

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 371 905**

51 Int. Cl.:

B23Q 1/34 (2006.01)

B23Q 17/09 (2006.01)

B23B 29/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07726303 .6**

96 Fecha de presentación: **02.02.2007**

97 Número de publicación de la solicitud: **1984142**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **29.10.2008**

54 Título: **DISPOSITIVO PARA REGULAR LA MECANIZACIÓN DE UNA PIEZA DE TRABAJO CON ARRANQUE DE VIRUTAS CON EMPLEO DE CONVERTIDORES PIEZOCERÁMICOS.**

30 Prioridad:
03.02.2006 DE 102006005483
07.07.2006 DE 102006031843
29.01.2007 DE 102007005222

73 Titular/es:
CeramTec GmbH
CeramTec-Platz 1-9
73207 Plochingen, DE

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
11.01.2012

72 Inventor/es:
TZSCHENTKE, Konrad;
SCHREINER, Hans-Jürgen;
HANDSCHUH, Kurt;
BEN AMOR, Raouf y
FRIPAN, Michael

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
11.01.2012

74 Agente: **de Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 371 905 T3

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

DESCRIPCIÓN

Dispositivo para regular la mecanización de una pieza de trabajo con arranque de virutas con empleo de convertidores piezocerámicos

5 La invención se refiere al empleo de convertidores piezocerámicos para la regulación de la mecanización de una pieza de trabajo por arranque de virutas.

10 Las herramientas de corte por arranque de virutas, como cuchillas de torno o cuchillas de cepillo, están constituidas, en general, por un soporte o mango, sobre el que está fijado el elemento de corte en forma de una placa de corte. En las herramientas para el fresado, el soporte, la cabeza de la fresa, es redondo debido a la rotación de las herramientas y está equipado sobre la periferia con una pluralidad de elementos de corte. Durante la mecanización por arranque de virutas de las piezas de trabajo, sobre las herramientas de corte actúan, además de las cargas estáticas, especialmente cargas dinámicas. De esta manera, en el transcurso del tiempo, el material se desintegra en los cantos de corte de los elementos de corte en zonas microscópicamente pequeñas. Si estas zonas se suman para formar zonas macroscópicamente grandes, esto conduce a la rotura en los cantos de corte e incluso a la destrucción del elemento de corte con la consecuencia posible de un daño de la pieza de trabajo y, por lo tanto, de su inutilidad.

15 La fuerza de arranque de virutas, que actúa sobre el proceso de arranque de virutas entre la pieza de trabajo y la herramienta de corte, se puede dividir en fuerzas en el plano de trabajo y fuerzas perpendicularmente al plano de trabajo. En ambos planos actúan fuerzas de presión sobre el canto de corte del elemento de corte, que se transmiten como fuerzas de presión sobre el soporte. Especialmente en el caso de cuchillas de torno y de cuchillas de cepillo se producen de esta manera fuerzas de flexión y fuerza de torsión en el soporte de los elementos de corte que, en el caso de que se exceda una altura determinada, conducen a una desviación del elemento de corte fuera de su posición de trabajo ideal. Esto puede conducir a interferencias en el ciclo de trabajo, que se reflejan en desgaste elevado del elemento de corte y en la marcha irregular del husillo giratorio o del carro del cepillo. También en las máquinas fresadoras se producen estos fenómenos en el caso de fuerzas de flexión sobre el árbol de accionamiento de la cabeza de la fresa. En el caso más desfavorable, se producen aceleraciones vibratorias, que conducen a una superficie ondulada irregular de la pieza de trabajo y que cargan fuertemente una máquina herramienta, en particular cuando se produce resonancia.

20 La fuerza de arranque de virutas provoca también una carga compleja y, por lo tanto, una deformación de la máquina herramienta y de la pieza de trabajo, lo que conduce, en el caso de que se excedan valores límite a desgaste elevado del elemento de corte y en el caso más desfavorable a su destrucción. Además, a través de la sobrecarga pueden aparecer daños en la máquina herramienta y errores de mecanización en la pieza de trabajo.

