

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 978 293**

51 Int. Cl.:

G06Q 10/0639 (2013.01)

G06Q 10/06 (2013.01)

G06Q 50/04 (2012.01)

G05B 19/418 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.04.2017 PCT/CN2017/081805**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.11.2018 WO18195757**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.04.2017 E 17906874 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.04.2024 EP 3616012**

54 Título: **Método y aparato para estimar el rendimiento de una línea de producción**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
10.09.2024

73 Titular/es:
**ABB SCHWEIZ AG (100.0%)
Bruggerstrasse 66
5400 Baden, CH**

72 Inventor/es:
**SUN, HEQING;
LI, CHENG;
GU, HAO y
FANG, XINYU**

74 Agente/Representante:
ELZABURU, S.L.P

ES 2 978 293 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

Método y aparato para estimar el rendimiento de una línea de producción

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere al campo de la estimación del rendimiento y, más específicamente, a un método y aparato para estimar el rendimiento de una línea de producción.

Antecedentes de la invención

Las líneas de producción se pueden usar para procesar y fabricar productos. Normalmente, una línea de producción consiste en múltiples estaciones de trabajo, cada una de las cuales puede completar al menos un proceso de producción. La estación de trabajo puede ser un robot industrial, una máquina especializada o un trabajador.

10 Durante el diseño de una línea de producción, estimar el rendimiento de la línea de producción es una de las tareas importantes. También, en la gestión de producción también existe la necesidad de estimar el rendimiento para hacer arreglos de producción razonables.

15 Un método existente para la estimación del rendimiento es simular y construir, en un ordenador, una línea de producción cuyo rendimiento debe estimarse y luego obtener el rendimiento de la línea de producción a partir del proceso en el que los productos simulados fluyen en la línea de producción.

Una desventaja principal del método es que cuando se configura dicho entorno de simulación en un ordenador, la configuración es bastante compleja y se consumirá mucho tiempo.

Por lo tanto, existe la necesidad de producir un método y un aparato para estimar el rendimiento de una línea de producción, que puede alcanzar un resultado estimado solo con una simple entrada de datos.

20 **Compendio de la invención**

Es un objetivo de la presente invención proporcionar un método y un aparato para estimar el rendimiento de una línea de producción.

25 Una realización de la presente invención proporciona un método para estimar el rendimiento de una línea de producción, comprendiendo el método: obtener un parámetro de tiempo de proceso de cada una de las múltiples estaciones de trabajo, un parámetro de tiempo de viaje entre dos estaciones de trabajo vecinas, así como el número de memorias intermedias entre las dos estaciones de trabajo vecinas; seleccionar una estación de trabajo de cuello de botella en la línea de producción según un criterio preestablecido; calcular el subrendimiento de cuello de botella de una sublínea de cuello de botella, subrendimiento aguas arriba de una sublínea aguas arriba y subrendimiento aguas abajo de una sublínea aguas abajo según el parámetro de tiempo de proceso, el parámetro de tiempo de viaje y el número de memorias intermedias, en donde la sublínea de cuello de botella incluye la estación de trabajo de cuello de botella, al menos una estación de trabajo aguas arriba de la estación de trabajo de cuello de botella, y al menos una estación de trabajo aguas abajo de la estación de trabajo de cuello de botella, la sublínea aguas arriba comprende una primera estación de trabajo de la sublínea de cuello de botella y al menos una estación de trabajo aguas arriba de la primera estación de trabajo, la sublínea aguas abajo comprende una última estación de trabajo de la sublínea de cuello de botella y al menos una estación de trabajo aguas abajo de la última estación de trabajo; calcular un tiempo de proceso corregido de la primera estación de trabajo de la sublínea de cuello de botella según el parámetro de tiempo de proceso de la primera estación de trabajo, el subrendimiento de cuello de botella y el subrendimiento aguas arriba; calcular un tiempo de proceso corregido de la última estación de trabajo de la sublínea de cuello de botella según el parámetro de tiempo de proceso de la última estación de trabajo, el subrendimiento de cuello de botella y el subrendimiento aguas abajo; y calcular el subrendimiento de cuello de botella como el rendimiento de la línea de producción según el tiempo de proceso corregido de la primera estación de trabajo y el tiempo de proceso corregido de la última estación de trabajo.

45 Otra realización de la presente invención proporciona un aparato para estimar el rendimiento de una línea de producción, comprendiendo el aparato: un módulo de obtención de datos para obtener un parámetro de tiempo de proceso de cada una de las múltiples estaciones de trabajo, un parámetro de tiempo de viaje entre dos estaciones de trabajo vecinas, así como el número de memorias intermedias entre las dos estaciones de trabajo vecinas; un módulo de selección de estación de trabajo de cuello de botella para seleccionar una estación de trabajo de cuello de botella en la línea de producción según un criterio preestablecido; un módulo de cálculo de subrendimiento para calcular el subrendimiento de cuello de botella de una sublínea de cuello de botella, subrendimiento aguas arriba de una sublínea aguas arriba y subrendimiento aguas abajo de una sublínea aguas abajo según el parámetro de tiempo de proceso, el parámetro de tiempo de viaje y el número de memorias intermedias, en donde la sublínea de cuello de botella incluye la estación de trabajo de cuello de botella, al menos una estación de trabajo aguas arriba de la estación de trabajo de cuello de botella, y al menos una estación de trabajo aguas abajo de la estación de trabajo de cuello de botella, la sublínea aguas arriba comprende una primera estación de trabajo de la sublínea de cuello de botella y al menos una estación de trabajo aguas arriba de la primera estación de trabajo, la sublínea aguas abajo comprende una última

