

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 717 630**

51 Int. Cl.:

G05B 19/4061 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.09.2011** E 11181729 (2)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.03.2019** EP 2482156

54 Título: **Máquina herramienta con un dispositivo para la supervisión de la colisión**

30 Prioridad:

31.01.2011 DE 102011003374

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

24.06.2019

73 Titular/es:

**DECKEL MAHO PFRONTEN GMBH (100.0%)
Deckel-Maho-Strasse 1
87459 Pfronten, DE**

72 Inventor/es:

KETTEMER, ROLF

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 717 630 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).

DESCRIPCION

Máquina herramienta con un dispositivo para la supervisión de la colisión

5 La presente invención se refiere a una máquina herramienta de control numérico para la mecanización de una pieza de trabajo, con un husillo de trabajo, con al menos un eje de avance, y con un dispositivo para la supervisión de la colisión en la máquina herramienta. El dispositivo para la supervisión de la colisión comprende un sensor de colisión instalado en una parte de la máquina herramienta, un medio de reconocimiento de la colisión para el reconocimiento de una colisión de partes de la máquina herramienta cuando un valor de medición detectado por el sensor de colisión excede un valor límite de colisión, y un medio de emisión de señales para la emisión de una señal de parada para la parada del al menos un husillo de trabajo y del al menos un eje de avance de la máquina herramienta, cuando el medio de reconocimiento de la colisión reconoce una colisión.

Antecedentes de la invención

15 Se conocen en el estado de la técnica dispositivos del tipo indicado al principio para la supervisión de la colisión en una máquina herramienta de control numérico para la mecanización de una pieza de trabajo, que comprenden una instalación de supervisión de la colisión para el reconocimiento de una colisión de partes de la máquina herramienta cuando un valor de medición detectado por un sensor de colisión de la instalación de supervisión de la colisión excede un valor límite de la colisión (por ejemplo, en el caso de una colisión en la máquina herramienta o en el caso de una mecanización demasiado dura de la pieza de trabajo) y una instalación de detención para la detección del al menos un husillo de trabajo y del al menos un eje de avance de la máquina herramienta, cuando la instalación de supervisión de la colisión reconoce una colisión.

25 Tales dispositivos comprenden, en general, un sensor de colisión, como por ejemplo un dispositivo de registro de la dilatación, que puede estar instalado especialmente cerca del husillo de trabajo de la máquina herramienta, como por ejemplo sobre una cabeza de fresa de la máquina herramienta. La instalación de supervisión de la colisión recibe a través de una entrada de señales una señal de medición del sensor de colisión y está instalada para detectar cuándo el valor de medición del sensor de colisión excede un valor límite de colisión establecido.

30 El valor límite de colisión está preestablecido en la fábrica en el estado de la técnica, por ejemplo en un valor de 20g (donde g designa la aceleración terrestre) y no se puede modificar por el usuario de la máquina herramienta o por un programador de datos de control para la máquina herramienta de control numérico.

35 Tan pronto como la instalación de supervisión de la colisión detecta que el valor de medición del sensor de colisión excede el valor límite de colisión preestablecido, se realiza a través del control de la máquina, es decir, a través del control programable con memoria (SPS, en inglés PLC para Control Lógico Programable), una desconexión rápida en la máquina herramienta, en la que se detienen el accionamiento del husillo de trabajo y los accionamientos de los ejes de avance de la máquina herramienta, para poder evitar o al menos daños en virtud de la colisión reconocida en la máquina herramienta. A través del control programable con memoria, en el caso de reconocimiento de la colisión a través de la instalación de supervisión de la solución se puede activar una parada de emergencia de la máquina herramienta o se puede iniciar al menos una parada rápida del husillo de trabajo y de los ejes de avance, tan pronto como la instalación de supervisión de la colisión detecta que el valor medido del sensor de colisión excede el valor límite de colisión establecido. En este caso, se detienen los accionamientos de los husillos de trabajo y de los ejes de avance y se frenan con la aceleración máxima posible, especialmente antes de que se pueda establecer en el control de la máquina que la distancia de arrastre en la máquina herramienta excede un valor límite y antes de que se produzcan deformaciones en partes de la máquina herramienta.

50 El valor límite de colisión establecido está ajustado fijo en este caso, como se ha mencionado anteriormente, en la fábrica en un valor de aceleración máximo determinado de tal manera que la desconexión de los accionamientos de los husillos de trabajo y de los ejes de avance o bien se activa la parada de emergencia en la máquina herramienta de manera independiente del proceso de mecanización con la ayuda de un reconocimiento de la colisión en función del valor límite de la colisión previamente fijado en la fábrica.

55 El documento EP 1 947 537 A1 describe una unidad de control para una máquina herramienta con una instalación de sensor, que está fijada en un eje principal de la máquina herramienta o de un cuerpo móvil, por ejemplo en una mesa de retención para una pieza de trabajo, y una instalación de evaluación de la colisión para la detección de una colisión, cuando la señal del sensor excede un valor umbral previstamente determinado, y un medio de salida para la emisión de la señal del sensor en el instante de la detección de la colisión.

60 El documento DE 44 05 660 A1 describe un procedimiento para el funcionamiento de una máquina herramienta de mecanización por arranque de virutas. El documento US 6 602 109 B1 describe un disco rectificador con un sensor incrustado. El sistema comprende, además, un disco adaptador que contiene electrónica, que transmite señales de proceso desde el sensor incrustado a un sistema de procesamiento de datos para el procesamiento siguiente de las

informaciones transmitidas. El documento DE 102 22 521 A1 describe un procedimiento para impedir daños de herramientas y de piezas de trabajo en una máquina herramienta.

El documento DE 101 33 612 A1 se refiere a un control numérico para una máquina herramienta con accionamientos digitales, con una parte de ordenador de mando, que contiene al menos un programa de mando y para el alojamiento de otros programas de mando, que contiene al menos un programa de mando y está abierto para el alojamiento de otros programas de mando, con una parte de ordenador de control, que contiene programas de control numérico-NC para el control de una máquina herramienta, en donde los procesos de mecanización están divididos en secciones específicas de la herramienta y/o específicas de la pieza de trabajo, que prepara varios conjuntos de normas-NC, que evalúa varias instrucciones del programa-NC independientes entre sí y programables libremente por el usuario en un ciclo de tiempo fijo de manera sincronizada con la ejecución de los programas-NC y en el caso de cumplimiento de la condición contenida en las instrucciones del programa, ejecuta de manera sincronizada al menos una instrucción y que proporciona valores medidos en el ciclo de tiempo fijo de parámetros de funcionamiento de los accionamientos digitales de al menos un eje o husillo accionado de una o varias herramientas o piezas de trabajo para las instrucciones del programa-NC en una interfaz, están previsto que para la supervisión de la herramienta y del proceso para al menos una herramienta o pieza de trabajo supervisada contenga un programa de evaluación inscrito en la parte del ordenador de control, excluyendo una combinación de al menos dos de las instrucciones del programa-NC sincronizadas libremente programables en combinación con los conjuntos de normas-NC presentes.

El documento DE 199 60 834 A1 se refiere a un procedimiento y un dispositivo para la detección de interferencias en el sistema de accionamiento de una máquina herramienta de control numérico o similar, en donde al menos un motor de accionamiento para el posicionamiento de una parte móvil de la máquina, por ejemplo de un carro de avance o de un carro cruzado-X/Y, está acoplado a través de uno o varios elementos de transmisión, en donde: (a) se mide la posición de la parte móvil de la máquina directamente en la parte de la máquina y adicionalmente indirectamente en al menos un lugar de la cadena de transmisión; (b) se comparan los valores directos e indirectos de medición de la posición entre sí, y (c) se utiliza el valor de comparación de los valores de medición teniendo en cuenta las condiciones actuales de funcionamiento, como velocidad de procesamiento y aceleración/retardo, de masas dado el caso móviles, fuerzas de procesos específicas de las máquinas, etc. en el caso de cumplimiento de un criterio predeterminado para la detección de un caso de avería.

El documento DE 101 44 459 A1 se refiere a un procedimiento con un sistema de supervisión, que sirve por norma para la supervisión simultánea con el proceso de herramientas, piezas de trabajo o procesos de mecanización en máquinas herramientas de mecanización por arranque de virutas, que se puede utilizar de acuerdo con la invención sin modificaciones considerables en el hardware o el software del sistema de supervisión también para supervisar o verificar componentes de máquinas herramientas.

Resumen de la invención

Con respecto a los dispositivos conocidos en el estado de la técnica para la transmisión de la colisión en una máquina herramienta de control numérico, un cometido de la presente invención es preparar una máquina herramienta con un dispositivo para la supervisión de la colisión en la máquina herramienta, que posibilita un reconocimiento eficiente, seguro y rápido de una colisión de partes de la máquina herramienta y una desconexión o bien parada siguientes, seguras y rápidas de los husillos y de los ejes de avance en la máquina herramienta, para poder evitar daños en la máquina herramienta de una manera más eficiente y segura en el caso de colisión.

En particular, otro cometido de la presente invención es preparar una máquina herramienta con un dispositivo para la supervisión de la colisión, que posibilitan una desconexión o parada de los husillos y de los ejes de avance en la máquina herramienta en función del proceso de mecanización, para poder evitar de manera más eficiente y seguro daños en la máquina herramienta en el caso de colisión.

Para la solución de los cometidos mencionados anteriormente de la presente invención, se propone una máquina herramienta de control numérico de acuerdo con la reivindicación 1. Las reivindicaciones dependientes se refieren a configuraciones preferidas y a ejemplos de realización de la presente invención.

De acuerdo con la presente invención se propone una máquina herramienta de control numérico para la mecanización de una pieza de trabajo con al menos un husillo de trabajo, al menos un eje de avance y un dispositivo para la supervisión de la colisión en la máquina herramienta.

De acuerdo con la invención, el dispositivo para la supervisión de la colisión comprende un sensor de colisión que está dispuesto en una parte de la máquina herramienta, que está configurado como sensor de aceleración, un medio de reconocimiento de la colisión para el reconocimiento de una colisión de partes de la máquina herramienta cuando

5 un valor de medición detectado por el sensor de colisión excede un valor límite de colisión máximo preestablecido, y un medio de emisión de señales para la emisión de una señal de parada para la parada del al menos un husillo de trabajo (dado el caso, con retardo después de la parada del eje de avance para el corte libre de la herramienta) y del al menos un eje de avance de la máquina herramienta, cuando el medio de reconocimiento de la colisión reconoce una colisión.

10 De acuerdo con la invención, el dispositivo para la supervisión de la colisión comprende, además, una instalación para la fijación de valor límite de la colisión en la máquina herramienta, en el que la instalación para la fijación del valor límite de la colisión en la máquina herramienta comprende un medio de ajuste para el ajuste de valores límites de la colisión a través de un operario de la máquina herramienta, y en el que la instalación para la fijación de un valor límite de la colisión está instalada, además, de tal manera que los valores límites máximos de la colisión se pueden ajustar en un intervalo inferior al valor límite de la colisión máximo previamente establecido. Esto posibilita a un operario ajustar manualmente la máquina herramienta y, dado el caso durante la mecanización el valor de la colisión o bien adaptarlo manualmente de una manera específica de la mecanización.

15 De acuerdo con la invención, el dispositivo para la supervisión de la colisión está instalado para provocar la parada de la máquina herramienta, incluyendo la parada de todos los accionamientos axiales de los ejes de avance o de los husillos de trabajo de la máquina herramienta cuando el valor de medición detectado por el sensor de colisión excede el valor límite máximo de la colisión, y provocar otra reacción cuando el valor de medición detectado por el sensor de colisión excede uno de los valores límites de colisión ajustados.

20 De acuerdo con la invención, el medio de ajuste está instalado de tal manera que se puede ajustar por el usuario de la máquina herramienta, qué reacción debe activarse en la máquina herramienta, para el caso de que el valor de medición detectado por el sensor de colisión exceda un valor límite de la colisión ajustable en cada caso, de tal manera que para cada intervalo entre dos valores límites de conexión se pueden ajustar diferentes reacciones, de manera que las reacciones ajustables por el usuario comprenden una alarma al usuario a través de una representación óptica y/o a través de una señal de alarma óptica, una parada del avance con detención de los accionamientos axiales de los ejes de avance en el caso de que continúen funcionando los accionamientos de husillo de los husillos de trabajo, una detención del avance con detención retardada de los accionamientos de los husillos de trabajo, un cambio automático de herramientas y una parada rápida de los ejes y de los husillos de trabajo de la máquina herramienta cuando se emplean instalaciones de freno adicionales.

30 De acuerdo con la invención, el dispositivo para la supervisión de la colisión comprende, además, un medio de memoria de los datos de los valores límites de la colisión para el almacenamiento de datos de los datos de los valores límites de la colisión, que indicar valores límites de la colisión en función de la herramienta para una pluralidad de herramientas, y en el que la instalación para la fijación del valor límite de colisión está instalada, además, para ajustar automáticamente en el caso de un cambio de herramientas en la máquina herramienta los valores límites de la colisión ajustables sobre la base de los valores límites de la colisión que deben ajustarse en los datos de los valores límites para la herramienta sustituida.

