

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 976 486**

51 Int. Cl.:

G05B 19/18 (2006.01)

G05B 13/04 (2006.01)

G06Q 10/04 (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.07.2017 PCT/SE2017/050749**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.02.2018 WO18030939**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.07.2017 E 17839921 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.03.2024 EP 3497526**

54 Título: **Sistema para la optimización del funcionamiento de máquinas industriales mediante la modificación de la introducción de parámetros de proceso estándar**

30 Prioridad:

09.08.2016 SE 1651097
21.10.2016 SE 1651380

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
02.08.2024

73 Titular/es:

TOMOLOGIC AB (100.0%)
Inedalsgatan 9A
112 33 Stockholm, SE

72 Inventor/es:

OLSSON, MAGNUS NORBERG

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 976 486 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

Sistema para la optimización del funcionamiento de máquinas industriales mediante la modificación de la introducción de parámetros de proceso estándar

5

Campo técnico

La presente invención se refiere a un método, un sistema de máquina industrial, un producto de programa informático y un medio legible por ordenador no transitorio para modificar parámetros de proceso basándose en criterios de rendimiento de funcionamiento óptimo para una operación de mecanizado industrial, tal como un proceso de trabajo de metales.

10

Técnica antecedente

Los sistemas de máquina industrial de hoy en día consisten normalmente en una máquina con un sistema accionador para proporcionar movimiento relativo entre una parte de máquina o dispositivo operativo y una pieza de trabajo. Los sistemas de máquina industrial de la técnica anterior están altamente especializados para realizar operaciones como, por ejemplo, corte por haz, fresado, torneado, taladrado, mandrinado, punzonado, punzonado por presión, plegado por prensado, doblado, soldadura y operaciones de ensamblaje. El sistema de máquina es una inversión sustancial para la mayoría de los clientes potenciales, en particular para talleres de tamaño pequeño o mediano, por lo que la versatilidad y productividad con las que se supone que el sistema de máquina contribuye al negocio es un factor clave a la hora de tomar decisiones de inversión. Una vez que se ha realizado una inversión, uno de los factores principales para aumentar la productividad es garantizar que el sistema de máquina se utilice al máximo.

20

Los sistemas de máquina industrial se controlan por medio de una unidad CNC (control numérico computarizado), una unidad NC (control numérico), una unidad PLC (control lógico programable) y/o equipos de detección y procesamiento relacionados que, juntos, sirven para proporcionar instrucciones a un sistema accionador para realizar los movimientos requeridos con el fin de ejecutar las operaciones industriales previstas. El sistema de máquina comprende además un controlador de máquina, que es esencialmente un ordenador que tiene un procesador y un sistema operativo convencional, tal como Windows o Linux, configurado para controlar la unidad CNC/NC/PLC basándose en instrucciones de controlador de máquina, tal como código G o XML. El controlador de máquina incluye o está conectado a una HMI (interfaz hombre-máquina) y está configurado para leer programas y recopilar parámetros de mecanizado tales como parámetros de corte. Esto permite que el controlador de máquina emita instrucciones completas a la unidad CNC/NC/PLC para su ejecución por el sistema accionador comprendido en la máquina. Convencionalmente, tanto la unidad CNC/NC/PLC como el controlador de máquina están físicamente incluidos en la máquina industrial, y la máquina industrial forma un sistema de máquina industrial independiente y autónomo, en donde el controlador de máquina forma una parte esencial y físicamente conectada de la máquina.

25

30

35

Un sistema CNC puede definirse de modo que comprenda una máquina herramienta, denominada en el presente documento máquina, una parte programa, que es un conjunto detallado de mandatos seguidos por la máquina, y un controlador de máquina (o unidad de control de máquina), que es un ordenador que almacena el programa y ejecuta sus mandatos en acciones de la máquina herramienta.

40

La gestión, el control y la supervisión de las operaciones realizadas por una máquina industrial necesitan conocimientos y experiencia del operario de máquina, así como sistemas de soporte basados en software para funcionar. Para generar un programa para la operación de, por ejemplo, la fabricación de un producto metálico particular, el programa debe basarse tanto en un conjunto de principios predeterminados como en el cálculo de secuencias de funcionamiento basadas en técnicas de optimización o principios de camino más corto, pero también en el conocimiento técnico de un operario sobre cuál será la mejor secuencia desde un punto de vista más práctico. Las variables a considerar y controlar pueden estar relacionadas con las propiedades de los materiales, la logística y, por supuesto, las geometrías, formas, tamaños y dimensiones concretas, y el orden en el que se van a producir los productos.

45

50

Los procesos de fabricación de acuerdo con la técnica anterior se basan en una secuencia más o menos lineal que implica las etapas de construcción y diseño de un producto, seguido de la compra de los materiales de producción requeridos, la reserva de capacidad de producción y la asignación de recursos. A continuación, los productos se fabrican y se entregan al almacén de existencias o a un cliente. Los procesos de fabricación tradicionales tienden a ser bastante rígidos y, por lo tanto, no utilizan los medios de producción en todo su potencial. Por lo tanto, no se lograrán la eficacia y productividad plenas a lo largo del proceso de fabricación ya que las etapas del proceso no se pueden sincronizar. Una de las razones de esto es que los datos, tales como variables de producción dinámicas, que serían necesarios para optimizar aún más un proceso de fabricación se almacenan en ubicaciones separadas. Dado que las ubicaciones separadas de los datos impiden el intercambio y la comparación de los parámetros del proceso, no se obtendrá la máxima productividad para un proceso de fabricación dado con un cierto conjunto de medios de producción disponibles.

55

60

65

Como se ha mencionado, las operaciones de mecanizado industrial, pero también los procesos de diseño y

construcción relacionados (incluida la opción de diseño paramétrico), la selección de material, la compra, la logística, etc., se basan en grandes cantidades de variables de producción dinámicas y requisitos previos variables, todo lo cual influye en el resultado de una operación industrial. Por consiguiente, un operario humano estará expuesto a una complejidad considerable cuando intente optimizar una operación que implica grandes cantidades de variables. El operario puede saber lo que realmente se desea, pero necesitaría ayuda para determinar la forma más eficaz de obtener el resultado deseado, una asistencia, o preferiblemente un servicio automatizado, que actualmente no se encuentra en ninguna parte. Por lo tanto, un problema relacionado que debe considerarse cuando se configura y se realiza una operación de mecanizado industrial es gestionar esta complejidad y la gran cantidad de parámetros que influyen. Si no se gestiona adecuadamente, puede afectar negativamente a la eficacia, precisión, calidad y productividad de la operación de mecanizado industrial, si los parámetros de influencia están relacionados con la logística, las propiedades de los materiales, la calidad de producción, el utillaje usado actualmente, el utillaje disponible o las necesidades de los operarios. Si se gestiona adecuadamente, cabe esperar una mejora significativa de la productividad y la eficacia. Mukherjee I; Ray P K et al "A review of optimization techniques in metal cutting processes", doi: 10.1016/j.cie.2005.10.001, divulga el potencial de aplicación de varias técnicas de modelado y optimización en procesos de corte de metales. Yanming Liu; Chaojun Wang et al: "A Modified Genetic Algorithm Based Optimization of Milling Parameters", doi: 10.1007/s001700050134, divulga un algoritmo genético modificado para la optimización de parámetros de fresado.

El documento EP2267565 A2 20101229 divulga un sistema y método para determinar el proceso de mecanizado óptimo.

El documento US7933679 B1 20110426 divulga un método para analizar y optimizar un proceso de mecanizado.