estación de trabajo de la sublínea de cuello de botella y al menos una estación de trabajo aguas abajo de la última estación de trabajo; un primer módulo de corrección para calcular un tiempo de proceso corregido de la primera estación de trabajo de la sublínea de cuello de botella según el parámetro de tiempo de proceso de la primera estación de trabajo, el subrendimiento de cuello de botella y el subrendimiento aguas arriba; un segundo módulo de corrección para calcular un tiempo de proceso corregido de la última estación de trabajo de la sublínea de cuello de botella según el parámetro de tiempo de proceso de la última estación de trabajo, el subrendimiento de cuello de botella y el subrendimiento aguas abajo; y un módulo de estimación de rendimiento para calcular el subrendimiento de cuello de botella como el rendimiento de la línea de producción según el tiempo de proceso corregido de la primera estación de trabajo y el tiempo de proceso corregido de la última estación de trabajo.

10 **Breve descripción de los dibujos**

Se puede obtener una mejor comprensión de la presente invención a partir de la descripción de las realizaciones de la presente invención, haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en donde:

la FIG. 1 muestra esquemáticamente un diagrama de flujo de un método para estimar el rendimiento de una línea de producción según una realización de la presente invención;

15 la FIG. 2 muestra esquemáticamente datos de entrada obtenidos según una realización de la presente invención;

la FIG. 3 muestra esquemáticamente una sublínea de cuello de botella, una sublínea aguas arriba y una sublínea aguas abajo en una línea de producción según una realización de la presente invención;

20 la FIG. 4 muestra esquemáticamente un diagrama de flujo de cálculo de un tiempo de proceso corregido de una primera estación de trabajo durante la estimación del rendimiento de una línea de producción según una realización de la presente invención;

la FIG. 5 muestra esquemáticamente un diagrama de flujo de cálculo de un tiempo de proceso corregido de una última estación de trabajo durante la estimación del rendimiento de una línea de producción según una realización de la presente invención; y

25 la FIG. 6 muestra esquemáticamente un diagrama de bloques de un aparato para estimar el rendimiento de una línea de producción según una realización de la presente invención.

A lo largo de las figuras, números de referencia iguales o similares indican elementos iguales o similares.

Descripción detallada de las realizaciones

30 A continuación se presenta una descripción de realizaciones específicas de la presente invención. Debería observarse, al describir estas realizaciones, que la memoria descriptiva podría no describir a fondo todas las características de las realizaciones reales en aras de la brevedad. Debería entenderse durante la implementación real de una cualquiera de las realizaciones, al igual que en el curso de cualquier proyecto de ingeniería o proyecto de diseño, para lograr objetivos específicos de los desarrolladores y satisfacer restricciones relacionadas con el sistema o relacionadas con el negocio, que, por lo general, se realizará una variedad de políticas concretas, lo que también conduce a cambios de una realización a otra realización. De forma adicional, puede entenderse que aunque los esfuerzos realizados durante dicho desarrollo pueden ser complicados y tediosos, para los expertos en la técnica relacionada con el contenido descrito por la presente invención, algunas variaciones al diseño, la fabricación o producción tal como se realiza sobre la base del contenido técnico descrito en la presente descripción son simplemente medios técnicos convencionales, y el contenido de la presente descripción no debe interpretarse como insuficiente.

40 A menos que se defina de otro modo, la terminología técnica o científica utilizada en las reivindicaciones y la memoria descriptiva debe tener un significado general tal como se interpreta por los expertos en la materia. Las palabras "primero", "segundo" y similares no deben leerse como ningún orden, cantidad o importancia, sino que solo se usan para distinguir diferentes componentes. La palabra "uno" no debe leerse como ninguna restricción de cantidad, sino que debe leerse como "al menos uno". La palabra "comprender" o "incluir" y similares significa que un elemento o artículo que precede a "comprender" o "incluir" contiene un elemento o artículo y elementos equivalentes como se enumeran después de "comprender" o "incluir", y no excluye otro elemento o artículo. La palabra "conectar" o "enlazar" y similares no se limita a una conexión física o mecánica ni se limita a una conexión directa o indirecta.

50 Para hacer el objetivo, solución técnica y ventajas de la presente invención más claras, la solución técnica de la presente invención se describirá clara y completamente con referencia a las realizaciones específicas y los dibujos adjuntos de la presente invención. Obviamente, las realizaciones que se van a describir son simplemente parte de las realizaciones de la presente invención, en lugar de todas las realizaciones. Basándose en las realizaciones de la presente invención, todas las demás realizaciones realizadas por los expertos en la técnica sin el ejercicio de ninguna habilidad inventiva deben caer dentro del alcance de protección de la presente invención.