40 De acuerdo con la invención, la máquina herramienta comprende, además, una instalación de supervisión de la vibración para la supervisión de una vibración en el al menos un husillo de trabajo sobre la base del valor de medición detectado por el sensor de colisión configurado como sensor de aceleración en función del tiempo. La instalación de supervisión de la vibración está instalada de acuerdo con la invención para realizar sobre la base del valor de medición detectado por el sensor de colisión configurado como sensor de aceleración en función del tiempo una verificación del cojinete del husillo durante el funcionamiento de los husillos de trabajo sin desmontar la herramienta, de manera que la instalación de supervisión de la vibración está instalada, además, para realizar después de la puesta en funcionamiento de la máquina herramienta después de una detención del al menos un husillo de trabajo y del al menos un eje de avance de la máquina herramienta, cuando el medio de reconocimiento de la colisión ha reconocido una colisión, de manera automática una verificación del cojinete.

50 En la presente invención, el reconocimiento de la colisión en la máquina herramienta y la detención siguiente de los husillos de trabajo y/o del eje de avance o bien de los ejes de avance de la máquina herramienta no sólo se realiza, por lo tanto, sobre la base de un valor límite de la colisión no-ajustable, previamente fijado, en general, en la fábrica y de manera independiente del proceso de mecanización, sino que la presente invención posibilita, además, más bien de manera ventajosa ajustar de una forma óptima el valor límite de colisión utilizado para el reconocimiento de la colisión directamente en la máquina herramienta de una manera variable al proceso de mecanización respectivo.

55 Por lo tanto, la presente invención posibilita una adaptación variable del valor límite de la colisión que es válido durante la mecanización de la pieza de trabajo o de la herramienta, al tipo de la herramienta utilizada (por ejemplo, herramientas taladradoras con diferentes diámetros, herramientas fresadoras con diferentes diámetros y/o con diferente número de cortes, palpadores de medición), al tipo de la mecanización (por ejemplo (mecanización

5 basta, mecanización fina, mecanización por capas o incluso sólo exploración de la pieza de trabajo por medio de un palpador de medición) o bien incluso a condiciones de las etapas de mecanización individuales o movimientos de corte durante la mecanización de la pieza de la pieza de trabajo en la máquina herramienta. De esta manera, la presente invención posibilita adaptar el reconocimiento de la colisión en la máquina herramienta a condiciones del proceso de trabajo respectivo.

10 En particular, de acuerdo con la invención, para las fases de mecanización durante la terminación de diferentes piezas de trabajo y también en el caso de fases de mecanización individuales durante la mecanización de una pieza de trabajo con diferentes cargas máximas aparecidas, se pueden ajustar de manera ventajosa los valores límites de colisión adaptados a las fases de mecanización respectivas, de manera que el reconocimiento de la colisión del dispositivo se puede optimizar para la supervisión de la colisión para las fases individuales respectivas de la mecanización y sus condiciones. De esta manera, la presente invención posibilita de forma ventajosa adaptar de una manera variable el reconocimiento de la colisión a la máquina herramienta en función del proceso de mecanización a las condiciones respectivas y optimizarlo de manera variable para diferentes mecanizaciones y fases de mecanización.

15 Puesto que de esta manera se posibilita de acuerdo con la invención de una forma dinámica ajustar un valor límite de la colisión, se posibilita, además del reconocimiento rápido y fiable de la colisión, adicionalmente realizar una supervisión ventajosa del proceso por medio de la instalación de supervisión de la colisión, puesto que un valor límite de la colisión ajustado más bajo no sólo detecta colisiones "auténticas", en las que es necesario por razones de seguridad y para la protección de la máquina, activar lo más rápidamente posible una parada de la máquina, si no
20 ya también poder reconocer otros eventos menos perjudiciales para la máquina con cargas que aparecen más reducidas y avisar al usuario también en el caso de cargas más pequeñas o activar una parada de la máquina.

25 Así, por ejemplo, es posible ajustar el valor límite de la colisión en función de la mecanización (en particular, en función de la herramienta y/o en función del corte), por ejemplo por medio de una función-Teach (función de aprendizaje), en la que se detectan dinámicamente las cargas que aparecen normalmente durante la mecanización del patrón o bien durante la mecanización de referencia (por ejemplo, en función de la herramienta y/o en función del corte). Para la mecanización propiamente dicha se pueden ajustar entonces sobre la base de la mecanización de referencia unos valores límites de la colisión en función de la herramienta y/o en función del corte para diferentes fases de la mecanización, que se encuentran en cada caso sólo con una tolerancia reducida (dado el caso, opcional) sobre las cargas, que han sido detectadas en la pasada de aprendizaje. Por lo tanto, es posible ya en el caso de
30 excesos reducidos de la carga por encima de las cargas detectadas durante la pasada de aprendizaje avisar al usuario y/o provocar de manera automática una reducción, como por ejemplo provocar una parada de la máquina o al menos una parada del accionamiento del eje durante el funcionamiento siguiente de los husillos (por ejemplo, como función de corte libre para el corte libre de las herramientas antes de la parada de los husillos en el caso de que se provoque una parada del accionamiento del eje). De esta manera, la presente invención no sólo se puede utilizar para el reconocimiento de colisiones, sino adicional o alternativamente también para la supervisión optimizada del proceso, para detectar ya sobrecargas ligeras, como por ejemplo la aparición de una rotura de la
35 herramienta.

40 La fijación del valor límite de colisión ajustable en la máquina herramienta en función de la mecanización de la pieza de trabajo se puede realizar en este caso con ventaja directamente en la máquina herramienta, por ejemplo manualmente a través de un operario de la máquinas herramienta a través de medios de entrada del dispositivo para la supervisión de la colisión, a través de la previsión durante la programación del control de la máquina o bien del control numérico de la máquina herramienta (por ejemplo durante la programación de un programa-NC) o también a través de otros valores de previsión controlables por medio de interfaces eléctricas (por ejemplo, a través de un sistema de bus o bien sistema de bus de campo o bien a través de interfaces analógicas).

45 Por lo tanto, de acuerdo con la invención, se puede preparar una máquina herramienta con un dispositivo para la supervisión de la colisión, que posibilita una desconexión o bien una detección en función del proceso de mecanización de los husillos y/o de los ejes de avance en la máquina herramienta para poder evitar daños en la máquina herramienta en el caso de colisión de una manera más eficiente y segura. La presente invención posibilita de esta manera una protección de daños por colisión de reacción rápida, en función del proceso de mecanización y
50 variable en la máquina herramienta.

55 Con preferencia, la instalación para la fijación del valor límite de la colisión en la máquina herramienta está configurada de tal manera que el valor límite de la colisión se puede modificar durante la mecanización en curso en la máquina herramienta. Esto tiene la ventaja de que el valor límite de la colisión no sólo se puede ajustar directamente en la máquina herramienta para el proceso de mecanización siguiente, sino que se puede adaptar todavía directamente durante la mecanización y se puede ajustar de una manera optimizada.

De acuerdo con la invención, la instalación para la fijación del valor límite de la colisión en la máquina herramienta comprende el medio de ajuste para ajustar el valor límite de la colisión a través del operario de la máquina herramienta. Esto posibilita al usuario ajustar manualmente el valor de colisión directamente en la máquina herramienta y, dado el caso, durante la mecanización o bien de manera específica de la mecanización.

- 5 De acuerdo con la invención, la instalación para la fijación del valor límite de la colisión en la máquina está configurada de tal manera que el valor límite de la colisión se puede ajustar en un intervalo inferior o igual al valor límite máximo preestablecido de la colisión, en particular en un intervalo inferior o igual a un valor límite de la colisión prefijado en la fábrica. De esta manera, se puede garantizar de un modo ventajoso que no sea posible ajustar el valor límite de la colisión demasiado alto, de tal manera que no se reconocen ya con seguridad las colisiones.
- 10 Además, se posibilita ajustar valores de colisión individuales por debajo del valor límite de la colisión prefijado de una manera específica de la mecanización, de manera que condicionado por la mecanización, ya en el caso de una rotura de la herramienta, en el caso de impactos o colisiones más débiles se puede conseguir una desconexión de la máquina. El valor límite de la colisión se puede fijar o bien ajustar, por ejemplo, como valor absoluto o como valor relativo con respecto al valor límite de la colisión prefijado, máximo ajustable (por ejemplo, por medio de una indicación porcentual en relación con el valor límite de la colisión prefijado).
- 15

Esto posibilita también, además, distinguir entre colisiones y entre sobrecargas, por ejemplo debidas a la rotura de la herramienta, impactos débiles, desequilibrio o daños en los rodamientos, que pueden ser reconocidos para la supervisión del proceso. De esta manera, el dispositivo de colisión puede estar configurado como instalación de supervisión del proceso, que está instalada para supervisar si el valor detectado por el sensor de colisión excede el valor límite de la colisión ajustado, para detectar una sobrecarga, y si el valor detectado por el sensor de la colisión excede el valor límite máximo de la colisión, para detectar una colisión auténtica, que requiere una parada inmediata de la máquina.

20

A tal fin, de acuerdo con la invención es posible, además, instalar la instalación de supervisión del proceso de tal manera que se provoca una parada absoluta de la máquina incluyendo la parada de todos los accionamientos de los ejes y los husillos, cuando el valor detectado por el sensor excede el valor límite máximo de la colisión, y para provocar otra reacción cuando el valor detectado por el sensor excede el valor límite de la colisión ajustado más bajo. Como reacción para el caso de que el valor detectado por el sensor exceda el valor límite de la colisión ajustado más bajo, puede estar prevista, naturalmente, también la activación de una parada absoluta de la máquina, pero también es posible emitir solamente una alarma al operario, para que éste pueda decidir por sí mismo qué reacción es necesaria, o también es posible prever una función de corte libre, en la que, en efecto, se provoca una parada inmediata del accionamiento de uno o de varios de los ejes de avance, pero no detener los accionamientos de los husillos, o al menos pararlos con retardo, para que no se detenga inmediatamente el movimiento de corte y la herramienta pueda cortar libremente de esta manera desde la pieza de trabajo y para que no se incline lateralmente (esto posibilita un arranque más ligero de la máquina después de una parada y evita daños innecesarios en la herramienta y en la pieza de trabajo). De acuerdo con la invención, es posible para el usuario en la instalación de supervisión del proceso ajustar qué reacción debe provocarse en la máquina, para el caso de que el valor del sensor exceda el valor límite de la colisión ajustado, y posiblemente también para el caso de que el valor del sensor exceda el valor límite máximo de la colisión.

25

30

35

Además, de acuerdo con la invención es posible ajustar una pluralidad de valores límites por debajo del valor límite máximo, y ajustar diferentes reacciones para cada zona entre dos valores límites. Las reacciones ajustables pueden ser: simple alarma al operario a través de una representación óptica y/o a través de una señal de alarma acústica, detención del avance con detención retardada del husillo (detención de los accionamientos de avance de los ejes de las máquinas herramientas mientras continúan funcionando los accionamientos de husillo) o detención del avance con detención retardada de los husillos (detención de los accionamientos de avance de los ejes de las máquinas herramientas mientras los accionamientos de los husillos continúan funcionando durante una carrera corta y detención retardada de los accionamientos de los husillos para posibilitar un corte libre de la herramienta en la pieza de trabajo), cambio automático de herramientas (por ejemplo, cuando el exceso de un valor límite está cerca de una rotura de la herramienta), parada rápida de los ejes y de los husillos empleando instalaciones de freno adicionales. El valor límite máximo de la colisión se puede ajustar también en otros ejemplos de realización.

40

45

De acuerdo con la invención, la instalación para la fijación del valor límite de la colisión en la máquina herramienta está configurada de tal manera que el valor límite de la colisión se puede ajustar en función de una herramienta utilizada durante la mecanización de la pieza de trabajo. De esta manera, el valor límite de la colisión se puede ajustar en función de una herramienta utilizada para la mecanización de la pieza de trabajo. De este modo, se puede ajustar el valor límite de la colisión en función de una herramienta utilizada durante la mecanización de la pieza de trabajo, es decir, que con preferencia el valor límite de la colisión se puede ajustar en función de la mecanización de la pieza de trabajo en la máquina herramienta, siendo ajustable el valor límite de la colisión en función de la

50

55

herramienta.

5 Esto tiene la ventaja de que no debe utilizarse un único valor límite de la colisión prefijado para toda la mecanización de la pieza de trabajo con diferentes herramientas, sino que se pueden ajustar para diferentes fases de mecanización, que se realizan con diferentes herramientas, valores límites de la colisión respectivos en función de la herramienta. Los valores límites de la colisión ajustados en función de la herramienta se pueden adaptar directamente a las propiedades de la herramienta respectiva.

10 En este caso, por ejemplo, se puede tener en cuenta de manera ventajosa que diferentes herramientas en la máquina herramienta reaccionan con diferente sensibilidad a mecanización demasiado dura, impactos y colisiones. Por ejemplo, se puede tener en cuenta que herramientas con diámetros pequeños o también palpadores de medición empleados también en la máquina herramienta se pueden dañar ya en el caso de impactos o colisiones débiles, en donde herramientas taladradoras y herramientas fresadoras con diámetros mayores no se dañan o sólo ligeramente en el caso de mecanización más dura, impactos o colisiones débiles. En particular los palpadores de medición presentan, por ejemplo, una sensibilidad esencialmente mayor que las herramientas fresadoras o las herramienta taladradoras. Además, las herramientas taladradoras son menos robustas en el caso de impactos laterales que las herramientas fresadoras. Esta configuración ventajosa de la invención, en la que se pueden ajustar valores límites de la colisión en función de la herramienta, posibilita de esta manera de forma ventajosa un reconocimiento de la colisión que tiene en cuenta la herramienta utilizada y su sensibilidad y la detención rápida siguiente de los accionamientos de los husillos y del eje de avance.