25 Por lo tanto, para que se consigan resultados óptimos de trabajo es necesario adaptar especialmente los parámetros de la velocidad de corte, avance y ajuste en función del material del elemento de corte de una manera óptima al material que debe procesarse. Por lo tanto, para que no se excedan los valores límite de las cargas posibles es ventajoso que se midan y se supervisen las fuerzas producidas.

30 Se conoce a partir del documento DE 103 12 025 A1 un procedimiento para la compensación de errores de la regulación de la posición de una máquina, en particular de una máquina herramienta. Por medio de bandas extensométricas en diferentes lugares de la máquina se miden los estados de la tensión y se calculan las fuerzas de inercia que resultan a partir de las fuerzas de mecanización o las fuerzas de inercia que resultan a partir de los movimientos y las deformaciones que resultan a partir de las fuerzas de peso del carro transversal y/o de la herramienta y se compensan durante la regulación de la posición. Pero las bandas extensométricas no son adecuadas para la medición en piezas giratorias como por ejemplo cabezas de fresas. Además, las bandas extensométricas no son adecuadas, debido a su inercia, para la medición de deformaciones en virtud de oscilaciones de alta frecuencia como se producen durante la mecanización por arranque de virutas.

35 En la solicitud de patente US 2005/0109174 A1 se describen un procedimiento y un dispositivo para el control de la oscilación en una máquina herramienta para la mecanización de una pieza de trabajo por arranque de virutas. En un porta-herramientas de la máquina herramienta, que lleva al menos una herramienta de corte de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1, están dispuestos al menos un sensor de oscilación y un actuador con un elemento activo, respectivamente, en forma de un piezoelemento. Las señales del sensor de oscilación se utilizan para impulsar el elemento activo del actuador con una tensión alterna tal como tensión de control que a través de las modificaciones de sus dimensiones se generan oscilaciones de control, que se oponen a las oscilaciones generadas por la mecanización de la pieza de trabajo. Aquí la señal de un sensor de oscilación actúa directamente sobre otro piezoelemento, que actúa sobre el porta-herramientas para eliminar las oscilaciones perturbadoras.

40 Se conoce a partir de la publicación PCT WO 2005/063437 A1 un porta-herramientas con cuerpos de actuadores electrostrictivos para ejercer una influencia sobre el comportamiento de marcha concéntrica del porta-herramientas. El porta-herramientas es deformable de manera selectiva a través de cuerpos de actuadores, de tal manera que la masa del porta-herramientas, incluida la herramienta empotrada, está distribuida en un estado de deformación de los

cuerpos de actuadores a ser posible de manera simétrica alrededor del eje de giro ideal. A tal fin, se impulsan los cuerpos de actuadores a través de una señal del sensor de piezoelemento con un potencial eléctrico correspondiente.

5 El problema de la invención consiste en configurar las herramientas de corte de máquinas herramientas para la mecanización por arranque de virutas de piezas de trabajo de tal manera que se pueden calcular las fuerzas que aparecen durante la mecanización de una pieza de trabajo y se pueden comparar con valores límite, de manera que se puede optimizar el proceso de mecanización y en el caso de que se excedan valores límite, se puede intervenir de forma automática en el ciclo de trabajo a través de una instalación de regulación para la prevención de daños.

10 La solución del problema se consigue de acuerdo con la invención con la ayuda de las características de la primera reivindicación. Las configuraciones ventajosas de la invención se reivindican en las reivindicaciones dependientes.

