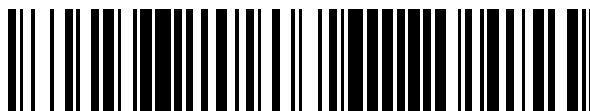


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 638 687**

51 Int. Cl.:

G05B 19/4097 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.07.2014** **E 14179307 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.06.2017** **EP 2837981**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para la configuración automática de una función de supervisión de un robot industrial**

30 Prioridad:

14.08.2013 DE 102013216136

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

23.10.2017

73 Titular/es:

**ARTIS GMBH (100.0%)
Buchenring 40
21272 Egestorf, DE**

72 Inventor/es:

EUHUS, DIRK

74 Agente/Representante:

FORTEA LAGUNA, Juan José

ES 2 638 687 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y dispositivo para la configuración automática de una función de supervisión de un robot industrial

5 **1. Campo técnico**

La presente invención se refiere a un procedimiento y un dispositivo para la configuración automática de la configuración de una función de supervisión para un robot industrial.

10 **2. Estado de la técnica**

15 Actualmente se plantean elevados requisitos en la rentabilidad y productividad de las instalaciones de fabricación. Pero por otro lado también existen simultáneamente elevadas exigencias de calidad de los productos o piezas de trabajo fabricados. Aparte de eso la variedad de las piezas de trabajo aumenta de forma incesante y disminuye su tamaño de lote medio. Estos objetivos contrarios sólo se pueden conseguir la mayoría de las veces gracias a un amplio grado de automatización.

20 Las máquinas-herramienta siempre constituyen actualmente los elementos clave en muchas instalaciones de producción. Debido a su estructura en forma de un armazón de máquina, que absorbe las fuerzas de mecanizado que aparecen, las máquinas-herramienta son capaces de mecanizar las piezas de trabajo con la mayor precisión y elevada velocidad. La exactitud de mecanizado o la precisión de las máquinas-herramienta con arranque de viruta depende del tipo de máquina y llega hasta el rango de algunos micrómetros. Las máquinas de ultraprecisión alcanzan el rango de nanómetros con un dígito. El precio de la precisión es, por un lado, costes elevados y, por otro lado, una inflexibilidad inherente en el uso de las máquinas-herramienta.

25 Los robots industriales (IR) se han concebido originalmente como equipos de manipulación, es decir, como equipos que llevan una pieza de trabajo a una posición definida en el espacio y/o la mantienen provisionalmente en esta posición o que gracias a una herramienta ejecutan un movimiento definido para realizar una tarea de trabajo. Un IR presenta en el lado de hardware al menos dos componentes característicos, que lo diferencian de una máquina-herramienta. (a) por un lado, un brazo de robot o un manipulador, que se compone de una serie de miembros rígidos, que están conectados mediante articulaciones giratorias o de empuje y, por otro lado, (b) un efector o una mano. El manipulador presenta con frecuencia cinco o seis ejes de rotación o translación y por ello puede llevar el efector a cada posición cualesquiera dentro del espacio de trabajo del IR. El efector establece la conexión entre una pieza de trabajo o una herramienta y un IR. El objetivo del robot industrial es conducir el efector de forma apropiada en el espacio. Si un IR mecaniza una pieza de trabajo mediante una herramienta, el efector comprende un sistema de retención de herramienta o de sujeción de herramienta. También es posible que el efector del IR mueva una pieza de trabajo con respecto a una herramienta fija.

40 Debido a los apoyos situados en serie del brazo de robot se adicionan los juegos de apoyo de un manipulador de un IR formando desviaciones de vía mínimas. Aparte de ello la sujeción de las herramientas de mecanizado o de la pieza de trabajo presentan igualmente tolerancias.

45 Debido a su diseño los IR se pueden usar de forma flexible y pueden relacionarse adecuadamente con una gran diversidad de herramientas y piezas de trabajo. No obstante, hasta ahora la precisión de la manipulación de herramienta mediante robots industriales no es suficiente con frecuencia para el mecanizado de piezas de trabajo. No obstante, entretanto determinados robots industriales han conseguido una exactitud de mecanizado, que se sitúa en el rango de algunas décimas de milímetro, en particular debido a un diseño de rigidez especial. Por consiguiente los IRs ahora son capaces de forma creciente de ejecutar tareas sencillas de arranque de viruta o etapas de mecanizado previo y/o acabado del mecanizado de piezas de trabajo.

50 No obstante, una fabricación automatizada mediante robots industriales puede conducir en poco tiempo a una gran cantidad de desechos al aparecer un error, cuando el error no se reconoce o no a tiempo. Por tanto es necesario supervisar un funcionamiento automatizado de un IR mediante sistemas de sensores en tiempo real, para poder reaccionar de forma rápida y adecuada a la situación al aparecer un error.

55 Aparte de eso el estado de la herramienta, que se usa para el mecanizado de una pieza de trabajo, tiene una influencia esencial en la calidad de la pieza de trabajo a fabricar. Además, para una herramienta fuertemente desgastado aumenta fuertemente la probabilidad de su ruptura. Si en los dispositivos de fabricación automatizados que usan robots industriales no se reconoce o no a tiempo que falta una herramienta o está rota, esto puede conducir a tasas de desecho elevadas. En el caso más grave se instalan piezas de trabajo o componentes sujetos a errores en un producto final, lo que puede tener la consecuencia de daños elevados en el cliente.

60 La problemática comentada es válida en la misma medida, cuando no se reconocen o no a tiempo las piezas de trabajo no correctas y por consiguiente se mecanizan mediante la línea de fabricación posterior. Éstas se deben desechar al final del mecanizado o se montan equivocadamente en un producto final. Por ello es muy importante reconocer y eliminar a tiempo fuentes de error semejantes.

En el sector de las máquinas-herramienta ya hay actualmente un número de sistemas y dispositivos para la supervisión de herramientas. Estos sistemas se basan en la medida directa o indirecta de la potencia transformada en el arranque de viruta. Para la medición indirecta del par de fuerzas para la supervisión de herramientas se pueden colocar, por ejemplo, sensores a base de cristales piezoeléctricos en la herramienta, según está expuesto, por ejemplo, en la publicación para información de solicitud de patente DE 29 06 892. El documento de patente DE 10 2006 030 834 A1 y la publicación para información de solicitud de patente DE 10 2004 051 145 A1 de la solicitante describen como las señales, que se reciben por diferentes sensores dispuestos en el husillo de la máquina-herramienta, se pueden transmitir de forma inalámbrica a una unidad de recepción fija.

Las modernas máquinas CNC (Computerized Numerical Control, control numérico computerizado) o NC (Numerical Control, control numérico) presentan un control lógico programable (SPS) (inglés: PLC por Programmable Logic Controller) o un control adaptativo.

Los robots industriales presentan un control de robot, que puede comprender un entorno de programación complejo. Actualmente no hay sistemas y dispositivos para la supervisión de herramientas en robots industriales. En un entorno de fabricación, el control de robot está conectado con frecuencia con un SPS. El SPS regula la cooperación del IR con la tecnología de la instalación circundante. Para usar los robots industriales como máquinas de mecanizado, es por ello razonable, equiparlos de modo que éstos pueden ejecutar un programa de control en forma de un NC y hacerlos funcionar como IR CNC en un entorno de fabricación.

Los robots industriales modernos, que se usan para la supervisión de herramientas y/o procesos, disponen de interfaces eficientes, para transmitir los comandos y datos del sistema de supervisión a un IR.

Un sistema de supervisión se comunica directamente o a través de un SPS con el robot industrial y transmite a través de esta interfaz una parte de su juego de comandos de control al control del IR. Una segunda parte de los comandos de control del sistema de supervisión es específica para el sistema de supervisión y no se conoce por el control del robot industrial. Finalmente una tercera parte de los comandos de control depende del proceso a ejecutar por el robot industrial y/o la pieza de trabajo a mecanizar.

Por ello el personal de servicio responsable del IR (es decir, el conductor de máquina o el preparador de trabajo) debe introducir comandos de control o instrucciones de supervisión adicionales en un programa de control del robot industrial, para adaptar el sistema de supervisión al proceso de mecanizado correspondiente. Esto significa un coste de adaptación considerable para el programa de control correspondiente y son muy costosos o incluso imposibles en particular en el caso de largos programas de control. Como resultado esto conduce con frecuencia a que el personal de servicio no adapta el sistema de supervisión del IR o no suficientemente al proceso de mecanizado a realizar. De este modo el sistema de supervisión se hace funcionar con frecuencia en un modo de funcionamiento falso y/o reducido. La tendencia mencionada de diversidad de partes y la tendencia a programas de control más largos refuerza adicionalmente la problemática discutida.

Por ello la presente invención se basa en el problema de proporcionar un procedimiento y un dispositivo con cuya ayuda se pueda ajustar una función de supervisión lo mejor posible a un proceso de mecanizado, que se realiza por un robot industrial en un entorno de fabricación.

Como estado de la técnica más próximo se considera el documento EP 0 813 130.

3. Resumen de la invención

Este problema se resuelve según un primer aspecto de la invención mediante un procedimiento según la reivindicación 1. En una forma de realización, un procedimiento para la facilitación automatizada de una función de supervisión para un proceso de mecanizado, que se debe realizar por un robot industrial, presenta las etapas siguientes: (a) análisis de un programa de fabricación asistida por ordenador (CAM, Computer-Aided Manufacturing), del proceso de mecanizado con ayuda de un postprocesador con respecto a las etapas de mecanizado que se deben supervisar; y (b) inserción al menos de una instrucción de supervisión en un programa de control del robot industrial mediante el postprocesador, que se ejecuta durante la realización del proceso de mecanizado.

El procedimiento según la invención evita el ajuste de una función de supervisión o de un sistema de supervisión de un robot industrial para un proceso de mecanizado especial en el entorno de fabricación. Mejor dicho, el ajuste de la función de supervisión tiene lugar en un entorno CAM. Un sistema de CAM elabora a partir de un modelo tridimensional de la pieza de trabajo un programa de CAM, que describe todas las etapas de mecanizado necesarias para la producción de la pieza de trabajo a partir de una pieza bruta. En el entorno CAM se examina a fondo una vez completamente el proceso de mecanizado de la pieza de trabajo. La invención posibilita, en paralelo al análisis de las vías y velocidades de las herramientas individuales en el entorno CAM, analizar las etapas individuales de la supervisión del proceso de mecanizado. Como consecuencia de las etapas de mecanizado críticas identificadas del proceso de mecanizado se puede ajustar el sistema de supervisión del robot industrial de forma cuidadosa a las etapas críticas del proceso de mecanizado.

Además, el procedimiento según la invención define un proceso de ajuste ampliamente automatizado para una función de supervisión de un proceso de mecanizado, que se ejecuta por un robot industrial. Por consiguiente se garantiza que el comportamiento erróneo humano pueda influir lo menos posible en el proceso de ajuste de la función de supervisión o de un sistema de supervisión.

No obstante, la invención no excluye una entrada manual adicional, modificación o borrado de una o varias instrucciones de supervisión en el control en el mismo robot industrial.

Otro aspecto presenta la disposición del postprocesador en el sistema de CAM.

Según ya se ha expuesto arriba, un sistema de CAM es el entorno preferido para efectuar los ajustes del sistema de supervisión para el proceso de fabricación posterior. Cuando ya existe un programa de control para el IR, no obstante, también es posible insertar la(s) instrucción/instrucciones de supervisión posteriormente en el programa de control presente en el robot industrial o en otro sistema informático preparado correspondiente en un proceso ampliamente automatizado.

Según otro aspecto, el programa de control comprende un programa de control numérico (NC, Numerical Control), que se genera por el postprocesador en el sistema de CAM.

Actualmente es preferible usar un programa de control en forma de un programa de control numérico computerizado (CNC, Computerized Numerical Control) o de forma abreviada un programa NC en un robot industrial. Sin embargo, actualmente sólo unos pocos robots industriales presentan un programa de control en forma de un programa NC. No obstante, el procedimiento arriba descrito no está limitado a un idioma de programación específico o un entorno de programación específico del robot industrial. Esto es válido tanto para el programa de CAM como también para el programa de control del IR.

En otro aspecto el análisis del programa de control comprende la ejecución al menos de un script de análisis mediante el procesador.

Los scripts son herramientas apropiadas para examinar un programa de CAM de forma automatizada según criterios o condiciones predeterminados.

Según otro aspecto, el postprocesador evalúa durante el análisis de un programa de CAM las extensiones de los trayectos de herramienta del programa de CAM y/o las propiedades definidas por el usuario, presentes en los trayectos de herramienta del programa de CAM.

Las instrucciones para la facilitación automatizada de una función de supervisión pueden estar presentes de diferente manera en un programa de CAM. Por ejemplo, estas instrucciones se pueden añadir en forma de ampliaciones o extensiones de títulos de partes de programa del programa de CAM, que definen los trayectos de herramienta. En otro ejemplo estas instrucciones se añaden en forma de datos propios como propiedades definidas por el usuario o User Defined Properties a las partes de programa del programa de CAM que describen los trayectos de herramienta.

En un aspecto preferido, las extensiones se refieren de los trayectos de herramienta del programa de CAM y/o las propiedades definidas por el usuario, presentes en los trayectos de herramienta del programa de CAM se refieren a un modo de funcionamiento del sistema de supervisión y/o a un ajuste de calidad del sistema de supervisión y/o a una generación de un evento de alarma.

Según otro aspecto, el modo de funcionamiento activa o desactiva el sistema de supervisión. Según otro aspecto el modo de funcionamiento activa o desactiva un modo de supervisión pasivo o modo de supervisión activo adaptativo.

