cambio en el valor del par de perturbación antes y después de realizar una tarea de mantenimiento cuando la tarea de mantenimiento se realiza en un eje de movimiento. A continuación, se restablece un umbral de determinación de fallos solo cuando el cambio en el valor del par de perturbación es mayor que un umbral predeterminado.

50

Breve descripción de los dibujos

55

La figura 1 es un diagrama de bloques que muestra una configuración general de un sistema de diagnóstico de fallos de acuerdo con una realización de la presente invención.

La figura 2 es un diagrama de bloques para explicar procedimientos para obtener el par de perturbación.

La figura 3 es un diagrama para explicar un cambio en el valor del par de perturbación antes y después de realizar una tarea de mantenimiento.

60

La figura 4 es un diagrama de flujo que muestra procedimientos de procesamiento de selección del par de perturbación por un dispositivo de diagnóstico de fallos de acuerdo con la realización de la presente invención.

La figura 5 es un diagrama de flujo que muestra procedimientos de procesamiento de diagnóstico de fallos por el dispositivo de diagnóstico de fallos de acuerdo con la realización de la presente invención.

65

La figura 6 muestra diagramas para explicar un efecto del dispositivo de diagnóstico de fallos de acuerdo con la realización de la presente invención.

La figura 7 muestra diagramas para explicar el efecto del dispositivo de diagnóstico de fallos de acuerdo con la

realización de la presente invención.

Descripción de realizaciones

5 A continuación se describirá una realización que aplica la presente invención con referencia a los dibujos. En la descripción de los dibujos, los mismos constituyentes se denotan con los mismos signos de referencia y se omiten sus explicaciones.

[Configuración del sistema de diagnóstico de fallos]

10 La figura 1 es un diagrama de bloques que muestra una configuración de un sistema de diagnóstico de fallos que incluye un dispositivo de diagnóstico de fallos de acuerdo con esta realización. Como se muestra en la figura 1, un sistema 100 de diagnóstico de fallos de esta realización se forma a partir de un robot 1, un dispositivo 2 de control del robot, un dispositivo de diagnóstico de fallos 3 y un dispositivo 4 de gestión de la producción. Como ejemplo de un dispositivo mecánico, el robot 1 es un robot de un tipo de enseñanza y reproducción de máquinas de varios ejes y también de un tipo articulado. Sin embargo, el robot 1 puede ser una máquina de un solo eje en lugar de ser una máquina de varios ejes.

15 Aunque el robot 1 incluye múltiples sistemas de accionamiento de motor que sirven como ejes de articulación que son ejes de movimiento, la figura 1 ilustra un sistema de accionamiento de motor solo para un eje. Un brazo robótico 5 es accionado por un servomotor (en lo sucesivo en el presente documento denominado simplemente motor) 6 a través de un desacelerador 8. Un codificador 7 de impulsos (un generador de impulsos o un codificador) que es un detector para una posición del ángulo de rotación y una velocidad, está unido al motor 6.

20 El dispositivo 2 de control del robot incluye una unidad 9 de control integrada de operaciones, una unidad 10 de comunicación, una unidad 11 de servocontrol y una unidad 14 de servoamplificador. La unidad 11 de servocontrol incluye una unidad 12 de cálculo del par de perturbación y una unidad 13 de adquisición de datos de estado, y acciona el motor 6 a través de la unidad 14 de servoamplificador al recibir una instrucción de la unidad 9 de control integrada de operaciones del host. El codificador 7 de impulsos unido al motor 6 forma un bucle de retroalimentación junto con la unidad 11 de servocontrol para controlar el procesamiento de la posición del ángulo de rotación y la velocidad del motor 6.

25 Además de la unidad 12 de cálculo del par de perturbación y la unidad 13 de adquisición de datos de estado, la unidad 11 de servocontrol incluye un procesador que realiza el procesamiento para controlar la posición del ángulo de rotación, la velocidad y la corriente del motor 6, una ROM que almacena un programa de control y una unidad de almacenamiento no volátil que almacena valores establecidos y diversos parámetros. Además, la unidad 11 de servocontrol incluye una RAM que almacena temporalmente datos en el curso del procesamiento del cálculo, un registro para detectar una posición del ángulo de rotación absoluta del motor 6 contando impulsos de retroalimentación de posición desde el codificador 7 de impulsos, y similares.

30 Por cierto, el robot 1 incluye múltiples articulaciones y, por lo tanto, requiere tantos sistemas de accionamiento del motor como se ilustra en la figura 1 como el número de articulaciones. No obstante, la figura 1 ilustra el sistema de accionamiento del motor solo para un eje y se omite la ilustración del resto de los sistemas de accionamiento del motor. Mientras tanto, se puede interponer un tren de engranajes de cambio de velocidad entre el motor 6 y el desacelerador 8 en la figura 1, según corresponda.

35 La unidad 9 de control integrada de operaciones está clasificada más alta que la unidad 11 de servocontrol y gobierna el control directo de las operaciones del robot 1. La unidad 10 de comunicación transfiere los datos necesarios hacia y desde una unidad 15 de comunicación en el dispositivo de diagnóstico de fallos 3 que se describirá más adelante a través de una LAN, por ejemplo. Mientras tanto, la unidad 13 de adquisición de datos de estado tiene una función para recopilar regularmente diversos tipos de datos relativos a estados operativos de los respectivos ejes de articulación del robot 1. Los datos recopilados incluyen datos que indican un período de recopilación. La unidad 12 de cálculo del par de perturbación tiene una función para calcular un valor del par de perturbación basándose en los datos adquiridos por la unidad 13 de adquisición de datos de estado. Dado que la unidad 11 de servocontrol está diseñada para incluir la unidad 12 de cálculo del par de perturbación y la unidad 13 de adquisición de datos de estado, el valor del par de perturbación obtenido mediante el cálculo de la unidad 12 de cálculo del par de perturbación se envía al dispositivo de diagnóstico de fallos 3 a través de la unidad 10 de comunicación. De acuerdo con esta configuración, la unidad 11 de servocontrol asume la forma del denominado servo de software.

40 El dispositivo de diagnóstico de fallos 3 incluye la unidad 15 de comunicación, una unidad 16 de selección del par de perturbación, una base de datos 17 del par de perturbación, una unidad de diagnóstico de fallos 18 y una base de datos 19 de registros de mantenimiento. En este contexto, el dispositivo de diagnóstico de fallos 3 está formado por un circuito electrónico de uso general que incluye un microordenador, un microprocesador y una CPU, y un dispositivo periférico tal como una memoria. En consecuencia, el dispositivo de diagnóstico de fallos 3 funciona como la unidad 15 de comunicación, la unidad 16 de selección del par de perturbación y la unidad de diagnóstico de

fallos 18 ejecutando programas específicos.