Sumario de la invención

Por lo tanto, un objeto de la presente invención es aliviar los problemas mencionados asociados con la tecnología de la técnica anterior proporcionando un método, un sistema de máquina industrial, un producto de programa informático y un medio legible por ordenador no transitorio para modificar parámetros de proceso usando optimización basada en criterios de rendimiento de funcionamiento óptimo para un proceso de trabajo de metales, comprendiendo dicho método las etapas de:

introducir parámetros de proceso estándar de al menos dos fuentes de información, para al menos un producto a mecanizar, en donde los parámetros de proceso estándar comprenden parámetros predeterminados relacionados con el proceso de trabajo de metales para la fabricación de un producto en particular que incluyen el orden de producción, el volumen de los lotes, la geometría del producto y las tolerancias predefinidas, generar datos de funcionamiento basados en los parámetros de proceso estándar, en donde los datos de funcionamiento representan configuraciones de máquina requeridas para convertir una materia prima en un producto final cuando se aplican un proceso de mecanizado y un sistema de máquina predeterminados, seleccionar al menos una técnica de optimización mediante la cual se puede maximizar o minimizar un parámetro de proceso dependiendo de las circunstancias para definir una función, comprendiendo dicha función los parámetros de proceso estándar, generar una función para la optimización usando los parámetros de proceso estándar como base para definir los intervalos para las variables de rendimiento, en donde las variables de rendimiento incluyen las tolerancias de los artículos producidos, el tiempo de proceso, la disponibilidad del utillaje, la vida útil del utillaje, el índice de eliminación de material, el entorno de trabajo del operario, las existencias de pedidos, el plazo de entrega, la posición de prensado requerida y/o datos variables de rendimiento de operaciones anteriores, y en donde las variables de rendimiento son dinámicas y pueden ajustarse dentro de un cierto intervalo para lograr propiedades predefinidas de un producto, aplicar la función generada para la optimización a la función que comprende los parámetros de proceso estándar, con lo que se determinan criterios de rendimiento de funcionamiento óptimo para obtener un conjunto de mandatos que se usarán para controlar el proceso de trabajo de metales, en donde el conjunto de mandatos obtenido constituye datos de funcionamiento alternativos para llevar a cabo un proceso de trabajo de metales, comparar los datos de funcionamiento generados con los criterios de rendimiento de funcionamiento óptimo, y en caso de que la comparación indique una diferencia y los criterios de rendimiento de funcionamiento óptimo proporcionen una ventaja de rendimiento al operario, presentar (S80) los criterios de rendimiento de funcionamiento óptimo a una entidad de toma de decisiones informatizada, evaluar, por la entidad de toma de decisiones informatizada, las diferencias entre los parámetros de proceso estándar y los criterios de rendimiento óptimo, y devolver, por la entidad de toma de decisiones informatizada, una recomendación o decisión para modificar al menos un parámetro de proceso comprendido en la secuencia de funcionamiento propuesta, y además adoptarlos y usarlos como datos de funcionamiento modificados por el sistema de máquina industrial, o evaluar, por la entidad de toma de decisiones informatizada, las diferencias entre los parámetros de proceso estándar y los criterios de rendimiento óptimo, y devolver, por la entidad de toma de decisiones informatizada, una recomendación o decisión de no aceptar la propuesta, y además

aplicar los datos de funcionamiento generados originalmente.

Por parámetros de proceso estándar se entienden aquí variables que se introducen sin optimización previa y sin comparación previa de diversas fuentes de información relacionadas con el proceso de trabajo de metales. Los datos de funcionamiento son normalmente configuraciones de máquina requeridas para convertir una materia prima en un producto final cuando se aplican un proceso de mecanizado y un sistema de máquina predefinidos. La técnica de optimización es cualquier método mediante el cual un parámetro de proceso se puede maximizar o minimizar dependiendo de las circunstancias. Cuando se aplica la técnica de optimización, se pueden generar datos de funcionamiento dentro de intervalos predeterminados, que ofrecen alternativas para llevar a cabo un proceso de trabajo de metales. Esas alternativas no podrían haberse realizado si no se hubieran considerado varios parámetros de proceso, lo que brinda la oportunidad de mejorar aún más la productividad.

Como se ha mencionado, la presente invención permite que una entidad de toma de decisiones, tal como un medio informático, utilice datos de diversas fuentes para aumentar la eficacia y la productividad. Usando la invención como servicio de supervisión que está configurado para recopilar información de diversas fuentes, de las cuales la máquina puede ser una, todos los parámetros de proceso estándar que se han introducido pueden modificarse usando toda la información disponible. Ejemplos de otras fuentes de información pueden ser elementos en conexión con la máquina o el controlador de máquina a través de elementos habilitados para Internet de las cosas (IoT), un sistema de planificación de recursos empresariales (ERP), un sistema de ejecución de fabricación (MES), un sistema de gestión de relaciones con clientes (CRM), un sistema de gestión de abastecimiento (SMS), un sistema de diseño/fabricación asistido por ordenador (CAD/CAM) y bases de datos relacionadas.

De acuerdo con realizaciones de la presente invención, toda la información relevante se pone a disposición a través del sistema de máquina industrial y/u otras fuentes de información. Esto hace posible usar procesos iterativos ágiles para optimizar cada etapa, ya sea por adelantado o mientras se lleva a cabo el proceso de acuerdo con ajustes y configuraciones de máquina concretas. El proceso de optimización también podría usarse para el diseño, las compras, los pedidos y la planificación de la producción. Por ejemplo, el diseño del producto puede modificarse según las herramientas disponibles, los materiales pueden modificarse según las existencias actuales, el plazo de entrega puede modificarse según la disponibilidad de la máquina y el diseño del producto puede modificarse para lograr una calidad determinada. Dependiendo de la situación, esta calidad puede ser menor o mayor que la esperada originalmente, pero siempre estará dentro de los límites especificados.

A continuación, se mostrarán ejemplos adicionales de parámetros de proceso que pueden modificarse usando medios y métodos de acuerdo con la presente intención:

Un proceso de producción puede modificarse de una máquina de combinación integrada, tal como punzonado/doblado a una combinación de procesos separados, por ejemplo, corte por láser y plegado por prensado. Este ejemplo sería una modificación destinada a reducir los costes de producción, para la fabricación de un producto idéntico o casi idéntico.

El corte por haz de formas de forma libre como unidades individuales puede modificarse para cortar formas libres como agrupaciones con un solo corte del haz de corte entremedias. Se podría modificar un segmento de geometría de pieza y/o segmentos tangenciales de pieza intercambiando o cambiando sus posiciones y/o formas relativas, lo que preferiblemente conduciría a una mejora en la calidad de la pieza cuando se cortan piezas de chapa metálica.

El grosor del material, así como el tipo y/o la calidad del material, podrían modificarse para reducir el peso y el coste por unidad de producto. Como alternativa, la geometría del producto podría modificarse para reducir el desperdicio de material y, por lo tanto, reducir el coste de producción. El tamaño, la forma, el formato y las dimensiones del material podrían reducirse por las mismas o por razones similares a las anteriores.

La geometría de la pieza y/o del producto podría modificarse para minimizar el tiempo y el coste de montaje, una reducción que se logra ya que se puede reducir o incluso eliminar la necesidad de cambiar el utillaje. El tamaño, la forma, el formato y las dimensiones del material pueden modificarse también para que se requieran menos cantidades de material en el almacén de existencias.

El tamaño de los lotes podría ajustarse para reducir los costes, un ajuste que puede derivar en un posible cambio de las configuraciones de la máquina dependiendo del tamaño de los lotes. Las configuraciones concretas de la máquina también pueden modificarse para conseguir diversos beneficios y simplificaciones en el proceso de fabricación.

Los parámetros de proceso relacionados con el proceso de trabajo de metales normalmente son parámetros predefinidos o predeterminados para la fabricación de un producto en particular, tales como el orden de producción, el volumen de los lotes, la geometría del producto y las tolerancias predefinidas. También pueden ser las operaciones de trabajo de metales requeridas, la configuración de utillaje requerida, la configuración de automatización para la sujeción y/o recogida y colocación y/o apilamiento de piezas producidas, el patrón de apilamiento de los artículos producidos y/o datos de parámetros de proceso de operaciones anteriores. Normalmente, los parámetros de proceso no están relacionados con los parámetros de mecanizado, que es un tipo diferente de parámetros usados para controlar la operación de mecanizado.

5 Por otro lado, las variables de rendimiento relacionadas con el proceso de trabajo de metales normalmente son variables tales como las tolerancias determinadas de artículos producidos, el tiempo de proceso, la disponibilidad del
 10 utillaje, la vida útil del utillaje, el índice de eliminación de material, el entorno de trabajo del operario, las existencias de pedidos, el plazo de entrega, la posición de prensado requerida y/o datos de variables de rendimiento de
 15 operaciones anteriores. Las variables de rendimiento son dinámicas y se pueden ajustar dentro de un cierto intervalo para lograr propiedades predefinidas de un producto.

10 Las tolerancias determinadas de los artículos producidos (a diferencia de las tolerancias predefinidas, véase más arriba) son parámetros relacionados con la calidad de los productos e incluyen cualquiera de las siguientes variables de rendimiento: propiedades del material, tales como dureza, tenacidad, tamaño y espesor, geometrías del producto, tales como radios, ángulos y dimensiones, y defectos de producción, tales como protuberancias, líneas de flexión, deformaciones por presión, marcas de entrada, marcas de microjuntas y otros rasgos visuales.

15 Los datos modificados pueden usarse adicionalmente en diferentes aplicaciones, tales como CAD, CAM, ERP, MES, CRM, gestión de abastecimiento, etc. La invención es aplicable en ámbitos tales como las compras y la optimización de los criterios de rendimiento de máquina. Estos criterios pueden definirse como instrucciones o como un programa de instrucciones para el control de una máquina industrial, tal como una máquina herramienta CNC.