En un modo de supervisión activo adaptativo, junto a la supervisión de una etapa de procesamiento, el objetivo primario del sistema de supervisión es la optimización del tiempo de ciclo del proceso de mecanizado. En un modo de supervisión pasivo, el sistema de supervisión optimiza en primer lugar o exclusivamente los controles de calidad del proceso de mecanizado.

Según todavía otro aspecto, el ajuste de calidad comprende varios niveles de calidad, en particular un nivel de calidad bajo, uno medio y uno elevado. Según otro aspecto, el evento de alarma comprende una parada directa del robot industrial, una parada retardada del robot industrial y/o la no parada del robot industrial. En otro aspecto la generación del evento de alarma comprende una transmisión del evento de alarma del sistema de supervisión al robot industrial.

En un ejemplo de realización, las extensiones de los trayectos de herramienta del programa de CAM y/o las propiedades definidas por el usuario, presentes en los trayectos de herramientas del programa de CAM comprenden especificaciones de fabricación y/o valores paramétricos para la determinación de al menos un ajuste del sistema de

supervisión.

5 En los aspectos expuestos hasta ahora, un sistema de supervisión recibe sus ajustes a través de la(s) instrucción/instrucciones de supervisión comunicadas en el programa de control del robot industrial y simplemente ejecuta estas instrucciones. En el aspecto descrito en el párrafo anteriores, el sistema de supervisión se encarga por el contrario de determinar sus ajustes a partir de los valores paramétricos proporcionados y/o por las especificaciones de fabricación.

10 Además, las extensiones de los trayectos de herramienta o líneas de programa del programa de CAM se pueden añadir durante la generación del programa de CAM a partir de datos de CAD. Según otro aspecto, los comandos de control o instrucciones para el sistema de supervisión se añaden al programa de CAM como propiedades definidas por el usuario, presentes en los trayectos de herramienta del programa de CAM durante su generación.

15 Según se ha expuesto ya arriba, durante la generación del programa de CAM se analizan todas las etapas de mecanizado a realizar en una pieza de trabajo. Por tanto es favorable establecer simultáneamente con el análisis de las etapas de mecanizado del proceso de producción de una pieza de trabajo la función del sistema de supervisión para la etapa de trabajo correspondiente. De este modo se puede garantizar una sincronización óptima del proceso de mecanizado y función de supervisión.

20 Según otro aspecto, las extensiones de los trayectos de herramienta y/o las propiedades definidas por el usuario, presentes en los trayectos de herramienta del programa de CAM se seleccionan de una primera biblioteca.

25 Hay varias posibilidades de introducir las instrucciones para el ajuste del sistema de supervisión en el programa de CAM. Así es posible almacenar en una biblioteca los ajustes del sistema de supervisión que pertenecen a las distintas extensiones. Durante la generación del programa de CAM se analizan junto a los movimientos de vías de las herramientas también las especificaciones del proceso de fabricación. La extensión apropiada para ello y/o propiedad definida por el usuario se selecciona de la primera biblioteca y se añade como ampliación de la parte de programa que describe el trayecto de herramienta correspondiente o se inserta como línea(s) de programa propia(s) en el trayecto de herramienta correspondiente del programa de CAM.

30 En otro aspecto preferido, el sector de aplicación de una pieza de trabajo fabricada limita la selección de las extensiones y/o de las propiedades definidas por el usuario de la primera biblioteca.

35 Según el ámbito de uso o sector de aplicación (p. ej. sector médico, sector automovilístico o tecnología aeroespacial) de la pieza de trabajo hay diferentes especificaciones de fabricación para su proceso de producción. Estas especificaciones se pueden depositar en la primera biblioteca y conducen a través de una selección correspondientes de las extensiones o de las propiedades definidas por el usuario a tener en cuenta las especificaciones de fabricación correspondientes por parte del robot industrial y el sistema de supervisión correspondientes.

40 En todavía otro aspecto preferido, el tipo de mecanizado y/o una herramienta limita la selección de las extensiones y/o de las propiedades definidas por el usuario de la primera biblioteca.

45 Los diferentes tipos de mecanizado, como por ejemplo desbarbado, rectificado, fresado, pulido, perforado o fresado presentan distintos requisitos en el modo de funcionamiento del sistema de supervisión. Estos requisitos se pueden depositar igualmente en una primera biblioteca y se le comunican al sistema de supervisión del robot industrial mediante la selección de una extensión correspondiente para un trayecto de herramienta del programa de CAM y/o mediante propiedades definidas por el usuario, presentes en un trayecto de herramienta del programa de CAM.

50 En otro aspecto, un progreso del proceso dentro de una etapa de mecanizado limita la selección de las extensiones y/o la selección de las propiedades definidas por el usuario de la primera biblioteca.

55 La etapa de mecanizado de un proceso de mecanizado se realiza con frecuencia en varias etapas parciales sucesivas, como por ejemplo un desbaste y acabado subsiguiente. Los requisitos de una función de supervisión son diferentes para las dos etapas parciales. Los distintos requisitos se depositan igualmente, como se ha descrito arriba, en una biblioteca.

60 Según todavía otro aspecto, las extensiones y/o las propiedades definidas por el usuario del programa de CAM se generan automáticamente y/o añaden manualmente.

65 Según se ha explicado ya arriba, una extensión y/o una propiedad definida por el usuario se puede seleccionar de una primera biblioteca y agregar automáticamente como ampliación o extensión de un trayecto de herramienta correspondiente de un programa de CAM o la propiedad definida por el usuario se puede insertar como línea de programa propia en el programa de CAM.

Alternativamente la persona, que supervisa o realiza por sí misma la generación del programa de CAM, introduce las

- extensiones y/o las propiedades definidas por el usuario para el ajuste del sistema de supervisión manualmente en los trayectos de herramienta generados del programa de CAM. A este respecto puede recurrir a la biblioteca arriba descrita y/o a su conocimiento especializado. Más allá es posible además que una parte de las ampliaciones y/o de las propiedades definidas por el usuario se inserten automáticamente en el programa de CAM durante su generación y se añada otra parte manualmente posteriormente.
- En todavía otra aspecto, la inserción al menos de una instrucción de supervisión en un programa de control del robot industrial comprende la ejecución al menos de un script de inserción por parte del postprocesador.
- Según otro aspecto, la inserción de la al menos una instrucción de supervisión en el programa de control comprende la inserción al menos de una función H y/o al menos de una función M en el programa de control.
- En el aspecto arriba mencionado, el programa de control comprende un programa NC en forma de código G según la norma DIN 66025. La función G del código G describe movimientos incrementales de los ejes de coordenadas, es decir, de uno o varios ejes del IR. La función M o función H describe códigos de acciones. Estas funciones se pueden usar para el ajuste o sincronización de un sistema de supervisión de un proceso de mecanizado ejecutado por un robot industrial.
- Según otro aspecto, la inserción de la al menos una instrucción comprende la inserción al menos de una función H y/o al menos una función M al comienzo de una etapa del proceso de mecanizado y la retirada de la al menos una función H y/o de la al menos una función M al final de la etapa del proceso de mecanizado.
- Según otro aspecto, a una extensión o a una propiedad definida por el usuario del programa de CAM se le asocia de forma unívoca una instrucción de supervisión para la inserción en el programa de control del robot industrial.
- Mediante la asociación unívoca se pueden establecer los ajustes de un sistema de supervisión de un robot industrial ya completamente en el programa de CAM. Ya no se requiere una adaptación del programa de control al robot industrial mismo.
- En de nuevo otro aspecto se realiza la selección de la al menos una instrucción de supervisión de una segunda biblioteca, que asocia a una extensión y/o a una propiedad definida por el usuario del programa de CAM de forma unívoca al menos una instrucción de supervisión para la inserción en el programa de control del robot industrial.
- Una posibilidad de reproducir la extensiones y las propiedades definidas por el usuario de los programas CAM, que describen los datos de configuración de una función de supervisión o de un sistema de supervisión de un sistema de herramientas, en instrucciones de supervisión de programas de control para robots industriales, es su archivo en una segunda biblioteca. En un ejemplo de realización, un script de análisis identifica una extensión en un trayecto de herramienta correspondiente de un programa de CAM y reproduce la identificación de la extensión en el script de inserción. El último selecciona la al menos una instrucción de supervisión de la segunda biblioteca y la inserta en el programa de control. Adicionalmente o alternativamente el script de análisis reconoce una propiedad definida por el usuario, presente en el trayecto de herramienta del programa de CAM y el script de inserción selecciona la(s) instrucción/instrucciones correspondiente(s) de la segunda biblioteca y la(s) inserta en el programa de control para el robot industrial.
- Según un aspecto alternativo, la determinación de la al menos una instrucción de supervisión se realiza por un programa de aplicación externo.
- Un programa de aplicación externo, como por ejemplo, un Direct Link Library (DLL, biblioteca de enlace dinámico) calcula la(s) instrucción/instrucciones requerida(s) para una extensión y la(s) proporciona al postprocesador del sistema de CAM. El programa de aplicación se puede realizar por un procesador del sistema de CAM o desarrollarse en un procesador de otro sistema informático.
- Según otro aspecto, la al menos una instrucción de supervisión le encarga al sistema de supervisión determinar los ajustes del sistema de supervisión a partir de las instrucciones del programa de control y/o de los valores paramétricos que se transmiten con la al menos una instrucción de supervisión.
- En los aspectos indicados hasta ahora, el sistema de supervisión obtiene sus ajustes o datos de configuración a través de la(s) instrucción/instrucciones insertada(s) en el programa de control del robot industrial. Por ello el sistema de supervisión actúa como esclavo del programa de control del robot industrial. En el ejemplo de realización alternativo descrito en el párrafo anterior, el sistema de supervisión obtiene mediante la instrucción de supervisión por el contrario el requerimiento de determinar por sí mismo sus ajustes para la supervisión del proceso de mecanizado a partir de las instrucciones del programa de control dirigidas al robot industrial y/o de valores paramétricos proporcionados. Con esta finalidad el sistema de supervisión presenta un procesador que puede leer e interpretar las instrucciones del programa de control. Además, el sistema de supervisión contiene una memoria no volátil para determinar los ajustes del sistema de supervisión a partir de las instrucciones o algoritmos allí almacenados.

5 Según todavía otro aspecto, la al menos una instrucción de supervisión transfiere los valores límite para un rango de variación para al menos una magnitud usada por el sistema de supervisión para la supervisión. Según otro aspecto, los valores límite comprenden un valor límite fijo interior y/o un valor límite fijo superior o una curva envolvente inferior y/o una superior.

Un aspecto útil se refiere además al ajuste de las propiedades de regulación del sistema de supervisión según las especificaciones, que se transfieren por la al menos una instrucción de supervisión al sistema de supervisión.

10 Mediante las especificaciones obtenidas se puede configurar por sí mismo lo mejor posible el sistema de supervisión para el proceso de mecanizado realizado por el robot industrial.

15 Un aspecto favorable presenta además la etapa de la activación de ajustes referidos a la herramienta sobre la base de números de herramientas, que se transmiten al sistema de supervisión por la al menos una instrucción de supervisión.

20 Esto posibilita la implementación de un ajuste específico a la herramienta del sistema de supervisión. Por consiguiente se puede impedir que el sistema de supervisión use magnitudes de medición o magnitudes derivadas desfavorables para la supervisión del proceso de mecanizado.

Además, un aspecto ventajoso presenta además la etapa de la activación de ajustes referidos al mecanizado sobre la base del tipo de mecanizado que se transmite al sistema de supervisión por la al menos una instrucción de supervisión.

25 Por consiguiente se puede usar la magnitud más apropiada (magnitud de medición o magnitud derivada) para la supervisión de un proceso de mecanizado específico, por ejemplo, de un proceso de fresado.

30 En otro aspecto favorable, un dispositivo según la reivindicación 12 para la facilitación automática de una función de supervisión para un proceso de mecanizado, que se debe ejecutar por un robot industrial, presenta: (a) medios para el análisis de un programa de fabricación asistida por ordenador (CAM, Computer-Aided Manufacturing), del proceso de mecanizado con ayuda de un postprocesador con respecto a las etapas de mecanizado que se deben supervisar; y (b) medios para la inserción al menos de una instrucción de supervisión en un programa de control del robot industrial mediante el postprocesador, que se ejecuta durante la realización del proceso de mecanizado.

35 Según otro aspecto, los medios para el análisis del programa de CAM y los medios para la inserción de la al menos una instrucción de supervisión comprenden un procesador. Según otro aspecto el procesador está dispuesto en un sistema de CAM. En todavía otro aspecto, el procesador genera el programa de control para el robot industrial mediante la ejecución del postprocesador del programa de CAM.

40 En un aspecto ventajoso, el dispositivo arriba indicado está configurado para realizar un procedimiento según uno de los aspectos expuestos anteriormente.

45 Finalmente, en un aspecto especialmente preferido, un programa informático según la reivindicación 15 comprende instrucciones para la realización de todas las etapas del procedimiento según uno de los aspectos arriba especificados, cuando el programa informático se ejecuta en un dispositivo según la invención.