La unidad 15 de comunicación tiene una función para transferir los datos necesarios hacia y desde la unidad 10 y 20 de comunicación en el dispositivo 2 de control del robot mencionado anteriormente y el dispositivo 4 de gestión de la producción a través de la LAN, por ejemplo. La unidad 16 de selección del par de perturbación tiene funciones para adquirir información de producción necesaria a partir del dispositivo 4 de gestión de la producción y para seleccionar un valor a almacenar a partir de los valores del par de perturbación recogidos dependiendo del estado operativo del robot 1. Mientras tanto, la base de datos 17 del par de perturbación tiene una función para almacenar secuencialmente los valores del par de perturbación seleccionados por la unidad 16 de selección del par de perturbación. Como consecuencia, la base de datos 17 del par de perturbación acumula valores del par de perturbación anteriores.

La base de datos 19 de registros de mantenimiento tiene una función para almacenar registros de mantenimiento en los ejes de articulación respectivos cuando se realizan tareas de mantenimiento en el robot 1. Como consecuencia, la base de datos 19 de registros de mantenimiento acumula datos de registros de mantenimiento anteriores.

La unidad de diagnóstico de fallos 18 tiene una función para ejecutar un diagnóstico de fallos activamente basándose en los valores del par de perturbación. La unidad de diagnóstico de fallos 18 está equipada con una función de memoria. Por lo tanto, la unidad de diagnóstico de fallos 18 almacena temporalmente datos adquiridos accediendo a la base de datos 17 del par de perturbación y la base de datos 19 de registros de mantenimiento, respectivamente, y ejecuta el diagnóstico de fallos basándose en esos datos. En particular, la unidad de diagnóstico de fallos 18 adquiere una posición de movimiento de cada eje de movimiento y un valor del par de perturbación aplicado a cada eje de movimiento en cada posición de movimiento cada período predeterminado, y diagnostica que se está produciendo un fallo si el valor del par de perturbación adquirido es mayor que un umbral de determinación de fallos. Además, la unidad de diagnóstico de fallos 18 incluye una unidad de determinación de efectos de mantenimiento 25, que determina el efecto de una tarea de mantenimiento y restablece el umbral de determinación de fallos cuando se realiza la tarea de mantenimiento.

La unidad de determinación de efectos de mantenimiento 25 calcula un cambio en el valor del par de perturbación antes y después de realizar una tarea de mantenimiento cuando la tarea de mantenimiento se realiza en el eje de movimiento, y restablece el umbral de determinación de fallos solo cuando el cambio en el valor del par de perturbación calculado de este modo es mayor que un umbral predeterminado. En este contexto, la unidad de determinación de efectos de mantenimiento 25 calcula una tasa de cambio en el valor del par de perturbación como el cambio en el valor del par de perturbación.

Específicamente, la tasa de cambio se puede obtener mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Tasa de cambio en el valor del par de perturbación} = (\text{valor de promedio antes de realizar la tarea de mantenimiento} - \text{valor promedio después de realizar la tarea de mantenimiento}) / (\text{valor promedio antes de realizar la tarea de mantenimiento})$$

Sin embargo, el cambio en el valor del par de perturbación puede derivarse no solo de la tasa de cambio sino también del cálculo de una diferencia entre el valor promedio antes de la realización de la tarea de mantenimiento y el valor promedio después de la realización de la tarea de mantenimiento. Además, se puede calcular un valor numérico diferente cuando ese valor numérico representa el cambio en el valor del par de perturbación antes y después de la realización de la tarea de mantenimiento.

Mientras tanto, en el caso de calcular el valor promedio de los valores del par de perturbación después de la realización de la tarea de mantenimiento, se calcula un valor promedio de los valores del par de perturbación después de una fecha en la que ha transcurrido un período predeterminado desde la fecha de realización de la tarea de mantenimiento. Por ejemplo, cuando la fecha de realización de la tarea de mantenimiento es el día N, como se muestra en la figura 3, el valor promedio de los valores del par de perturbación se calcula usando datos después de un (N+2)-ésimo día, es decir, datos después la fecha en que han transcurrido dos días desde la fecha de realización de la tarea de mantenimiento. Esto se debe al siguiente motivo. Específicamente, los valores del par de perturbación varían significativamente justo después de la realización del mantenimiento como se muestra en la figura 3, de modo que el valor promedio se puede calcular con mayor precisión calculando el valor promedio después de que el cambio se haya mitigado. En este contexto, el caso de usar los datos después de dos días desde la fecha de realización de la tarea de mantenimiento se explica en la figura 3. Sin embargo, el período requerido para la estabilización de los valores del par de perturbación después de la realización de la tarea de mantenimiento varía dependiendo del contenido de la tarea de mantenimiento y/o los ejes de movimiento sometidos a la tarea de mantenimiento. Por este motivo, un período dado después de la realización de la tarea de mantenimiento puede establecerse caso por caso.

El dispositivo 4 de gestión de la producción es un dispositivo para gestionar información de producción que incluye un estado operativo de una línea de producción en una planta, por ejemplo. El dispositivo 4 de gestión de la producción incluye una unidad 20 de comunicación y una base de datos 21 de información de producción. La unidad 20 de comunicación transfiere los datos necesarios hacia y desde la unidad 15 de comunicación en el dispositivo de

diagnóstico de fallos 3 a través de la LAN, por ejemplo. La base de datos 21 de información de producción tiene una función para almacenar diversa información de producción recopilada. Como consecuencia, la base de datos 21 de información de producción acumula diversa información de producción previa. En este contexto, la información de producción incluye información de parada de emergencia en el robot 1 y su equipo relacionado, así como información sobre registros de mantenimiento y similares.

En este contexto, en esta realización, se detecta el par de perturbación (par de carga de perturbación) aplicado al motor 6 que acciona cada eje de articulación del robot 1 y se diagnostica una anomalía del sistema de accionamiento del motor correspondiente como un fallo del robot basándose en este valor del par de perturbación. Los procedimientos para obtener el par de perturbación son los siguientes.

Como se muestra en un diagrama de bloques en la figura 2, se obtiene una tasa de aceleración diferenciando las velocidades reales V_r del motor 6 derivadas de las señales de retroalimentación de velocidad provenientes del codificador 7 de impulsos, y después se obtiene el par de aceleración T_a multiplicando la tasa de aceleración por toda inercia J a aplicar al motor 6. A continuación, el par de aceleración obtenido T_a se sustrae de un comando de par T_c al motor 6 obtenido mediante el procesamiento del bucle de velocidad por la unidad 11 de servocontrol, y un momento M se sustrae adicionalmente del mismo para obtener el par de perturbación T_b . Posteriormente, los componentes irregulares de la perturbación se eliminan realizando un proceso de filtrado dado, y de este modo se obtiene el par de perturbación T_G . La unidad 11 de servocontrol ejecuta el procesamiento descrito anteriormente cada período de muestreo predeterminado, obteniendo así el par de perturbación T_G .