20 Un ejemplo de programación lineal tradicional son las tareas de si producir un primer tipo de troquel o un segundo tipo de troquel. Esto se resuelve mediante un sistema tradicional de planificación o ejecución de fabricación. Otro ejemplo es una pieza que necesita troquelarse de un material antes de doblarse, decisión que también podría tomarse en un sistema de gestión de flujo lineal. Un tercer ejemplo es si usar uno o más cabezales de corte en una operación de
 25 corte por haz, que es una decisión lineal basada en el número predeterminado de cabezales de corte de la máquina dividido por el número de piezas a producir. Esta tercera tarea también se resuelve por medio de un sistema de programación tradicional o un sistema de ejecución de fabricación. Por supuesto, todos los ejemplos anteriores también podrían resolverse por medio de la presente invención.

30 Sin embargo, la presente invención difiere de los sistemas de planificación lineal tradicionales. Permite que se utilice información de una pluralidad de fuentes para determinar, por ejemplo, si un determinado producto debe producirse mediante técnicas de corte por láser y plegado por prensado en lugar de una combinación de técnicas de punzonado y doblado. Esto facilita una reducción del coste de producción y, al mismo tiempo, permite mejorar la calidad del producto. Esto es posible gracias a la modificación de los parámetros de proceso estándar basándose en los criterios de rendimiento de funcionamiento óptimo presentados para el proceso de trabajo de metales.

35 **Breve descripción de los dibujos**

Ahora se describirán varias realizaciones y ejemplos relacionados con la presente invención haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

40 La figura 1 es un diagrama de flujo que representa una optimización de una secuencia de funcionamiento de un sistema de máquina industrial o similar mediante la introducción de parámetros de proceso estándar, seguido de modificación y presentación de los criterios de rendimiento de funcionamiento óptimo.

45 La figura 2 ilustra gráficamente un sistema de máquina industrial de acuerdo con una realización.

La figura 3 muestra otra realización de un sistema de máquina industrial de acuerdo con la invención.

Descripción detallada

50 Tanto la descripción detallada como los dibujos a los que se refiere se proporcionan únicamente a modo de ejemplo. Los mismos números de referencia de diferentes figuras se refieren al mismo elemento.

55 La figura 1 es un diagrama de flujo que representa una optimización de una secuencia de funcionamiento en un sistema de máquina industrial o un sistema de soporte de fabricación, que está conectado o al menos puede conectarse a múltiples fuentes de información. El sistema puede configurarse para proporcionar soporte para operaciones comerciales relacionadas con procesos de diseño y construcción (incluida la opción de diseño paramétrico), selección de material, compras, logística, etc., mediante la introducción de parámetros de proceso estándar seguido de modificación y presentación de los criterios de rendimiento óptimo.

60 La secuencia comienza (S10) cuando un operario introduce manual o automáticamente (S20) parámetros de proceso estándar relacionados con un producto a mecanizar o evaluar. En este contexto, producto se refiere a un único artículo que se va a producir o a una pluralidad de componentes que se pueden ensamblar. La introducción de parámetros de proceso estándar se puede realizar en cualquier ubicación. Un ejemplo es que una aplicación ("app") desarrollada para un terminal móvil, tal como un denominado teléfono inteligente, se use como herramienta para la introducción de parámetros de proceso estándar. Esta aplicación puede proporcionarse a todas las partes interesadas a lo largo de la
 65 cadena de valor en un proceso de producción, por ejemplo, diseñadores, compradores, profesionales de logística, especialistas en fabricación, etc. En una etapa posterior, el sistema informático de acuerdo con la invención genera

(S30) datos de funcionamiento basados en los parámetros de proceso estándar.

Después de haber generado los datos de funcionamiento, el sistema informático, que también está en conexión con, o se puede conectar con, múltiples fuentes de información, selecciona (S40) al menos una técnica de optimización para definir una función, comprendiendo dicha función los parámetros de proceso estándar. Esto se sigue de la generación (S50) de una función para la optimización usando los parámetros de proceso estándar como base para definir intervalos para las variables de rendimiento y/o intervalos para los parámetros de proceso. La información relacionada con los parámetros de proceso y las variables de rendimiento puede recuperarse a través de múltiples fuentes de datos integradas.

La función generada para la optimización se aplica (S60) a la función que comprende el parámetro de proceso estándar, por lo que se pueden determinar los criterios de rendimiento de funcionamiento óptimo para los parámetros de proceso estándar y las variables de rendimiento para obtener un conjunto de mandatos a usar para controlar el proceso de trabajo de metales. La información relacionada con los parámetros de proceso estándar y las variables de rendimiento se puede recuperar a través de múltiples fuentes de información integradas.

Tan pronto como se hayan determinado los criterios de rendimiento de funcionamiento óptimo, los datos de funcionamiento se comparan (S70) con los criterios de rendimiento de funcionamiento óptimo y, en caso de que haya una diferencia, y los criterios de rendimiento óptimo proporcionen una ventaja de rendimiento al operario, el resultado se presenta (S80) a una entidad de toma de decisiones. Se puede permitir que esta entidad de toma de decisiones, ya sea una capa de servicio informatizada, semiautomatizada o totalmente automatizada, modifique los parámetros de proceso estándar basándose en los criterios de rendimiento de funcionamiento óptimo presentados para el proceso de trabajo de metales. La entidad de toma de decisiones también puede realizarse en forma de una aplicación para un teléfono inteligente, preferiblemente la misma o una aplicación similar a la mencionada en relación con la etapa de introducción de parámetros de proceso estándar.

Si la entidad de toma de decisiones, al evaluar (S90) las diferencias entre los parámetros de proceso estándar y los criterios de rendimiento de funcionamiento óptimo, devuelve una recomendación o decisión de modificar (Sí), entonces se modifica (S95) al menos un parámetro de proceso comprendido en la secuencia de funcionamiento propuesta y se adopta y usa como datos de funcionamiento modificados por el sistema de máquina industrial. En caso de que el sistema de toma de decisiones devuelva una recomendación o decisión de no aceptar la propuesta (No), la secuencia continúa en el sentido de que se aplican (S100) los datos de funcionamiento generados originalmente. Cualquiera que sea la decisión que se tome, la secuencia continúa hacia el punto inicial (S10) o el punto final (S110). Los datos modificados se pueden usar además en diferentes aplicaciones tales como CAD, CAM, ERP, MES, CRM, gestión de abastecimiento, etc. La presente invención también es aplicable en ámbitos tales como las compras y la optimización de los criterios de rendimiento de máquina, criterios que pueden definirse como instrucciones y/o un programa de instrucciones para el control de una máquina industrial, tal como una máquina herramienta CNC. La figura 2 ilustra gráficamente una primera realización de la invención. El sistema comprende una máquina 1, que puede ser una máquina para corte por haz (bidimensional o tridimensional), punzonado, punzonado por presión, plegado por prensado, doblado, encolado, cosido, colocación de cinta y fibra, fresado, taladrado, torneado, enrutamiento, recogida y colocación y combinaciones de tales máquinas. El corte por haz incluye técnicas tales como láser, soldadura, soldadura por fricción y agitación, soldadura ultrasónica, corte por llama y plasma, hilvanado y aserrado.

La máquina comprende un sistema accionador 2 para realizar una operación industrial. El sistema accionador comprende al menos un accionador, es decir, un motor para movimiento lineal o giratorio. Normalmente, el sistema accionador está configurado para realizar movimientos bidimensionales o tridimensionales de una parte operacional de la máquina y una pieza de trabajo relativa entre sí.

El sistema accionador está controlado por un controlador de accionador 3 en forma de una unidad CNC/NC/PLC y/o equipo de detección y procesamiento relacionado. El controlador de accionador controla el accionador a bajo nivel, es decir, enviando mandatos de control de bajo nivel para el accionamiento del sistema accionador. El sistema accionador está conectado al controlador de accionador a través de una red de comunicación interna 4 de la máquina que incluye, por ejemplo, un bus de comunicación.

La máquina comprende opcionalmente otros sistemas, tales como un sistema de detección 10 para detectar diversos parámetros de procesamiento de la máquina y otros controladores 11 para procesadores, redes, enlaces de comunicación u otros dispositivos informáticos para transmitir datos y tomar decisiones. Estos sistemas también pueden conectarse a una red de comunicación interna 4 común de la máquina y al sistema informático en conexión con la máquina, de manera que un controlador de máquina 9 está conectado al sistema de detección para recibir datos de los sensores. El controlador de máquina puede configurarse adicionalmente para controlar de forma remota el sistema accionador de la máquina en respuesta a los datos de los sensores.

Como configuración alternativa, la unidad CNC/NC/PLC y/o el equipo de detección y procesamiento relacionado y/o el controlador de máquina mencionado pueden estar físicamente unidos o conectados de otro modo a la máquina industrial. La máquina industrial forma entonces un sistema de máquina industrial independiente y autónomo, en donde el controlador de máquina forma una parte esencial y físicamente conectada de la máquina. Las dos realizaciones

alternativas de sistemas de máquina industrial tienen sus respectivas ventajas y, para el propósito de la presente invención, las configuraciones integradas o remotas de sistema de detección y del controlador de accionador son ambas igualmente aplicables.