20 Esta configuración ventajosa de la invención, en la que se pueden ajustar valores límites de la colisión en función de la herramienta, hace posible de una manera especialmente ventajosa que en el caso de utilización de herramientas más sensibles, se puedan ajustar valores límites de colisión más bajos, para que el valor límite se exceda ya en el caso de colisiones más débiles y se pueda iniciar una detención de los accionamientos de los husillos y de los accionamientos de avance ya en el caso de colisiones más débiles. De esta manera se pueden evitar de una manera todavía más eficiente y más segura datos de colisiones en la máquina herramienta en el caso de una colisión o de mecanización más dura.

30 En particular, el ajuste en función de la herramienta de valores límites de la colisión en diferentes fases de la mecanización con diferentes herramientas, posibilita adaptar el reconocimiento de la colisión a las cargas máximas esperadas en el caso de la mecanización de la pieza de trabajo con la herramienta utilizada en ese momento, de manera que ya en el caso de excesos pequeños de las cargas máximas esperadas con la herramienta utilizada en ese momento, se puede realizar un reconocimiento de la colisión con la detención siguiente de los husillos de trabajo y de los ejes de avance.

35 De acuerdo con la invención, el dispositivo para la supervisión de la colisión comprende un medio de memoria de los datos de los valores límites de la colisión para el almacenamiento de datos de los valores límites de la colisión, que indican valores límites de la colisión en función de la herramienta para una pluralidad de herramientas. De esta manera se ofrece la ventaja de que para diferentes herramientas se pueden predeterminar ya previamente valores límites de la colisión en función de la herramienta en los datos de los valores límites de la colisión, de manera que se puede automatizar un ajuste en función de la herramienta del valor límite de la colisión sobre la base de la previsión a través de los valores límites de la colisión almacenados o se pueden indicar a un operario valores de previsión para el ajuste manual en función de la herramienta sobre la base de los valores límites de la colisión almacenados en función de la herramienta.

40 De acuerdo con la invención, la instalación para la fijación del valor límite de la colisión está instalada para ajustar de manera automática en el caso de un cambio de herramienta en la máquina herramienta el valor límite de la colisión sobre la base del valor límite de la colisión indicado en los datos del valor límite para la herramienta sustituida. Esto tiene la ventaja de que en los datos de los valores límites de la colisión se pueden predeterminar ya los valores límites de la colisión específicos de la herramienta o bien dependientes de la herramienta y se puede ajustar el valor límite de la colisión ajustado o bien fijado hasta ahora de manera automática en el caso de incorporación de una herramienta en la máquina herramienta, por ejemplo por medio de un cambiador automático de herramientas, al valor límite de colisión almacenado en los datos de los valores límites de colisión para la herramienta incorporada.

50 Con preferencia, la instalación para la fijación del valor límite de la colisión en el caso de ajuste o bien fijación automática del valor límite de la colisión en el caso de un cambio de herramienta está instalada para ajustar en el caso del cambio de la herramienta en la máquina herramienta el valor límite de la colisión al valor límite máximo de la colisión prefijado, cuando no se indica o está almacenado ningún valor límite de la colisión para la herramienta incorporada en los datos de los valores límites de la colisión.

5 De manera alternativa al ajuste automático descrito anteriormente de un valor límite de la colisión en función de la herramienta en el caso de un cambio de herramienta en la máquina herramienta para la herramienta incorporada sobre la base de datos de valores límites de la colisión en función de la herramienta ya establecidos, se puede prever también que el operario de la máquina herramienta pueda ajustar o bien indicar a través de un control manual con la ayuda de un medio de entrada en el caso de un cambio de herramienta un valor límite de la colisión en función de la herramienta para la herramienta incorporada hasta el siguiente cambio de herramienta. Si el operario no indica ningún valor límite de la colisión y no están presentes valores límites de la colisión para la herramienta incorporada, se ajusta con preferencia de nuevo el valor límite máximo de la colisión prefijado.

10 Con preferencia, la instalación para la fijación del valor límite de la colisión está instalada para fijar el valor límite de la colisión sobre la base de datos de control, en particular sobre la base de un programa-NC, con cuya ayuda se controla por control numérico el procesamiento de la pieza de trabajo en la máquina herramienta, de manera que los datos de control indican con preferencia al menos un valor límite de la colisión a ajustar para una o varias etapas de procesamiento durante el procesamiento de la pieza de trabajo.

15 Los datos de control o bien el programa-NC indican con preferencia al menos un valor límite de la colisión para una o varias etapas de procesamiento durante el procesamiento de la pieza de trabajo. De esta manera, el valor límite de la colisión se puede ajustar en función de la mecanización o bien del proceso de mecanización, siendo ajustable el valor límite de la colisión para una o varias etapas de mecanización directamente a través de la previsión en los datos de control o bien en el programa-NC. Los datos de control pueden estar presentes, por ejemplo, en forma de un programa-NC previamente programado o generado automáticamente, en los que están comprendidas instrucciones del programa, que dan instrucciones en instantes predeterminados entre dos etapas de procesamiento durante la mecanización sobre un ajuste o bien reajuste en función de la etapa de procesamiento del valor límite de colisión a un valor predeterminado en el programa-NC. De esta manera, se puede determinar automáticamente en los datos de control que el valor límite de la colisión se establece o bien se fija en la segunda etapa de la mecanización durante la mecanización en otro valor que en la primera etapa de mecanización.

25 La previsión de valores límites de la colisión a ajustar en los datos de control o bien en un programa-NC se puede realizar, por ejemplo, en función de la herramienta, indicando con una instrucción numérica para el cambio de la herramienta en los datos de control ya el valor límite de la colisión a ajustar de nuevo, y/o en función de un tipo de mecanización (por ejemplo, mecanización gasta, mecanización fina, mecanización por capas, operación de exploración con exploración por medio de un palpador de medición), es decir, por ejemplo en función de una velocidad de avance indicada en los datos de control de uno o varios ejes de avance de la máquina herramienta y/o en función de una velocidad de la potencia del husillo o bien de la rotación del husillo indicada en los datos de control.

35 Además, esta configuración de la invención posibilita determinar valores límites de colisión especiales a ajustar para funciones especiales de las máquinas herramientas, que están relacionadas directamente con la mecanización de la pieza de trabajo, como por ejemplo, un valor límite de la colisión, que se ajusta para el periodo de tiempo durante un cambio de herramienta o cambio de plataformas de carga.

40 La previsión de valores límites de la colisión a ajustar en los datos de control posibilita de manera ventajosa ajustar valores límites de la colisión específicos de la mecanización para etapas individuales de la mecanización, por ejemplo, también para movimientos de corte individuales o para el desplazamiento más rápido de ejes de avance entre movimientos de corte o bien etapas de procesamiento individuales.

45 Con preferencia, la instalación para la fijación del valor límite de la colisión está instalada para ajustar el valor límite de la colisión para un segundo periodo de tiempo de mecanización sobre la base de un valor de medición máximo detectado durante un primer periodo de tiempo de mecanización por el sensor de colisión. Los periodos de tiempo de mecanización pueden corresponder en este caso a una mecanización generadora de una pieza de trabajo, a una mecanización en correspondencia con un programa-NC o bien a una o varias etapas de programa de un programa-NC, a una mecanización parcial de una pieza de trabajo, a una o varias etapas de mecanización durante la mecanización de la pieza de trabajo, y también a fases de mecanización individuales con una herramienta determinada, etc.

50 Esto posibilita ajustar de una manera especialmente ventajosa sencilla valores de colisión óptimamente adaptados para determinadas fases de mecanización (por ejemplo, para movimientos de corte y/o etapas de mecanización) durante la mecanización de una pieza de trabajo de manera automática sobre la base de las cargas máximas que aparecen durante la mecanización normal de fases de mecanización previas similares o iguales.

Por ejemplo, de manera ventajosa se posibilita realizar en primer lugar una mecanización de referencia de una pieza

de trabajo sobre la base de datos de control (por ejemplo, un programa-NC) en la máquina herramienta y en el caso de mecanización análoga de otra segunda pieza de trabajo sobre la base de los mismos datos de control (por ejemplo, con la ayuda del mismo programa.-NC), en el caso de mecanización de la segunda pieza de trabajo o en etapas de mecanización individuales durante la mecanización de la segunda pieza de trabajo, ajustar valores del límite de colisión adaptados de una manera óptima a la mecanización sobre la base de las cargas máximas durante la mecanización de la primera pieza de trabajo o bien en las etapas de mecanización individuales correspondientes en el caso de la mecanización de la primera pieza de trabajo durante la mecanización de referencia (función-Teach o bien función de aprendizaje. Esto posibilita una supervisión excelente del proceso, durante la que no sólo se pueden detectar colisiones auténticas, sino que se pueden detectar sobrecargas en función de la etapa de mecanización, que sólo están ligeramente por encima de las cargas máximas detectadas en las etapas de mecanización correspondientes de la mecanización de referencia. Así, por ejemplo, es posible de manera ventajosa detectar una rotura de la herramienta durante la etapa de mecanización o incluso detectar sobrecargas ligeras en el caso de desgaste de la herramienta, para activar, dado el caso, de manera automática un cambio de herramienta en virtud del desgaste detectado de la herramienta.

Con preferencia, el valor límite de la colisión durante el segundo periodo de tiempo de la mecanización se ajusta como la suma del valor de medición máximo detectado por el sensor de colisión durante el primer periodo de mecanización y un valor de tolerancia. Esto posibilita ajustar de una manera especialmente sencilla valores límites de la colisión en función de cargas máximas precedentes, de manera que en virtud del valor de tolerancia adicional se puede evitar una parada no deseada de los husillos y de los ejes de avance en el caso de oscilaciones pequeñas, que aparecen normalmente, de las cargas en los periodos de tiempo de la mecanización. De esta manera, se pueden ajustar, por una parte, valores límites óptimos de la colisión específicos del proceso de mecanización para un reconocimiento rápido, seguro y eficiente de la colisión sobre la base de fases de mecanización precedentes, sin provocar tiempos de inactividad innecesarios de las máquinas en virtud de las oscilaciones tolerables del valor de medición. El valor de tolerancia puede ser en este caso un valor de tolerancia absoluto a sumar o también un valor de tolerancia relativo a sumar (por ejemplo, 10 % o 5% del valor de medición máximo del sensor de colisión detectado durante el primer periodo de tiempo de la mecanización.

Con preferencia, la máquina herramienta comprende un medio de memoria del valor de medición para el almacenamiento del valor de medición detectado por el sensor de la colisión y/o para el almacenamiento de la curva del valor de medición detectado en función del tiempo. Esto posibilita de una manera especialmente sencilla poder establecer valores de medición máximos durante determinados periodos de tiempo de la mecanización en la máquina herramienta. Con preferencia, la instalación para la fijación del valor límite de la colisión está instalada para determinar el valor de medición máximo detectado durante el primer periodo de tiempo del procesamiento en la máquina herramienta sobre la base de los datos almacenados del medio de memoria del valor de medición.

Además, el almacenamiento del valor de medición detectado por el sensor de colisión en función del tiempo posibilita un análisis posterior de la mecanización de la pieza de trabajo, por ejemplo con respecto a cargas máximas aparecidas por debajo de los valores límites de la colisión y en el caso de una colisión, se posibilita con ventaja un análisis posterior de la colisión y del comportamiento de la máquina antes, durante o después de la colisión. En particular, un almacenamiento de la curva del valor de medición en función del tiempo posibilita análisis posteriores especialmente después de una colisión, de manera que sobre la base de la curva del valor de medición se puede verificar si son previsibles daños en la máquina herramienta como por ejemplo daños del cojinete del husillo y debería realizarse una verificación del cojinete.

Con preferencia, el primero y el segundo periodos de tiempo de la mecanización comprenden una o varias etapas de mecanización con una misma herramienta o bien o bien corresponden a periodos de tiempo de mecanización, en los que se había incorporado o bien se había utilizado la misma herramienta. De esta manera, se puede determinar la adaptación óptima del valor límite de la colisión ajustar sobre la base de las cargas máximas durante el primer periodo de tiempo de la mecanización de acuerdo con uno de los aspectos anteriores adicionalmente en función de la herramienta y, dado el caso, se puede almacenar en los datos de valor límite de la colisión para la herramienta respectiva.

Con preferencia, el primero y el segundo periodos de tiempo de la mecanización comprenden una o varias etapas de mecanización de acuerdo con una misma sección de los mismos datos de control, en particular de un mismo programa-NC o bien corresponden a periodos de tiempo de mecanización, que han sido realizados en cada caso sobre la misma sección de los mismos datos de control, en particular del mismo programa-NC. De esta manera, se puede determinar la adaptación óptima del valor límite de colisión a ajustar sobre la base de las cargas máximas durante el primer periodo de tiempo de mecanización de acuerdo con uno de los aspectos anteriores adicionalmente en función de los datos de control.

De acuerdo con un ejemplo de realización especialmente preferido de la presente invención, el dispositivo para la

5 supervisión de la colisión comprende una instalación de reconocimiento de la colisión con una entrada de señales para una señal entrante del sensor de colisión y salidas de señales para la emisión de señales de control a un circuito de control de la máquina herramienta. Con preferencia, la máquina herramienta comprende en este caso una instalación de control-PLC con salidas de señales para la emisión de señales de control al circuito de control de la máquina herramienta, de manera que la instalación de detección de la colisión está configurada separada de la instalación de control-PLC de la máquina herramienta.