Para ser más precisos, la unidad 11 de servocontrol incluye un registro, y el registro obtiene una posición absoluta del motor 6 contando los impulsos de retroalimentación de posición provenientes del codificador 7 de impulsos cada período de muestreo predeterminado. En consecuencia, la unidad 11 de servocontrol detecta la posición absoluta del motor 6 a partir del registro, y obtiene la posición del ángulo de rotación (la posición de movimiento) del eje de articulación accionado por el motor 6 a partir de la posición absoluta del motor 6. Además, la unidad 11 de servocontrol obtiene el par de perturbación T_G realizando el procesamiento de la figura 2 como se describió anteriormente.

[Procesamiento de selección del par de perturbación]

A continuación, el procesamiento de selección del par de perturbación por la unidad 16 de selección del par de perturbación del dispositivo de diagnóstico de fallos 3 de acuerdo con esta realización se describirá con referencia a la figura 4. La figura 4 es un diagrama de flujo que muestra procedimientos del procesamiento de selección del par de perturbación por la unidad 16 de selección del par de perturbación.

Como se muestra en la figura 4, en la etapa S1, la unidad 16 de selección del par de perturbación adquiere los valores del par de perturbación calculados por el dispositivo 2 de control del robot. Cada valor del par de perturbación representa un valor en cada posición de movimiento de cada eje de movimiento. Además, la información que indica un período de recopilación de datos para los valores del par de perturbación también se adquiere al mismo tiempo.

A continuación, en la etapa S2, la unidad 16 de selección del par de perturbación adquiere la información de parada de emergencia en una instalación, proveniente de la base de datos 21 de información de producción en el dispositivo 4 de gestión de la producción. En la etapa S3, la unidad 16 de selección del par de perturbación determina si la parada de emergencia de la instalación se produjo o no en el período de recopilación para los valores del par de perturbación adquiridos. El procesamiento pasa a la etapa S4 en el caso de determinación de que se produjo la parada de emergencia. Por otro lado, el procesamiento pasa a la etapa S5 en el caso de determinación de que no se produjo la parada de emergencia.

En la etapa S4, la unidad 16 de selección del par de perturbación elimina solo los valores del par de perturbación en el momento de presencia de la parada de emergencia de entre los valores del par de perturbación adquiridos, y a continuación el procesamiento pasa a la etapa S5. En la etapa S5, la unidad 16 de selección del par de perturbación registra los valores del par de perturbación adquiridos en la base de datos 17 del par de perturbación, y finaliza el proceso de selección del par de perturbación de acuerdo con esta realización.

Al seleccionar los valores del par de perturbación a través del proceso descrito anteriormente, la base de datos 17 del par de perturbación almacena y acumula solo los valores del par de perturbación que no incluyen valores anormales atribuidos a la parada de emergencia de la instalación.

[Procesamiento del diagnóstico de fallos]

A continuación, el procesamiento del diagnóstico de fallos por la unidad de diagnóstico de fallos 18 del dispositivo de diagnóstico de fallos 3 de acuerdo con esta realización se describirá con referencia a la figura 5. La figura 5 es un diagrama de flujo que muestra los procedimientos del procesamiento del diagnóstico de fallos por la unidad de diagnóstico de fallos 18.

Como se muestra en la figura 5, en la etapa S11, la unidad de diagnóstico de fallos 18 adquiere los valores del par de perturbación recientes, así como valores del par de perturbación en el mismo mes del año pasado que la fecha en que se realiza el diagnóstico en un conglomerado a partir de la base de datos del par de perturbación. En la etapa S12, basándose en los valores del par de perturbación en el mismo mes del año pasado en que se tiene lugar el diagnóstico, la unidad de diagnóstico de fallos 18 calcula al menos uno (o más) de un valor promedio, un valor de varianza y un valor mediano de los mismos, y después calcula y establece un umbral de determinación de fallos basándose en el valor calculado. Por ejemplo, cualquiera de los valores promedio, el valor de varianza y el valor mediano pueden establecerse en el umbral de determinación de fallos o dos o más de estos valores pueden establecerse en los umbrales de determinación de fallos.

En la etapa S13, la unidad de diagnóstico de fallos 18 calcula al menos uno (o más) del valor promedio, el valor de varianza y el valor mediano de los valores del par de perturbación recientes, y determina si el valor calculado es o no igual o menor que el umbral de determinación de fallos establecido en la etapa S12. A continuación, si el valor calculado a partir del valor promedio, el valor de varianza y el valor mediano de los valores del par de perturbación recientes es igual o menor que el umbral de determinación de fallos, entonces la unidad de diagnóstico de fallos 18 determina que no se está produciendo un fallo, y finaliza inmediatamente el procesamiento del diagnóstico de fallos de acuerdo con esta realización. Por otro lado, si el valor calculado a partir del valor promedio, el valor de varianza y el valor mediano de los valores del par de perturbación recientes es mayor que el umbral de determinación de fallos, entonces la unidad de diagnóstico de fallos 18 determina que existe la posibilidad de un fallo, y el procesamiento pasa a la etapa S14.

En la etapa S14, la unidad de diagnóstico de fallos 18 determina si el mantenimiento se ha realizado o no en los últimos tres meses basándose en los datos acumulados en la base de datos 19 de registros de mantenimiento. A continuación, si no se ha realizado ningún mantenimiento, la unidad de diagnóstico de fallos 18 determina que se está produciendo el fallo, y el procesamiento pasa a la etapa S21. Por otro lado, el procesamiento pasa a la etapa S15 para determinar el efecto de la tarea de mantenimiento cuando el mantenimiento se ha realizado en los últimos tres meses.

En la etapa S15, la unidad de determinación de efectos de mantenimiento 25 calcula la tasa de cambio en el valor del par de perturbación antes y después de la realización de la tarea de mantenimiento para todos los ejes de movimiento del robot que se sometieron a la tarea de mantenimiento. El robot que se sometió a la tarea de mantenimiento incluye los múltiples ejes de movimiento, y algunos de los ejes de movimiento se sometieron a la tarea de mantenimiento, mientras que otros ejes de movimiento no se sometieron a la tarea de mantenimiento. Esto se debe al motivo de que algunos ejes de movimiento tienen que someterse a una tarea de mantenimiento con frecuencia, mientras que otros ejes de movimiento no tienen que someterse a una tarea de mantenimiento durante un largo período de tiempo. En este contexto, la tasa de cambio en el valor del par de perturbación se calcula para todos estos ejes de movimiento. Cabe destacar que se puede calcular una diferencia en el valor del par de perturbación antes y después de la realización de la tarea de mantenimiento en lugar de la tasa de cambio en el valor del par de perturbación.