4. Breve descripción de los dibujos

50 En la siguiente descripción detallada se explican ejemplos de realización preferidos actualmente de la presente invención en referencia a las figuras adjuntas, en donde

la fig. 1 muestra una representación esquemática de algunos componentes de un robot industrial (IR), de una pieza de trabajo y un sistema de supervisión según el estado de la técnica;

55 la fig. 2 ilustra esquemáticamente el proceso de generación de un programa de control para un robot industrial con sistema de supervisión conectado según el estado de la técnica;

la fig. 3 representa esquemáticamente el proceso de producción de un programa de control para el IR representado en la fig. 2 según un ejemplo de realización de un procedimiento descrito en la presente solicitud;

60 la fig. 4 reproduce un fragmento de un programa de CAM, en el que dos líneas de programa presentan distintas extensiones;

la fig. 4a indica un ejemplo para una macro, que para el trayecto de herramienta '1' elabora una propiedad definida por el usuario PM_Adaptive_Control y la activa mediante asignación del valor 'On';

la fig. 4b ilustra una superficie de diálogo de un programa de CAM, en la que están mencionadas las propiedades definidas por el usuario;

65 la fig. 5 representa una tabla que lista las extensiones para las tres características de control activo, nivel de calidad y comportamiento de alarma;

- la fig. 6 reproduce un ejemplo de una etapa del mecanizado de un proceso de mecanizado, en el que el nivel de calidad del sistema de supervisión está ajustado bajo;
- la fig. 7 muestra el proceso de mecanizado de la fig. 6, en el que el nivel de calidad del sistema de supervisión está ajustado alto;
- 5 la fig. 8 representa un ejemplo de una etapa de mecanizado de un proceso de mecanizado, que se realiza con el control activo conectado y se supervisa mediante un valor límite superior constante;
- la fig. 9 reproduce la etapa de mecanizado reproducida en la fig. 8, cuando está desconectado el control activo y la etapa de mecanizado se supervisa con una curva envolvente superior y nivel de calidad elevado;
- la fig. 10 representa la parte de la tabla de la fig. 5, a partir de la que se pueden seleccionar las extensiones para la supervisión de un proceso certificado anteriormente (parte no recuadrada de negro);
- 10 la fig. 11 muestra la tabla de la fig. 5, a partir de la que se pueden seleccionar las extensiones para el ajuste de un sistema de supervisión, cuando el objetivo primario de la supervisión de la etapa de mecanizado es la minimización de su tiempo de ciclo (parte no recuadrada de negro);
- la fig. 12 representa la parte de la tabla de la fig. 5, a partir de la que se pueden seleccionar las extensiones para la supervisión de un proceso de tallado de rosca (parte no recuadrada de negro); y
- 15 la fig. 13 muestra un fragmento de un programa de control de un robot industrial, en el que debido a una extensión con la identificación 02 en la tabla de la fig. 5 están insertadas cuatro líneas de programa con las instrucciones de supervisión (resaltadas mediante rectángulos a trazos) en el programa de control.

20 **5. Descripción detallada de ejemplos de realización preferidos**

A continuación se explican más exactamente ejemplos de realización preferidos actualmente del procedimiento según la invención y del dispositivo según la invención para la facilitación automatizada de una función de supervisión para un proceso de mecanizado ejecutado por un robot industrial (IR). Estas explicaciones a modo de ejemplo se describen en relación con un robot industrial, que presenta como efector un husillo con una herramienta. No obstante, también es posible que el IR mueva una pieza de trabajo con respecto a una herramienta fija, por ejemplo una herramienta rotativa. Además, un procedimiento aquí descrito se puede usar junto al uso del IR como máquina-herramienta también para la supervisión de tareas cualesquiera a ejecutar por un IR.

30 La fig. 1 muestra una combinación 100 de un sistema de supervisión 110 y algunos componentes de un robot industrial 150 a modo de ejemplo. El ejemplo de un IR 150, que está representado en la fig. 1, comprende un pie 152 fijo pero giratorio, un manipulador 155 y un efector 160. El manipulador o brazo de robot 155 comprende en el ejemplo representado los miembros 154, 156 y 158. Los miembros 154, 156 y 158 individuales se pueden girar uno respecto a otro. Los dos miembros 156 y 158 se pueden girar adicionalmente alrededor de su eje longitudinal. Además, los miembros 156 y 158 del manipulador 155 pueden ser modificables en su longitud. En el IR 150 a modo de ejemplo, representado en la fig. 1, el efector 160 está realizado en forma de un husillo o husillo de máquina 161. La recepción de herramienta 162 del husillo 161 recibe una herramienta 164. En el ejemplo representado en la fig. 1, el husillo 161 porta una fresa 164. No obstante, la herramienta 164 del IR 150 no está limitada al uso de una fresa 164. Mejor dicho la recepción de herramienta 162 del husillo 161 puede recibir todo tipo de herramientas rotativas 164, como por ejemplo brocas, pulidoras, herramientas de herramientas de brochar, desbarbadores o herramienta de roscar (no mostrado en la fig. 1). Además, es posible que el efector 160 no se realice como husillo de máquina 161 y reciba las herramientas fijas (no indicado igualmente en la fig. 1)

45 Según se ha mencionado ya arriba, el efector 160 puede estar configurado para recibir una pieza de trabajo 190 y moverla con respecto a una herramienta fija durante un proceso de mecanizado. Además, es concebible que durante un proceso de mecanizado se mueven tanto la herramienta 190 por el efector 160 del IR 150 como también la herramienta (no representado en la fig. 1).

50 El IR 150 presenta una memoria 165 y un procesador 168 que efectúan un intercambio de datos entre sí a través de la conexión 166. La memoria 165, que es preferentemente una memoria no volátil, almacena un programa de control 170 que ejecuta el procesador 168 durante el funcionamiento del IR 150. Como procesador 168 se puede usar un tipo de procesador cualquiera, actualmente se usan con frecuencia microprocesadores.

55 El programa de control 170 controla los movimientos del IR 150. Para que el programa de control 170 pueda controlar y comandar el funcionamiento del IR 150, el procesador 168 está conectado con un sensor y un actuador del pie 152 a través de las conexiones 132 y 133. El pie del IR 150 presenta al menos un sensor y un actuador; no obstante, también puede comprender varios sensores y actuadores.

60 Además, en el ejemplo representado en la fig. 1, el procesador 168 presenta conexiones 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142 y 143 con los actuadores y sensores del manipulador 155. El procesador 168 o el programa de control 170 controla el efector 160 a través de las conexiones 144 y 145. De forma similar al pie 152 del IR 150, el efector 160 puede presentar varios sensores y actuadores. Los actuadores y sensores del IR 150 no se reproducen en las fig. 1. Además, en la fig. 1 por motivos de claridad están representadas respectivamente una conexión con un sensor y un actuador como una conexión.

65 Los actuadores se pueden realizar, por ejemplo, como accionamientos de ajuste eléctricos. Éstos se excitan por el

programa de control 170 que se desarrolla en el procesador 168 a través de las conexiones 133, 135, 137, 139, 141 y 143. Igualmente se pueden usar otros accionamientos, por ejemplo en forma de una unidad hidráulica. Tanto los sensores del manipulador 155, como también del efector 160 del IR 150 se pueden realizar en forma de encoder incrementales, patrones de interferencia o funciones de barrera de luz. Los sensores internos del robot industrial dan sus datos a través de las conexiones 132, 34, 136, 138, 140, 142 y 144 al programa de control 170.

En el ejemplo representado en la fig. 1, el programa de control 170 que se desarrolla en el procesador 168 controla todos los movimientos de avance de la herramienta 164 en paralelo y transversalmente a la superficie de la pieza de trabajo 190 a través de las conexiones 132 y 133 del pie 152 del IR 150 y las conexiones 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144 y 145 del manipulador 155 del IR 150. En el ejemplo de la fig. 1, el programa de control que se desarrolla en el procesador 168 controla la velocidad de giro del husillo 161 y por consiguiente de la herramienta 164 a través de las conexiones 144 y 145. Un sensor colocado en el husillo 161 le notifica la velocidad de giro actual del husillo 161 o la posición angular del husillo 161 al programa de control que se desarrolla en el procesador 168 a través de la conexión 144. Las conexiones 132, 133, 134 135 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144 y 145 entre el procesador 168 y el pie 152, el manipulador 155 y el efector 160 del IR 150 pueden estar cableadas de forma fija o las señales se pueden transmitir de forma inalámbrica entre los componentes 152, 155 y 160 del IR 150 y el procesador 168.

La posición de la herramienta 164 de un IR se define a través de su punto de centro de herramienta (TCP, Tool Center Point). El TCP es un punto de referencia, que se sitúa en un punto especificado de la herramienta 164. El programa de control 170 ejecuta una comparación de la posición real y de consigna del TCP y de este modo controla la posición y ubicación tridimensional de la herramienta 164 con respecto a un punto de referencia.

Para el ajuste de los programas de control por los robots industriales se pueden usar distintos procedimientos de la programación online (cerca de proceso) o programación offline (alejada del proceso). Actualmente en la industria todavía son predominantes los procedimientos de programación online.

Este tipo de programación de programas de control se realiza in situ por así denominados "teach". Para ello un operador o un conductor de máquina ejecuta manualmente los desarrollos de movimientos del efector 160, que debe ejecutar éste durante el proceso de mecanizado. La desventaja grave de la programación online consiste en que el IR no esté disposición durante el proceso de aprendizaje para los procesos de mecanizado.

En la presente solicitud se usa un procedimiento de programación offline, que se conoce como programación asistida CAD (Computer-Aided Design, diseño asistido por ordenador). Según se expone a continuación mediante la discusión de las figuras 2 y 3 en detalle, en este tipo de programación se usa un programa de control 170 para el IR 150 en base de los dibujos de construcción de la pieza de trabajo 190 y simulaciones. En una programación offline se suprimen los tiempos de parada de la fase de aprendizaje, es decir, durante el "teach".

El programa de control 170 está realizado en los robots industriales 150, que trabajan como máquina-herramienta, actualmente con frecuencia en forma de un control numérico o un NC (Numeric Control) o un control numérico asistido por ordenador o CNC (Computerized Numeric Control) según la norma DIN 66025. A continuación se prescinde de la diferencia entre NC y CNC. Los detalles de la programación asistida CAD se explican a continuación durante la discusión de las figuras 2 y 3.

Los controles situados actualmente en el mercado de robots industriales se pueden clasificar en tres grupos. 1. Controles que usan exclusivamente la sintaxis de la norma DIN 66025 para la programación. 2. Controles, que junto a la sintaxis de la norma DIN 66025, también utilizan en general comandos especiales dependientes del fabricante o elementos de lenguaje de alto nivel. 3. Controles, que sólo se programan mediante una sintaxis de comandos dependiente del fabricante. Los tres grupos de controles pueden utilizar el procedimiento descrito en esta solicitud.

La herramienta 164 está ajustada a la pieza de trabajo 190 a mecanizar, que está dispuesta sobre una mesa de trabajo 175. En un ejemplo de realización alternativo, la mesa de trabajo 175 puede estar realizada móvil mediante accionamiento en una o dos direcciones espaciales perpendicularmente a la herramienta 164. Para la fijación de la pieza de trabajo 190 sobre la mesa de trabajo 175 se puede usar todos los dispositivos de sujeción conocidos. El procedimiento definido no presenta limitaciones con vistas a la pieza de trabajo 190 a mecanizar. Mejor dicho el procedimiento aquí descrito se puede aplicar en todos los tipos de piezas de trabajo 190.

El procesador 168 del IR 150 está en comunicación con el sistema de supervisión 110 a través de la conexión 171. Adicionalmente el IR 150 puede estar conectado opcionalmente con un control lógico programable (SPS) 180. Éste está representado a puntos en la fig. 1. En el área lingüística inglesa el SPS se denomina controlador lógico programable (PLC, Programmable Logic Controller). El SPS 180 controla con frecuencia la cooperación del IR 150 con la tecnología de la instalación circundante (no representado en la fig. 1).

En un panel de control o terminal de control 185, el procesador 168 puede mostrar los ajustes predeterminados del programa de control 170 a través de una conexión 189 y representar los datos que ha obtenido por los distintos componentes 152, 155, 160 del IR 150. Un conductor de máquina comienza y detiene el IR 150 a través de un

teclado o una pantalla táctil colocados en el panel de control 185 (no representado en la fig. 1). A través del teclado del panel de control 185, el conductor de máquina o un preparador de trabajo puede realizar modificaciones en un programa de control 170 que se desarrolla en el procesador 168 del IR 150 y así influir en el desarrollo de un proceso de mecanizado y su supervisión.

5 En el ejemplo ilustrativo de la fig. 1, el sistema de supervisión 110 presenta junto a los sensores internos del IR tres sensores, que miden los datos con cuya ayuda se puede supervisar un proceso de mecanizado que se realiza en el robot industrial 150.

10 El sensor 120 supervisa el par de fuerzas del husillo 161 y envía los datos de medición a través de la conexión 125 al sistema de supervisión 110. Según se indica en la parte introductoria, el sensor 120 se puede realizar en base a cristales piezoeléctricos, que están colocados sobre la herramienta 164.

15 El sensor 130 mide el avance del efector 160 o en el ejemplo de la fig. 1 del husillo 161. El manipulador 155 del IR 150 ejecuta el avance del efector 160 o del husillo 161 perpendicularmente a la pieza de trabajo 190. Además, un tercer sensor 140 dispuesto en la mesa de trabajo 175 detecta el ruido estructural que se genera por el proceso de mecanizado (un proceso de fresado en el ejemplo de la fig. 1).

20 Los sensores 120, 130 y 140, así como los sensores del pie 152, del manipulador 155 y del efector 160 del IR 150 transmiten sus datos de medición al sistema de supervisión 110 a través de las conexiones 125, 35, 145 y 171. Las conexiones 125, 35 y 145 entre los sensores 120, 130 y 140 y el sistema de supervisión 110, asimismo como la conexión 171 entre el sistema de supervisión 110 y el procesador 168 se pueden realizar por cable o de forma inalámbrica. Si es posible se prefiere una transmisión de datos inalámbrica entre el sensor 120, 130, 140, así como los sensores del IR 150 y el sistema de supervisión 110. En esta realización los alambres no limitan los movimientos de los distintos componentes 152, 155 y 160 del IR 150 y, por otro lado, los alambres de conexión 125, 135, 145 y 171 no se pueden deteriorar o destruir por los movimientos de los componentes 152, 155 y 160 del IR 150.