En primer lugar, las realizaciones de la presente invención describen un método para estimar el rendimiento de una línea de producción que comprende múltiples estaciones de trabajo.

Con referencia a la FIG. 1, esta figura muestra esquemáticamente un diagrama de flujo de un método 100 para estimar el rendimiento de una línea de producción según una realización de la presente invención. Como se muestra en la FIG. 1, el método 100 puede comprender las etapas 101 a 106.

5 En la etapa 101, se obtiene un parámetro de tiempo de proceso de cada una de las múltiples estaciones de trabajo, un parámetro de tiempo de viaje entre dos estaciones de trabajo vecinas y el número de memorias intermedias entre dos estaciones de trabajo vecinas.

10 Según una realización de la presente invención, el parámetro de tiempo de proceso comprende un valor medio de los tiempos de proceso y una desviación típica de los tiempos de proceso, y el parámetro de tiempo de viaje entre las dos estaciones de trabajo vecinas comprende un tiempo de viaje de estación a estación entre las dos estaciones de trabajo vecinas y un tiempo de viaje de memoria intermedia a estación entre la estación de trabajo y la memoria intermedia anterior a la misma.

15 Como se muestra en la FIG. 2, se toma una línea de producción que consta de 9 estaciones de trabajo como un ejemplo. Se puede obtener un valor medio de los tiempos de proceso y una desviación típica de los tiempos de proceso de cada una de las múltiples estaciones de trabajo, y también se pueda obtener un tiempo de viaje de estación a estación S2S entre dos estaciones de trabajo vecinas y un tiempo de viaje de memoria intermedia a estación B2S entre la estación de trabajo y la memoria intermedia anterior a la misma.

Estos datos pueden provenir de la experiencia histórica o mediante simulaciones en una única estación de trabajo.

En la etapa 102, se selecciona una estación de trabajo de cuello de botella en la línea de producción según un criterio preestablecido.

20 La estación de trabajo de cuello de botella se refiere a una estación de trabajo que tiene un impacto significativo en el rendimiento de toda la línea de producción. Según una realización de la presente invención, la estación de trabajo de cuello de botella puede ser una estación de trabajo que tenga el mayor impacto en el rendimiento de toda la línea de producción, o varias estaciones de trabajo que tengan un gran impacto en el rendimiento de toda la línea de producción.

25 El criterio preestablecido puede ser un criterio definido por el parámetro de tiempo de proceso y el parámetro de tiempo de viaje de la estación de trabajo como se obtiene en la etapa 101, un criterio definido por los costes de producción, o un criterio definido por la sensibilidad de los usuarios.

30 En una palabra, tomando los datos obtenidos en la etapa 101 como entrada, se puede calcular un cierto parámetro de cada estación de trabajo. Basándose en el valor del parámetro, la estación de trabajo de cuello de botella puede seleccionarse de la línea de producción con cualquier método existente para seleccionar una estación de trabajo de cuello de botella.

35 En la etapa 103, el subrendimiento de cuello de botella de una sublínea de cuello de botella, el subrendimiento aguas arriba de una sublínea aguas arriba, así como el subrendimiento aguas abajo de una sublínea aguas abajo se calculan según el parámetro de tiempo de proceso, el parámetro de tiempo de viaje y el número de memorias intermedias; en donde la sublínea de cuello de botella incluye la estación de trabajo de cuello de botella, al menos una estación de trabajo aguas arriba de la estación de trabajo de cuello de botella, y al menos una estación de trabajo aguas abajo de la estación de trabajo de cuello de botella, la sublínea aguas arriba comprende una primera estación de trabajo de la sublínea de cuello de botella y al menos una estación de trabajo aguas arriba de la primera estación de trabajo, la sublínea aguas abajo comprende una última estación de trabajo de la sublínea de cuello de botella y al menos una estación de trabajo aguas abajo de la última estación de trabajo.

45 Una estación de trabajo antes de la estación de trabajo de cuello de botella en el proceso de producción se denomina estación de trabajo aguas arriba, y una estación de trabajo después de la estación de trabajo de cuello de botella en el proceso de producción se denomina estación de trabajo aguas abajo. Una estación de trabajo que recibe piezas desde fuera de la línea/sublínea se denomina primera estación de trabajo, y una estación de trabajo que emite las piezas al exterior de la línea/sublínea se denomina última estación de trabajo.

50 La FIG. 3 muestra esquemáticamente una sublínea de cuello de botella, una sublínea aguas arriba y una sublínea aguas abajo en una línea de producción 300 según una realización de la presente invención. Como se muestra en la FIG. 3, después de seleccionar la estación de trabajo de cuello de botella, según una realización de la presente invención, la estación de trabajo de cuello de botella 301, una estación de trabajo aguas arriba 302 de la estación de trabajo de cuello de botella 301, junto con una estación de trabajo aguas abajo 303 de la estación de trabajo de cuello de botella 301 puede considerarse como una sublínea, es decir, una sublínea de cuello de botella 310. En la sublínea de cuello de botella 310, la estación de trabajo 302 es la primera estación de trabajo, y la estación de trabajo 303 es la última estación de trabajo. Por supuesto, la sublínea de cuello de botella puede incluir además varias estaciones de trabajo aguas arriba y/o varias estaciones de trabajo aguas abajo.