En la etapa S16, la unidad de determinación de efectos de mantenimiento 25 determina si cada tasa de cambio en el valor del par de perturbación calculado en la etapa S15 es igual o menor que un umbral predeterminado. Cuando la tasa de cambio es igual o menor que el umbral predeterminado, la unidad de determinación de efectos de mantenimiento 25 determina que no hay ningún efecto de la tarea de mantenimiento y que se está produciendo un fallo, y el procesamiento pasa a la etapa S21. Por otro lado, cuando la tasa de cambio en el valor del par de perturbación es mayor que el umbral predeterminado, la unidad de determinación de efectos de mantenimiento 25 determina que existe un efecto de la tarea de mantenimiento, y el procesamiento pasa a la etapa S17. En otras palabras, para todos los ejes de movimiento del robot que se sometieron a la tarea de mantenimiento, esta etapa determina si el valor del par de perturbación cambia o no significativamente por el efecto de la tarea de mantenimiento.

En la etapa S17, la unidad de diagnóstico de fallos 18 calcula al menos uno (o más) de un valor promedio, un valor de varianza y un valor mediano de los valores del par de perturbación después de la realización de la tarea de mantenimiento, y calcula y restablece un umbral de determinación de fallos basándose en el valor. En este momento, en el caso de calcular cualquiera del valor promedio, el valor de varianza y el valor mediano de los valores del par de perturbación después de la realización de la tarea de mantenimiento, dicho valor se calcula usando los valores del par de perturbación después de la fecha en que ha transcurrido el periodo predeterminado desde la fecha de realización de la tarea de mantenimiento, ya que los valores del par de perturbación pueden variar significativamente y, por lo tanto, pueden ser inestables justo después de la realización del mantenimiento, como se describe usando la figura 3.

En la etapa S18, la unidad de diagnóstico de fallos 18 determina si existe o no una variación estacional en los valores del par de perturbación de cualquiera de los ejes de articulación. El procesamiento pasa a la etapa S20 cuando no existe la variación estacional o pasa a la etapa S19 cuando existe la variación estacional. En este contexto, la determinación de si existe o no la variación estacional en los valores del par de perturbación se realiza

usando un grado de correlación entre las fluctuaciones de la temperatura externa en cada estación y los valores del par de perturbación, por ejemplo. Dicha determinación puede realizarse comprobando por separado los datos acumulados de las temperaturas externas con los datos de los valores del par de perturbación.

- 5 En la etapa S19, la unidad de diagnóstico de fallos 18 restablece nuevamente un umbral de determinación de fallos multiplicando el umbral de determinación de fallos que se restablece en la etapa S17 por una constante (un coeficiente) correspondiente a la variación estacional.

10 En la etapa S20, la unidad de diagnóstico de fallos 18 determina si al menos uno (o más) del valor promedio, el valor de varianza y el valor mediano de los valores del par de perturbación recientes del eje de articulación correspondiente es igual o menor que bien el umbral de determinación de fallos que se restablece una vez o bien el umbral de determinación de fallos que se restablece dos veces. A continuación, si el valor calculado a partir del valor promedio, el valor de varianza y el valor mediano de los valores del par de perturbación recientes es igual o menor que cualquiera de estos umbrales de determinación de fallos, entonces la unidad de diagnóstico de fallos 18 determina que no se está produciendo un fallo, y finaliza el procesamiento del diagnóstico de fallos de acuerdo con esta realización. Por otro lado, si el valor calculado a partir del valor promedio, el valor de varianza y el valor mediano de los valores del par de perturbación recientes es mayor que el umbral de determinación de fallos correspondiente, entonces la unidad de diagnóstico de fallos 18 determina que se está produciendo un fallo, y el procesamiento pasa a la etapa S21.

20 En la etapa S21, la unidad de diagnóstico de fallos 18 muestra una alarma de fallo en el eje de articulación correspondiente en una pantalla de visualización de un monitor no ilustrado que se instala como un accesorio para el dispositivo de diagnóstico de fallos 3, y el procesamiento del diagnóstico de fallos de acuerdo con esta realización esta terminado.

25 [Efectos de la realización]

30 A continuación, se describirán los efectos del dispositivo de diagnóstico de fallos 3 de acuerdo con esta realización. En primer lugar, cuando la tarea de mantenimiento se realiza en los ejes de movimiento de la máquina de varios ejes, los valores del par de perturbación pueden causar un cambio significativo en la forma de onda. En este caso, dado que el umbral de determinación de fallos se fija en la técnica relacionada, puede haber un caso de determinación errónea de un fallo a pesar de que los ejes de movimiento son normales incluso después de la realización de la tarea de mantenimiento. Como se muestra en la figura 6(a), por ejemplo, los umbrales de determinación de fallos L1 y L2 se establecen con respecto a un valor de referencia S1 del par de perturbación antes de la realización de la tarea de mantenimiento, respectivamente. En este caso, si los umbrales de determinación de fallos L1 y L2 permanecen fijos incluso cuando la realización de la tarea de mantenimiento provoca un cambio significativo en el valor del par de perturbación, se activa una alarma como consecuencia de la determinación errónea de un fallo después de la realización de la tarea de mantenimiento.

40 Por otro lado, cuando se realiza la tarea de mantenimiento, el dispositivo de diagnóstico de fallos 3 de acuerdo con esta realización calcula el cambio en el valor del par de perturbación antes y después de la realización de la tarea de mantenimiento, y restablece los umbrales de determinación de fallos cuando el cambio en el valor del par de perturbación es mayor que el umbral predeterminado. Como se muestra en la figura 6(b), por ejemplo, en el caso en que los umbrales de determinación de fallos L1 y L2 se establecen con respecto al valor de referencia S1 del par de perturbación antes de la realización de la tarea de mantenimiento, respectivamente, los umbrales de determinación de fallos L3 y L4 se restablecen con respecto a un nuevo valor de referencia S2 cuando se realiza la tarea de mantenimiento. Esto permite mejorar la precisión del diagnóstico de fallos al tiempo que evita la determinación errónea incluso cuando se realiza la tarea de mantenimiento.

50 Sin embargo, puede darse el caso de que prácticamente se relajen los umbrales de determinación de fallos si los umbrales de determinación de fallos se restablecen cuando se realiza la tarea de mantenimiento que no tiene ningún efecto sobre el par de perturbación. Como consecuencia, existe el riesgo de pasar por alto un fallo ya que no se activa ninguna alarma. Por ejemplo, como se muestra en la figura 7(a), en el caso en que los umbrales de determinación de fallos L1 y L2 se establecen con respecto al valor de referencia S1 del par de perturbación antes de la realización de la tarea de mantenimiento, respectivamente, el nuevo valor de referencia S2 y los umbrales de determinación de fallos L3 y L4 se establecen después de la realización de la tarea de mantenimiento. Sin embargo, a medida que el fallo progresa lentamente, los valores del par de perturbación también aumentarán gradualmente. Por lo tanto, si los umbrales de determinación de fallos se restablecen usando los valores del par de perturbación antes y después de la realización de la tarea de mantenimiento, el umbral de determinación de fallos L1 se cambia al umbral de determinación de fallos L3 incluso aunque la tarea de mantenimiento no tenga ningún efecto sobre el par de perturbación, y el umbral se relaja. Como consecuencia, si la operación continúa como está, el fallo se produce sin activar la alarma antes de que el par de perturbación alcance el umbral de determinación de fallos L3.