5 La máquina también puede comprender un cliente de comunicación 5 conectado al controlador de accionador 3 para establecer comunicación con un sistema informático 6 en conexión con la máquina, cuando se configura de acuerdo con la alternativa remota. El cliente de comunicación es entonces una unidad funcional que permite que la máquina o cualquier subcomponente de la máquina se comunique con el controlador de máquina. El sistema informático en conexión con la máquina puede ser un sistema informático basado en la nube conectado a Internet. Una realización alternativa es un ordenador dispuesto centralmente en conexión con, o conectable a, múltiples fuentes de datos. El cliente de comunicación 5 y el sistema informático en conexión con la máquina se pueden configurar para establecer una comunicación segura 7 entre sí a través de Internet, por ejemplo, iniciando una comunicación encriptada a través de HTTPS/TSL o estableciendo una VPN (red privada virtual). Como alternativa, la comunicación se puede establecer a través de un cortafuegos o un servidor proxy 8. Como alternativa adicional, cualquier subcomponente de la máquina, tal como el controlador de accionador 3, se puede configurar para conectarse al sistema informático 6 en sí mismo, o como alternativa al ordenador central mencionado con acceso a múltiples fuentes de datos, pero como se ha mencionado, tanto las configuraciones remotas como las integradas son igualmente aplicables para este propósito.

20 El sistema informático 6 mencionado en conexión con la máquina incluye un controlador de máquina, que puede conectarse de forma remota a la máquina, y en donde el controlador de máquina se puede configurar para controlar el sistema accionador de la máquina de forma remota a través del controlador de accionador modificando los parámetros de funcionamiento del controlador de accionador.

25 El controlador de máquina 9 está alojado en una máquina virtual en el sistema informático 6 remoto. De esa manera, el recurso de controlador de máquina puede explotarse de una manera eficiente. El controlador de máquina puede configurarse, por ejemplo, para leer y ejecutar código de programa de máquina, controlar parámetros de máquina, permitir el control manual o el ajuste de los parámetros de máquina, y funcionar como interfaz con sistemas asociados. El controlador de máquina está conectado a una unidad HMI (interfaz hombre-máquina) 12 que puede conectarse remotamente al controlador de máquina a través de una conexión 13 a Internet y, en otra realización, está integrada con la máquina. De cualquier manera, un operario de la máquina puede supervisar y controlar el funcionamiento de la máquina desde una ubicación remota, por ejemplo, conectada a Internet. La unidad HMI 12 y/o el sistema informático 6 remoto pueden estar configurados para requerir la identificación de usuario de un operario, por ejemplo, solicitando contraseñas u otros medios de identificación.

35 Una realización de la invención se ilustra en la figura 2. Localmente en la máquina 1 se incluye un sistema accionador 2, que comprende accionadores para realizar operaciones de mecanizado. Un controlador de accionador 3 es parte de, o está conectado con, el sistema accionador 2. El controlador de accionador está configurado para recibir instrucciones del controlador de máquina remoto y ejecutar instrucciones bloque a bloque en un sistema de bucle cerrado. Por lo tanto, se supervisa cada tarea realizada por un accionador y, después de que se complete una suboperación, el accionador realizará la siguiente suboperación hasta que se termine una operación completa. Esto significa que el funcionamiento de los accionadores de la máquina está controlado por el controlador de accionador a bajo nivel. El controlador de accionador normalmente incluye una memoria y un procesador para guardar y ejecutar instrucciones y registrar datos. El sistema accionador no comprende un controlador de máquina ni una HMI convencionales. El sistema accionador de la máquina depende, por lo tanto, de recibir instrucciones del controlador de máquina remoto. Una vez que se ha recibido y verificado un conjunto completo de instrucciones de trabajo o un subconjunto definido de las mismas, puede ejecutarse sin instrucciones adicionales del controlador de máquina. Un subconjunto de instrucciones de trabajo puede ser una parte de una operación de máquina completa, pero al menos comprende suficiente información para que el sistema accionador realice al menos partes de una operación. Preferiblemente, la operación se realiza paso a paso en un sistema de bucle cerrado dentro de la máquina que requiere una actividad manual mínima por parte de un operario. La máquina sólo está equipada con funciones simples, tales como un botón de parada de emergencia y un botón de encendido/apagado. Aparte de eso, la máquina depende de los mandatos del controlador de máquina remoto para funcionar.

55 El controlador de máquina se encuentra físicamente lejos de la máquina, normalmente en la nube. La supervisión de un proceso en curso, la carga de instrucciones, la modificación de instrucciones y la creación de nuevas instrucciones sólo se pueden realizar en el controlador de máquina remoto. Por lo tanto, el controlador de máquina de la invención corresponde a un controlador de máquina convencional, sólo que no es una parte física de la máquina, sino que está conectado de forma remota a la máquina. Las instrucciones supervisadas y controladas por el controlador de máquina y la HMI interconectada incluyen parámetros de funcionamiento tales como la velocidad de corte, la profundidad de corte, la presión, etc.

65 El controlador de máquina no es parte del sistema de bucle cerrado del controlador de accionador. Por lo tanto, a menos que se envíen nuevas instrucciones desde el controlador de máquina, el sistema accionador de la máquina concluirá una instrucción de operación completamente recibida sin esperar más instrucciones, a menos que se reciban instrucciones específicas para concluir o alterar la operación desde el controlador de máquina. Sin embargo, normalmente, las instrucciones sólo se proporcionan para una operación completa y, por lo tanto, la nueva instrucción

solo contará para operaciones posteriores, no para operaciones en curso. Esto puede establecerse como medida de seguridad, pero depende del operario decidir qué tipo de seguridad operacional debe implementarse.

5 El controlador de máquina está configurado para enviar instrucciones, de una en una o varias instrucciones en lotes. Se puede utilizar cualquier manera convencional para enviar información. El controlador de máquina está configurado además para recibir información y tomar decisiones basándose en dicha información. Por ejemplo, el controlador de máquina puede actuar sobre datos de retroalimentación y tomar decisiones y/o enviar nuevas instrucciones basándose en dicha retroalimentación.

10 El sistema inventivo proporciona una posibilidad de control remoto de una máquina industrial, sin correr el riesgo de que los mandatos se pierdan como consecuencia de una mala comunicación debido, por ejemplo, a la latencia en la conexión a Internet. Esto se asegura, por ejemplo, porque una operación se recibe y se acusa recibo en su totalidad en el controlador de accionador. Por lo tanto, los fallos de comunicación se descubrirán de inmediato y los mandatos operacionales se pueden repetir cuando sea necesario.

15 Para facilitar la vigilancia, la máquina comprende una unidad de vigilancia 14, tal como una cámara, una videocámara u otro medio de captación de imágenes, para supervisar las operaciones de la máquina. La unidad de vigilancia está conectada al sistema informático 6 remoto a través del cliente de comunicación 5 y configurada para proporcionar información de funcionamiento al sistema informático remoto. La información de funcionamiento se procesa y se transmite a la HMI 12.

El controlador de máquina está configurado para recibir un programa de máquina de un sistema CAD/CAM o por introducción manual por parte de un operario, por ejemplo, a través de la unidad HMI 12.

25 De acuerdo con una realización, el sistema informático remoto está configurado para supervisar un parámetro de funcionamiento de la máquina y para desactivar el control remoto del sistema accionador de la máquina por el controlador de máquina cuando el parámetro de funcionamiento supera un valor umbral. Un parámetro de funcionamiento de este tipo puede ser el tiempo de funcionamiento, el número de ciclos de funcionamiento realizados por la máquina, etc. Por lo tanto, los costes operacionales y el uso de la máquina se pueden controlar y limitar restringiendo el acceso al controlador de máquina.

30 El sistema informático remoto está configurado para recopilar datos de máquina y/o de producción y transferir los datos a otro sistema (no mostrado) para el análisis y/u optimización de los datos. Los datos de máquina pueden usarse, por ejemplo, para optimizar la cadena de suministro (compra, fabricación, distribución), la cadena de demanda (marketing, ventas, servicio), mantenimiento de máquinas u otras aplicaciones de macrodatos (*big data*).

35 La unidad de vigilancia también puede configurarse para supervisar los artículos producidos y sus diversas propiedades, incluyendo sus tolerancias. La visión artificial es otro término usado en la industria para esta identificación de propiedades relacionadas con la geometría. Por tolerancias se entienden propiedades de materiales tales como dureza, tenacidad, tamaño, forma, geometrías del producto, tales como radios, ángulos y dimensiones, y defectos de producción, tales como protuberancias, líneas de flexión, deformaciones por presión y/u otros rasgos visuales. La unidad de vigilancia puede estar conectada además al sistema informático 6 en conexión con la máquina, a través del cliente de comunicación 5 y configurada para proporcionar información de funcionamiento al sistema informático.