55 De igual modo, la primera estación de trabajo 302 y al menos una estación de trabajo aguas arriba 304 de la primera estación de trabajo aguas arriba 302 pueden considerarse como una sublínea, es decir, una sublínea aguas arriba

311. De forma adicional, la última estación de trabajo 303 y al menos una estación de trabajo aguas abajo 305 de la última estación de trabajo 303 pueden considerarse como una sublínea, es decir, una sublínea aguas abajo 312.

5 Con respecto a la sublínea de cuello de botella 310, la sublínea aguas arriba 311 y la sublínea aguas abajo 312, el rendimiento de cada una de estas sublíneas puede calcularse según el parámetro de tiempo de proceso, el parámetro de tiempo de viaje y el número de memorias intermedias como se obtiene en la etapa 101.

Dado que estas sublíneas incluyen un número reducido de estaciones de trabajo, su rendimiento puede calcularse rápidamente con cualquier método existente para calcular el rendimiento.

10 En la etapa 104, se calcula un tiempo de proceso corregido de la primera estación de trabajo según el parámetro de tiempo de proceso de la primera estación de trabajo, el subrendimiento de cuello de botella y el subrendimiento aguas arriba.

Según una realización de la presente invención, con referencia a la FIG. 4, esta figura muestra esquemáticamente un diagrama de flujo de cálculo de un tiempo de proceso corregido de la primera estación de trabajo durante la estimación del rendimiento de la línea de producción según una realización de la presente invención. Como se muestra en la FIG. 4, la etapa 104 puede incluir además las subetapas 401 y 402.

15 En la subetapa 401, se calcula un primer valor absoluto de una diferencia entre un tiempo de proceso de la sublínea aguas arriba y un tiempo de proceso de la sublínea de cuello de botella según un tiempo de proceso de la primera estación de trabajo, el subrendimiento de cuello de botella y el subrendimiento aguas arriba.

En la subetapa 402, el primer valor absoluto se suma al tiempo de proceso de la primera estación de trabajo para obtener un tiempo de proceso corregido de la primera estación de trabajo.

20 Según una realización de la presente invención, el tiempo de proceso corregido de la primera estación de trabajo 302 puede calcularse usando la Ecuación (1) a continuación:

$$T'_{i-1,pro} = T_{i-1,pro} + \left| \frac{3600}{\rho_{arriba}} - \frac{3600}{\rho_{BN}} \right| \quad (1)$$

25 en donde $T_{i-1,pro}$ es el tiempo de proceso (segundo) de la primera estación de trabajo 302 según se obtiene en la etapa 101, ρ_{arriba} es el subrendimiento (unidad por hora) de la sublínea aguas arriba según se obtiene en la etapa 103, ρ_{BN} es el subrendimiento (unidad por hora) de la sublínea de cuello de botella según se obtiene en la etapa 103, $\left| \frac{3600}{\rho_{arriba}} - \frac{3600}{\rho_{BN}} \right|$ es el primer valor absoluto según se obtiene en la subetapa 401, y $T'_{i-1,pro}$ es el tiempo de proceso corregido (segundo) de la primera estación de trabajo 302.

En la etapa 105, se calcula un tiempo de proceso corregido de la última estación de trabajo según un tiempo de proceso de la última estación de trabajo, el subrendimiento de cuello de botella y el subrendimiento aguas abajo.

30 Según una realización de la presente invención, con referencia a la FIG. 5, esta figura muestra esquemáticamente un diagrama de flujo de cálculo de un tiempo de proceso corregido de la última estación de trabajo durante la estimación del rendimiento de la línea de producción según una realización de la presente invención. Como se muestra en la FIG. 5, la etapa 105 puede incluir además las subetapas 501 y 502.

35 En la subetapa 501, se calcula un segundo valor absoluto de una diferencia entre un tiempo de proceso de la sublínea aguas abajo y un tiempo de proceso de la sublínea de cuello de botella según un tiempo de proceso de la última estación de trabajo, el subrendimiento de cuello de botella y el subrendimiento aguas abajo.

En la subetapa 502, el segundo valor absoluto se suma al tiempo de proceso de la última estación de trabajo para obtener un tiempo de proceso corregido de la última estación de trabajo.

40 Según una realización de la presente invención, el tiempo de proceso corregido de la última estación de trabajo puede calcularse usando la Ecuación (2) a continuación:

$$T'_{i+1,pro} = T_{i+1,pro} + \left| \frac{3600}{\rho_{abajo}} - \frac{3600}{\rho_{BN}} \right| \quad (2)$$

45 en donde $T_{i+1,pro}$ es el tiempo de proceso (segundo) de la última estación de trabajo 303 según se obtiene en la etapa 101, ρ_{abajo} es el subrendimiento (unidad por hora) de la sublínea aguas abajo según se obtiene en la etapa 103, ρ_{BN} es el subrendimiento (unidad por hora) de la sublínea de cuello de botella según se obtiene en la etapa 103, $\left| \frac{3600}{\rho_{abajo}} - \frac{3600}{\rho_{BN}} \right|$ es el segundo valor absoluto según se obtiene en la subetapa 403, y $T'_{i+1,pro}$ es el tiempo de proceso corregido (segundo) de la última estación de trabajo 303.