25 En el caso más sencillo el sistema de supervisión 110 transmite los datos de medición de los sensores 120, 130, 140 y de los sensores de los componentes 152, 155 y 160 del IR 150 a través de la conexión 171 al procesador 168 del IR 150. El programa de control 170 que se desarrolla en el procesador 168 pueden provocar luego que todos los datos o una parte de los datos se le muestren al conductor de máquina del robot industrial 150 en el panel de control 185.

30 En general el sistema de supervisión 110 procesa, no obstante, los datos de medición proporcionados por los sensores 120, 130, 140 y los sensores del IR 150. Esto puede ser en casos sencillos, por ejemplo, un filtrado y/o una amplificación de los datos de medición. No obstante, por otro lado, con frecuencia es necesario derivar otras magnitudes a partir de los datos de medición de los sensores 120, 130, 140 y de los sensores de los componentes 152, 155 y 160 del IR 150, que son más apropiados para la supervisión de un proceso de mecanizado específico. El sistema de supervisión 110 entrega luego las magnitudes derivadas a través del procesador 168 del IR 150 al panel de control 185 para la visualización. Con frecuencia las magnitudes que caracterizan el proceso de mecanizado se muestran conjuntamente con valores límite permitidos (véase las figuras 6 a 9).

35 Si una magnitud usada para la supervisión de un proceso de mecanizado, derivada de los datos de medición de los sensores 120, 130, 140 así como de los sensores del IR 150 sobrepasa un valor límite, el sistema de supervisión 110 desencadena una alarma. Una alarma puede provocar una parada inmediata del IR 150, es decir, en el ejemplo de la fig. 1 se detienen directamente la rotación del husillo 161 y el movimiento de la herramienta 164 con respecto a la pieza de trabajo 190 o sólo se detiene el movimiento de avance del manipulador 155 del IR 150 respecto a la pieza de trabajo 190. Además, una alarma puede provocar la detención del IR 150 al final de la etapa de mecanizado o, por ejemplo, provocar sólo la visualización de una información para el conductor de máquina del IR 150 en el panel de control 185.

40 Al contrario de en el ejemplo representado en la fig. 1 también es posible que el sistema de supervisión 110 presente una pantalla propia o un monitor propio, en el que se representen los datos preparados de uno o varios sensores 120, 130, 140 así como de uno o varios sensores internos del IR en combinación con los valores límite correspondientes.

45 Mediante la representación esquemática de la fig. 2 se explica a continuación el proceso de producción de un programa de control para la combinación de un robot industrial 150 y de un sistema de supervisión 110 de la fig. 1 según el estado de la técnica. En la fig. 2 el sistema de supervisión presenta la referencia 210 y el IR o el proceso de mecanizado se caracterizan por las referencias 250 ó 290.

50 Según se ha expuesto ya durante la discusión de la fig. 1, el IR 150, 250, en el ejemplo de la fig. 1 a través del husillo 161 y lo(s) movimiento(s) de avance, le da un par de fuerzas y fuerzas de empuje 253 al proceso de mecanizado 290. El proceso de mecanizado 290 de nuevo proporciona fuerzas de proceso, como por ejemplo uno o varios pares de fuerzas, una o varias coordenadas locales y/o angulares y/o oscilaciones, simbolizado por la conexión 256, a los sensores 120, 130, 140 así como en los sensores presentes en el husillo 161 y en el pie 152, el

manipulador 155 y el efector 160 (no dibujados en las figuras 1 y 2). El IR 150, 250 da las señales de los sensores 120, 130, 140 y de los sensores internos del IR en la fig. 2 a través de la conexión 216 al sistema de supervisión 210. El último le notifica al IR 250 los estados de error a través de la conexión 213.

5 El proceso representado en la fig. 2 comienza con la generación de un modelo tridimensional de una pieza de trabajo 190 a fabricar con ayuda de un sistema de diseño asistido por ordenador (CAD, Computer-Aided Design) 220.

10 Los datos del modelo tridimensional de la pieza de trabajo 190 a fabricar se leen entonces la mayoría de las veces en un formato estandarizado, como por ejemplo Step o IGEs en el sistema de fabricación asistida por ordenador (CAM, Computer-Aided Manufacturing) 230. En el sistema de CAM 220 se realiza entonces la planificación del proceso de mecanizado 290, que debe ejecutar posteriormente el IR 150, 250, mediante la selección y la asociación de las herramientas 164 necesarias para el proceso de producción 290. Como base de planificación sirven en este caso los datos de CAD de la pieza de trabajo 190 a fabricar tomados del sistema de CAD 220.

15 El sistema de CAM 230 genera para cada herramienta 164 una vía correspondiente del depósito de herramientas, el transporte de la herramienta 164 al lugar de uso en la pieza de trabajo 190, la etapa de mecanizado verdadera, así como el transporte de vuelta de la herramienta 164 al depósito de herramientas. Junto a la vía calculada el sistema de CAM 230 calcula además las velocidades con los que se pasan las distintas secciones del movimiento de vía. Para la etapa del proceso de mecanizado verdadera en la pieza de trabajo 190, el sistema de CAM 230 determina además la velocidad de giro de la herramienta 164 así como la(s) tasa(s) de avance del manipulador 155 del IR 150. La descripción de los movimientos de vía de todas las herramientas 164, inclusive de las velocidades correspondientes constituye el programa de CAM 240 para la pieza de trabajo 190 a fabricar.

20 A continuación de la generación del programa de CAM 240 se simula el proceso de mecanizado 290 de la pieza de trabajo 190 a fabricar en el sistema de CAM 230.

25 Después del desarrollo satisfactorio de la simulación en el sistema de CAM 230, un postprocesador 260 del sistema de CAM 230 a partir del programa de CAM 240 genera automáticamente el programa de control 270 que se debe ejecutar por el procesador 168 del IR 150, 250. Según se menciona ya, el procesador 168 del IR 150, 250 puede realizar programas de control numérico computerizado (CNC, Computerized Numerical Control) o simplemente programas de control numérico (NC, Numerical Control) o código NC según la norma DIN 66025. Se suprimen las etapas intermedias específicas al software del programa de control 270, que se deben transformar con ayuda de un analizador sintáctico (parser) a un idioma específico del robot.

30 En caso de necesidad el programa de control 270 se puede almacenar en el sistema de CAM 230. Antes del comienzo del proceso de mecanizado 290 para la pieza de trabajo 190 se transmite el programa de control 270 desde el sistema de CAM 230 a la memoria 165 del IR 150, 250. El conductor de máquina responsable del IR 150, 250 o un preparador de trabajo insertan en el programa de control 270 del IR 150, 250 manualmente una o varias instrucciones 280 o líneas de comando, que durante el desarrollo del programa de control 270 inician el dispositivo de supervisión o el sistema de supervisión 110, 210. Una unión opcional de un SPS 180 también se realiza actualmente típicamente in situ.

35 Para que el sistema de supervisión 110, 210 pueda proporcionar la función de supervisión de forma razonable, no obstante, es necesario ajustar o parametrizar el sistema de supervisión 110, 210 en el proceso de mecanizado 290 ejecutado por el programa de control 270. Para ello en uno o la mayoría de las veces varios puntos dentro del programa de control 270 se deben insertar instrucciones o líneas de comando 280 correspondientes, que se denominan a continuación instrucciones de supervisión, en el programa de control 270.

40 En el entorno ruidoso y frenético de una nave de fabricación, en la que el personal de servicio está en ocasiones bajo una presión de tiempo considerable, no obstante, esto es con frecuencia una tarea difícil. Pero también sin presión temporal y bajo ocultación del entorno, para el personal de servicio del IR 150, 250 in situ con frecuencia es difícil abarcar completamente de antemano todo el proceso de mecanizado 290 de la pieza de trabajo 190 a fabricar.

45 Además, para un funcionamiento fiable del sistema de supervisión 110, 210 se puede establecer insoslayablemente que las señales de sensores se deben incluir en el proceso de supervisión. Para cada señal se debe establecer un intervalo de oscilación, que al superarse se desencadena una alarma correspondiente. En el caso de la elección de un intervalo demasiado pequeño existe el riesgo de que se desencadenen falsas alarmas. En el caso de selección de un rango de oscilación fiable demasiado grande existe el peligro de que el sistema de supervisión 110, 210 no detecte los errores que aparecen. Esto conduce con frecuencia que el personal de servicio en el IR 150, 250 se sienta desbordado con el ajuste del sistema de supervisión 110, 210. Como resultado por ello no tiene lugar el ajuste o configuración del sistema de supervisión 110, 210 para un proceso de mecanizado 290 específico; o la parametrización no se realiza al menos opcionalmente. Esto pasa en particular en el caso de programas de control 270 muy largos.

50 En la fig. 3 está representado esquemáticamente, como la presente invención elimina las desventajas del ajuste

actual de una función de supervisión o de un sistema de supervisión 110, 210. La disposición 300 de la fig. 3 reproduce la disposición 200 de la fig. 2 con la única diferencia de que la introducción de las instrucciones 380 para el ajuste del sistema de supervisión 110, 210 no se realiza en el IR 150, 250 mismo, sino en el sistema de CAM 230.

5 Por consiguiente se desplaza la implementación de la(s) instrucción/instrucciones 280 para la supervisión del IR 150, 250 del entorno de fabricación de la fig. 1 a un entorno de oficina del sistema de CAM 230. Durante la discusión de la fig. 2 se ha expuesto que para la generación del programa de CAM 240 se deben determinar los movimientos y velocidades de todas las herramientas 164. En el contexto de los amplios análisis del proceso de mecanizado 290 es favorable examinar la supervisión del proceso de mecanizado 290.

10 La presente invención prevé por ello no insertar las instrucciones 380 para el ajuste del sistema de supervisión 110, 210 en el programa de supervisión 270, sino en el programa de CAM 240 precedente. El postprocesador 260 genera, entonces automáticamente por el programa de CAM 240 un programa de control 270 para el IR 150, 250, que contiene ya todas las instrucciones de una función de supervisión adaptadas óptimamente al proceso de mecanizado 290 correspondiente. Se suprime una entrada de instrucciones 280 para el sistema de supervisión 110, 210 en el IR 150, 250.

15 La mayoría de los sistemas de CAM 230 en uso actualmente posibilitan, más allá de las vías de movimiento puras, insertar instrucciones o comandos adicionales en el programa NC o el programa de control 270 del IR 150, 250. Las líneas de instrucciones o comandos se pueden introducir manualmente en el programa de CAM 240 o se generan con la ayuda de uno o varios scripts y se introducen en el programa NC o el programa de control 270.

20 La fig. 4 ilustra en un fragmento corto de un programa de CAM 400 como se pueden insertar instrucciones para la supervisión de un proceso de mecanizado 290 a través del sistema de supervisión 110, 210 en un programa de CAM. Las ampliaciones o extensiones 410, 420, que en las fig. 4 indican las identificaciones 02 y 16, son identificaciones de distintas instrucciones insertadas en el programa de CAM 240, 400 para el ajuste del sistema de supervisión 110, 210. En detalle se añaden las extensiones 410, 420 de trayectos de herramientas del programa de CAM 240, 400.

25 Junto a las extensiones 410 y 420 representadas en la fig. 4 del programa de CAM 240, 400 se pueden añadir las instrucciones para la configuración del sistema de supervisión 110, 210 también en forma de líneas de programa propias, por ejemplo, en la forma de propiedades definidas por el usuario o User Defined Properties a los trayectos de herramienta correspondiente al programa de CAM 240, 400 (no representada en la fig. 4).

30 La fig. 4a reproduce un macroscrip 450, que representa como se le asocia a un trayecto de herramienta automáticamente externamente una nueva propiedad de supervisión. El macroscrip 450 representado en el ejemplo de la fig. 4a elabora la propiedad definida por el usuario 'PM_Adaptive_Control' y le asigna a ésta el valor 'On'.

35 La fig. 4b ilustra cómo se pueden recibir las propiedades definidas por el usuario o en el idioma inglés User Defined Settings en una superficie de diálogo 470 de un programa de CAM 400. En el ejemplo de la fig. 4b el programa de CAM 400 contiene un submenú 480 Use Defined Settings. En el submenú 480, cuyo contenido 490 está representada en el lado derecho de la superficie de diálogo 470, están listadas las propiedades definidas por el usuario 'PM_Adaptive_Control' y 'PM_Alarm_Behaviour' y 'PM_Quality_Gate', estando conectada la propiedad mencionada en último término en el ejemplo reproducido y estando desconectadas las otras dos propiedades. La propiedad definida por el usuario mencionada en el último término presente el valor 'Low'.

40 La fig. 5 muestra una tabla en la que junto a las dos extensiones 410 (con la identificación 02) y 420 (con la identificación 16) indicadas en la fig. 4 están listadas otras dieciséis extensiones 410, 420, que describen otros ejemplos distintos de ajustes de configuración para el sistema de supervisión 110, 210. Las en conjunto 18 extensiones 410, 420 o identificaciones, que están expuestas en la tabla de la fig. 5 a modo de ejemplo, comprenden tres características o clases distintas de cualidades del sistema de supervisión 110, 210. La característica 'comportamiento de alarma' en la columna derecha de la tabla de la fig. 5 presenta tres valores o reacciones distintas respecto a una alarma constatada por el sistema de supervisión 110, 210. En el caso de una instrucción para la parada inmediata del IR 150, 250, el sistema de supervisión 110, 210 le induce al procesador 168 del IR 150, 250 a una parada inmediata de la rotación del husillo 161, así como movimientos de avance del manipulador 155 o IR 150. En otras diferenciaciones de la instrucción parada, que no están representadas en la tabla de la fig. 5, se puede detener, por ejemplo, sólo los movimientos de empuje del manipulador 155, mientras que el husillo 161 prosigue la rotación de la herramienta 164. Los rasgos del comportamiento de alarma parada pueden depender - igualmente no indicado en la tabla de la fig. 5 - además de la herramienta usada, el proceso de mecanizado y/o el progreso dentro de una etapa de mecanizado del proceso de mecanizado 290.