10 De esta manera se puede preparar de forma ventajosa un dispositivo para la supervisión de la colisión con tiempos de reacción rápidos para la detención más segura y más rápida de los husillos y de los ejes de avance, puesto que el reconocimiento de la colisión y el inicio siguiente de la detención de los husillos y de los ejes de avance se pueden activar directamente a través del circuito de control eléctrico de reacción rápida de la máquina eléctrica, en particular del tipo de reflejo y no debe realizarse con tiempos de reacción lentos a través del control numérico (NC, en inglés Numerical Control) o a través del control programable con memoria SPS (PLC) de la máquina herramienta, como está previsto en el estado de la técnica. La activación de una parada de emergencia o bien el inicio de una detención de los husillos y de los ejes de avance se realizan, por lo tanto, sin procesamiento electrónico de datos en el control numérico en el control programable con memoria de una manera directa e inmediata de una señal de la instalación de reconocimiento de la colisión a través de una salida de señales al circuito eléctrico de la máquina herramienta con los tiempos de reacción más rápidos que resultan de ello.

20 Con preferencia, el circuito de control de la máquina herramienta comprende un circuito de parada de emergencia de la máquina herramienta, en el que la instalación de reconocimiento de la colisión está instalada para emitir una señal de activación de la parada de emergencia al circuito de parada de emergencia, cuando el valor de medición del sensor de colisión excede el valor límite de la colisión. De esta manera, se puede activar con ventaja directamente con tiempo de reacción rápido de manera automática en el marco del sistema de parada de emergencia de la máquina herramienta una parada de emergencia rápida y segura en la máquina herramienta para frenar el husillo de trabajo y los ejes de avance con una aceleración máxima de frenado.

25 Con preferencia, la instalación de reconocimiento de la colisión comprende, además, una entrada de señales para la recepción de una señal del valor límite desde la instalación para la fijación del valor límite de la colisión. De esta manera se posibilita con ventaja que se pueda transmitir un valor límite de la colisión ajustado de manera variable, predeterminado de manera manual o automática a la instalación de reconocimiento de la colisión. Con preferencia, la intensidad de la señal del valor límite depende del valor ajustado del valor límite de la colisión, de manera que el valor del valor límite de la colisión ajustado se puede transmitir a través del ajuste de la intensidad de la señal del valor límite. En este caso, el valor límite de la colisión ajustado es con preferencia menor cuando la intensidad de la señal del valor límite es mayor, y a la inversa (por ejemplo, de acuerdo con una relación indirectamente proporcional o de acuerdo con una relación lineal con gradiente negativo). Esto tiene la ventaja de que en el caso de un fallo de la señal del valor límite, se ajusta el valor límite máximo de la colisión fijado para que se puedan evitar tiempos innecesarios e indeseables de fallo de la máquina en virtud de un valor límite de la colisión ajustado por error demasiado bajo.

40 Con preferencia, la instalación de control-PLC de la máquina herramienta está instalada para emitir la señal del valor límite, que indica el valor límite de la colisión a ajustar, a la instalación de reconocimiento de la colisión. De esta manera, se puede controlar el ajuste del valor límite de la colisión de una manera sencilla a través del control programable con memoria de la máquina herramienta, de manera que la desconexión de los husillos y de los ejes de avance no se puede realizar a través del control programable con memoria sino, en adelante, con tiempos de reacción más rápidos de manera automática a través de la instalación eléctrica, en particular a través del circuito eléctrico.

45 La instalación de reconocimiento de la colisión puede comprender una instalación de evaluación para la evaluación de la señal del valor límite recibida y del valor de medición recibido, para poder reconocer una colisión. Además, puede estar previsto también un circuito eléctrico en la instalación de reconocimiento de la colisión con una entrada de la señal para la recepción de la señal del valor límite y una entrada de la señal para la recepción del valor de medición del sensor de colisión, de manera que ambas entradas de la señal pueden estar conectadas con un comparador para poder comparar el valor de medición del sensor de la colisión y el valor límite de la colisión ajustado.

De manera preferida, la instalación para la fijación del valor límite de la colisión en la máquina herramienta está comprendida en una instalación de control-NC de la máquina herramienta.

55 En virtud de los tiempos de reacción rápidos, también es posible, independientemente del aspecto mencionado anteriormente con valores límites de la colisión ajustables preparar un dispositivo mejorado para la supervisión de la colisión con tiempos de reacción altos para la detención más segura y más rápida de los husillos y de los ejes

de avance. Una máquina herramienta ventajosa podría prepararse de esta manera con un dispositivo para la supervisión de la colisión que comprende un sensor de la colisión instalado en una parte de la máquina herramienta, una instalación de reconocimiento de la colisión para el reconocimiento de una colisión de partes de la máquina herramienta, cuando un valor de medición detectado por el sensor de colisión excede un valor límite de la colisión y un medio de salida de la señal para la emisión de una señal de detención para la detención del al menos un husillo de trabajo y del al menos un eje de avance de la máquina herramienta, cuando la instalación de reconocimiento de la colisión reconoce una colisión, de manera que la instalación de reconocimiento de la colisión presenta una entrada de señales para una señal entrante del sensor de colisión y salidas de señales para la emisión de señales de control a un circuito de control de la máquina herramienta. Con preferencia, la máquina herramienta comprende en este caso una instalación de control-PLC con salidas de señales para la emisión de señales de control al circuito de control de la máquina herramienta, de manera que la instalación de reconocimiento de la colisión está configurada de manera separada de la instalación de control PLC de la máquina herramienta.

Con preferencia, la máquina herramienta comprende una instalación de representación para la representación del valor de medición momentáneo del sensor de colisión durante la mecanización de la pieza de trabajo en la máquina herramienta, del valor de medición momentáneo del sensor de colisión con relación a un valor límite de la colisión máximo ajustable y/o del valor de medición máximo detectado durante un periodo de tiempo de mecanización en la máquina herramienta a través del sensor de colisión. Esto tiene la ventaja de que un operario de la máquina herramienta es informado en cualquier momento con preferencia ópticamente y/o a través de representación de texto sobre el valor de medición momentáneo del sensor de colisión, el valor límite de la colisión ajustado y/o el valor límite de la colisión máximo ajustado y puede supervisar el proceso de mecanización así como los ajustes del reconocimiento de la colisión. También el valor de medición detectado máximo durante el periodo de tiempo de mecanización en la máquina herramienta a través del sensor de colisión se puede indicar al operario, por ejemplo por medio de un indicador de arrastre.

De acuerdo con la invención, el sensor de colisión está configurado como sensor de aceleración, en particular como sensor de aceleración piezoeléctrico. Esto tiene la ventaja de que, a diferencia de los registradores de la dilatación utilizados en el estado de la técnica, no sólo se puede detectar una fuerza que actúa sobre el sensor de colisión, sino que se puede realizar una supervisión de la vibración de amplio espectro, por ejemplo una supervisión de la vibración del husillo de trabajo incluyendo la detección de una velocidad de oscilación del husillo de trabajo.

Esto posibilita de manera ventajosa realizar una supervisión del desequilibrio para el reconocimiento de un desequilibrio en el husillo de trabajo durante el funcionamiento con una herramienta alojada en el husillo de trabajo, de manera que en el caso de que se exceda un valor límite de desequilibrio se puede disparar una alarma de desequilibrio y/o se puede activar una detención del husillo de trabajo. De esta manera, por ejemplo, se puede detener inmediatamente de manera automática el arranque del husillo con un número de revoluciones falso para la herramienta alojada. Además, una supervisión de la vibración posibilita una supervisión de los cojinetes de los husillos de trabajo, durante el funcionamiento de los husillos de trabajo sin herramienta alojada, para verificar si los cojinetes de los husillos de trabajo se han dañado a través de la colisión.

Durante el reconocimiento de la vibración es posible comparar un patrón de vibración momentáneo aparecido y detectado durante la mecanización (que comprende datos sobre velocidades de vibración y/o amplitudes de vibración como función del tiempo) con patrones de vibración previamente almacenados, que están asociados a estados posibles de la detección, de manera que los estados de la detección pueden comprender una aparición de un desequilibrio en el husillo, la aparición de un daño en el cojinete en el husillo, el desgaste de una herramienta y/o la rotura o rotura parcial de una herramienta. Por medio de la comparación del patrón de vibración detectado momentáneo con una pluralidad de patrones de vibración almacenados, que están asociados a un estado de detección respectivo, se puede detectar cuál de los estados de detección aparece en el patrón de vibración detectado momentáneo, para reconocer el estado de la detección.

Por consiguiente, la presente invención puede presentar, además, los siguientes aspectos ventajosos preferidos.

Con preferencia, la instalación de supervisión de la vibración está instalada para determinar una velocidad de oscilación del husillo de trabajo sobre la base del valor de medición detectado por el sensor de aceleración en función del tiempo.

Con preferencia, la instalación de supervisión de la vibración está instalada para reconocer sobre la base del valor de medición detectado por el sensor de aceleración en función del tiempo un desequilibrio durante el funcionamiento del husillo de trabajo con herramienta alojada.

Con preferencia, la instalación de supervisión de la vibración está instalada para reconocer sobre la base del valor

de medición detectado por el sensor de aceleración en función del tiempo una rotura de la herramienta alojada en el husillo.

5 Con preferencia, el dispositivo para la supervisión de la colisión en la máquina herramienta se puede desactivar a través de un operario de la máquina herramienta. Esto posibilita, cuando es necesario, poder realizar mecanizaciones con cargas extremas de corta duración por encima del valor límite de colisión prefijado, sin activar la desconexión de colisión.

Los aspectos mencionados anteriormente y otros aspectos ventajosos de la presente invención se describen a continuación con referencia a las figuras adjuntas y a formas de realización preferidas de la presente invención..

Breve descripción de las figuras

10 La figura 1 muestra de forma ejemplar una representación esquemática de una máquina herramienta de control numérico para la mecanización de una pieza de trabajo de acuerdo con un ejemplo de realización de la presente invención.

La figura 2 muestra de forma ejemplar una representación esquemática de un dispositivo para la supervisión de la colisión de acuerdo con un ejemplo de realización de la presente invención.

15 La figura 3 muestra de forma ejemplar una representación esquemática de un dispositivo para la supervisión de la colisión de acuerdo con un ejemplo de realización de la presente invención.

La figura 4 muestra de forma ejemplar una relación entre un valor límite de colisión ajustado y una señal del valor límite de la colisión.

20 La figura 5 muestra de forma ejemplar una representación de una instalación de representación en una máquina herramienta de acuerdo con un ejemplo de realización de la presente invención.

Descripción detallada de ejemplos de realización preferidos de la presente invención

25 A continuación se describen en detalle ejemplos de realización preferidos de la presente invención con referencia a las figuras adjuntas. Sin embargo, la presente invención no está limitada a los ejemplos de realización descritos. La presente invención se define por el alcance de las reivindicaciones de la patente. Las características iguales o bien similares de los ejemplos de realización se identifican en las figuras con los mismos números de referencia.

30 La figura 1 muestra de forma ejemplar una representación esquemática de una máquina herramienta 100 de control numérico para la mecanización de una pieza de trabajo WS. La pieza de trabajo WS está empotrada en un medio de fijación 152 de forma fija contra giro sobre una mesa giratoria 150 de la máquina herramienta 100 y se puede accionar de forma rotatoria por medio de un eje de giro B (ver el eje de rotación vertical en la figura 1). La mesa giratoria 150 es desplazable de forma ejemplar por medio de un carro 151 sobre carriles de guía 112, que están instalados sobre una bancada de máquina 110 de la máquina herramienta, por medio de un eje de avance-Y en dirección-Y a lo largo de los carriles de guía-Y 112. Además, unos carriles de guía-X 111 orientados en dirección-X, que se extienden perpendicularmente a la dirección-Y (es decir, perpendicularmente al plano del dibujo en la figura 1) están instalados sobre la bancada de la máquina 110 de la máquina herramienta. Sobre los carriles de guía-X está dispuesto un bastidor de la máquina 120, que es desplazable por medio de un eje de avance-X en dirección-X a lo largo de los carriles de guía-X 111.

La máquina herramienta comprende, además, una cabeza de fresa 130, que es desplazable por medio de un eje de avance-Z en dirección-Z a lo largo de carriles de guía-Z 121, de manera que los carriles de guía-Z 121 están instalados en el bastidor de la máquina 120.

40 La máquina herramienta comprende, además, un control de máquina 180 para el control de la máquina herramienta incluyendo el control de los ejes de avance X, Y y Z y de los ejes redondos A y B sobre la base de datos de control, como por ejemplo un programa-NC. El control de la máquina comprende una instalación de control-NC 190 (NC representa Numerical Control, es decir, Control Numérico), una instalación de control-PLC 170 conectada con la instalación de control-NC 190 (PLC representa Programmable Logic Controller, es decir, control programable con memoria) y una instalación eléctrica de control 181 con circuitos de control, que están conectados con la instalación de control-PLC 170 y con actuadores de la máquina herramienta, por ejemplo con actuadores de la regulación del

accionamiento para la activación de los ejes lineales y redondos de la máquina herramienta y para el control de un accionamiento de husillo, además, dado el caso para el control de un cambiador de herramientas, de un cambiador de plataformas de carga y/o de un transportador de virutas de la máquina herramienta o de otras unidades controlables de la máquina herramienta.

- 5 La instalación de control-NC 190 puede comprender, por ejemplo, un pupitre de mando en la máquina herramienta, a través del cual el operario de la máquina herramienta 100 puede controlar los procesos de mecanización en la máquina herramienta.