En la etapa 106, el subrendimiento de cuello de botella se calcula como el rendimiento de la línea de producción según el tiempo de proceso corregido de la primera estación de trabajo y el tiempo de proceso corregido de la última estación de trabajo.

Después de completar las etapas 104 y 105, los tiempos de proceso de la primera estación de trabajo y la última estación de trabajo como se obtiene en la etapa 101 se han corregido realmente. De este modo, en la etapa 106, el subrendimiento de la sublínea de cuello de botella puede recalcularse usando los tiempos de proceso corregidos de la primera estación de trabajo y la última estación de trabajo por medio del método en la etapa 102. Además, el subrendimiento se usa como el rendimiento estimado de toda la línea de producción.

Se ha presentado una descripción de un método para estimar el rendimiento de una línea de producción según las realizaciones de la presente invención. Con el método, el rendimiento de una línea de producción que consiste en un número de estaciones de trabajo se puede estimar con precisión donde solo se proporciona una pequeña cantidad de entrada de datos simple.

La presente invención proporciona adicionalmente un aparato para estimar el rendimiento de una línea de producción que puede comprender múltiples estaciones de trabajo.

Con referencia a la FIG. 6, esta figura muestra esquemáticamente un diagrama de bloques de un aparato 600 para estimar el rendimiento de una línea de producción según una realización de la presente invención.

Como se muestra en la FIG. 6, el aparato 600 puede comprender: un módulo de obtención de datos 601 para obtener un parámetro de tiempo de proceso de cada una de las múltiples estaciones de trabajo, un parámetro de tiempo de viaje entre dos estaciones de trabajo vecinas, así como el número de memorias intermedias entre las dos estaciones de trabajo vecinas; un módulo de selección de estación de trabajo de cuello de botella 602 para seleccionar una estación de trabajo de cuello de botella en la línea de producción según un criterio preestablecido; un módulo de cálculo de subrendimiento 603 para calcular el subrendimiento de cuello de botella de una sublínea de cuello de botella, subrendimiento aguas arriba de una sublínea aguas arriba y subrendimiento aguas abajo de una sublínea aguas abajo según el parámetro de tiempo de proceso, el parámetro de tiempo de viaje y el número de memorias intermedias, en donde la sublínea de cuello de botella incluye la estación de trabajo de cuello de botella, al menos una estación de trabajo aguas arriba de la estación de trabajo de cuello de botella, y al menos una estación de trabajo aguas abajo de la estación de trabajo de cuello de botella, la sublínea aguas arriba comprende una primera estación de trabajo de la sublínea de cuello de botella y al menos una estación de trabajo aguas arriba de la primera estación de trabajo, la sublínea aguas abajo comprende una última estación de trabajo de la sublínea de cuello de botella y al menos una estación de trabajo aguas abajo de la última estación de trabajo; un primer módulo de corrección 604 para calcular un tiempo de proceso corregido de la primera estación de trabajo de la sublínea de cuello de botella según el parámetro de tiempo de proceso de la primera estación de trabajo, el subrendimiento de cuello de botella y el subrendimiento aguas arriba; un segundo módulo de corrección 605 para calcular un tiempo de proceso corregido de la última estación de trabajo de la sublínea de cuello de botella según el parámetro de tiempo de proceso de la última estación de trabajo, el subrendimiento de cuello de botella y el subrendimiento aguas abajo; y un módulo de estimación de rendimiento 606 para calcular el subrendimiento de cuello de botella como el rendimiento de la línea de producción según el tiempo de proceso corregido de la primera estación de trabajo y el tiempo de proceso corregido de la última estación de trabajo.

Según una realización de la presente invención, el parámetro de tiempo de proceso comprende un valor medio de los tiempos de proceso y una desviación típica de los tiempos de proceso, y el parámetro de tiempo de viaje entre las dos estaciones de trabajo vecinas comprende un tiempo de viaje de estación a estación entre las dos estaciones de trabajo vecinas y un tiempo de viaje de memoria intermedia a estación entre la estación de trabajo y la memoria intermedia anterior a la misma.

Según una realización de la presente invención, el primer módulo de corrección 604 puede comprender además: un primer módulo de cálculo de valor absoluto para calcular un primer valor absoluto de una diferencia entre un tiempo de proceso de la sublínea aguas arriba y un tiempo de procesamiento de la sublínea de cuello de botella según un tiempo de proceso de la primera estación de trabajo, el subrendimiento de cuello de botella y el subrendimiento aguas arriba; y un primer módulo de adición para sumar el primer valor absoluto al tiempo de proceso de la primera estación de trabajo para obtener el tiempo de proceso corregido de la primera estación de trabajo.