65 Por otro lado, cuando se realiza la tarea de mantenimiento, el dispositivo de diagnóstico de fallos 3 de acuerdo con esta realización calcula el cambio en el valor del par de perturbación antes y después de la realización de la tarea de mantenimiento, y restablece los umbrales de determinación de fallos solo cuando el cambio en el valor del par de

5 perturbación es mayor que el umbral predeterminado. Como se muestra en la figura 7(b), por ejemplo, en el caso en que los umbrales de determinación de fallos L1 y L2 se establecen con respecto al valor de referencia S1 del par de perturbación antes de la realización de la tarea de mantenimiento, respectivamente, el valor de referencia S1 y los umbrales de determinación de fallos L1 y L2 no se restablecen cuando la tarea de mantenimiento realizada no tiene ningún efecto sobre el par de perturbación. Como consecuencia, la alarma se activa en el punto en que el valor del par de perturbación alcanza el umbral de determinación de fallos L1, de modo que el fallo se puede prevenir de antemano. Esto hace posible eliminar el efecto de la tarea de mantenimiento al restablecer los umbrales de determinación de fallos solo cuando la tarea de mantenimiento realizada tiene el efecto sobre el par de perturbación, y mejorar de este modo la precisión del diagnóstico de fallos.

10 Además, de acuerdo con el dispositivo de diagnóstico de fallos 3 de esta realización, la tasa de cambio en el valor del par de perturbación se calcula como el cambio en el valor del par de distancia, de modo que el efecto de la tarea de mantenimiento realizada sobre el par de perturbación se puede detectar con precisión. Esto hace posible eliminar el efecto de la tarea de mantenimiento solo cuando la tarea de mantenimiento realizada tiene el efecto sobre el par de perturbación, y mejorar de este modo la precisión del diagnóstico de fallos.

20 Además, el dispositivo de diagnóstico de fallos 3 de acuerdo con esta realización calcula el cambio en el valor del par de perturbación antes y después de la realización de la tarea de mantenimiento para cada eje de movimiento que no se sometió también a la tarea de mantenimiento, y restablece los umbrales de determinación de fallos solo cuando el cambio en el valor del par de perturbación es mayor que el umbral predeterminado. De esta manera, con respecto a los ejes de movimiento no sometidos también a la tarea de mantenimiento, es posible eliminar el efecto del mantenimiento al restablecer los umbrales de determinación de fallos cuando existe el efecto de la tarea de mantenimiento, y mejorar de este modo la precisión del diagnóstico de fallos.

25 Mientras tanto, el dispositivo de diagnóstico de fallos 3 de acuerdo con esta realización calcula el cambio en el valor del par de perturbación usando los valores del par de perturbación antes de realizar la tarea de mantenimiento y los valores del par de perturbación después de la fecha en que ha transcurrido el período predeterminado desde la fecha de realización de la tarea de mantenimiento. Esto hace posible calcular el cambio en el valor del par de perturbación, excepto el período en el que el par de perturbación varía significativamente justo después de la tarea de mantenimiento, y mejorar de este modo la precisión del diagnóstico de fallos.

30 Además, el dispositivo de diagnóstico de fallos 3 de acuerdo con esta realización restablece el umbral de determinación de fallos usando al menos uno del valor promedio, el valor de varianza y el valor mediano de los valores del par de perturbación después de la realización de la tarea de mantenimiento. Esto hace posible restablecer el umbral de determinación de fallos que refleja el efecto de la tarea de mantenimiento y, mejorar de este modo la precisión del diagnóstico de fallos mientras se evita la determinación errónea.

40 Aunque la realización de la presente invención se ha descrito anteriormente, no debe entenderse que las descripciones y los dibujos que constituyen parte de esta divulgación pretenden limitar esta invención. Diversas realizaciones alternativas, ejemplos y técnicas de aplicación serán obvias para los expertos en la materia a partir de esta divulgación.

Lista de signos de referencia

- 45 1: robot
- 2: dispositivo de control del robot
- 3: dispositivo de diagnóstico de fallos
- 4: dispositivo de gestión de la producción
- 5: brazo robótico
- 50 6: servomotor (motor)
- 7: codificador de impulsos
- 8: desacelerador
- 9: unidad de control integrada de operaciones
- 10, 15, 20: unidad de comunicación
- 55 11: unidad de servocontrol
- 12: unidad de cálculo del par de perturbación
- 13: unidad de adquisición de datos de estado
- 14: unidad de servoamplificador
- 16: unidad de selección del par de perturbación
- 60 17: base de datos del par de perturbación
- 18: unidad de diagnóstico de fallos
- 19: base de datos de registros de mantenimiento
- 21: base de datos de información de producción
- 25: unidad de determinación de efectos de mantenimiento
- 65 100: sistema de diagnóstico de fallos