40 En una realización, el sistema informático en conexión con la máquina está configurado para supervisar un parámetro de funcionamiento de la máquina, y deshabilitar el control remoto del sistema accionador de la máquina por el controlador de máquina cuando el parámetro de funcionamiento supera un valor umbral. Un parámetro de funcionamiento de este tipo puede ser el tiempo de funcionamiento, el número de ciclos de funcionamiento realizados por la máquina, etc.

45 El sistema informático está configurado para recopilar datos de la máquina y/o de producción y transferir los datos a otro sistema para el análisis y/u optimización de los datos. Este sistema puede ser un sistema de planificación de recursos empresariales (ERP) de un sistema de ejecución de fabricación (MES) de cualquier tipo. Los datos de máquina pueden usarse, por ejemplo, para optimizar la cadena de suministro, es decir, la compra, la fabricación y la distribución; la cadena de demanda, es decir, el marketing, las ventas y el servicio; y el mantenimiento de la máquina o de sus partes integradas o remotas. Los datos de máquina también pueden estar disponibles para otros sistemas, tales como aplicaciones de macrodatos (*big data*) diseñadas para fusionar datos y sacar conclusiones basándose en grandes cantidades de información, lo que reduce la probabilidad de sacar conclusiones incorrectas.

50 La figura 3 muestra realización alternativa de un sistema de máquina industrial de acuerdo con la invención. El sistema de máquina industrial difiere de lo que se describe en relación con la figura 1 en que la máquina no comprende un controlador de accionador. El controlador de accionador 3' está físicamente desconectado de la máquina y comprendido en el sistema informático 6 en conexión con la máquina. El sistema informático está conectado a la máquina a través de una o más líneas de datos 7, por ejemplo, a través de Internet, que pueden estar encriptadas. La máquina 1 comprende al menos un cliente de comunicación 15 para establecer comunicación entre la máquina y el sistema informático 6 en conexión con la máquina. Este cliente de comunicación 15 está conectado al sistema

accionador 2 de la máquina y, por lo tanto, se denomina cliente accionador. El cliente está configurado para enviar y recibir comunicaciones de bajo nivel del controlador de accionador al sistema accionador. De manera similar, la máquina puede comprender opcionalmente un cliente de comunicación 16 de sensores para comunicar cualquier dato de los sensores del sistema de detección 10, y cualquier otro cliente controlador 17 para comunicarse con otros controladores 11 de la máquina. De manera similar a lo que se muestra en relación con la figura 2, la comunicación entre la máquina y el sistema informático en conexión con la máquina se puede establecer a través de un cortafuegos o un servidor proxy.

A continuación, seguirán ejemplos de la presente invención, destinados a aclarar adicionalmente la función y los principios de trabajo. Como se ha explicado en relación con los antecedentes de la invención, los procesos tradicionales de planificación de la producción son secuenciales por naturaleza. Esto significa que la información para controlar un proceso de producción se recopila de una base de datos local, y la planificación de producción se realiza en respuesta a instrucciones que derivan de la información almacenada localmente. Un ejemplo de esto podría ser 1) recuperar un pedido, 2) seleccionar o crear al menos un algoritmo de control, 3) producir una pieza de una determinada calidad de materia prima, 4) formar un determinado componente por medio de doblado, fresado, torneado, etc., y 5) entregar el componente a un cliente de acuerdo con las especificaciones del pedido. Este proceso es secuencial por naturaleza, y los datos para controlar el proceso se recopilan localmente.

La presente invención, como se ha descrito anteriormente, utiliza diversas fuentes para recopilar información a través del ordenador central mencionado, tales como un lote de pedidos que incluye dibujos geométricos, un lote de material, un lote de herramientas y la configuración existente de una máquina. La información relacionada con el proceso de producción de acuerdo con esta memoria descriptiva generalmente procede de diferentes fuentes, por ejemplo, un ERP/MES, la máquina, unidades habilitadas para IoT, CAD/CAM y una o más unidades de vigilancia. La información se recopila por medio de un ordenador central, que está configurado como medio intermedio y está situado entre varios puntos finales. Los puntos finales son normalmente fuentes de información que pueden influir o no en un proceso de producción, y están comprendidos, por ejemplo, por el ERP/MES mencionado anteriormente, la máquina, información de IoT, CAD/CAM y unidades de vigilancia. La información relacionada con los parámetros de proceso estándar y las variables de rendimiento se puede recuperar a través de múltiples fuentes de información integradas.

El ordenador central puede ser un ordenador de propósito general o el ordenador que está configurado para funcionar como control de la máquina. El ordenador central siempre estará conectado, o es conectable, a al menos dos puntos finales que comprenden datos, para obtener información objeto de optimización. Se cree que ese es un requisito mínimo para llevar a cabo y lograr completamente un proceso de optimización no secuencial sobre múltiples variables. Se pueden usar varios métodos de optimización, basados en combinatoria, variación dinámica, análisis multivariante, etc. Cualquiera de los métodos permite una optimización no secuencial y no lineal, y son adecuados para su uso en sistemas complejos con un gran número de variables dinámicas.

La presente invención utiliza la optimización no secuencial, que es un proceso o método numérico que no es ni secuencial ni lineal en comparación con los procesos tradicionales. Varias de las etapas de un proceso de producción pueden ser objeto de optimización. Un ejemplo es la geometría de las piezas a producir, una geometría que puede modificarse para reducir los cambios de herramientas. Otro ejemplo es que la programación de las actividades de mecanizado se puede alterar para reducir el tiempo de configuración siempre que se recupere información, por ejemplo, de una máquina, una unidad de vigilancia y/o de unidades habilitadas para IoT. El tercer y cuarto ejemplos son la programación de actividades de mecanizado que se pueden ajustar para reducir los cambios de material, siempre que se recopile información de al menos dos puntos finales; e información que se puede recuperar y reutilizar de etapas de proceso anteriores, por ejemplo, rasgos visuales a través de una unidad de vigilancia o modificación de combinaciones de herramientas o rotación de una pieza sobre su superficie. Otros ejemplos concebibles son la reconfiguración de máquinas herramienta, tal como el posicionamiento del tope trasero, la presión, la posición de prensado, etc., o el pedido de herramientas, materiales, mantenimiento y piezas de repuesto para reducir las interrupciones de producción.

Uno de los requisitos previos para hacer este tipo de optimización es permitir la recuperación de datos de múltiples fuentes de datos, por ejemplo, el ERP/MES, la máquina y su configuración, información de IoT, CAD/CAM y la unidad de vigilancia de la máquina. A continuación, la información se recupera por un ordenador central que la pone a disposición para permitir la optimización de varias etapas de proceso separadas en relación con su estado actual. Esto incluye también las influencias dinámicas que no son controlables, ya que pueden depender de circunstancias fuera de alcance, tales como las actualizaciones de un sistema de gestión.

La presente invención también puede introducir el control de la denominada modificabilidad y personalización en varios puntos finales que contienen información, tales como el ERP/MES, la máquina y su configuración, IoT, CAD/CAM (tanto con respecto al diseño como a la configuración) y al menos una unidad de vigilancia. Por ejemplo, por medio de la presente invención, es posible cambiar la especificación de materiales como medida para reducir potencialmente los cambios de material y herramientas, los intervalos de tolerancia obligatorios y los intervalos relevantes de resistencia y solidez. De acuerdo con otra realización de la invención, también es posible cambiar la geometría/forma del producto para minimizar los cambios de herramienta pero manteniendo las tolerancias de los dibujos o, como alternativa, en qué coordenadas existen marcas visuales que se pueden posicionar con ayuda del tope trasero para

evitarlas por completo. También puede ser posible programar trabajos para reducir el reemplazo de material/herramienta mientras se mantiene el plazo de entrega. Esto permite la comunicación con el cliente para que el plazo de entrega pueda ser una variable que influya en el precio del artículo producido. Para conseguir esas opciones y nuevas oportunidades, debe ser posible controlar dos o más puntos finales de manera no secuencial, por ejemplo, a través de la máquina herramienta, a través de información de IoT y una base de datos del ERP/MES para programar pedidos, herramientas, cambio de materiales y cambio de geometría de producto. Por ejemplo, una modificación de la geometría que puede conducir a una reducción o minimización de los cambios de herramienta puede cotejarse con cualquier forma de intervalo de tolerancia en un dibujo que puede estar disponible en ERP/MES o incluso disponible por un cliente o diseñador como variable que influye en la relación entre el coste de producción y el precio de mercado.