Según una realización de la presente invención, el segundo módulo de corrección 605 puede comprender además: un segundo módulo de cálculo de valor absoluto para calcular un segundo valor absoluto de una diferencia entre un tiempo de proceso de la sublínea aguas abajo y un tiempo de procesamiento de la sublínea de cuello de botella según un tiempo de proceso de la última estación de trabajo, el subrendimiento de cuello de botella y el subrendimiento aguas abajo; y un segundo módulo de adición para sumar el segundo valor absoluto al tiempo de proceso de la última estación de trabajo para obtener el tiempo de proceso corregido de la última estación de trabajo.

Se ha presentado una descripción de un aparato para estimar el rendimiento de una línea de producción según las realizaciones de la presente invención. Con el aparato, el rendimiento de una línea de producción que consiste en un número de estaciones de trabajo se puede estimar con precisión donde solo se proporciona una pequeña cantidad de entrada de datos simple.

Las realizaciones de la presente invención se han ilustrado anteriormente.

REIVINDICACIONES

1. Un método para estimar el rendimiento de una línea de producción que comprende múltiples estaciones de trabajo que incluyen robots industriales y/o máquinas especializadas, caracterizado por que el método comprende:

5 101) obtener un parámetro de tiempo de proceso de cada una de las múltiples estaciones de trabajo, un parámetro de tiempo de viaje entre dos estaciones de trabajo vecinas, así como el número de memorias intermedias entre las dos estaciones de trabajo vecinas mediante simulaciones en una única estación de trabajo;

102) seleccionar una estación de trabajo de cuello de botella en la línea de producción según un criterio preestablecido que se define por el parámetro de tiempo de proceso y el parámetro de tiempo de viaje de la estación de trabajo;

10 103) calcular el subrendimiento de cuello de botella ρ_{BN} de una sublínea de cuello de botella, subrendimiento aguas arriba ρ_{arriba} de una sublínea aguas arriba y un subrendimiento aguas abajo ρ_{abajo} de una sublínea aguas abajo según el parámetro de tiempo de proceso, el parámetro de tiempo de viaje y el número de memorias intermedias, en donde la sublínea de cuello de botella incluye la estación de trabajo de cuello de botella, al menos una estación de trabajo aguas arriba de la estación de trabajo de cuello de botella, y al menos una estación de trabajo aguas abajo de la estación de trabajo de cuello de botella, la sublínea aguas arriba comprende una primera estación de trabajo de la sublínea de cuello de botella y al menos una estación de trabajo aguas arriba de la primera estación de trabajo, la sublínea aguas abajo comprende una última estación de trabajo de la sublínea de cuello de botella y al menos una estación de trabajo aguas abajo de la última estación de trabajo;

20 104) calcular un tiempo de proceso corregido $T'_{i-1,pro}$ de la primera estación de trabajo de la sublínea de cuello de botella según el parámetro de tiempo de proceso $T_{i-1,pro}$ de la primera estación de trabajo, el subrendimiento de cuello de botella ρ_{BN} y el subrendimiento aguas arriba ρ_{arriba} usando la siguiente ecuación:

$$T'_{i-1,pro} = T_{i-1,pro} + \left| \frac{3600}{\rho_{arriba}} - \frac{3600}{\rho_{BN}} \right|;$$

105) calcular un tiempo de proceso corregido $T'_{i+1,pro}$ de la última estación de trabajo de la sublínea de cuello de botella según el parámetro de tiempo de proceso $T_{i+1,pro}$ de la última estación de trabajo, el subrendimiento de cuello de botella ρ_{BN} y el subrendimiento aguas abajo ρ_{abajo} usando la siguiente ecuación:

25

$$T'_{i+1,pro} = T_{i+1,pro} + \left| \frac{3600}{\rho_{abajo}} - \frac{3600}{\rho_{BN}} \right|;$$

y

30 106) recalculer el subrendimiento de cuello de botella como el rendimiento de la línea de producción según el tiempo de proceso corregido de la primera estación de trabajo y el tiempo de proceso corregido de la última estación de trabajo para estimar con precisión el rendimiento de la línea de producción donde solo se proporciona una pequeña cantidad de entrada de datos simple, y usar el subrendimiento recalculado como el rendimiento estimado de toda la línea de producción.

35 2. El método según la reivindicación 1, caracterizado por que el parámetro de tiempo de proceso comprende un valor medio de los tiempos de proceso y una desviación típica de los tiempos de proceso, y el parámetro de tiempo de viaje entre las dos estaciones de trabajo vecinas comprende un tiempo de viaje de estación a estación entre las dos estaciones de trabajo vecinas y un tiempo de viaje de memoria intermedia a estación entre la estación de trabajo y la memoria intermedia anterior a la misma.

3. El método según la reivindicación 2, caracterizado por que la etapa de calcular un tiempo de proceso corregido de la primera estación de trabajo comprende además:

40 calcular un primer valor absoluto de una diferencia entre un tiempo de proceso de la sublínea aguas arriba y un tiempo de procesamiento de la sublínea de cuello de botella según un tiempo de proceso de la primera estación de trabajo, el subrendimiento de cuello de botella y el subrendimiento aguas arriba; y

sumar el primer valor absoluto al tiempo de proceso de la primera estación de trabajo para obtener el tiempo de proceso corregido de la primera estación de trabajo.