45 El comportamiento de alarma, 'sin parada' significa que no se desencadena una reacción de alarma. Actualmente este comportamiento se utiliza principalmente como preaviso o finalidades de demostración puras. No obstante, en un ejemplo de realización futuro, el comportamiento de alarma sin parada podría provocar, por ejemplo, la indicación de un aviso en el panel de control 185 del IR 150, que la herramienta 164 usada alcanza el final de su vida útil y por ello se debería sustituir después de como máximo otros N usos. Además, la detección del comportamiento de

alarma sin parada podría indicar, por ejemplo, que una temperatura se dirige contra un límite superior predeterminado y/o el suministro de medios de refrigeración y/o lubricación se aproxima a un límite inferior crítico.

5 Finalmente la aparición de una parada retardada provoca una detección del IR 150, 250 mediante el sistema de supervisión 110, 210 al final de la etapa de mecanizado precisamente en curso o de una etapa parcial de mecanizado del proceso de mecanizado 290.

10 Las alarmas reproducidas en la tabla 5 'parada retardada' y 'sin parada' pueden presentar distintos rasgos, que dependen por ejemplo de la herramienta 164 usada, del tipo de la etapa de mecanizado, el progreso dentro de una etapa de mecanizado y la pieza 190 a mecanizar. La tabla indicada en la fig. 5 sólo puede especificar por ello un pequeño fragmento de una biblioteca o base de datos completas de identificaciones o extensiones 410, 420 para las instrucciones para la configuración del sistema de supervisión 110, 210 para un proceso de mecanizado 290 determinado.

15 La característica reproducida en el ejemplo de la fig. 5 en la tercera columna de la tabla 'nivel de calidad' comprende igualmente tres niveles de calidad distintos para una etapa de mecanizado de un proceso de mecanizado 290. La fig. 6 muestra esquemáticamente una etapa de mecanizado, que realiza con el ajuste de un nivel de calidad bajo. La etapa de mecanizado se supervisa con una curva envolvente superior 610. La magnitud 620 usada para la supervisión de la etapa de mecanizado, como por ejemplo un par de fuerzas medido en el husillo 161 con ayuda del sensor 120, presentan en cada punto una gran distancia respecto a la curva envolvente 610. Por consiguiente una variación mayor del valor del par de fuerzas durante la etapa de mecanizado representada en la fig. 6 tampoco conduciría al desencadenamiento de una alarma. El desarrollo del par de fuerzas del husillo 161 representado en la fig. 6 sólo es un ejemplo de una magnitud supervisada. Los sensores internos del IR y las magnitudes determinadas en los sensores 130 y 140 se pueden supervisar, en caso de necesidad, igualmente o alternativamente al par de fuerzas representado en la fig. 6.

20 La fig. 7 ilustra una etapa de mecanizado, en la que se ajusta un nivel de calidad elevado en el sistema de supervisión 110, 210. La curva envolvente superior 710 presenta sólo una pequeña distancia de la magnitud 720 usada para la supervisión de la etapa de mecanizado. Dado que la etapa de procesamiento reproducido en la fig. 7 toma el desarrollo esperado, la configuración del sistema de supervisión 110, 210 con un nivel de calidad elevado no conduce a una situación de alarma.

30 Además, la características 'nivel de calidad' de la tabla de la fig. 5 presenta un escalón de calidad medio, que se sitúa entre los niveles de calidad mostrados en las figuras 6 y 7.

35 El ajuste de la característica 'nivel de calidad' en tres escalones es sólo a modo de ejemplo. Naturalmente es posible efectuar una clasificación en más o menos escalones. Además, según se ha explicado arriba en el ejemplo del comportamiento de alarma, es posible hacer dependiente las clasificaciones de la característica 'nivel de calidad' de la etapa de mecanizado a realizar, del tipo de mecanizado y/o de la pieza de trabajo 190 a mecanizar, para mencionar sólo algunos ejemplos.

40 La característica mostrada en la segunda columna de la tabla de la fig. 5 'control activo' se puede conectar o desconectar. El estado de control activo conectado se denomina a continuación también modo de supervisión activo adaptativo y el estado de control activo desconectado se designa a continuación también como modo de supervisión pasivo.

45 La fig. 8 muestra un ejemplo de una etapa de mecanizado de un proceso de mecanizado 290 para una pieza de trabajo 190 a fabricar, que se ha llevado a cabo con control activo conectado. La etapa de mecanizado se supervisa exclusivamente mediante un valor límite superior 810 fijo, seleccionado muy elevado. Los desarrollos de curva 820 y 830 representan dos ejemplos distintos de la magnitud usada para la supervisión, que se reciben durante la ejecución de una etapa del procedimiento. Según se puede ver a partir de los instantes de inicio y final diferentes de los desarrollos de curva 820 y 830, la etapa de mecanizado realizada en el modo de supervisión activo adaptativo está sometida a un tiempo de ciclo acortado.

50 En la fig. 9, de forma similar a la fig. 8, están representadas tres etapas de mecanizado de un proceso de mecanizado 290, en las que el 'control activo' está desconectado, es decir, el modo de supervisión pasivo está conectado. Además, la etapa de mecanizado no se supervisa como en la fig. 8 por un límite superior 810 invariante temporalmente, sino por una curva envolvente superior 910 con un nivel de calidad elevada. Las tres etapas de mecanizado 920, 930 y 940 representadas en la fig. 9 sólo presentan todavía una oscilación temporal mínima. Además, el valor de la magnitud consultada para la supervisión sólo varía poco entre los tres desarrollos de curva 920, 930 y 940 de las reproducciones de la etapa de mecanizado.

55 El modo de supervisión activo adaptativo representado en la fig. 8 y el modo de supervisión pasivo ilustrado en la fig. 9 tienen objetivos opuestos. El modo de supervisión activo adaptativo tiene en primer lugar el objetivo de minimizar el tiempo de ciclo de la etapa de mecanizado. Para ello se asumen oscilaciones mayores en el desarrollo temporal de la magnitud usada para la supervisión. El modo de supervisión pasivo tiene por el contrario el objetivo de

mantener lo más bajo posible la variación entre las ejecuciones individuales de la etapa de mecanizado supervisada. El tiempo de ciclo de la etapa de mecanizado representada en la fig. 8 es aproximadamente el 20% menor comparado con la realización del modo de supervisión pasivo mostrado en la fig. 9.

5 Hay sectores de aplicación en los que el modo de supervisión activo adaptativo no se debe usar para piezas de trabajo 190 a fabricar. Un ejemplo de ello es la industria aeronáutica. Aquí ya no se debe modificar un proceso certificado una vez. La fig. 10 ilustra cómo de este modo se hace la mitad el número de las identificaciones o extensiones 410, 420 permitidas de la tabla representada en la fig. 5. Las identificaciones o extensiones 410, 420 encuadradas en negro con las identificaciones 01 a 09, que representan el modo de supervisión activo adaptativo, no están permitidos en este caso.

15 Por otro lado existen campos de uso o sectores tecnológicos, que están bajo una enorme presión económica. En los que tiene mayor prioridad un tiempo de ciclo lo más pequeño posible de cada etapa de mecanizado individual del proceso de mecanizado 290. Un ejemplo de ello es la industria automovilística. En este caso es necesario trabajar con modo de supervisión activo adaptativo conectado. La fig. 11 simboliza la parte de la tabla de la fig. 5 - que se sitúa fuera de la zona encuadrada en negro - a partir del que se pueden seleccionar entonces todavía las extensiones 410, 420 para los ajustes del sistema de supervisión 110, 210.

20 En la tabla representada en la fig. 5, la característica 'control activo' es digital, es decir, sólo presenta dos valores o estados. No obstante, también es posible que cada sector de uso o sector de aplicación de la pieza de trabajo 190 fabricada requiera una caracterización de la característica 'control activo'. El número de las líneas en la tabla de la fig. 5 se ha multiplicado correspondientemente (no mostrado en la fig. 5).

25 Junto a los sectores de aplicación de las piezas de trabajo 190 fabricadas, el tipo del proceso de mecanizado 290 influye en la configuración del sistema de supervisión 110, 210. En el caso de un proceso de tallado de roscas, por ejemplo, en el caso de la aparición de un error que desencadena una alarma para la parada inmediata del IR 150, 250, no se debe detener inmediatamente la rotación del husillo 161 y su avance mediante el manipulador 155 del IR 150. Al iniciar nuevamente el giro del husillo 161 y su avance para la retirada de dispositivo de tallado de roscas fuera de la pieza de trabajo 190 se rompería el dispositivo de tallado de roscas. La fig. 12 muestra que de este modo se puede realizar un proceso de tallado de roscas con sólo una extensión 410, 420 fuera de la parte encuadrada en negro de la tabla de la fig. 12 o exclusivamente con la identificación 18 de la tabla de la fig. 5.

35 La tabla de la fig. 5 presenta tres características, pudiendo adoptar dos de estas características respectivamente tres valores distintos. Una característica ('control activo') presenta dos valores. En conjunto la tabla de la fig. 5 comprende por ello dieciocho (2x3x3) combinaciones distintas de las tres características. No obstante, junto a las tres características listadas en la tabla de la fig. 5 puede ser necesario o deseable utilizar otras magnitudes para el ajuste del sistema de supervisión 110, 210. Según se ha hablado ya en referencia a la fig. 12, el tipo de mecanizado tiene una influencia considerable en la configuración o parametrización del sistema de supervisión 110 210. El tipo de mecanizado se puede recibir por ello como una característica propia en la tabla de la fig. 5 (no mostrado en la fig. 5).

45 Según se expone arriba en el ejemplo de la fig. 12, el tipo de herramienta puede tener igualmente efectos sobre la configuración del sistema de supervisión 110, 210. Además, una magnitud variable de la herramienta 164 puede hacer necesario que se adapte correspondientemente la supervisión de una etapa de mecanizado. Por ejemplo, un análisis táctil de una gran herramienta puede ser apropiado para la determinación de una herramienta 164 presente, mientras que en la aplicación de este método de investigación en una pequeña herramienta 164 existe el peligro de un deterioro o incluso una destrucción de la herramienta 164. En el caso del procedimiento de análisis sin contacto no existe por el contrario este peligro. Por consiguiente puede ser razonable recibir el tipo de herramienta y la magnitud de herramienta como otras características propias en la tabla de la fig. 5, que comprende las distintas opciones de ajuste del sistema de supervisión 110, 210 en forma de extensiones 410, 420 para un programa 240, 400.

55 Aparte de eso el progreso dentro de una etapa de mecanizado en el proceso de mecanizado 290 puede hacer necesarias modificaciones en los ajustes del sistema de supervisión 110, 210. Por ejemplo, una primera remoción parcial burda se puede llevar a cabo en una etapa del proceso de fresado sin supervisión o sólo con una supervisión mediante un valor límite superior fijo (véase la fig. 8). La etapa parcial siguiente para la fabricación del contorno superficial predefinido de la pieza de trabajo 190 requiere, por otro lado, una supervisión que ya detecta una baja desviación de un desarrollo de proceso predeterminado.

60 Como resultado la tabla de la fig. 5 sólo representa por consiguiente un pequeño fragmento a modo de ejemplo de una biblioteca completa de las opciones de ajuste para el sistema de supervisión 110, 210.

65 En un desarrollo posible de la generación de un programa de control 270 para el IR 150, 250 y el sistema de supervisión 110, 210 conectado, un script o un script de análisis, que se ejecuta por ejemplo por el procesador del sistema de CAM 230, analiza un programa de CAM 240, 400 y añade mediante la tabla de la fig. 5 o más generalmente mediante selección de una biblioteca extensiones 410, 420 a las líneas de programa correspondientes

del programa de CAM 240, 400.

5 Alternativamente o en paralelo a ello el script de análisis inserta líneas de programa propias en el programa de CAM 240, 400 (no mostrado en la fig. 4), que describen opciones de ajuste del sistema de supervisión 110, 210. Las líneas de programa determinan propiedades definidas por el usuario que se insertan en líneas de programa del programa de CAM 240, 400, que describen los trayectos de herramienta correspondientes.

10 Según se representa esquemáticamente en la fig. 3, el postprocesador 260 genera de forma automatizada un programa de control 270 para el IR 150, 250. En paralelo o secuencialmente respecto al postprocesador 260, por ejemplo, un script de inserción identifica las extensiones 410, 420 del programa de CAM 240, 400 e inserta en el programa de control 270 para el IR 150, 250 una o varias instrucciones de supervisión, que configuran el sistema de supervisión 110, 210 para el proceso de mecanizado 290.

15 La fig. 13 muestra un fragmento de un programa de control 1300, que se refiere a la extensión 410 del programa de CAM 400 de la fig. 4. El significado de la extensión 410 con la identificación 02 se ha explicado detalladamente durante la discusión de la tabla de la fig. 5. En el ejemplo de la fig. 13, la extensión 410 con la identificación 02 provoca la inserción de las cuatro instrucciones de supervisión 1310, 320, 330, 340 específicas a la máquina en el programa de control 1300. Las instrucciones de supervisión 1310-1340 están remarcadas en el fragmento de programa 1300 de la fig. 13 mediante un rectángulo a trazos, al contrario de las otras instrucciones del fragmento de programa 1300 que se refieren al control de la máquina-herramienta 150, 250.