Como se ha vuelto evidente a partir de lo anterior, la presente invención se diferencia de los sistemas de planificación de procesos (MES) tradicionales que llevan a cabo la programación de producción, sistemas que están configurados para recuperar información de una base de datos local. Esos sistemas pueden depender incluso de un operario que introduce datos sobre pedidos y entregas, que se sigue de una programación secuencial. La presente invención se basa en un nivel completamente diferente de optimización basada en datos concretos, incluso en tiempo real, y en un ordenador central que recupera información y que, en algunos casos, también puede compartirla. De acuerdo con la invención, el ordenador central está conectado a, puede conectarse a, o está integrado con, múltiples puntos finales o cualquier otra fuente de información concebible, tal como un ERP, MES, CAD, CAM, una máquina, conexiones de IoT, al menos un cliente y/o al menos un proveedor, al menos un sistema de gestión de CRM y/o una unidad de vigilancia.

Además de eso, el ordenador central también puede estar en conexión con otros proveedores de información relacionada con múltiples variables que influyen en la producción, tales como materiales, utillaje, piezas de repuesto, mantenimiento, diseño, especificación de clientes sobre las piezas, construcciones y/o productos. La información relacionada con los parámetros de proceso y las variables de rendimiento puede recuperarse a través de múltiples fuentes de datos integradas, normalmente fuentes como las que se han mencionado anteriormente. Diferentes números de puntos finales conectados, conectables o integrados dan como resultado diferentes ventajas de optimización, así como diferentes costes y/o complejidad del sistema integrado.

En una realización, los datos son recuperables desde dos puntos finales. En un ejemplo, los datos se pueden recuperar desde dos puntos finales, tales como un sistema ERP y la máquina. Una ventaja de tener datos recuperados desde dos puntos finales, tales como un sistema ERP y la máquina, es que la geometría del producto puede modificarse para cumplir con las tolerancias deseadas mientras se usa la configuración actual de la máquina.

En una realización, los datos se pueden recuperar desde tres puntos finales. En un ejemplo, los datos pueden recuperarse desde tres puntos finales, tales como un MES, la máquina e IoT. Una ventaja adicional de cuando los datos son recuperables desde tres puntos finales, tales como un MES, la máquina e IoT, es que es posible controlar la accesibilidad de utillaje adicional a través de IoT y configurar la máquina con una configuración de utillaje completa que consiste en una combinación de utillaje actual y accesible. Además, la geometría del producto puede modificarse para cumplir con las tolerancias deseadas mientras se usa una parte de la configuración actual de utillaje.

En una realización, los datos pueden recuperarse desde cuatro puntos finales. En un ejemplo, los datos pueden recuperarse desde cuatro puntos finales, tales como un MES, la máquina, IoT y un cliente. Una ventaja adicional de cuando los datos son recuperables desde cuatro puntos finales, tales como un MES, la máquina, IoT y un cliente, es que es posible integrar a un cliente para que acepte dicha modificación de la geometría del producto. Además, la geometría del producto puede modificarse para cumplir con las tolerancias deseadas mientras se usa una parte de la configuración actual de utillaje. Aún más, es posible controlar la accesibilidad de utillaje adicional a través de IoT y configurar la máquina con una configuración de utillaje completa que consiste en una combinación de utillaje actual y accesible.

En una realización, los datos son recuperables desde cinco puntos finales. En un ejemplo, los datos pueden recuperarse desde cinco puntos finales tales como un MES, la máquina, IoT, un cliente y un diseñador. Una ventaja adicional de cuando los datos son recuperables desde cinco puntos finales, tales como un MES, la máquina, IoT, un cliente y un diseñador, es que es posible integrar tanto a un cliente como a un diseñador para que acepten dicha modificación de la geometría del producto. Además, la geometría del producto puede modificarse para cumplir con las tolerancias deseadas mientras se usa una parte de la configuración actual de utillaje. Aún más, es posible controlar la accesibilidad de utillaje adicional a través de IoT y configurar la máquina con una configuración de utillaje completa que consiste en una combinación de utillaje actual y accesible.

En una realización, los datos pueden recuperarse desde más de cinco puntos finales. En un ejemplo, los datos pueden recuperarse desde seis puntos finales, tales como un MES, la máquina, IoT, un cliente, un diseñador y un proveedor de material laminado. Una ventaja adicional de cuando los datos se pueden recuperar desde seis puntos finales, tales como un MES, la máquina, IoT, un cliente, un diseñador y un proveedor de material laminado, es que es posible integrar a un proveedor de material laminado para que modifique el tamaño del material laminado para adaptarse a una pluralidad de dichas geometrías de producto modificadas, proporcionar dicho material laminado modificado y producir dichas geometrías de producto modificadas a partir de dicho material laminado modificado. Además, la

5 geometría del producto puede modificarse para cumplir con las tolerancias deseadas mientras se usa una parte de la configuración actual de utillaje. Aún más, es posible controlar la accesibilidad de utillaje adicional a través de IoT y configurar la máquina con una configuración de utillaje completa que consiste en una combinación de utillaje actual y accesible. Además, es posible integrar a un cliente y a un diseñador para que acepten dicha modificación de la geometría del producto.

Una definición alternativa del ordenador central es que diferentes puntos finales tales como el ERP, el MES, el CAD, el CAM, la máquina, IoT, el cliente, el proveedor, fuentes de información, al menos un sistema de gestión CRM y/o una unidad de vigilancia están integrados entre sí para intercambiar datos y tomar decisiones.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método para modificar parámetros de proceso usando optimización no secuencial basada en criterios de rendimiento de funcionamiento óptimo para un proceso de trabajo de metales, comprendiendo dicho método las etapas de:
- 10 introducir (S20) parámetros de proceso estándar de al menos dos fuentes de información, para al menos un producto a mecanizar, en donde los parámetros de proceso estándar comprenden parámetros predeterminados relacionados con el proceso de trabajo de metales para la fabricación de un producto en particular que incluyen el orden de producción, el volumen de los lotes, la geometría del producto y las tolerancias predefinidas,
- 15 generar (S30) datos de funcionamiento basados en los parámetros de proceso estándar, en donde los datos de funcionamiento representan configuraciones de máquina requeridas para convertir una materia prima en un producto final cuando se aplican un proceso de mecanizado y un sistema de máquina predeterminados,
- 20 seleccionar (S40) al menos una técnica de optimización mediante la cual se puede maximizar o minimizar un parámetro de proceso dependiendo de las circunstancias para definir una función, comprendiendo dicha función los parámetros de proceso estándar,
- 25 generar (S50) una función para la optimización usando los parámetros de proceso estándar como base para definir los intervalos para las variables de rendimiento, en donde las variables de rendimiento incluyen las tolerancias de los artículos producidos, el tiempo de proceso, la disponibilidad del utillaje, la vida útil del utillaje, el índice de eliminación de material, el entorno de trabajo del operario, las existencias de pedidos, el plazo de entrega, la posición de prensado requerida y/o datos variables de rendimiento de operaciones anteriores, y en donde las variables de rendimiento son dinámicas y pueden ajustarse dentro de un cierto intervalo para lograr propiedades predefinidas de un producto,
- 30 aplicar (S60) la función generada para la optimización a la función que comprende los parámetros de proceso estándar, con lo que se determinan criterios de rendimiento de funcionamiento óptimo para obtener un conjunto de mandatos que se usarán para controlar el proceso de trabajo de metales, en donde el conjunto de mandatos obtenido constituye datos de funcionamiento alternativos para llevar a cabo un proceso de trabajo de metales,
- 35 comparar (S70) los datos de funcionamiento generados con los criterios de rendimiento de funcionamiento óptimo, y
- 40 en caso de que la comparación indique una diferencia y los criterios de rendimiento de funcionamiento óptimo proporcionen una ventaja de rendimiento al operario, presentar (S80) los criterios de rendimiento de funcionamiento óptimo a una entidad de toma de decisiones informatizada,
- 45 evaluar (S90), por la entidad de toma de decisiones informatizada, las diferencias entre los parámetros de proceso estándar y los criterios de rendimiento óptimo, y
- 50 devolver, por la entidad de toma de decisiones informatizada, una recomendación o decisión para modificar al menos un parámetro de proceso comprendido en la secuencia de funcionamiento propuesta (S95), y además adoptarlos y usarlos como datos de funcionamiento modificados por el sistema de máquina industrial,
- 55 o
- 60 evaluar (S90), por la entidad de toma de decisiones informatizada, las diferencias entre los parámetros de proceso estándar y los criterios de rendimiento óptimo, y
- 65 devolver, por la entidad de toma de decisiones informatizada, una recomendación o decisión de no aceptar la propuesta, y además aplicar los datos de funcionamiento generados originalmente.
2. Un método para modificar parámetros de proceso basándose en criterios de rendimiento de funcionamiento óptimo para un proceso de trabajo de metales de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la etapa de modificar los parámetros de proceso incluye resumir los parámetros de proceso.
3. Un método para modificar parámetros de proceso basándose en criterios de rendimiento de funcionamiento óptimo para un proceso de trabajo de metales de acuerdo con la reivindicación 1, en donde se prepara un pedido propuesto a un socio externo que comprende material, herramientas, piezas de repuesto, mantenimiento y/o logística si es necesario para obtener criterios de rendimiento óptimo.
4. Un método para modificar parámetros de proceso basándose en criterios de rendimiento de funcionamiento óptimo para un proceso de trabajo de metales de acuerdo con la reivindicación 1, en donde los datos de funcionamiento comprenden al menos una de las variables de rendimiento calidad, plazo de entrega y coste total.
5. Un método para modificar parámetros de proceso basándose en criterios de rendimiento de funcionamiento óptimo para un proceso de trabajo de metales de acuerdo con la reivindicación 1, en donde los criterios de rendimiento de funcionamiento óptimo comprenden al menos uno de los criterios coste de producción, cantidad de desperdicio, calidad y precisión de entrega.
6. Un método para modificar parámetros de proceso basándose en criterios de rendimiento de funcionamiento óptimo para un proceso de trabajo de metales de acuerdo con la reivindicación 1, siendo el proceso de trabajo de metales cualquier tecnología de corte aplicable industrialmente basada en láser, llamas, plasma, chorro de agua, iones, aire, doblado, prensado, punzonado por presión, plegado por prensado, soldadura, fresado, taladrado y torneado.