45 4. El método según la reivindicación 2, caracterizado por que la etapa de calcular un tiempo de proceso corregido de la última estación de trabajo comprende además:

calcular un segundo valor absoluto de una diferencia entre un tiempo de proceso de la sublínea aguas abajo y un tiempo de procesamiento de la sublínea de cuello de botella según un tiempo de proceso de la última estación de trabajo, el subrendimiento de cuello de botella y el subrendimiento aguas abajo; y

50 sumar el segundo valor absoluto al tiempo de proceso de la última estación de trabajo para obtener el tiempo de proceso corregido de la última estación de trabajo.

5. Un aparato para estimar el rendimiento de una línea de producción que comprende múltiples estaciones de trabajo que incluyen robots industriales y/o máquinas especializadas, caracterizado por que el aparato comprende:

5 un módulo de obtención de datos para obtener un parámetro de tiempo de proceso de cada una de las múltiples estaciones de trabajo, un parámetro de tiempo de viaje entre dos estaciones de trabajo vecinas, así como el número de memorias intermedias entre las dos estaciones de trabajo vecinas mediante simulaciones en una única estación de trabajo;

un módulo de selección de estación de trabajo de cuello de botella para seleccionar una estación de trabajo de cuello de botella en la línea de producción según un criterio preestablecido que se define por el parámetro de tiempo de proceso y el parámetro de tiempo de viaje de la estación de trabajo;

10 un módulo de cálculo de subrendimiento ρ_{BN} para calcular el subrendimiento de cuello de botella de una sublínea de cuello de botella, subrendimiento aguas arriba ρ_{arriba} de una sublínea aguas arriba y subrendimiento aguas abajo ρ_{abajo} de una sublínea aguas abajo según el parámetro de tiempo de proceso, el parámetro de tiempo de viaje y el número de memorias intermedias, en donde la sublínea de cuello de botella incluye la estación de trabajo de cuello de botella, al menos una estación de trabajo aguas arriba de la estación de trabajo de cuello de botella, y al menos una estación de trabajo aguas abajo de la estación de trabajo de cuello de botella, la sublínea aguas arriba comprende una primera estación de trabajo de la sublínea de cuello de botella y al menos una estación de trabajo aguas arriba de la primera estación de trabajo, la sublínea aguas abajo comprende una última estación de trabajo de la sublínea de cuello de botella y al menos una estación de trabajo aguas abajo de la última estación de trabajo;

20 un primer módulo de corrección para calcular un tiempo de proceso corregido $T'_{i1,pro}$ de la primera estación de trabajo de la sublínea de cuello de botella según el parámetro de tiempo de proceso $T_{i1,pro}$ de la primera estación de trabajo, el subrendimiento de cuello de botella ρ_{BN} y el subrendimiento aguas arriba ρ_{arriba} usando la siguiente ecuación:

$$T'_{i-1,pro} = T_{i-1,pro} + \left| \frac{3600}{\rho_{arriba}} - \frac{3600}{\rho_{BN}} \right|;$$

25 un segundo módulo de corrección para calcular un tiempo de proceso corregido $T'_{i+1,pro}$ de la última estación de trabajo de la sublínea de cuello de botella según el parámetro de tiempo de proceso $T_{i+1,pro}$ de la última estación de trabajo, el subrendimiento de cuello de botella ρ_{BN} y el subrendimiento aguas abajo ρ_{abajo} usando la siguiente ecuación:

$$T'_{i+1,pro} = T_{i+1,pro} + \left| \frac{3600}{\rho_{abajo}} - \frac{3600}{\rho_{BN}} \right|; y$$

30 un módulo de estimación de rendimiento para recalcular el subrendimiento de cuello de botella como el rendimiento de la línea de producción según el tiempo de proceso corregido de la primera estación de trabajo y el tiempo de proceso corregido de la última estación de trabajo para estimar con precisión el rendimiento de la línea de producción donde solo se proporciona una pequeña cantidad de entrada de datos simple, y usar el subrendimiento recalculado como el rendimiento estimado de toda la línea de producción.

35 6. El aparato según la reivindicación 5, caracterizado por que el parámetro de tiempo de proceso comprende un valor medio de los tiempos de proceso y una desviación típica de los tiempos de proceso, y el parámetro de tiempo de viaje entre las dos estaciones de trabajo vecinas comprende un tiempo de viaje de estación a estación entre las dos estaciones de trabajo vecinas y un tiempo de viaje de memoria intermedia a estación entre la estación de trabajo y la memoria intermedia anterior a la misma.