10 Un ejemplo de un circuito de control de la instalación eléctrica de control 181 de la máquina herramienta es, por ejemplo, el circuito de control de parada de emergencia, que provoca, a la recepción de una señal de parada de emergencia, una parada inmediata de la máquina y está conectado con todos los miembros de ajuste necesarios para ello de la máquina herramienta para activar la parada de emergencia.

15 En la cabeza de fresa 130 está instalado en la proximidad del husillo de trabajo 140 un sensor de colisión 210, que está configurado con preferencia como sensor de aceleración, en particular como sensor de aceleración piezoeléctrico. El sensor de colisión está instalado para detectar una vibración y/o una aceleración o bien una fuerza de aceleración que actúa sobre la cabeza de la fresa 130 y transmite un valor de medición correspondiente a un dispositivo de acuerdo con la invención para el reconocimiento de la colisión en la máquina herramienta a través de una señal de sensor. En este ejemplo de realización, se describe a este respecto un único sensor de colisión 210, pero de acuerdo con la presente invención se pueden instalar adicionalmente otros sensores de colisión en otras partes de la máquina herramienta.

20 La figura 2 muestra de forma ejemplar una representación esquemática de un dispositivo para la supervisión de la colisión de acuerdo con un ejemplo de realización de la presente invención. El dispositivo 200 comprende un medio de reconocimiento de la colisión 220 para el reconocimiento de una colisión en la máquina herramienta sobre la base de señales de sensor de uno o varios sensores de colisión, como por ejemplo el sensor de colisión 210 de la figura 1 y un medio de emisión de señales 230 para la emisión de señales de control para la emisión de una señal de detención para la detención del husillo de trabajo 140 y de los ejes de avance X, Y, X, A y B de la máquina herramienta cuando el medio de reconocimiento de la colisión 220 reconoce una colisión (por ejemplo, en actuadores 160 de la regulación del accionamiento de la máquina herramienta 100, en particular en actuadores de la regulación del accionamiento para el control del husillo de trabajo 140 y/o de los ejes de avance X, Y, Z, dado el caso, también en actuadores de la regulación del accionamiento para el control de los ejes redondos A y B; además, dado el caso, para el control de actuadores de la regulación de trabajo para la detención activa o bien para el frenado de los husillos de trabajo 140 y/o de los ejes lineales y redondos de la máquina herramienta y/o sus accionamientos).

35 El medio de emisión de señales 230 puede estar conectado indirectamente a través de la instalación de control-PLC 170 y/o de la instalación de control-NC 190 con actuadores 160 de la regulación de accionamiento de la máquina herramienta 100 o bien con uno o varios circuitos de control de la máquina herramienta 100. Con preferencia, el medio de emisión de señales 230, sin embargo, se puede realizar de una manera directa e independiente de la instalación de control-PLC 170 y/o de la instalación de control-NC 190 a través de la instalación eléctrica de control 181 de la máquina herramienta 100 con actuadores 160 de la regulación de accionamiento de la máquina herramienta 100, de manera que se puede realizar una emisión más rápida, más eficiente y directa de la señal para la detención de la máquina herramienta o bien de los husillos y de los ejes, independientemente de la frecuencia de reloj de la instalación de control-PLC 170 y/o independientemente de la frecuencia de reloj de la instalación de control-NC 190.

45 Un valor de medición detectado por el sensor de colisión 210 es emitido a través de una conexión de la señal al medio de reconocimiento de la colisión 220 y el medio de reconocimiento de la colisión 220 supervisa el valor de medición del sensor de colisión 210 en comparación con un valor límite de colisión prefijado (por ejemplo, un valor límite de colisión prefijado en la fábrica de por ejemplo 20 g – de manera que g describe la aceleración terrestre), en el que el medio de reconocimiento de la colisión 220 reconoce una colisión en la máquina herramienta cuando el valor de medición del sensor de colisión 210 alcanza el valor límite de colisión prefijado o cuando el valor de medición del sensor de colisión 210 excede el valor límite de colisión prefijado, de acuerdo con la configuración del medio de reconocimiento de la colisión 220.

55 Si el medio de reconocimiento de la colisión 220 reconoce una colisión, por ejemplo porque el valor de medición detectado del sensor de colisión 210 alcanza durante una mecanización de la pieza de trabajo WS el valor límite de colisión prefijado o porque el valor de medición del sensor de colisión 210 excede durante una mecanización de la pieza de trabajo WS el valor límite de la colisión prefijado, el medio de emisión de la señal 230 emite señales de detección a los actuadores 160 de la regulación del accionamiento de la máquina herramienta 100, para

detener el husillo de trabajo 140 y al menos uno de los ejes de avance X, Y, Z, A y B de la máquina herramienta o con preferencia incluso frenarlos activamente para poder evitar o al menos reducir a través de la parada activada en la máquina herramienta 100 inmediatamente después del reconocimiento de la colisión a través de los medios de reconocimiento de la colisión 220 unos a través de la colisión.

5 El dispositivo 200 comprende, además, un medio de ajuste 240 para el ajuste o bien la fijación de un valor límite de la colisión en función de la mecanización de la pieza de trabajo WS en la máquina herramienta 100. Por razones de seguridad, el valor límite de la colisión se puede ajustar en este caso de acuerdo con la invención sólo menor o igual al valor límite de la colisión prefijado, de manera que lo más tarde cuando se alcanza o bien se excede el valor límite máximo de la colisión prefijado se reconoce una colisión.

10 Si ahora el valor de la medición detectado por el sensor de la colisión 210 alcanza el valor límite de la colisión ajustado o de acuerdo con la configuración del medio de reconocimiento de la colisión 220, el valor de la medición detectado por el sensor de colisión 210 excede el valor límite de la colisión ajustado, el medio de reconocimiento de la colisión 220 reconoce una colisión y de esta manera el medio de emisión de la señal 230 emite señales de detención a la electrónica de control 18 de la máquina herramienta o a actuadores 160 de la regulación del accionamiento de la máquina herramienta 100, para detener o con preferencia incluso frenar activamente los husillos de trabajo 140 y al menos uno de los ejes de avance X, Y, Z, A y B de la máquina herramienta 100, para evitar o al menos reducir daños a través de la colisión a través de la parada activada de la máquina herramienta 100 inmediatamente después del reconocimiento de la colisión a través del medio de reconocimiento de la colisión 220.

20 Puesto que el valor límite de la colisión ajustado es menor o igual que el valor límite de la colisión preajustado, de esta manera se posibilita de acuerdo con la invención reconocer ya una colisión y provocar o bien una parada de la máquina herramienta 100 cuando se alcanza o bien se excede el valor límite de la colisión ajustado, en general todavía antes de que se alcance o bien se exceda el valor límite de la colisión prefijado en general más elevado.

A través del medio de ajuste 240 se posibilita en este caso ajustar un valor límite de la colisión, que está adaptado a las condiciones de mecanización de la pieza de trabajo WS. En este caso, el valor límite de la colisión se puede introducir, por ejemplo a través de un medio de entrada 241 del dispositivo 200.

30 El medio de ajuste 240 es en este caso, de acuerdo con una forma de realización especialmente preferida, una parte de la instalación de control-NC 190 de la máquina herramienta 100, pero puede estar preparado también de una manera independiente de la instalación de control-NC 190. También la instalación de representación 280, la instalación de supervisión de la vibración 270, el medio de memoria 250 de los datos de los valores límites de la colisión y/o el medio de memoria 260 de los valores de medición se pueden preparar como parte de la instalación de control-NC 190.

35 Además, el dispositivo 200 comprende el medio de memoria 260 de los valores de medición para el almacenamiento de un valor de medición detectado por el sensor de colisión (dado el caso, almacenamiento de valores de medición como valores individuales, como por ejemplo valores de medición máximos, o para el almacenamiento de la curva de medición en función del tiempo para posibilitar análisis posteriores de la curva del valor de medición) y el medio de memoria 250 de los datos de los valores límites de la colisión para el almacenamiento de datos de los valores límites de la colisión, que indican uno o varios valores límites de la colisión ajustados para el reconocimiento de una colisión a través de los medios de reconocimiento de la colisión 220. Éstos se pueden almacenar, por ejemplo, a través de una interfaz de datos (por ejemplo, a través de W-LAN, Bluetooth, unidades de memoria, interfaces-USB, etc.) y/o a manualmente a través del medio de entrada 241.

40 De acuerdo con una configuración especialmente preferida de la invención, los datos de los valores límites de colisión almacenados en el medio de memoria 250 de los datos de los valores límites de la colisión indican, por ejemplo, varios valores límites de colisión en función de la herramienta, de manera que en el caso de un cambio automático de la herramienta (no se representa en la figura 1, pero se conoce en las máquinas fresadoras universales actuales o en centros de mecanización), el valor límite de colisión se ajusta de forma automática al valor, que está indicado para la herramienta a incorporar o bien incorporada.

50 De esta manera, en el caso de un cambio de herramienta se puede activar automáticamente el valor predefinido para la herramienta sobre la base de datos de valores límites de la colisión para la herramienta a incorporar o bien incorporada. Esto posibilita de manera ventajosa ajustar de manera automática un valor límite de la colisión ajustado en cada caso, adaptado a las condiciones de la herramienta o a su sensibilidad o bien optimizados en función de la herramienta. Por ejemplo, se pueden almacenar datos de los valores límites de la colisión, que indican en forma de una lista o de una tabla datos de los valores límites de la colisión respectivos para determinadas

herramientas en la máquina herramienta.

5 Si en el caso de un cambio de herramientas no existen datos de los valores límites de la colisión para la herramienta a incorporar o bien incorporada, se activa de forma automática el valor límite máximo de la colisión prefijado o bien se aplica para el reconocimiento de la colisión al menos el valor límite de la colisión normal prefijado, de manera que lo más tarde un alcance o bien un exceso del valor límite de la colisión normal prefijado activa, por razones de seguridad, siempre un reconocimiento de la colisión y la desconexión siguiente.

10 De acuerdo con otra configuración especialmente conveniente y especialmente ventajosa, el dispositivo 200 posibilita una función de aprendizaje o bien una función-Teach, en la que el medio de memoria 260 de los valores de medición almacena valores de medición detectados máximos durante la mecanización o almacena datos de valores de medición del valor de medición detectado por el sensor de colisión para una fase de mecanización determinada de acuerdo con un programa-NC completo o de acuerdo con al menos una sección del programa-NC en función del tiempo, después de lo cual el medio de reconocimiento de la colisión 220 puede calcular un valor máximo del valor de medición durante la fase de mecanización durante una pasada de referencia de la mecanización de manera correspondiente a todo el programa-NC o al menos a una sección del programa-NC.

15 En otra pasada de mecanización que sigue a la pasada de referencia de manera correspondiente a todo el programa-NC o al menos a una sección del programa-NC, se ajusta de manera automática entonces un valor límite de la colisión, que corresponde a una suma de un valor de tolerancia y del valor máximo detectado durante la pasada de referencia del valor de medición del sensor de colisión 210. De esta manera, se puede garantizar que sobre la base de la pasada de referencia y del valor de medición máximo que aparece durante la misma se pueda
20 ajustar para pasadas posteriores de las mismas o al menos similares etapas de mecanización o bien de todo el programa-NC o de al menos una sección del programa-NC de manera automática sobre la base de los datos del medio de memoria 260 del valor de medición un valor límite de colisión optimizado, posiblemente más bajo.

25 En una configuración modificada preferida de la función-Teach de aprendizaje mencionada anteriormente, se puede preparar, además, una función-Teach de aprendizaje en función de la herramienta, en la que se calculan los valores máximos que aparecen en cada caso del valor de medición del valor límite de la colisión entre cambios de herramientas sucesivos individuales, y de esta manera se forman valores límites de la colisión en función de la herramienta en cada caso a través de la suma de un valor de tolerancia (dado el caso, en función de la herramienta) y del valor máximo que pertenece a la herramienta incorporada en cada caso entre los cambios de herramientas. Estos valores se pueden ajustar entonces durante el cambio de la herramienta de manera automática en las
30 pasadas de mecanización que siguen después de la pasada de referencia.

De acuerdo con otra configuración preferida, el dispositivo 200 posibilita ajustar valores límites de la colisión sobre la base de datos de control, con cuya ayuda se controla numéricamente la mecanización de la pieza de trabajo en la máquina herramienta, como por ejemplo a través de instrucciones de ajuste del valor límite de la colisión en un programa-NC. Los datos de control pueden indicar, por ejemplo, al menos un valor límite de la colisión para una o
35 varias etapas de mecanización durante la mecanización de la pieza de trabajo. De esta manera, se puede predeterminar de forma automática en los datos de control que el valor límite de la colisión adopte en la segunda etapa de mecanización durante la mecanización un valor distinto que en la primera etapa de mecanización.

La previsión de valores límites de la colisión a ajustar en los datos de control se puede realizar, por ejemplo, en función de la herramienta, de manera que con una instrucción numérica para el cambio de la herramienta en los
40 datos de control se indica ya el valor límite de colisión que debe ajustarse nuevo y/o también en función de un tipo de mecanización (por ejemplo mecanización basta, mecanización fina, mecanización por capas, operación de exploración con exploración por medio de un palpador de medición), es decir, por ejemplo, en función de una velocidad de avance indicada en los datos de control de uno o de varios de los ejes de avance de la máquina herramienta y/o en función de una velocidad de la potencia del husillo bien de la velocidad de rotación del husillo. De
45 esta manera, un operario o bien un programador de datos de control puede definir o bien predeterminar en los datos de control (por ejemplo, directamente en el programa-NC) valores límites de la colisión en los datos de control en función de la mecanización para la mecanización completa o para etapas individuales de la mecanización.