- 5 7. Un método para modificar parámetros de proceso basándose en criterios de rendimiento de funcionamiento óptimo para un proceso de trabajo de metales de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el proceso de trabajo de metales se refiere al mecanizado de chapa metálica.
8. Un método para modificar parámetros de proceso basándose en criterios de rendimiento de funcionamiento óptimo para un proceso de trabajo de metales de acuerdo con la reivindicación 1, en donde los parámetros de proceso y las variables de rendimiento se supervisan y se controlan dinámicamente, preferiblemente en tiempo real.
- 10 9. Un método para modificar parámetros de proceso basándose en criterios de rendimiento de funcionamiento óptimo para un proceso de trabajo de metales de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además las etapas de:
- 15 recuperar parámetros de proceso de diferentes fuentes relacionados con el proceso de trabajo de metales, tales como el orden de producción, el volumen de los lotes, la geometría de producto y las tolerancias predefinidas, las operaciones de trabajo de metales requeridas, la configuración de utillaje requerida, el patrón de apilamiento de los artículos producidos y/o datos de parámetros de proceso de operaciones anteriores,
- 20 recuperar variables de rendimiento de diferentes fuentes relacionadas con el proceso de trabajo de metales, almacenar los parámetros de proceso y las variables de rendimiento en una memoria consolidada en asociación con un sistema informático, tal como un sistema de planificación de recursos empresariales (ERP) o de ejecución de fabricación (MES),
- poner los parámetros de proceso y/o variables de rendimiento a disposición de un controlador de máquina o sistema informático para la aplicación de técnicas de optimización para seleccionar criterios de rendimiento de funcionamiento óptimo.
- 25 10. Un método para modificar parámetros de proceso basándose en criterios de rendimiento de funcionamiento óptimo para un proceso de trabajo de metales de acuerdo con la reivindicación 1, en donde las herramientas y/o artículos producidos y/o fuentes a lo largo de la línea de producción y/o fuentes dentro del flujo logístico están integrados con electrónica, software, sensores y/o conectividad de red, permitiendo que estos objetos intercambien datos, tales como
- 30 parámetros de proceso y/o variables de rendimiento, con el sistema informático.
11. Un método para modificar parámetros de proceso basándose en criterios de rendimiento de funcionamiento óptimo para un proceso de trabajo de metales de acuerdo con la reivindicación 1, en donde las tolerancias predefinidas y/o determinadas de los artículos producidos incluyen cualquiera de las siguientes variables de rendimiento:
- 35 propiedades del material, tales como dureza, tenacidad, tamaño, formato y espesor, geometrías del producto, tales como radios, ángulos y dimensiones, y defectos de producción, tales como protuberancias, líneas de flexión, deformaciones por presión y otros rasgos visuales.
- 40 12. Un método para modificar parámetros de proceso basándose en criterios de rendimiento de funcionamiento óptimo para un proceso de trabajo de metales de acuerdo con la reivindicación 1, en donde las geometrías del producto incluyen datos sobre curvas de flexión, estiramiento, deformación, factores de compensación y preferencias de utillaje.
- 45 13. Un método para modificar parámetros de proceso basándose en criterios de rendimiento de funcionamiento óptimo para un proceso de trabajo de metales de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde los parámetros de proceso, además de la configuración de utillaje, también incluyen otros requisitos de habilitación, tales como piezas de repuesto, herramientas, mantenimiento, material, forma y/o dimensión.
- 50 14. Un método para modificar parámetros de proceso basándose en criterios de rendimiento de funcionamiento óptimo para un proceso de trabajo de metales de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el método está adaptado para usarse en un sistema de control numérico por ordenador (CNC/NC) o controlador lógico programable (PLC).
- 55 15. Un sistema de máquina industrial que comprende:
- una máquina (1) que comprende un sistema accionador (2) para realizar una operación industrial, un sistema informático (6) en conexión con la máquina, que comprende un controlador de máquina (9), y estando el controlador de máquina adaptado para llevar a cabo el método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-14.
- 60 16. El sistema de máquina industrial de acuerdo con la reivindicación 15, en donde el sistema informático (6) está configurado para recopilar datos y usar los datos para el análisis y/u optimización de datos y/o transferir los datos a otro sistema para el análisis y/u optimización de los datos.
- 65 17. Producto de programa informático que comprende código de programa informático, que cuando se ejecuta, permite a un procesador de un ordenador realizar el método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-14.

18. Un medio o medios legibles por ordenador no transitorios que comprenden datos que representan conjuntos de instrucciones codificadas configuradas para su ejecución por un procesador en un ordenador, comprendiendo las instrucciones el método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-14.