Las instrucciones de supervisión 1310 y 1320 describen instrucciones de la función H del código NC, que se ha elaborado según la norma DIN 66025 e indican la configuración con la que se debe supervisar.

25 La función M131 de la instrucción de supervisión 1330 de la fig. 13 conecta el 'control activo' (véase segunda columna de la tabla de la fig. 5) y la función M de la instrucción de supervisión 1340 desconecta el 'control activo' al final de la sección de mecanizado del proceso de mecanizado 290.

30 La asignación de las instrucciones de supervisión 1310, 1320, 1330, 1340 a las extensiones 410, 420 (con las identificaciones 01 a 18 en la tabla de la fig. 5) del programa de CAM 240, 400 pueden estar almacenados en otra o segunda biblioteca, a la que puede acceder el postprocesador 260 o un script de inserción. Alternativamente un programa de aplicación que discurre en el procesador del sistema de CAM 230 a partir de las extensiones 410, 420 identificadas del programa de CAM 240, 400 determinan las instrucciones de supervisión 1310-1340 correspondientes. En lugar de desarrollarse en el procesador del sistema de CAM 230, el programa de aplicación también se puede realizar en un procesador externo o sistema informático. Finalmente también es concebible recibir una parte de las instrucciones de supervisión 1310-1340 desde una biblioteca y determinar una segunda parte, según se ha explicado arriba, mediante un programa de aplicación. El programa de aplicación se puede realizar, por ejemplo, en forma de una librería de enlace dinámico (DLL, Dynamic Link Library).

40 En los ejemplos de realización descritos hasta ahora de un procedimiento definido en la presente solicitud para la facilitación de una función de supervisión para un proceso de mecanizado 290 realizado por un robot industrial 150, 250, el sistema de supervisión 110, 210 obtiene mediante la(s) instrucción/instrucciones de supervisión 1310-1340 del programa de control 270, 400 una instrucción exacta de cómo debe supervisar las etapas de mecanizado individuales del proceso de mecanizado 290. Siguiendo a las instrucciones de supervisión 1310-1340, el sistema de supervisión 110, 210 realiza los ajustes predeterminados y supervisa a continuación las etapas de mecanizado individuales del proceso de mecanizado 290.

50 No obstante, los modernos sistemas de supervisión 110, 210 presentan un procesador propio y una memoria no volátil (no mostrada en la fig. 3). Por consiguiente los modernos sistemas de supervisión 110, 210 son capaces de determinar parcialmente por sí mismos sus ajustes o datos de configuración.

55 En una realización alternativa para la facilitación de una función de supervisión es posible por ello transmitir en las extensiones 410, 420 del programa de CAM 240, 400 los valores paramétricos para el ajuste de la función de supervisión, así como la instrucción al sistema de supervisión 110, 210 y analizar la parte correspondiente del programa de control 270, 1300. El sistema de supervisión 110, 210 puede determinar mediante estas especificaciones los ajustes correspondientes para las etapas de mecanizado individuales del proceso de mecanizado 290 mismo. Por ejemplo, la instrucción 1310-1340 depositada en el programa de control 270, 1300 para el movimiento de un eje del manipulador 155 del IR 150, 250 (por ejemplo del movimiento de avance para el husillo 161 en la fig. 1) puede conducir a la selección de señales de este eje para la supervisión. Para ello el postprocesador 260 traduce las extensiones 410, 420 del programa de CAM 240, 400 en instrucciones 1310-1340 específicas a la máquina del programa de control 270, 1300.

65 Por ejemplo, el tipo de movimiento de cada eje del manipulador 155 del IR 150, 250, como positivo rápido (Go), positivo lento (Gx), sin movimiento (Gx), negativo lento (Gx) y finalmente negativo rápido (Go), se puede depositar en una máscara en el sistema de supervisión 110, 210 y consultarse como ayuda de diferenciación en el análisis de la parte correspondiente del programa de control 270, 300 por parte del sistema de supervisión 110, 210.

A partir de una etapa parcial de mecanizado burdo (desbastado) dispuesta en el programa de control 270, 1300 para el IR 150, 250, el sistema de supervisión 110, 210 determina una supervisión con amplios límites, como por ejemplo el límite superior 810 fijo indicado en la fig. 8.

5 A la inversa, por el contrario una etapa parcial de mecanizado fino (acabado) correspondiente conduce a la determinación de una supervisión con límites estrechos por parte del sistema de supervisión 110, 210, como se ilustra a modo de ejemplo mediante las curvas envolventes superiores 710 de la fig. 7 ó 910 de la fig. 9.

10 Los límites usados para la supervisión (por ejemplo límites inferiores fijos y/o superiores fijos o curvas envolventes inferiores y/o superiores se pueden transmitir en las instrucciones de supervisión 1310-1340 al sistema de supervisión 110, 210 como valores límite o como valores paramétricos. En el caso mencionado en último término, el sistema de supervisión 110, 210 determina a partir de los valores paramétricos los valores límite usados para la supervisión.

15 Al sistema de supervisión 110, 210 se le pueden transmitir además el tipo de herramienta usado y la magnitud de la herramienta 164 usada mediante los números de herramienta. El tipo de mecanizado, así como el progreso dentro de la etapa de mecanizado (etapa parcial de mecanizado burdo o desbastado o etapa parcial de mecanizado fino o acabado) se pueden transmitir al sistema de supervisión 110, 210 en forma de una clave numérica.

20 Aparte de eso es posible transmitirle al sistema de supervisión 110, 210 vía extensiones 410, 420 del programa de CAM 240, 400 e instrucciones de supervisión 1310-1340 insertadas del programa de control 270, 1300 los parámetros para las propiedades de regulación del sistema de supervisión 110, 210. El sistema de supervisión 110, 210 calcula a partir de estas especificaciones en base, por ejemplo, de un algoritmo depositado en una memoria los ajustes favorables para la etapa de mecanizado correspondiente del proceso de mecanizado 290.

25 En el ejemplo de realización realizado en último término, el sistema de supervisión 110, 210 no ejecuta en forma de esclavo las instrucciones de supervisión 1310-1340, sino que se configuran ampliamente por sí mismo debido a los valores paramétricos transmitidos por las instrucciones de supervisión 1310-1340 y por análisis del programa de control 270, 300. De este modo al menos una parte de los datos almacenados en la primera biblioteca o de los datos determinados por el programa de aplicación se puede determinar mediante el sistema de supervisión 110, 210 mismo y no se debe transmitir. Además, es posible implementar una forma mixta entre el ejemplo descrito anteriormente (el sistema de supervisión 110, 210 transforma las instrucciones de supervisión 1310-1340) y el ejemplo de realización explicado en último término (el sistema de supervisión 110, 210 obtiene valores paramétricos y se configura ampliamente por sí mismo mediante estos valores y del programa de control 270, 300).

35 El procedimiento expuesto en la presente descripción para la facilitación de una función de supervisión presenta dos preferencias importantes: (i) los ajustes de la función de supervisión se realizan mediante expertos en el entorno CAM en lugar del ajuste de la función de supervisión in situ en el robot industrial mismo. (ii) El procedimiento definido posibilita un ajuste ampliamente automático de la función de supervisión.

40

REIVINDICACIONES

- 5
1. Procedimiento para la facilitación automatizada de una función de supervisión para un proceso de mecanizado (290), que se debe realizar por un robot industrial (150, 250), con las etapas siguientes:
- 5
- a. análisis de un programa de fabricación asistida por ordenador, CAM (Computer-Aided Manufacturing), (240, 400) del proceso de mecanizado (290) con ayuda de un postprocesador (260) con respecto a las etapas de mecanizado que se deben supervisar; y
- 10
- b. inserción al menos de una instrucción de supervisión (1310, 1320, 1330, 1340) en un programa de control (270, 1300) del robot industrial (150, 250) mediante el postprocesador (260), que se ejecuta durante la realización del proceso de mecanizado (290).
- 15
2. Procedimiento según la reivindicación 1, en donde el análisis del programa de CAM (270, 1300) comprende la ejecución al menos de un script de análisis mediante el postprocesador (260).
- 20
3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, en donde el postprocesador (260) evalúa en la etapa a. las extensiones (410, 420) de los trayectos de herramienta del programa de CAM (240, 400) y/o las propiedades definidas por el usuario, presentes en los trayectos de herramienta del programa de CAM (240, 400).
- 25
4. Procedimiento según la reivindicación 3, en donde las extensiones (410, 420) de los trayectos de herramienta del programa de CAM (240, 400) y/o las propiedades definidas por el usuario, presentes en los trayectos de herramienta del programa de CAM se refieren a un modo de funcionamiento del sistema de supervisión (110, 210) y/o a un ajuste de calidad del sistema de supervisión (110, 210) y/o a una generación de un evento de alarma.
- 30
5. Procedimiento según la reivindicación 3 ó 4, en donde las extensiones (410, 420) de los trayectos de herramienta del programa de CAM (240, 400) y/o las propiedades definidas por el usuario, presentes en los trayectos de herramienta del programa de CAM (240, 400) se añaden durante la generación del programa de CAM (240, 400) a partir de los datos de CAD.
- 35
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 3-5, en donde las extensiones (410, 420) de los trayectos de herramienta del programa de CAM (240) y/o las propiedades definidas por el usuario, presentes en los trayectos de herramienta del programa de CAM (240, 400) se seleccionan de una primer biblioteca.
- 40
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en donde la inserción de la al menos una instrucción de supervisión (1310, 1320, 1330, 1340) en la etapa b. comprende la ejecución al menos de un script de inserción por el postprocesador (260).
- 45
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en donde la inserción de la al menos una instrucción de supervisión (1310, 1320, 1330, 1340) en el programa de control (270, 1300) comprende la inserción al menos de una función H y/o al menos una función M en el programa de control (270, 1300).
- 50
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1-3 y 7-8, en donde la al menos una instrucción de supervisión (1310, 1320, 1330, 1340) le encarga al sistema de supervisión (110, 210) determinar los ajustes del sistema de supervisión (110, 210) a partir de las instrucciones del programa de control (270, 1300) del robot industrial (150, 250) y/o a partir de los valores paramétricos que se transmiten con la al menos una instrucción de supervisión (1310, 1320, 1330, 1340).
- 55
10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1-3 y 7-8, en donde la al menos una instrucción de supervisión (1310, 1320, 1330, 1340) transfiere los valores límites para un rango de variación de una magnitud, que usa el sistema de supervisión (110, 210) para la supervisión y/o transfiere los valores paramétricos para la determinación de los valores límites, a partir de los que el sistema de supervisión (110, 210) determina los valores límite.
- 60
11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1-3 y 7-10, que además presenta el ajuste de las propiedades de regulación del sistema de supervisión (110, 210) según las especificaciones que se transfieren al sistema de supervisión (110, 210) por la al menos una instrucción de supervisión (1310, 1320, 1330, 1340).
- 65
12. Dispositivo para la facilitación automatizada de una función de supervisión para un proceso de mecanizado (290), que se debe realizar por un robot industrial (150, 250), que presenta:
- a. medios para el análisis de un programa de fabricación asistida por ordenador, CAM (Computer-Aided Manufacturing), (240, 400) del proceso de mecanizado (290) con ayuda de un postprocesador (260) con respecto a las etapas de mecanizado que se deben supervisar; y

b. medios para la inserción al menos de una instrucción de supervisión (1310, 1320, 1330, 1340) en un programa de control (270, 1300) del robot industrial (150, 250) mediante el postprocesador (260), que se ejecuta durante la realización del proceso de mecanizado (290).

- 5
- 13.** Procedimiento según la reivindicación 12, en donde los medios para el análisis del programa de CAM (240, 400) y los medios para la inserción de la al menos una instrucción de supervisión (1310, 1320, 1330, 1340) comprenden un procesador.
- 10
- 14.** Dispositivo según la reivindicación 12 ó 13, en donde el dispositivo está configurado para ejecutar un procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 16.
- 15.** Programa informático con instrucciones para la realización de todas las etapas del procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 11, cuando el programa informático se ejecuta en el dispositivo según la
- 15
- reivindicación 12.