Esto se puede combinar también con el ejemplo del ajuste de los valores límites de la colisión sobre la base de datos de los valores límites de la colisión, predeterminando una prioridad, de acuerdo con la cual, por ejemplo, se
50 tratan con prioridad valores límites de la colisión indicados en los datos de control y ajustando valores límites de la colisión indicados en los datos de los valores límites de la colisión solamente cuando no se indican valores límites de la colisión en los datos de control.

La figura 3 muestra de forma ejemplar una representación esquemática de un dispositivo para la supervisión de la

5 colisión en una máquina herramienta 100 de acuerdo con otro ejemplo de realización de la presente invención. El dispositivo comprende una instalación de reconocimiento de la colisión 290 y un sensor de colisión 210 (de manera similar al sensor de colisión 210 en las figuras 1 y 2). La instalación de reconocimiento de la colisión 290 tiene en este caso esencialmente la función del medio de reconocimiento de la colisión 220 y del medio de emisión de la señal 230 de la figura 2.

10 La instalación de reconocimiento de la colisión 290 está instalada para emitir señales de control para la detención de los husillos de trabajo 140 y de al menos uno de los ejes de avance X, Y, Z, A y B de la máquina herramienta 100 en actuadores 160 de la regulación del accionamiento de la máquina herramienta 100, cuando el valor de medición del sensor de colisión 210 excede un valor límite de colisión ajustado. En el ejemplo de realización de acuerdo con la figura 3, la instalación de reconocimiento de la colisión 290 está conectada a través de una línea de señales 184 con un circuito de control 181 de la máquina herramienta 100. El circuito de control 181 de la máquina herramienta 100 está conectado directamente a través de una línea de señales 183 con actuadores de la máquina herramienta, en particular con actuadores de la regulación del accionamiento de la máquina herramienta, es decir, por ejemplo, con uno o varios relés para la conexión y desconexión de los accionamientos en la máquina herramienta como, por ejemplo, de los accionamientos de husillos 140 y/o de ejes de avance de la máquina herramienta.

15 En una configuración ventajosa, la instalación de reconocimiento de la colisión 290 puede estar conectada, por ejemplo, con un circuito de control de parada de emergencia como configuración preferida del circuito de control 181 de la máquina herramienta 100, y está instalada para emitir una señal que activa una parada de emergencia al circuito de control de la parada de emergencia, cuando el valor de medición del sensor de colisión 210 excede el valor límite de colisión ajustado.

20 La instalación de reconocimiento de la colisión 290 está configurada en la forma de realización de acuerdo con la figura 3 de manera independientes o bien separada de la instalación de control 170 programable con memoria (SPS o bien PLC, en inglés Programmable Logic Controller) de la máquina herramienta 100 que, por su parte, puede emitir señales de control a través de una línea de señales 182 al circuito de control 191 de la máquina herramienta. La instalación de reconocimiento de la colisión 290 comprende una entrada de señales para la recepción de una señal del valor límite a través de una línea de señales 186 desde la instalación de control 170 programable con memoria, que predetermina el valor límite de la colisión ajustado, que se puede ajustar directa o indirectamente a través del control 170 programable con memoria.

25 En la forma de realización de acuerdo con la figura 3, el ajuste del valor límite de colisión variable se realiza, por ejemplo, sólo indirectamente a través del control 170 programable con memoria, de manera que se puede realizar el ajuste directamente en la instalación de control-NC 190 de la máquina herramienta. El valor límite de la colisión ajustado se transmite desde la instalación de control-NC 190 a través de una línea de señales 185 a la instalación de control-PLC 170 y entonces se transmite a través de una línea de señales 186 a la instalación de reconocimiento de la colisión 290.

30 En este caso, la intensidad de la señal límite de control puede depender del valor ajustado del valor límite de la colisión, de tal manera que la señal del valor límite para la previsión del valor límite de la colisión ajustado por medio de la intensidad del valor límite se emite desde el control 170 programable con memoria de la máquina herramienta hasta el circuito de control eléctrico 290.

35 La instalación de reconocimiento de la colisión 290 comprende una instalación de evaluación 291, que está instalada para recibir y evaluar el valor de medición detectado por el sensor de colisión 210 a través de una línea de señales 187, es decir, en particular para supervisar si el valor de medición detectado por el sensor de colisión 210 excede el valor límite de colisión predeterminado a través de la línea de señales 186 desde la instalación de control-PLC 170, ajustado en la instalación de control-NC 190.

40 Si se reconoce por medio de la instalación de evaluación 291 que el valor de medición del sensor de colisión 210 excede el valor límite de colisión ajustado, se emite una señal de desconexión o bien de detención a través de un circuito de control 292 de la instalación de reconocimiento de la colisión 290 a través de la línea de señales 184 hasta el circuito de control 181 de la máquina herramienta 100 para la detención o bien la desconexión de los accionamientos de los husillos 140 y de los accionamientos de uno o varios ejes de avance de la máquina herramienta,

45 La figura 4 muestra de forma ejemplar una relación entre una valor límite de la colisión ajustado y una señal del valor límite de la colisión, que se puede utilizar para transmitir por medio de una señal eléctrica un valor del valor límite de colisión ajustado a través de la línea de señales 186 y/o a través de la línea de señales 185. Por medio del procesamiento de datos en la instalación de evaluación o también por medio de un comparador en un circuito de

control eléctrico se puede comparar una señal del valor límite recibida desde el control programable con memoria 170 o bien desde el control-NC 190 con el valor de medición transmitido desde el sensor de colisión 210, de manera que el reconocimiento de la colisión es predeterminado por la señal del valor límite emitida, que indica el valor límite de la colisión ajustado.

5 De acuerdo con el ejemplo de realización de la figura 2, el dispositivo 200 comprende, además, una instalación de supervisión de la vibración 270 para la supervisión de una vibración en el al menos un husillo de trabajo 140 sobre la base del valor de medición detectado por el sensor de aceleración (como realización del sensor de colisión 201) en función del tiempo. La instalación de supervisión de la vibración 270 está instalada para determinar una velocidad de oscilación de los husillos de trabajo sobre la base del valor de medición detectado por el sensor de aceleración en
10 función del tiempo.

Sobre la base de la supervisión de la vibración por medio del sensor de aceleración, la instalación de supervisión de la vibración 270 está instalada para reconocer sobre la base del valor de medición detectado por el sensor de aceleración, en función del tiempo, un desequilibrio durante el funcionamiento del husillo de trabajo 140 con herramienta alojada y para llevar a cabo sobre la base del valor de medición detectado por el sensor de aceleración,
15 en función del tiempo, una verificación de los cojinetes del husillo durante el funcionamiento de los husillos de trabajo 140 sin herramienta alojada.

El dispositivo 200 de acuerdo con el ejemplo de realización según la figura 2 comprende, por último, todavía una instalación de representación 280 para la representación del valor de medición momentáneo del sensor de colisión 210, del valor límite de la solución ajustado, de un valor de medición máximo del sensor de colisión 210 y del valor límite de la colisión prefijado.
20

La figura 5 muestra de forma ejemplar una representación de una representación 281 de una configuración de la instalación de representación 280 en una máquina herramienta. De manera ejemplar, en la representación 281 de la instalación de representación 280 se trata de una pantalla táctil de la instalación de control-NC 190, que comprende, además, los campos de ajuste controlables 601, 602, 603, 604 y 605 de una forma de realización ejemplar de un medio de ajuste 240 (la función de los campos de ajuste controlables 601, 602, 603, 604 y 605 se explica con más precisión más adelante).
25

En este caso, se representan para el operario de la máquina herramienta de acuerdo con la figura 5 de manera ejemplar por medio de indicación de barras durante el procesamiento una temperatura momentánea en la máquina herramienta en °C (ver "Temp [°C]"), la potencia momentánea del husillo en % de la potencia máxima del husillo (ver "Potencia del husillo [%]"), del valor de medición momentáneo del sensor de colisión 210 en mg (ver "Choque/impacto [mg]") y la velocidad de vibración momentánea en mm/s (ver "Vibración [mm/s]"). En los campos 30 502, 512, 522 y 532 se indican los valores numéricos momentáneos respectivos durante la mecanización, siendo visualizados éstos todavía adicionalmente a través de la altura de las barras 501, 511, 521 y 531.

Detrás de las barras 501, 511, 521 y 531 respectivas, que visualizan los valores momentáneos respectivos durante la mecanización, se visualizan adicionalmente zonas, que indican al operario si los valores momentáneos están o no en una zona permitida.
35

La zona permitida para la temperatura se indica a través de la zona 504 y temperaturas demasiado bajas corresponden a la zona 503 o bien temperaturas demasiado altas corresponden a la zona 505. En este caso, la barra 501 en la figura 5 muestra de manera ejemplar que la temperatura se encuentra en este momento en la zona permitida (zona 504).
40

Con respecto a la potencia del husillo, la zona 514 representa una zona permitida para el funcionamiento continuo y la zona 515 corresponde a una potencia más elevada del husillo, que está permitida todavía para fases de mecanización más cortas, de manera que la zona 516 indica por último que la potencia del husillo se encuentra en una zona no permitida, en la que el husillo está sometido a cargas extremas. A este respecto, la barra 511 en la figura 5 muestra de manera ejemplar que la potencia del husillo se encuentra en ese momento en la zona permitida (zona 514).
45

Con respecto a la velocidad de vibración, la zona 533 representa una zona permitida para el funcionamiento continuo y la zona 534 corresponde a una velocidad de vibración más alta que está permitida todavía para fases de mecanización más cortas, de manera que la zona 535 indica que el husillo está sometido cargas extremas. Otra zona 436 representa una zona crítica, en la que el husillo 140 se detiene de forma inmediata automáticamente y se provoca una parada automática de la mecanización. En este caso, la barra 531 en la figura 5 muestra de forma
50

ejemplar que la velocidad de vibración está en ese momento en la zona permitida (zona 533).

Con respecto al reconocimiento de la colisión, la zona 523 representa una zona permitida, que se extiende hasta el valor límite de colisión ajustado en ese momento, la zona 524 muestra la zona entre en valor límite de colisión ajustado en ese momento y el valor límite de colisión máximo prefijado y la zona 525 muestra la zona por encima del valor límite de colisión máximo preajustado. En este caso, la barra 521 en la figura 5 muestra de forma ejemplar que el valor de medición del sensor de colisión 210 se encuentra en ese momento en la zona permitida (zona 523) por debajo del valor límite de colisión ajustado en ese momento. De manera alternativa, se puede representan naturalmente también sólo la zona 523 hasta el valor límite de colisión ajustado en ese momento junto con la viga 521 y el valor 522, puesto que un valor de medición por encima del valor límite de colisión ajustado conduce de acuerdo con la invención ya a una desconexión de colisión y el valor límite de colisión máximo preajustado en la figura 5 se muestra sólo como referencia.

Adicionalmente a la representación del valor de medición momentáneo del sensor de colisión 210 por medio de la barra 521 y de la representación del valor por medio de la representación 522 se acondiciona en la representación 281, además, información con relación al valor de medición detectado máximo, durante la mecanización hasta ahora en la máquina herramienta, del sensor de colisión 210. La barra 541 en la figura 5 visualiza el valor de medición máximo detectado hasta ahora del sensor de colisión 210 como un indicador de arrastre para el valor de medición máximo detectado hasta ahora del sensor de colisión 210. El valor numérico del valor de medición máximo detectado hasta ahora del sensor de colisión 210 se representa en el campo 542. La barra 541 y el campo 542 pueden representar en este caso, por ejemplo, el valor de medición máximo detectado desde el último cambio de herramienta con la herramienta incorporada, el valor de medición máximo detectado con la ayuda de un programa-NC, el valor de medición máximo detectado desde el comienzo de la mecanización con la ayuda de una sección de un programa-NC o también el valor de medición máximo detectado desde la última puesta en funcionamiento de la máquina herramienta.

En un campo 546 se muestra un contado, que indica con qué frecuencia el valor de medición detectado por el sensor de colisión 210 ha excedido el valor límite de colisión variable ajustado a través del medio de ajuste 240 durante la mecanización hasta ahora en la máquina herramienta. En otro campo 547 se muestra un contador, que indica con qué frecuencia el valor de medición detectado por el sensor de colisión 210 ha excedido el valor límite de colisión prefijado durante la mecanización hasta ahora en la máquina herramienta. Esto da al operario la posibilidad de verificar si el valor límite de colisión variable está ajustado correctamente o debería adaptarse, por ejemplo cuando el valor límite de la colisión variable para la mecanización está ajustado demasiado bajo y con qué frecuencia se producen tiempos de inactividad no deseados de la máquina en virtud de la parada de la máquina respectiva después de que se ha excedido el valor límite de la colisión variable.

La figura 5 muestra, además, unos campos de ajuste 601, 602, 603, 604 y 605 de una forma de realización ejemplar del medio de ajuste 240, que están dispuestos de forma ejemplar adyacentes a la representación 281, y que están instalados de tal manera que el operario de la máquina herramienta puede ajustar el valor límite de la colisión variable. En el caso de la forma de realización de la representación 281 como pantalla táctil, los campos de ajuste 601, 602, 603, 604 y 605 están integrados en la representación 281, como se representa en la figura 5. Los campos de ajuste 601, 602, 603, 604 y 605 se pueden preparar, sin embargo, de la misma manera como conmutadores de mando o bien teclas de mando adyacentes a la representación 281.