15 Las herramientas de corte por arranque de virutas están equipadas de acuerdo con la invención con convertidores piezocerámicos en forma de sensores y/o de puros generadores de tensión. La estructura y el modo de actuación de estos convertidores se conocen a partir del estado de la técnica y, por lo tanto, no se explican aquí en detalle. De acuerdo con la invención, la disposición de los convertidores piezocerámicos se realiza de tal forma que la función que debe realizarse en cada caso por ellos se cumple de una manera óptima. Los sensores y los generadores de tensión pueden estar colocados en contacto directo con el elemento de corte en el soporte o bien en la cabeza de fresa. En el caso de cuchillas de torno y de cuchillas de cepillo, los sensores y los generadores de tensión se pueden disponer también allí donde el soporte respectivo está fijado en la máquina herramienta, entre el porta-herramientas y la herramienta de corte. En el caso de máquinas fresadoras se pueden disponer los convertidores también allí
20 donde el árbol de la fresa está alojado. De la misma manera es posible una combinación de las dos disposiciones.

Debido a la fijación del elemento de corte y del empotramiento del soporte de la herramienta de corte en el porta-herramientas, los convertidores piezocerámicos están ya bajo una presión determinada. Para obtener señales reproducibles de los convertidores, es necesario verificar después de cada cambio de un elemento de corte o de un soporte la carga previa de los convertidores y ajustar de manera correspondiente los aparatos de medición.

25 Con sensores piezocerámicos se establecen las fuerzas de presión, de tracción y de cizallamiento ejercidas sobre el elemento de corte o bien sobre su soporte. Con la ayuda de la piezotensión generada se puede determinar la altura de la carga respectiva. Los generadores de tensión se deforman en virtud de las fuerzas que actúan sobre ellos y de esta manera generan una tensión eléctrica. Ésta se puede utilizar para la alimentación de circuitos electrónicos, que sirven, por ejemplo, en el caso de fresado para la transmisión sin contacto de señales entre la herramienta de corte y la máquina herramienta.
30

Para poder calcular las cargas de la herramienta de corte y de la máquina herramienta, se desintegra la fuerza de mecanización por arranque de virutas en sus componentes. A tal fin, se coloca un sistema espacial de coordenadas con su punto cero en el punto de contacto del canto de corte del elemento de corte con la pieza de trabajo, de manera que los ejes se encuentran en el plano de trabajo y en el plano perpendicular al mismo. La fuerza de mecanización por arranque de virutas se desintegra en componentes, que se encuentran en los dos planos, como se deduce a partir de las figuras 1 y 2. Las fuerzas se representan allí de la manera como actúan sobre el elemento de corte o bien el soporte. La fuerza de mecanización por arranque de virutas F actúa sobre las cuchillas de torno o bien la fresa en dirección- F . La fuerza pasiva $-F_P$ que actúa en la dirección del soporte solicita el elemento de corte y con ello el soporte y el porta-herramientas a presión. La fuerza activa $-F_g$ se puede desintegrar en la fuerza de avance $-F_f$ y la fuerza de corte $-F_o$. La fuerza de avance $-F_f$ que se extiende en la dirección longitudinal de la pieza de trabajo así como la fuerza de corte $-F_o$ que se extiende perpendicularmente a ella ejercen en cada caso una fuerza de flexión sobre el soporte, de manera que la suma de estas fuerzas en el torno conduce a una torsión del soporte y en una máquina fresadora a la flexión del árbol de accionamiento de la fresa. Por lo tanto, para la detección de los componentes de fuerza son necesarios al menos tres convertidores en forma de sensores. Los sensores deben disponerse para la detección de las fuerzas en un torno debajo del elemento de corte o bien debajo del soporte y, vistos en la dirección de avance v_f , delante del elemento de corte o bien delante del soporte en el porta-herramientas y, vistos en dirección a la pieza de trabajo, delante del elemento de corte o soporte. En el caso de una máquina fresadora, la disposición se realiza delante y detrás de los elementos de corte en la cabeza de fresa y en los cojinetes del árbol de accionamiento de la cabeza de fresa para la detección de las fuerzas de flexión sobre el árbol.
45
50