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de diagnóstico de fallos (3) aplicable a un dispositivo mecánico provisto de un motor (6) como fuente para accionar un eje de movimiento, y configurado para adquirir una posición de movimiento del eje de movimiento y un valor del par de perturbación aplicado al eje de movimiento cada período predeterminado, y para diagnosticar que se está produciendo un fallo cuando el valor del par de perturbación es mayor que un umbral de determinación de fallos, que comprende:
- una unidad de diagnóstico de fallos (18) configurada para restablecer el umbral de determinación de fallos, caracterizado por que comprende además:
- una unidad de determinación de efectos de mantenimiento (25) configurada para calcular un cambio en el valor del par de perturbación antes y después de realizar una tarea de mantenimiento cuando la tarea de mantenimiento se realiza en el eje de movimiento;
- en donde la unidad de diagnóstico de fallos (18) está configurada para restablecer el umbral de determinación de fallos solo cuando el cambio en el valor del par de perturbación es mayor que un umbral predeterminado.
2. El dispositivo de diagnóstico de fallos (3) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la unidad de determinación de efectos de mantenimiento (25) calcula una tasa de cambio en el valor del par de perturbación como el cambio en el valor del par de perturbación.
3. El dispositivo de diagnóstico de fallos (3) de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que el dispositivo mecánico sometido a la tarea de mantenimiento incluye una pluralidad de ejes de movimiento, sometiéndose al menos uno de los ejes de movimiento a la tarea de mantenimiento y no sometiéndose al menos uno de los ejes de movimiento a la tarea de mantenimiento, y en donde la unidad de determinación de efectos de mantenimiento (25) también calcula el cambio en el valor del par de perturbación antes y después de la realización de la tarea de mantenimiento para el eje de movimiento que no se somete a la tarea de mantenimiento.
4. El dispositivo de diagnóstico de fallos (3) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la unidad de determinación de efectos de mantenimiento (25) calcula el cambio en el valor del par de perturbación usando valores del par de perturbación antes de la realización de la tarea de mantenimiento y valores del par de perturbación después de una fecha en la que ha transcurrido un período predeterminado desde una fecha de la realización de la tarea de mantenimiento.
5. El dispositivo de diagnóstico de fallos (3) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la unidad de diagnóstico de fallos (18) restablece el umbral de determinación de fallos usando al menos uno de un valor promedio, un valor de varianza y un valor mediano de los valores del par de perturbación después de la realización de la tarea de mantenimiento.
6. Un método de diagnóstico de fallos a ejecutar por un dispositivo de diagnóstico de fallos (3) aplicable a un dispositivo mecánico provisto de un motor (6) como fuente para accionar un eje de movimiento, y diseñado para adquirir una posición de movimiento del eje de movimiento y un valor del par de perturbación aplicado al eje de movimiento cada período predeterminado, y para diagnosticar que se produce un fallo cuando el valor del par de perturbación es mayor que un umbral de determinación de fallos, en donde el dispositivo de diagnóstico de fallos (3) calcula un cambio en el valor del par de perturbación antes y después de realizar una tarea de mantenimiento cuando la tarea de mantenimiento se realiza en el eje de movimiento; y el dispositivo de diagnóstico de fallos (3) restablece el umbral de determinación de fallos solo cuando el cambio en el valor del par de perturbación es mayor que un umbral predeterminado.