Fig. 1 (Estado de la técnica)

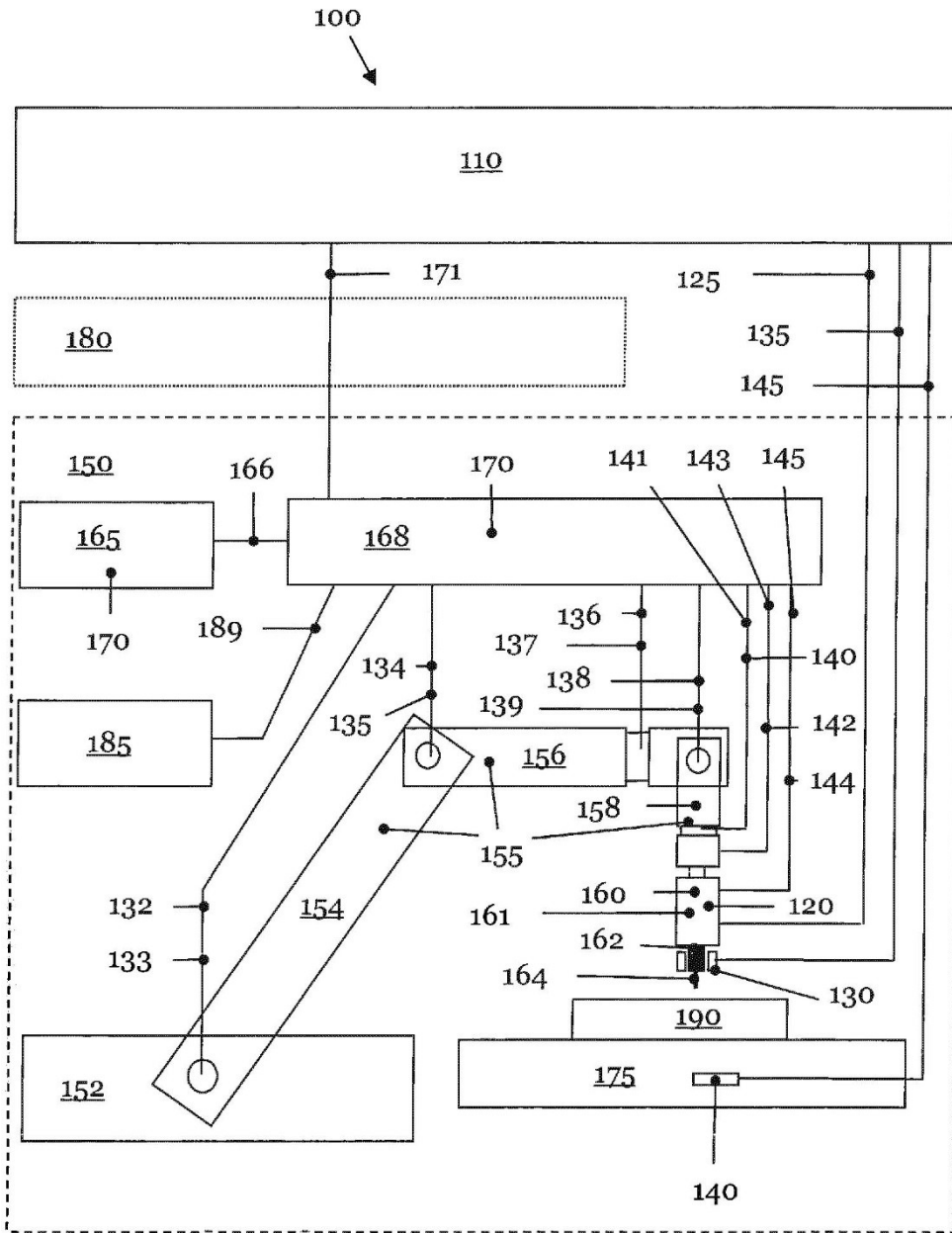


Fig. 2 (Estado de la técnica)

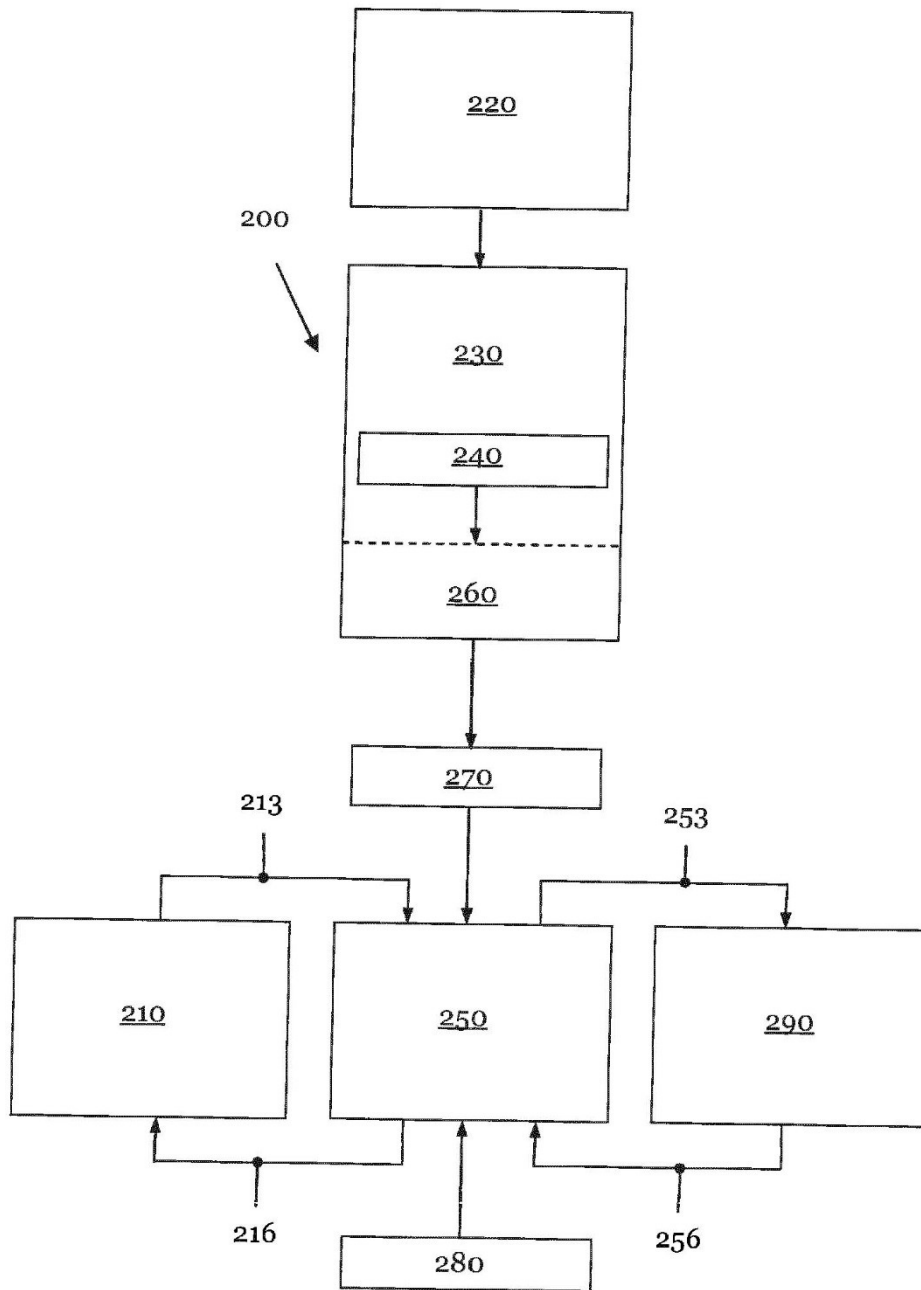


Fig. 3

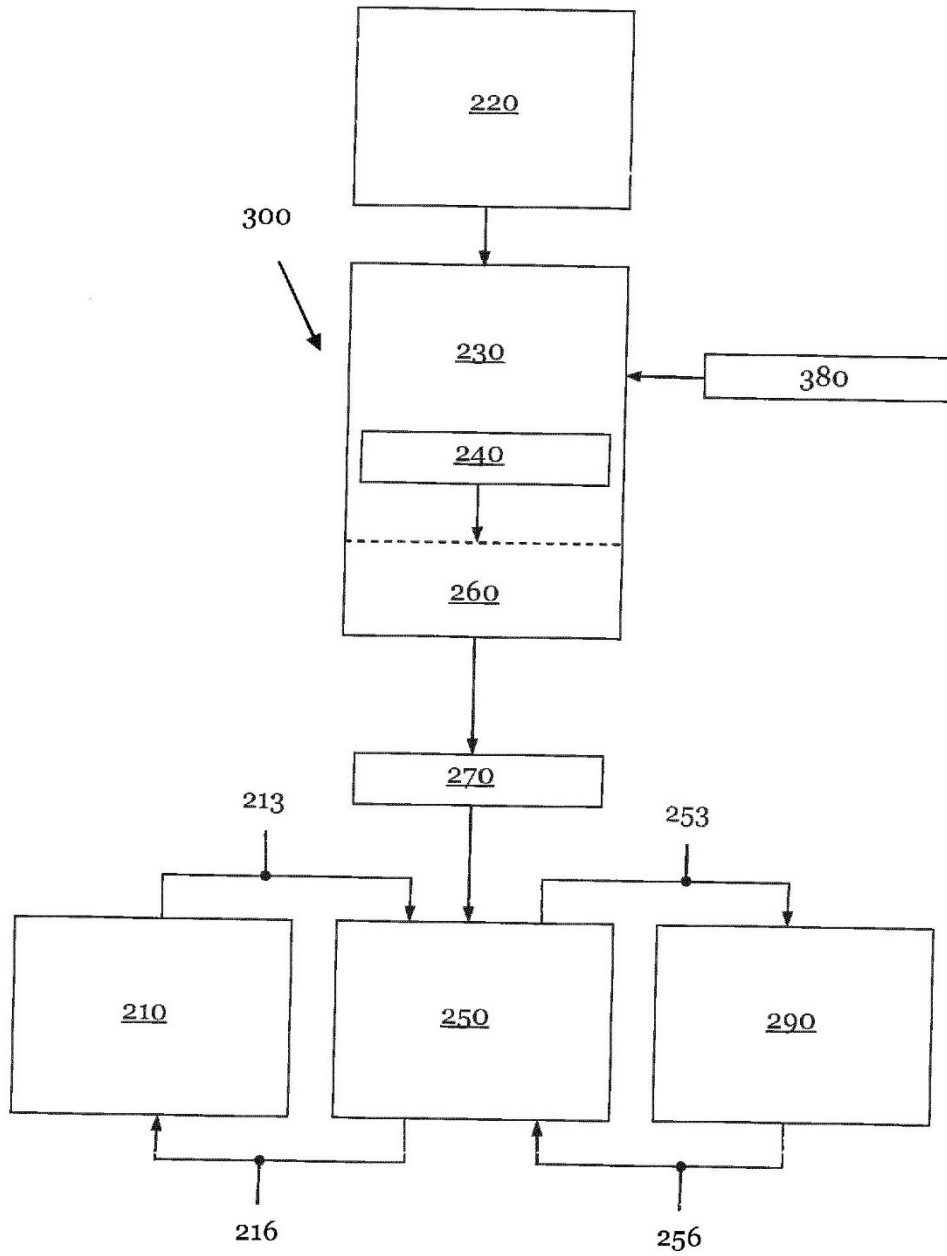


Fig. 4

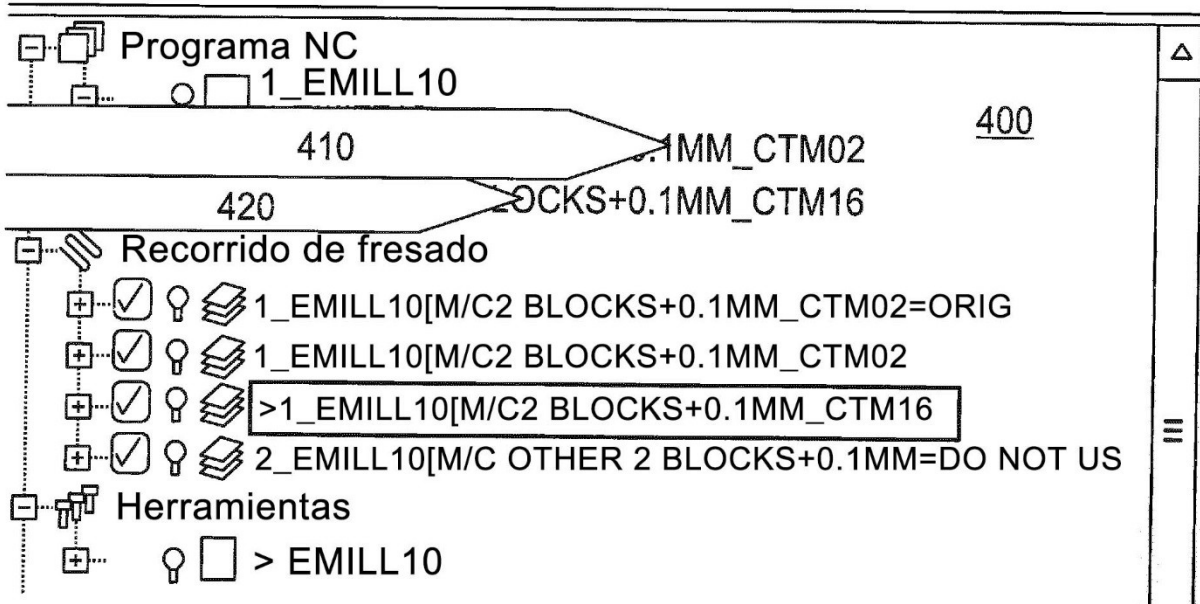


Fig. 4a

450



EXPLORER SELECT Toolpath "Toolpath\1" NEW
FORM TOOLPATH
EDIT TOOLPATH "1" RECYCLE
EDIT TPPAGE TPUDS
EDIT USERPAR toolpath '1' NAME "PM_Adaptive_Control"
EDIT USERPAR toolpath '1' TYPE 'Text'
CREATE USERPAR toolpath '1'
EDIT USERPAR toolpath "1" "PM_Adaptive_Control" 'On'
EDIT TOOLPATH "1" REAPPLYFROMGUI