7. El aparato según la reivindicación 6, caracterizado por que el primer módulo de corrección comprende además:

40 un primer módulo de cálculo de valor absoluto para calcular un primer valor absoluto de una diferencia entre un tiempo de proceso de la sublínea aguas arriba y un tiempo de procesamiento de la sublínea de cuello de botella según un tiempo de proceso de la primera estación de trabajo, el subrendimiento de cuello de botella y el subrendimiento aguas arriba; y

un primer módulo de adición para sumar el primer valor absoluto al tiempo de proceso de la primera estación de trabajo para obtener el tiempo de proceso corregido de la primera estación de trabajo.

8. El aparato según la reivindicación 6, caracterizado por que el segundo módulo de corrección comprende además:

45 un segundo módulo de cálculo de valor absoluto para calcular un segundo valor absoluto de una diferencia entre un tiempo de proceso de la sublínea aguas abajo y un tiempo de procesamiento de la sublínea de cuello de botella según un tiempo de proceso de la última estación de trabajo, el subrendimiento de cuello de botella y el subrendimiento aguas abajo; y

50 un segundo módulo de adición para sumar el segundo valor absoluto al tiempo de proceso de la última estación de trabajo para obtener el tiempo de proceso corregido de la última estación de trabajo.

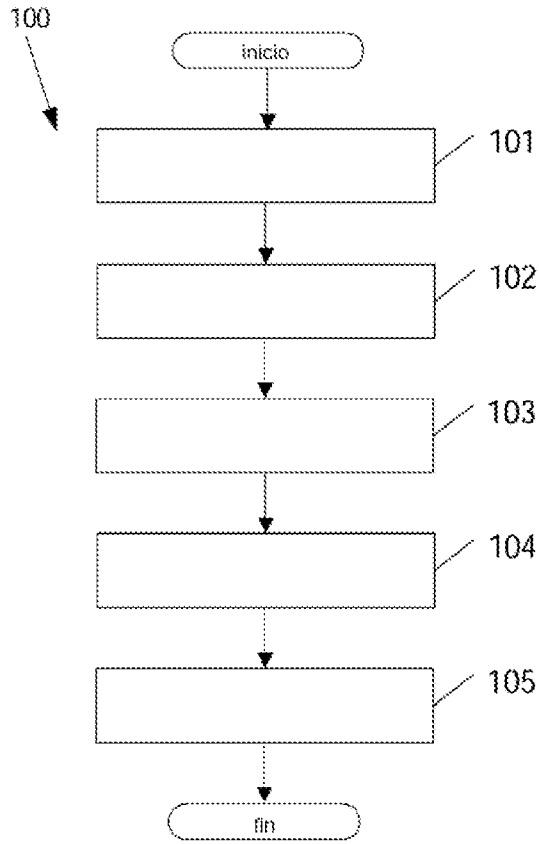


FIG. 1

	Parámetro de tiempo de proceso		Parámetro de tiempo de viaje		Número de memorias intermedias
	Valor medio	Desv. ttp.	Tiempo de est. a est.	Tiempo de mem. int. a est.	
Estación de trabajo1	11,02	5,61	1	1	0
Estación de trabajo2	5,56	3,52	3	3	0
Estación de trabajo3	10,39	8,77	4	11	1
Estación de trabajo4	12,39	1,10	4	27,5	1
Estación de trabajo5	11,59	8,32	4	4	0
Estación de trabajo6	14,38	12,07	4	6	0
Estación de trabajo7	8,82	7,84	4	6	1
Estación de trabajo8	13,30	7,44	3	10	1
Estación de trabajo9	8,48	11,12	4	4	0

FIG. 2

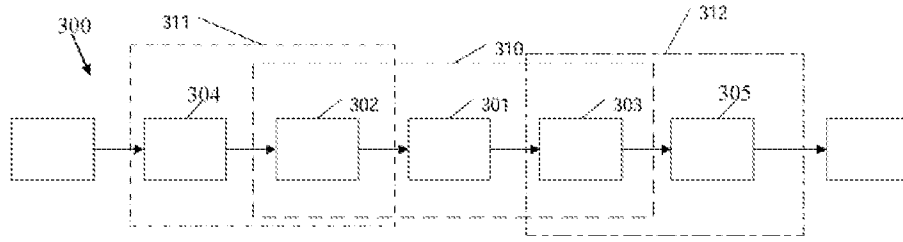


FIG. 3

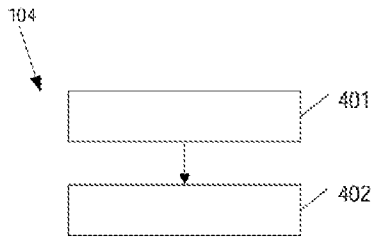


FIG. 4

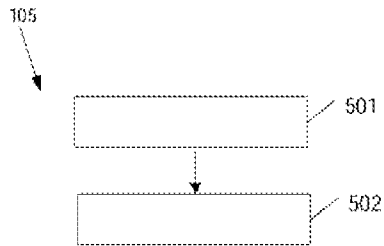


FIG. 5

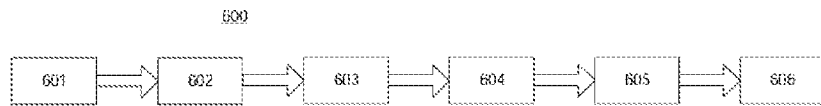


FIG. 6