FIG. 1

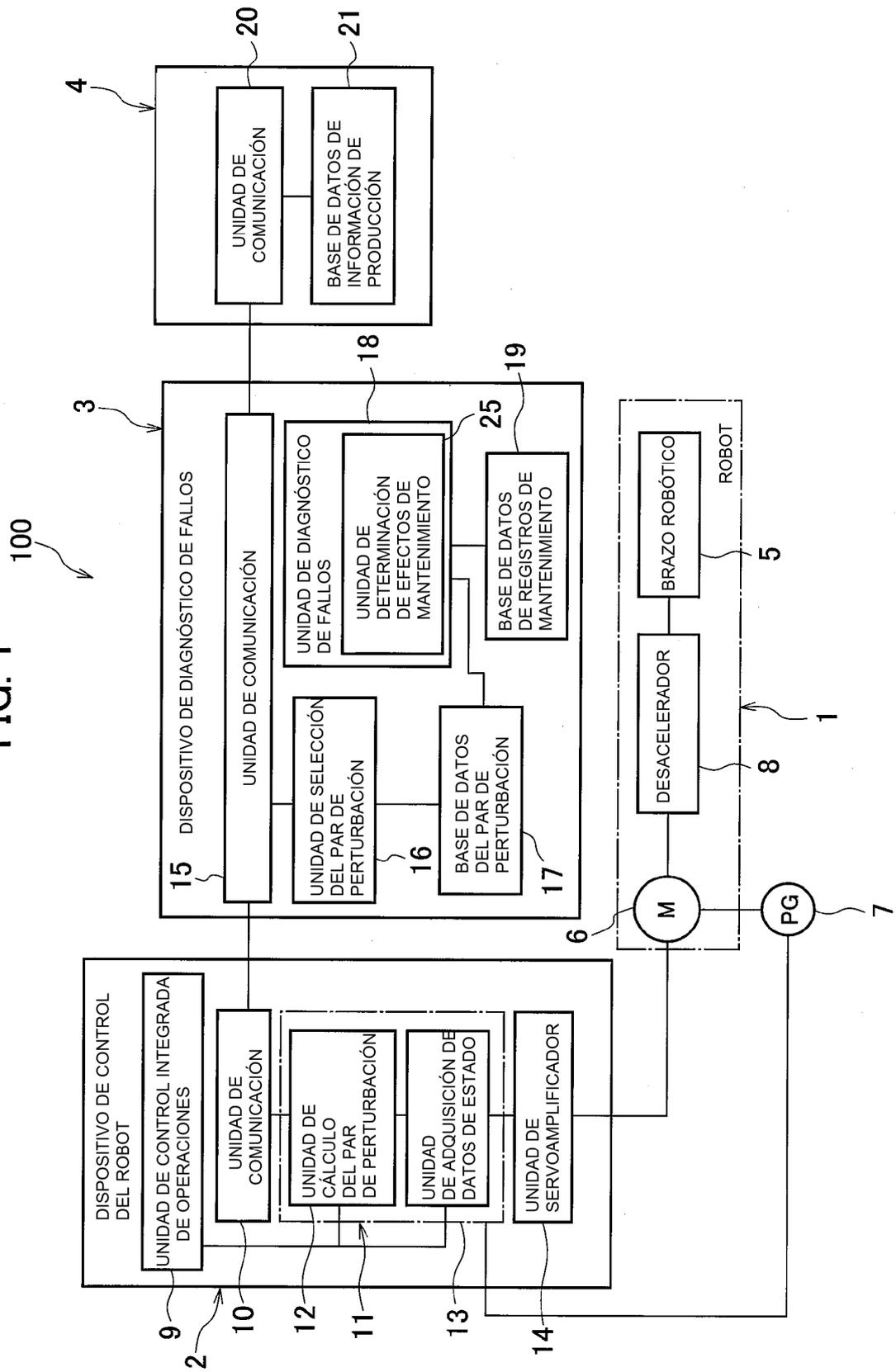


FIG. 2

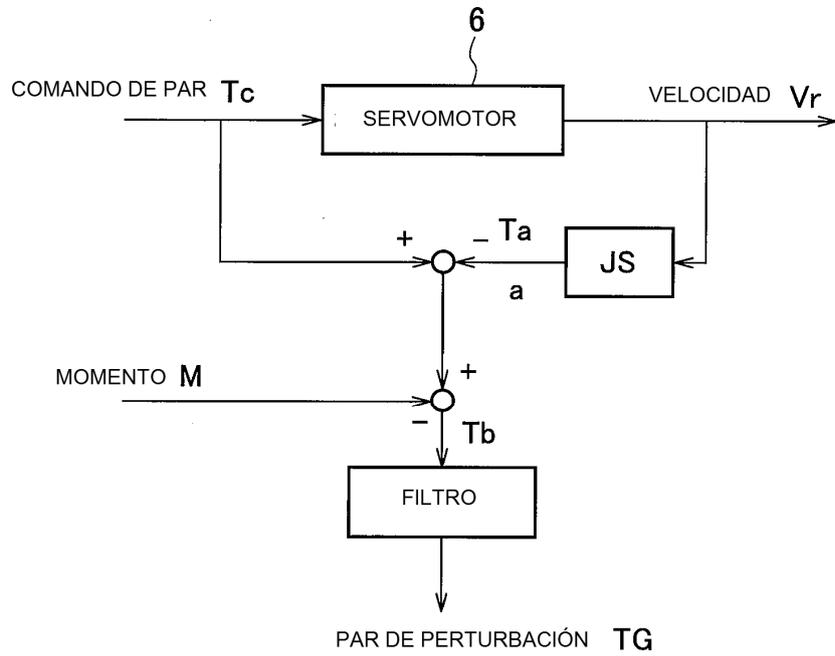


FIG. 3

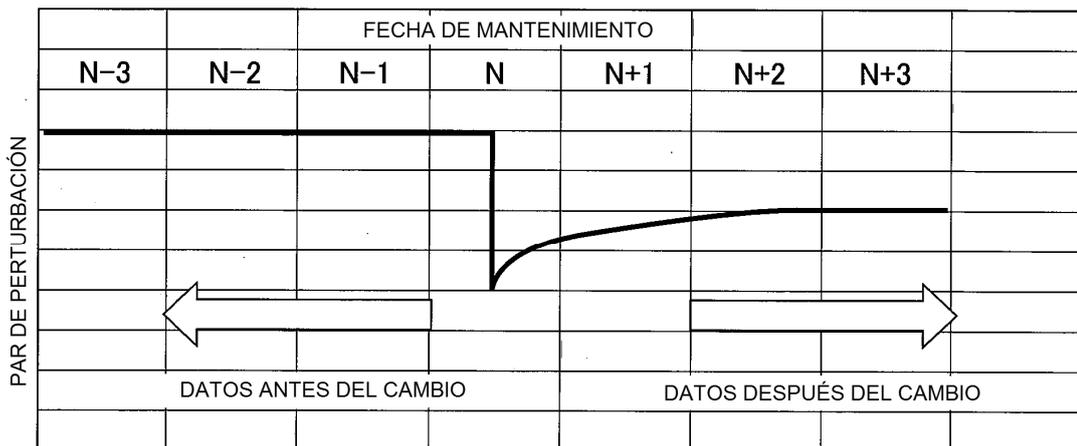


FIG. 4