Fig. 4b

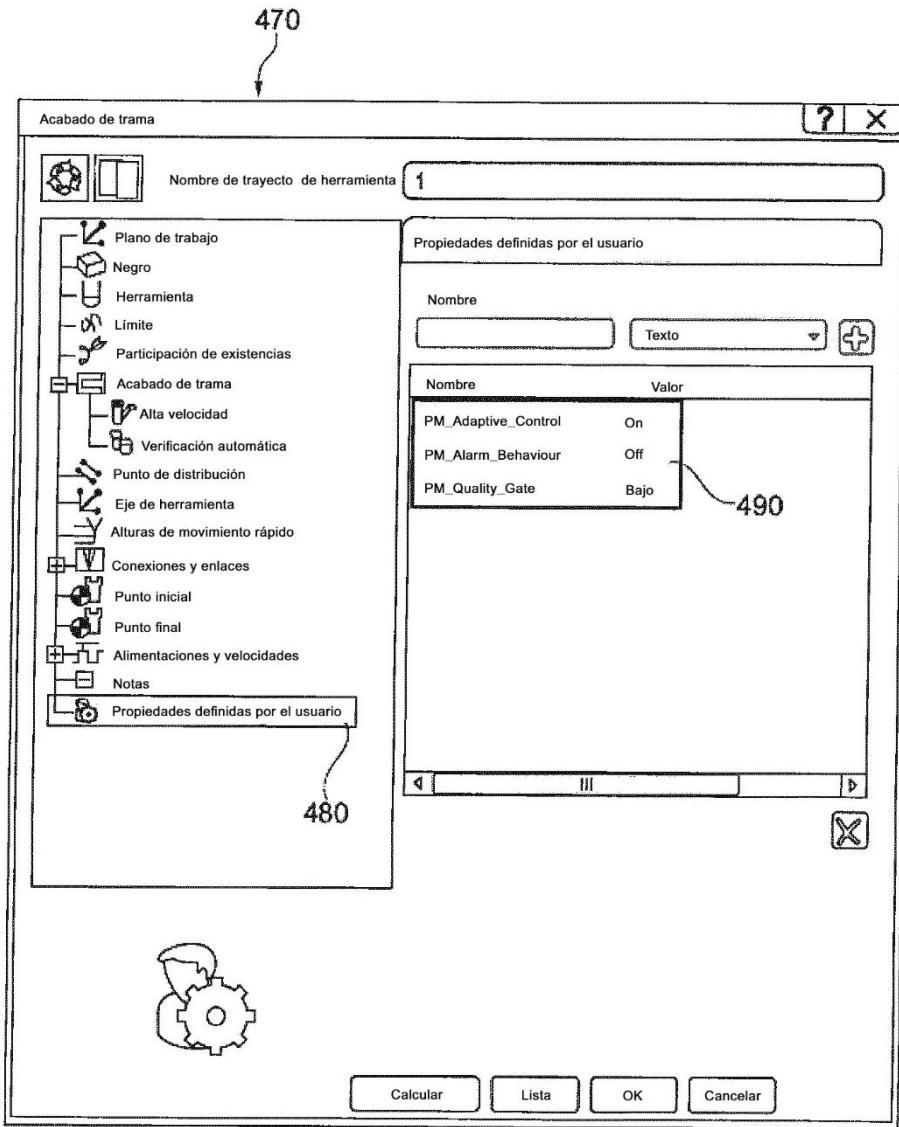


Fig. 5

<i>Extensión</i>	<i>Control activo</i>	<i>Nivel de calidad</i>	<i>Comportamiento de alarma</i>
01	On	Bajo	Parada
02	On	Bajo	Sin parada
03	On	Bajo	Parada retardada
04	On	Medio	Parada
05	On	Medio	Sin parada
06	On	Medio	Parada retardada
07	On	Elevado	Parada
08	On	Elevado	Sin parada
09	On	Elevado	Parada retardada
10	Off	Bajo	Parada
11	Off	Bajo	Sin parada
12	Off	Bajo	Parada retardada
13	Off	Medio	Parada
14	Off	Medio	Sin parada
15	Off	Medio	Parada retardada
16	Off	Elevado	Parada
17	Off	Elevado	Sin parada
18	Off	Elevado	Parada retardada

Fig. 6

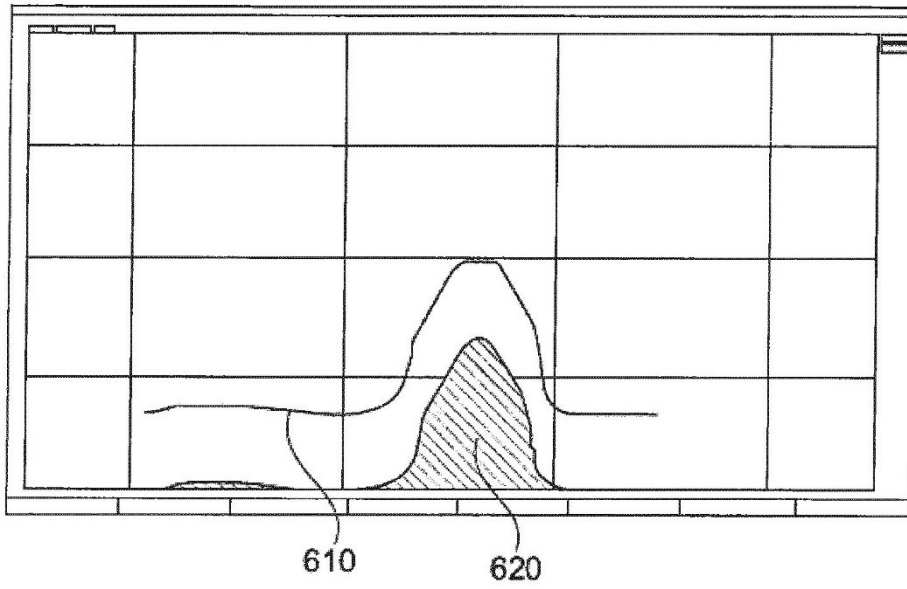


Fig. 7

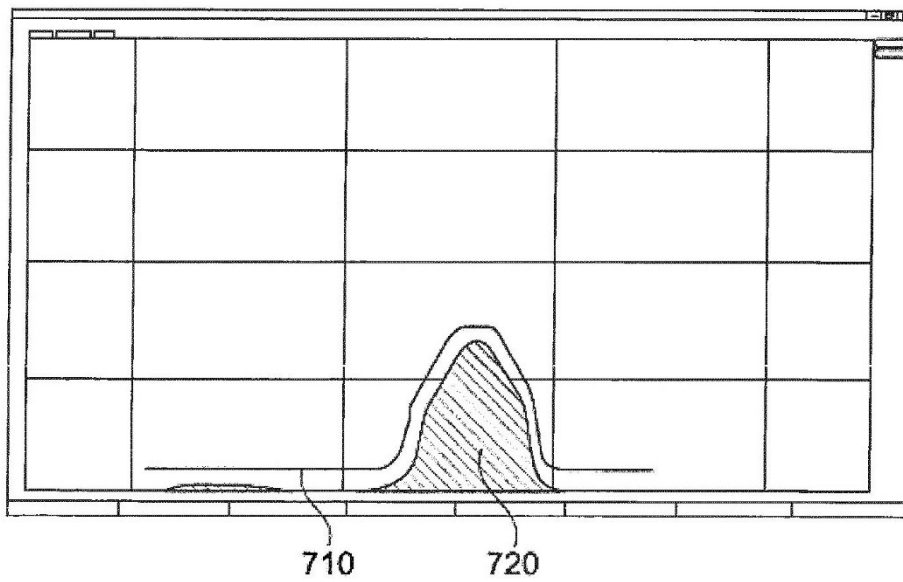


Fig. 8

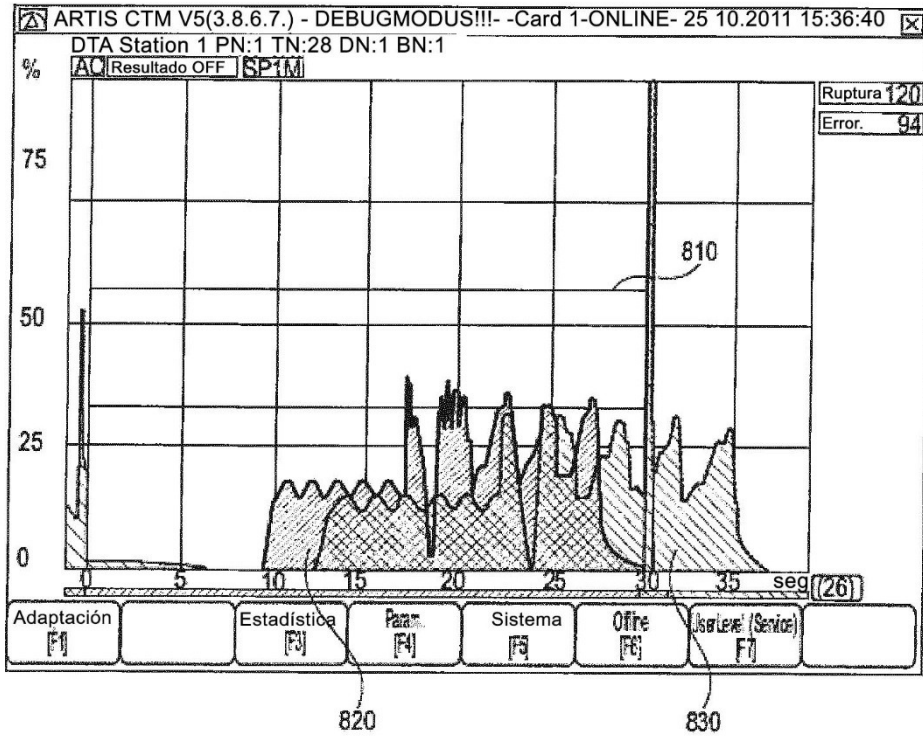


Fig. 9

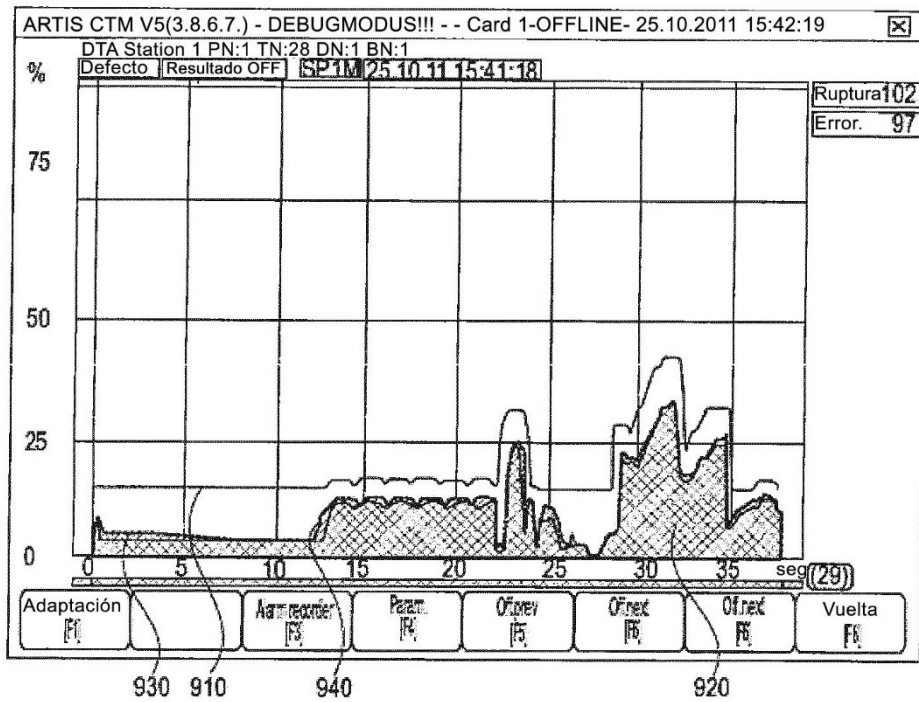


Fig. 10

<i>Extensión</i>	<i>Control activo</i>	<i>Nivel de calidad</i>	<i>Comportamiento de alarma</i>
01	On	Bajo	Parada
02	On	Bajo	Sin parada
03	On	Bajo	Parada retardada
04	On	Medio	Parada
05	On	Medio	Sin parada
06	On	Medio	Parada retardada
07	On	Elevado	Parada
08	On	Elevado	Sin parada
09	On	Elevado	Parada retardada
10	Off	Bajo	Parada
11	Off	Bajo	Sin parada
12	Off	Bajo	Parada retardada
13	Off	Medio	Parada
14	Off	Medio	Sin parada
15	Off	Medio	Parada retardada
16	Off	Elevado	Parada
17	Off	Elevado	Sin parada
18	Off	Elevado	Parada retardada

Fig. 11

<i>Extensión</i>	<i>Control activo</i>	<i>Nivel de calidad</i>	<i>Comportamiento de alarma</i>
01	On	Bajo	Parada
02	On	Bajo	Sin parada
03	On	Bajo	Parada retardada
04	On	Medio	Parada
05	On	Medio	Sin parada
06	On	Medio	Parada retardada
07	On	Elevado	Parada
08	On	Elevado	Sin parada
09	On	Elevado	Parada retardada
10	Off	Bajo	Parada
11	Off	Bajo	Sin parada
12	Off	Bajo	Parada retardada
13	Off	Medio	Parada
14	Off	Medio	Sin parada
15	Off	Medio	Parada retardada
16	Off	Elevado	Parada
17	Off	Elevado	Sin parada
18	Off	Elevado	Parada retardada

Fig. 12

<i>Extensión</i>	<i>Control activo</i>	<i>Nivel de calidad</i>	<i>Comportamiento de alarma</i>
01	On	Bajo	Parada
02	On	Bajo	Sin parada
03	On	Bajo	Parada retardada
04	On	Medio	Parada
05	On	Medio	Sin parada
06	On	Medio	Parada retardada
07	On	Elevado	Parada
08	On	Elevado	Sin parada
09	On	Elevado	Parada retardada
10	Off	Bajo	Parada
11	Off	Bajo	Sin parada
12	Off	Bajo	Parada retardada
13	Off	Medio	Parada
14	Off	Medio	Sin parada
15	Off	Medio	Parada retardada
16	Off	Elevado	Parada
17	Off	Elevado	Sin parada
18	Off	Elevado	Parada retardada

Fig. 13