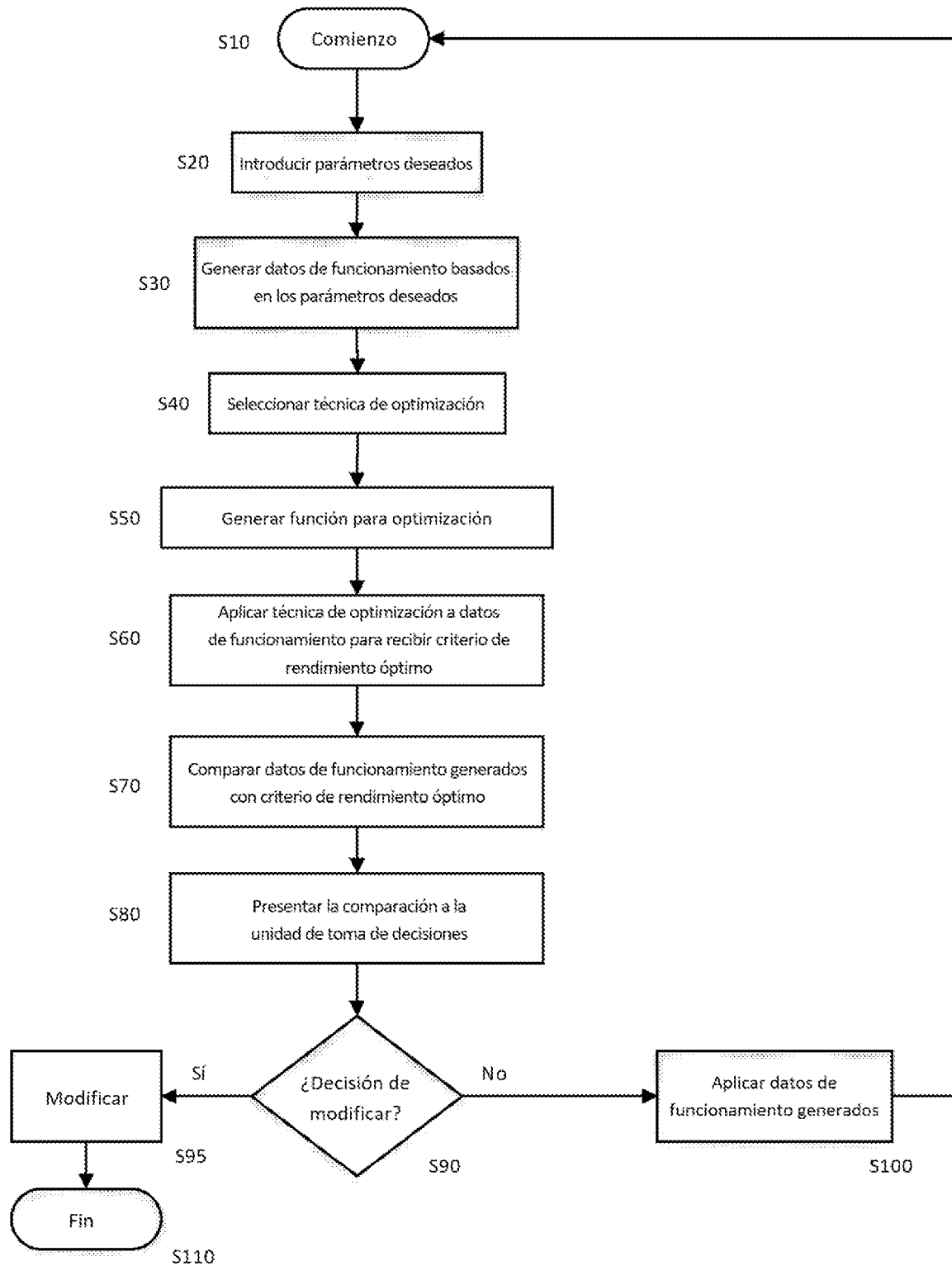


Fig. 1

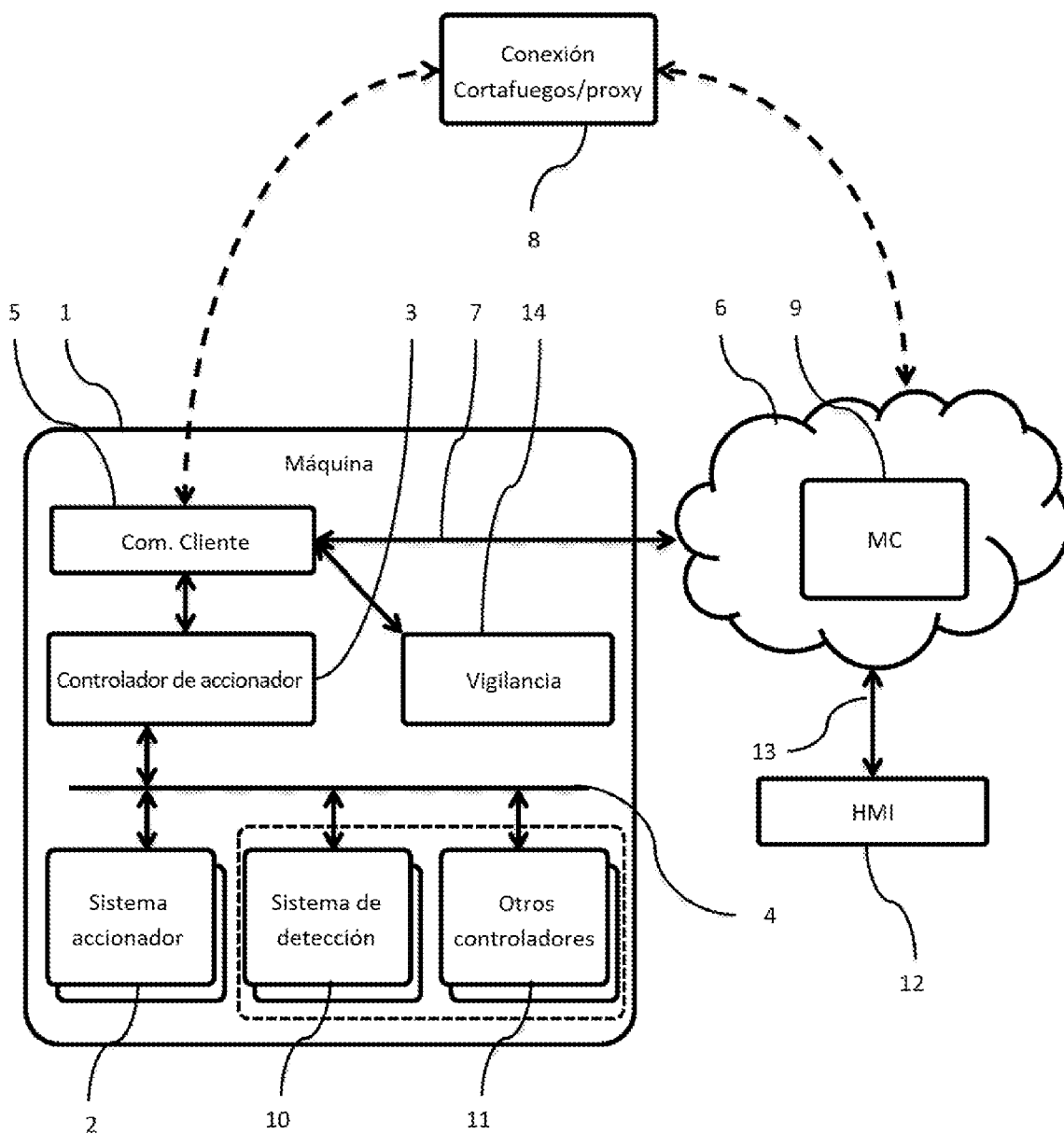


Fig. 2

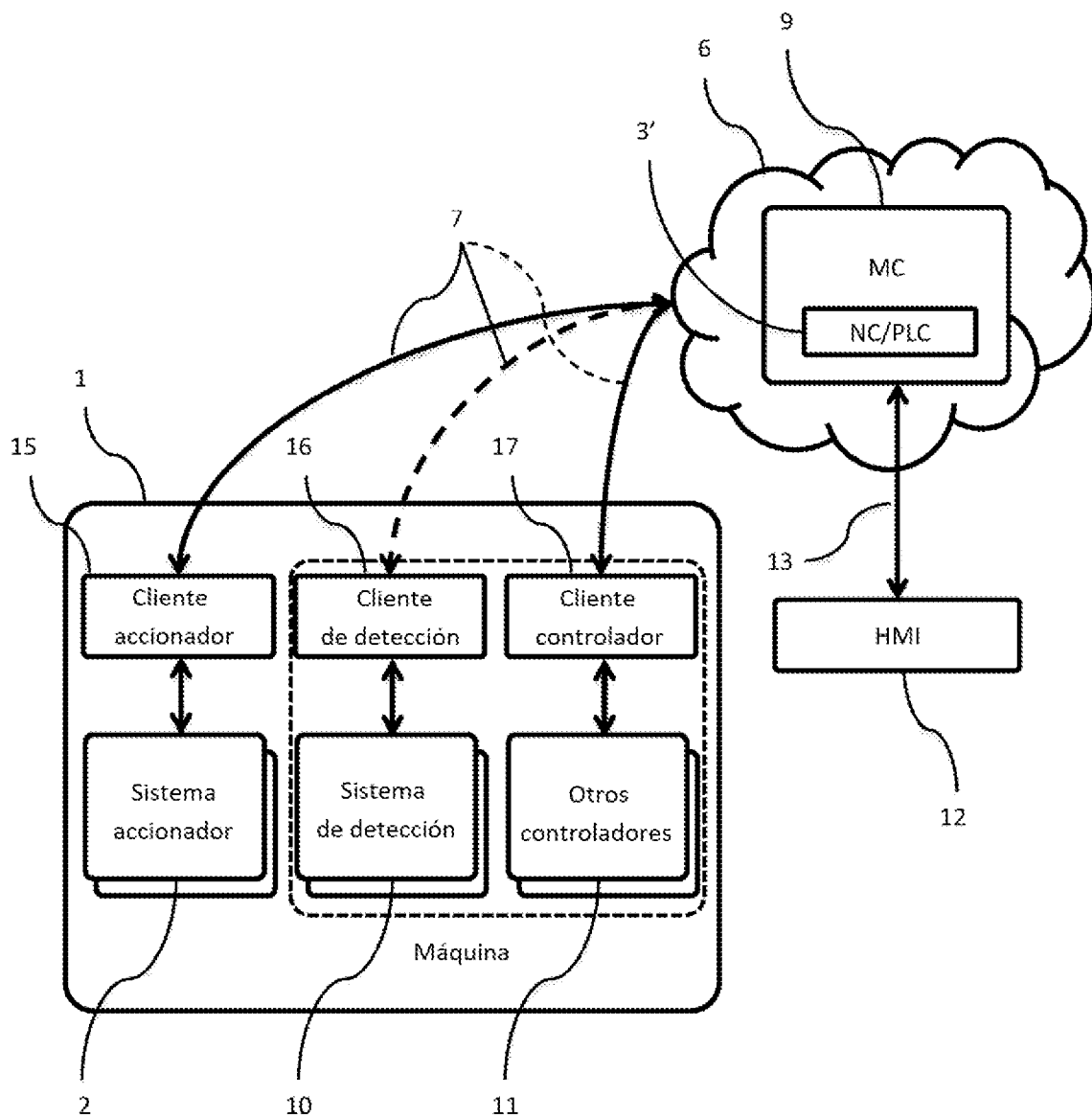


Fig. 3