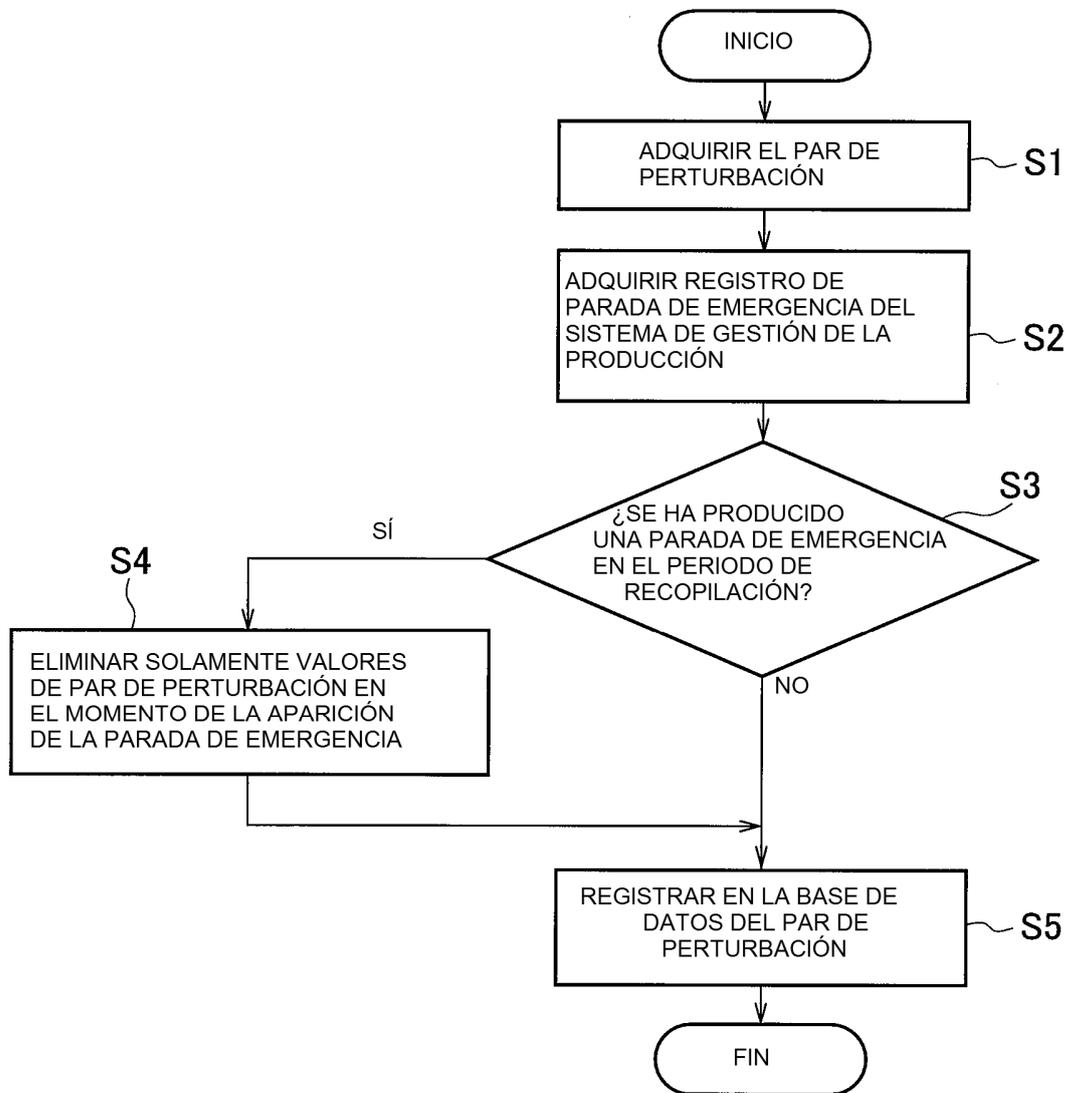


FIG. 5

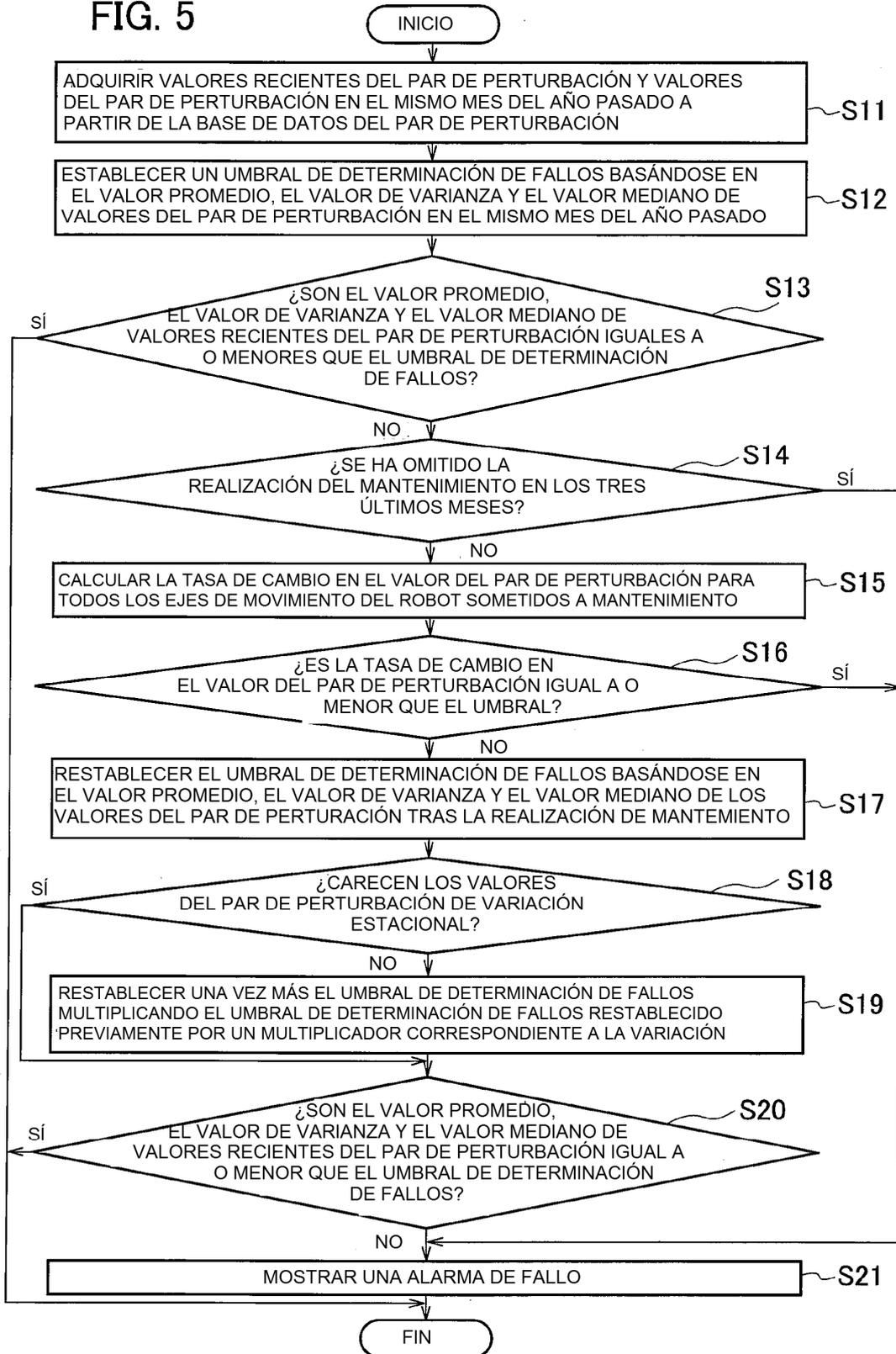


FIG. 6

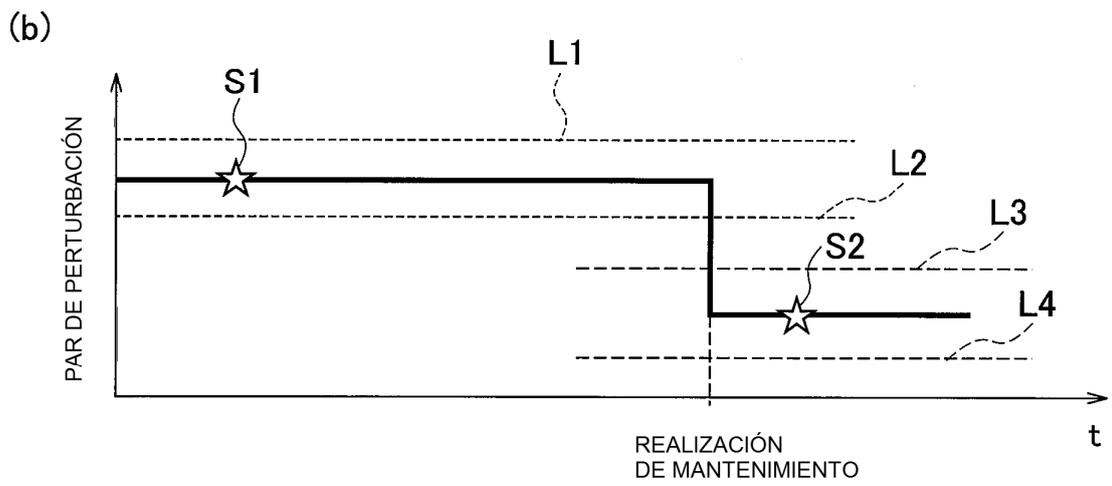
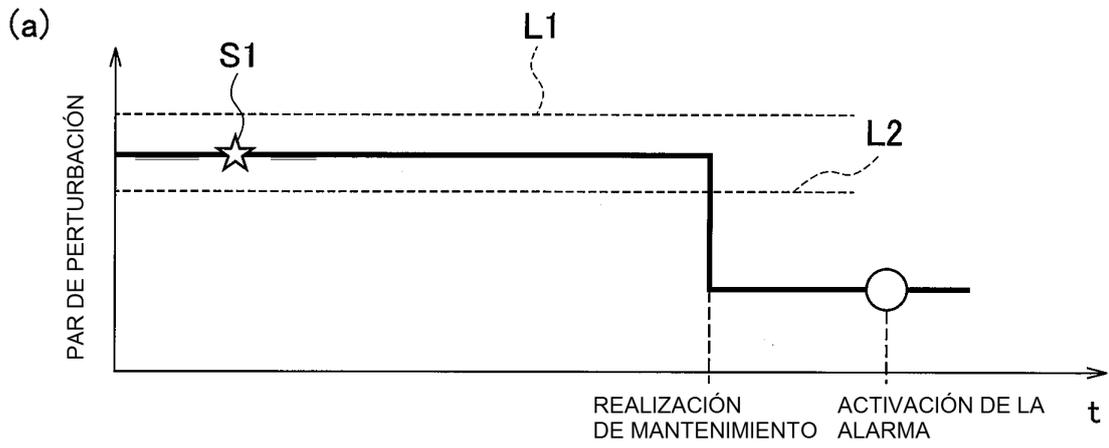


FIG. 7