El campo de ajuste 601 puede controlarse para elevar el valor límite de la colisión variable desde el valor ajustado en ese momento en un punto porcentual. La indicación porcentual posibilita ajustar el valor límite de colisión variable con relación al valor límite de colisión máximo ajustable prefijado, de manera que una división de 100 % significa que el valor límite de colisión variable está ajustado igual al valor límite de colisión máximo ajustable prefijado. El campo de ajuste 602 se puede controlar para reducir el valor límite de colisión variable desde el valor ajustado en ese momento en un punto porcentual. El campo de ajuste 603 se puede controlar para ajustar el valor límite de colisión variable desde el valor ajustado en ese momento hasta 100 %, de manera que el valor límite de colisión variable se ajusta igual al valor límite de colisión prefijado, máximo ajustable. A través del control del campo de mando 604 se almacena el valor ajustado y se aplica en la máquina herramienta como valor límite de colisión. Si el operario quiere elevar el valor límite de colisión variable ajustado en ese momento, visualizado con las barras 523 y 524, por ejemplo 5 puntos porcentuales, entonces puede manejar el campo de ajuste 601 cinco veces de manera sucesiva y puede almacenarlos a través del manejo siguiente del campo de ajuste 604, de manera que después del manejo del campo de ajuste 604 se utiliza el valor límite de la colisión elevado en cinco puntos porcentuales en la máquina durante la mecanización actual como valor límite de la colisión. El ajuste y la adaptación del valor límite de la colisión aplicado realmente son posibles, por lo tanto, de acuerdo con la invención y en particular de acuerdo con el ejemplo de realización de la figura 5 directamente durante la mecanización de una pieza de trabajo en la máquina herramienta.

5 Por último, el campo de ajuste 605 ofrece al operario de acuerdo con esta forma de realización de manera ejemplar todavía la posibilidad de desactivar completamente de maneta temporal el reconocimiento de la colisión en la máquina herramienta, para que incluso en el caso de que se exceda el valor límite de colisión preajustado máximo ajustable, no se provoque una parada de la máquina a través del valor de medición detectado por el sensor de colisión. A través del manejo del campo de ajuste 603 se puede activar de nuevo el reconocimiento de la colisión en virtud del valor límite de la colisión preajustado máximo ajustable, y se puede ajustar de nuevo de una manera variable el valor límite por medio de los campos de mando 601 y 602. Esto posibilita al operario poder realizar en la máquina herramienta mecanizaciones de corta duración incluso con cargas muy altas, cuando es necesario en el caso de una mecanización especial.

10 Además, es posible representan para el operario una curva de tiempo del valor detectado por el sensor de colisión como función del tiempo

15 Además, en otras formas de realización de la invención es posible fijar y ajustar varios valores límites de la colisión y predeterminar diferentes reacciones para zonas entre los valores límites de la colisión ajustados. De esta manera, se puede predeterminar un valor límite de la colisión máximo, para que se provoque una parada rápida o bien una detención de emergencia de todos los accionamientos (parada de todos los accionamientos de avance o bien de los accionamientos axiales y de los accionamientos de los husillo con retardo máximo de frenado, por ejemplo a través de medios de frenado adicionales) cuando el valor detectado por el sensor excede el valor límite máximo de colisión. Además, se pueden indicar otros valores límites más bajos para que se emita una alarma acústica y/u óptica (por ejemplo, a través de representación) al operario, cuando se excede un primer valor límite, se provoque de forma automática un cambio de herramienta, cuando se excede un segundo valor límite, se provoque una parada del avance (sólo parada de los accionamientos de los ejes de avance), cuando se excede un tercer valor límite, y/o una `parada del corte libre (parada de los accionamientos de los ejes de avance y parada retardada de los accionamientos de los husillos), cuando se excede un cuarto valor límite. En este caso, el puede utilizar el valor límite máximo de colisión entonces para un reconocimiento de colisión auténtica, de manera que los valores límites más bajos son valores límites de control del proceso, que se pueden utilizar para el reconocimiento de sobrecargas de otro tipo (por ejemplo, para el reconocimiento de desgaste de la herramienta, para reconocimiento de una rotura de la herramienta o de una rotura parcial de la herramienta, para el reconocimiento de un desequilibrio en el husillo, o también para el reconocimiento de daños en el cojinete del husillo, etc.).

20 En resumen, la presente invención hace posible preparar un dispositivo para la supervisión de la colisión en una máquina herramienta y una máquina herramienta con un dispositivo para la supervisión de la colisión, que posibilitan un reconocimiento eficiente, seguro y rápido de una colisión de partes de la máquina herramienta y una desconexión o bien detección seguras y rápidas siguientes de los husillos y de los ejes de avance en la máquina herramienta para poder evitar daños en la máquina herramienta en el caso de colisión de una manera más eficiente y segura. En particular, la presente invención posibilita preparar un dispositivo para la supervisión de la colisión en una máquina herramienta y una máquina herramienta con un dispositivo para la supervisión de la colisión, que posibilitan una desconexión o bien una detención de los husillos y de los ejes de avance en función del proceso de mecanización en la máquina herramienta para poder evitar daños en la máquina herramienta en el caso de colisión de una manera más eficiente y más segura.

REIVINDICACIONES

1.- Máquina herramienta de control numérico para la mecanización de una pieza de trabajo con

- al menos un eje de avance (X, 111; Y, 112; Z, 121), y
- un dispositivo (200) para la supervisión de la colisión en la máquina herramienta (100); en la que el dispositivo (200) para la supervisión de la colisión comprende:
- un sensor de colisión (210) instalado en una parte de la máquina (130) de la máquina herramienta, que está configurado como sensor de aceleración,
- un medio de reconocimiento de la colisión (220; 290) para el reconocimiento de una colisión de partes de la máquina (130, 140, 152, 150) de la máquina herramienta (100), cuando un valor de medición detectado por el sensor de colisión (210) excede un valor límite de colisión máximo prefijado, y
- un medio de emisión de señales (230) para la emisión de una señal de detención para la detención del al menos un husillo de trabajo (140) y del al menos un eje de avance (X, 111; Y, 112; Z, 121) de la máquina herramienta, cuando el medio de reconocimiento de la colisión (220) reconoce una colisión, y una instalación (240; 170; 190) para la fijación del valor límite de colisión en la máquina herramienta (100), en la que la máquina herramienta comprende, además, una instalación de supervisión de la vibración (270) para la supervisión de una vibración en el al menos un husillo de trabajo (140) sobre la base del valor de medición detectado por el sensor de colisión (210) configurado como sensor de aceleración en función del tiempo, en la que la instalación de supervisión de la vibración (270) está instalada para realizar sobre la base del valor de medición detectado por el sensor de colisión (210) configurado como sensor de aceleración en función del tiempo una verificación de los cojinetes de los husillos durante el funcionamiento de los husillos de trabajo (140) sin herramienta alojada, en la que la instalación (240; 170; 190) para la fijación del valor límite de colisión en la máquina herramienta (100) comprende un medio de ajuste (240) para el ajuste de varios valores límites de la colisión ajustables a través de un operario de la máquina herramienta (100), en la que la instalación (240; 170; 190) para la fijación del valor límite de colisión está instalada, además, de tal manera que los valores límites de la colisión ajustables se pueden ajustar en una zona inferior al valor límite de la colisión máximo prefijado, de manera que el dispositivo (200) para la supervisión de la colisión está instalado para provocar una parada de la máquina herramienta, incluyendo la parada de todos los ejes axiales de los ejes de avance y de los husillos de trabajo de la máquina herramienta, cuando el valor de medición detectado por el sensor de colisión excede el valor límite máximo de colisión, y para provocar otra reacción cuando el valor de medición detectado por el sensor de colisión excede el valor límite de colisión ajustable, de manera que el medio de ajuste (240) está instalado de tal manera que se puede ajustar por el operario de la máquina herramienta qué reacción debe activarse en la máquina herramienta para el caso de que el valor de medición detectado por el sensor de colisión exceda un valor límite de colisión ajustable respectivo, de tal manera que para cada zona entre dos valores límites de colisión se pueden ajustar diferentes reacciones, de manera que las reacciones ajustables a través del operario comprenden una alarma al operario a través de una representación óptica y/o a través de una señal de alarma óptica, una detención del avance con detención de los accionamientos de los ejes de avance durante la continuación de la marcha de los accionamientos de los husillos de trabajo, una detención del avance con detección retardada de los accionamientos de los husillos de trabajo, un cambio automático de la herramienta y una parada rápida de los ejes y de los husillos de trabajo de la máquina herramienta empleando instalaciones de frenado adicionales, de manera que el dispositivo para la supervisión de la colisión comprende, además, unos medios de memoria (250) de datos de valores límites de colisión para el almacenamiento de datos de valores límites de colisión, que indican para una pluralidad de herramientas unos valores límites de colisión en función de la herramienta, de manera que la instalación (240; 170; 190) para la fijación del valor límite de colisión está instalada, además, para ajustar de manera automática en el caso de un cambio de herramienta en la máquina herramienta (100) los valores límites de la colisión ajustables sobre la base de los valores límites de la colisión a ajustar indicados en los datos de los valores límites para la herramienta incorporada, y de manera que la instalación de supervisión de la vibración (270) está instalada, además, para realizar de manera automática una verificación de los cojinetes después de la puesta en marcha de la máquina herramienta después de una parada del al menos un husillo de trabajo (140) y del al menos un eje de avance (X, 111; Y, 112; Z, 121) de la máquina herramienta (100) cuando el medio de reconocimiento de la colisión (220) ha reconocido una colisión.

2.- Máquina herramienta de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada** porque la instalación (240; 170; 190) para la fijación del valor límite de colisión en la máquina herramienta (100) está configurada de tal forma que se puede modificar al menos un valor límite de la colisión ajustable durante la mecanización en curso en la máquina herramienta.

3.- Máquina herramienta de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque la instalación (240; 170; 190) para la fijación del valor límite de colisión en la máquina herramienta (100) está configurada de tal forma que se puede ajustar al menos un valor límite de colisión ajustable en función de una herramienta (WZ) utilizada durante la mecanización de la pieza de trabajo (WS), de manera que la instalación (240;

170; 190) para la fijación del valor límite de colisión en la máquina herramienta (100) está configurada de tal forma que este al menos un valor límite de la colisión ajustable puede ser ajustado por un operario de la máquina herramienta en el caso de un cambio de herramienta en la máquina herramienta (100) en función de la herramienta incorporada.

5
4.- Máquina herramienta de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque la instalación (240; 170; 190) para la fijación del valor límite de la colisión está instalada para fijar un valor límite de la colisión ajustable sobre la base de datos de control, en particular sobre la base de un programa-NC, con cuya ayuda se controla numéricamente la mecanización de la pieza de trabajo en la máquina herramienta (100), en la que los
10 datos de control indican al menos un valor límite de la colisión a ajustar para una o varias etapas de mecanización durante la mecanización de la pieza de trabajo (WS).

15
5.- Máquina herramienta de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** por un medio de memoria del valor de medición (260) para el almacenamiento del valor de medición detectado por el sensor de la colisión (210) y/o para el almacenamiento de la curva del valor de medición detectado en función del tiempo.

20
6.- Máquina herramienta de acuerdo con la reivindicación 5, **caracterizada** porque la instalación para la fijación del valor límite de la colisión está instalada para determinar el valor de medición máximo detectado durante el periodo de tiempo de la mecanización sobre la base de los datos almacenados del medio de memoria del valor de medición (260)

25
7.- Máquina herramienta de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizada** porque el primero y el segundo periodos de tiempo de mecanización comprenden una o varias etapas de mecanización con la misma herramienta (WZ) y/o el primero y el segundo periodos de tiempo de mecanización comprenden una o varias etapas de mecanización de acuerdo con una sección igual de los mismos datos de control, en particular de un mismo programa-NC.

8.- Máquina herramienta de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque el sensor de colisión (210) está configurado como sensor de aceleración piezoeléctrico.

30
9.- Máquina herramienta de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque la instalación de supervisión de la vibración (270) está instalada, además, para determinar una velocidad de oscilación de los husillos de trabajo sobre la base del valor de medición detectado por el sensor de aceleración en función del tiempo y/o para reconocer sobre la base del valor de medición detectado por el sensor de aceleración en función del tiempo un desequilibrio durante el funcionamiento de los husillos de trabajo (140) con herramienta alojada.

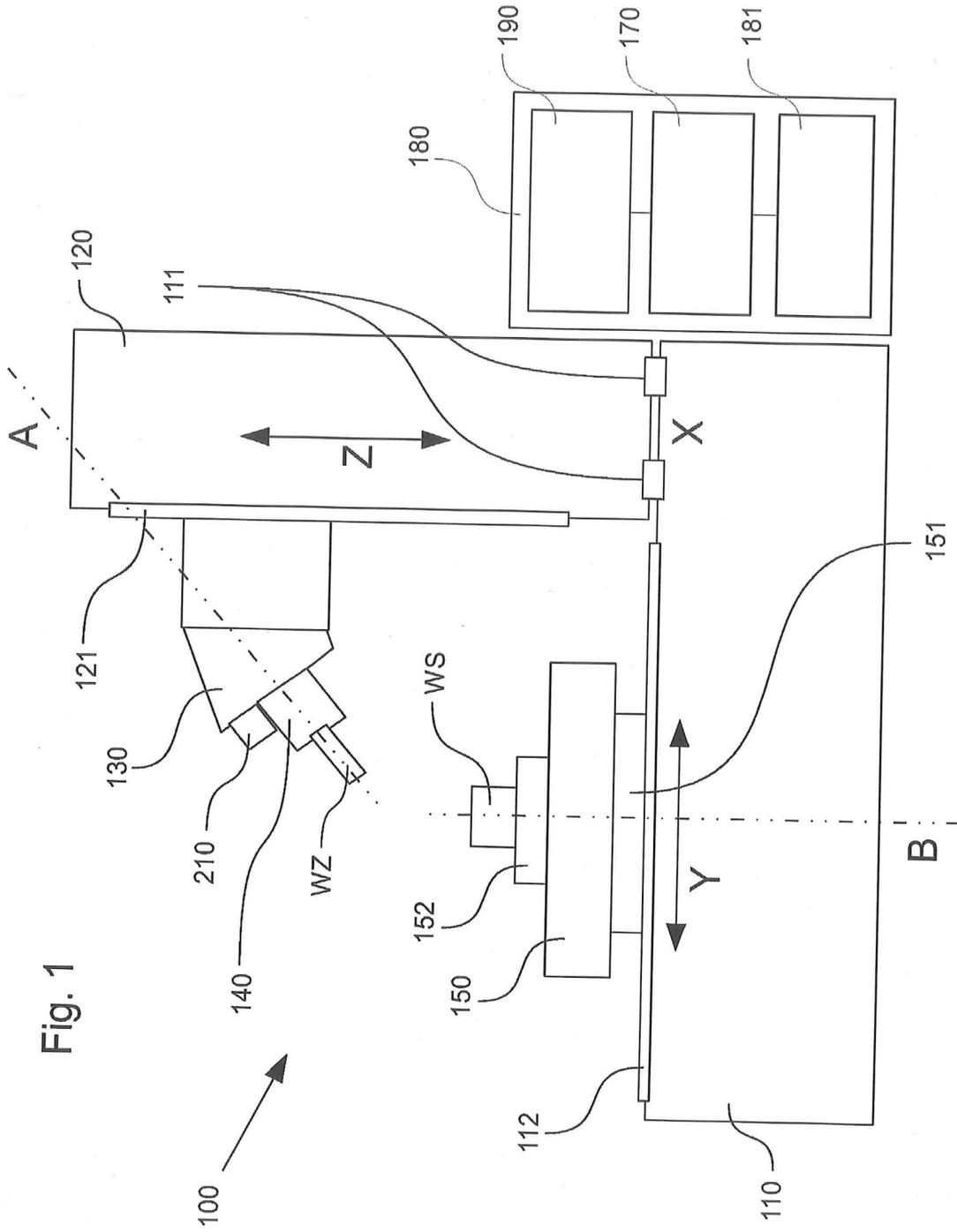
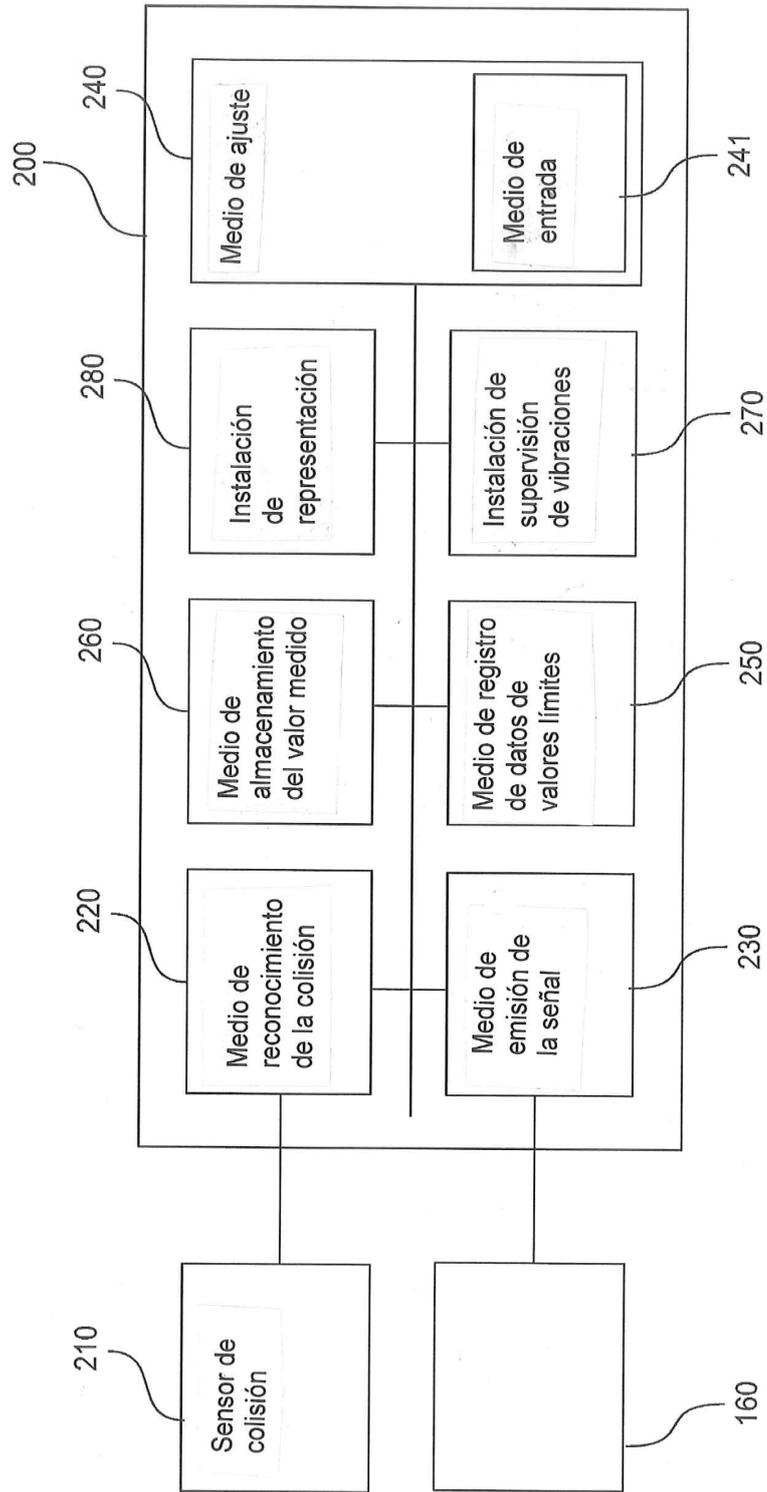


Fig. 1

Fig. 2



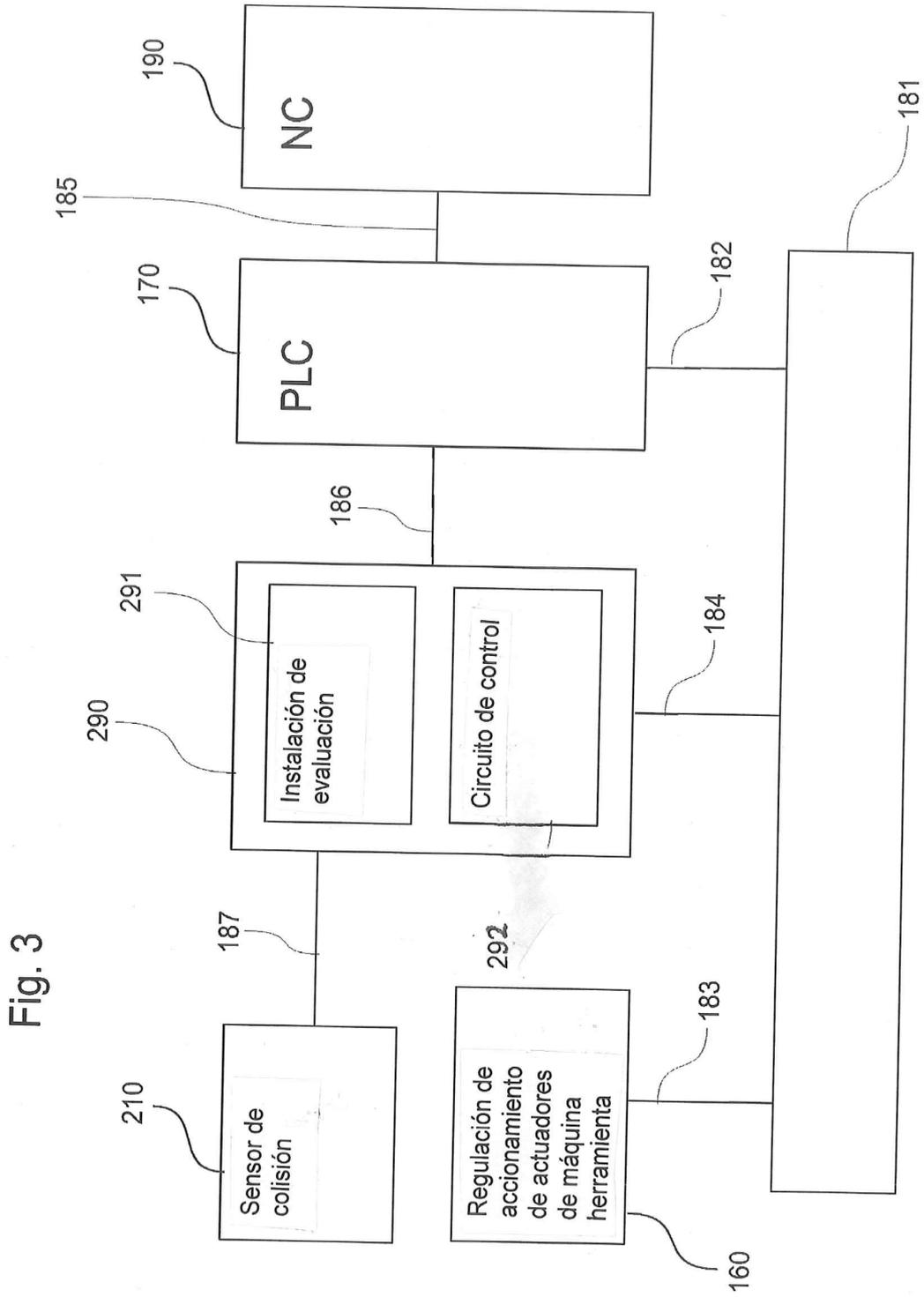


Fig. 4

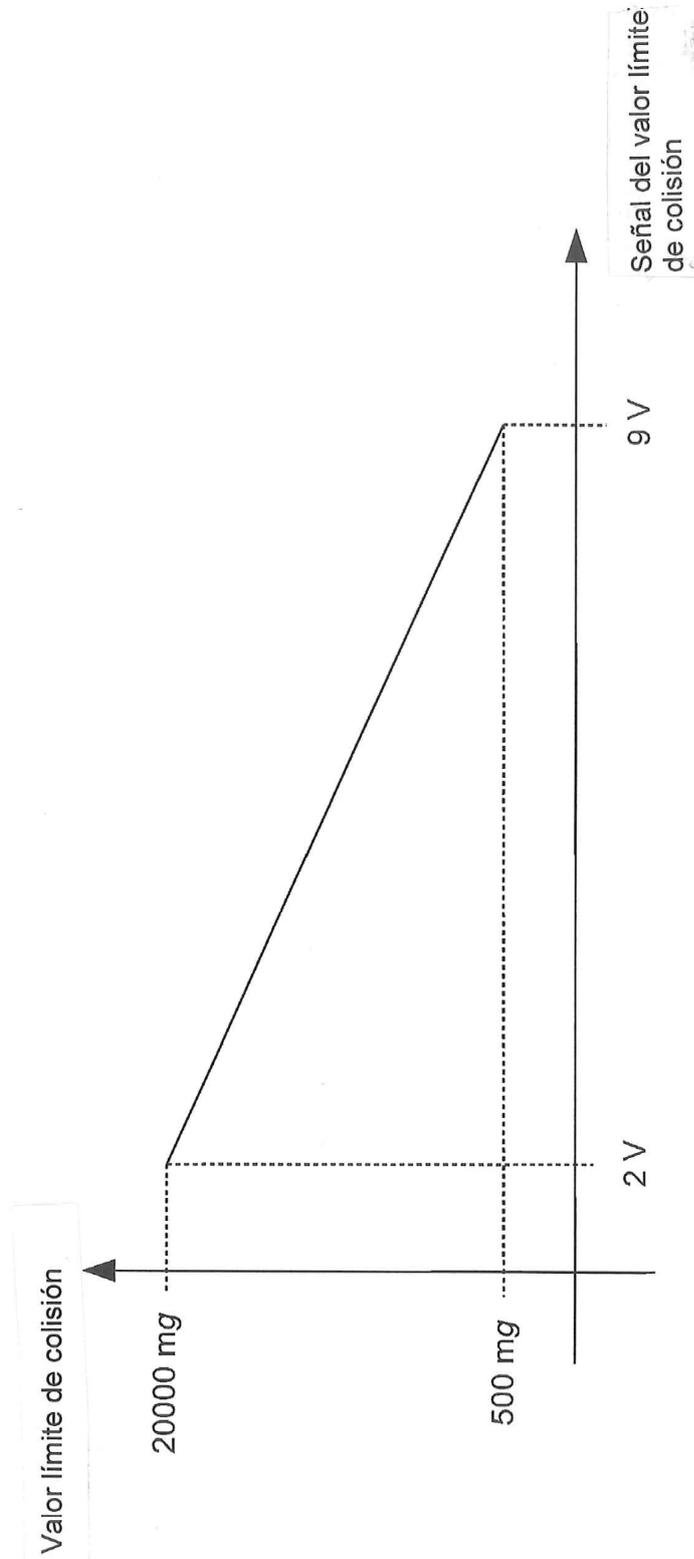


Fig. 5