Los convertidores empelados para la detección de las fuerzas que se producen durante la mecanización de piezas de trabajo por arranque de virutas genera, en virtud del cambio constante de la magnitud de las fuerzas que actúan sobre ellas una tensión que se compara en la máquina herramienta en la unidad de evaluación de un ordenador continuamente con valores límite predeterminados. Con un comportamiento de desgaste conocido de los elementos de corte, a través del ajuste de los parámetros tales como número de revoluciones de la pieza de trabajo o bien de la herramienta de corte, velocidad de avance y aproximación, es decir, profundidad del corte de las virutas, las fuerzas que actúan sobre el elemento de corte se pueden limitar a valores que posibilitan un comportamiento de desgaste óptimo. Si se producen desviaciones inadmisibles, se puede subsanar la interferencia a través de una intervención
55

- 5 en el ciclo de trabajo. En el caso de torneado, se pueden modificar el número de revoluciones de la pieza de trabajo, el avance y la aproximación de la herramienta de corte y en el caso de cepillado se pueden modificar el avance y la aproximación. Durante el fresado se modifican, en general, el número de revoluciones de la cabeza de la fresa y/o, según el tipo de construcción, el avance de la pieza de trabajo o el avance de la cabeza de la fresa. La aparición de fenómenos de vibraciones, que se ponen de manifiesto en una modificación periódica el número de revoluciones de la pieza de trabajo o bien de la cabeza de la fresa y de una oscilación periódica del soporte o incluso de la pieza de trabajo, se impide a través de la modificación del número de revoluciones y/o del avance. Estas medidas contribuyen de manera ventajosa a una prolongación considerable de la duración de vida útil de la herramienta de corte y, por lo tanto, de su tiempo de actividad y a una calidad mejorada de la superficie mecanizada.
- 10 La invención posibilita, además, supervisar el desgaste de los elementos de corte. A medida que se incrementa el desgaste se modifica continuamente la fuerza de mecanización por arranque de virutas manteniendo constante el avance y el número de revoluciones de la pieza de trabajo. Cuando se alcanza un valor límite característico para el elemento de corte, previamente calculado, se puede partir de que la parte útil del elemento de corte se ha consumido y debe realizarse un cambio. Por lo tanto, la invención posibilita de manera ventajosa un aprovechamiento mejor posible de los elementos de corte. En virtud del tiempo de actividad previamente calculable de los elementos de corte es posible prever un cambio oportuno, que se puede integrar de una manera óptima en el ciclo del proceso, por ejemplo en el instante de un cambio de la pieza de trabajo.
- 15 Si se produce un daño del canto de corte o incluso una rotura del elemento de corte, esto se manifiesta en una modificación brusca de la fuerza de mecanización por arranque de virutas. Una señal de este tipo se puede utilizar para la desconexión inmediata de la máquina herramienta, para evitar un daño de la pieza de trabajo.
- 20 En particular en una máquina fresadora, donde es difícil una transmisión de señales desde la cabeza de la fresa giratoria hacia el circuito de regulación de la máquina herramienta y a la inversa, es ventajosa una transmisión sin hilos de las señales. La alimentación de la tensión del emisor y, dado el caso, del receptor en la cabeza de la fresa se puede generar a través de piezoelementos, que se disponen adicionalmente a los sensores presentes en el mismo lugar adyacentes o debajo de los mismos.
- 25 A través de la supervisión de los datos de estado de los elementos de corte y de las fuerzas que actúan sobre los elementos de corte y sus soportes y, por lo tanto, sobre la máquina herramienta, es posible impedir sobrecargas y oscilaciones producidas, en particular fenómenos de vibraciones. Esto conduce a ciclos de mecanización más estables, que posibilitan de nuevo calidades mejoradas de la pieza de trabajo y tiempos de actividad más largos de los elementos de corte.
- 30 Con la ayuda de ejemplos de realización se explica en detalle la invención. En este caso:
 La figura 1 muestra en un esbozo de principio la curva de los vectores de fuerza y de los vectores de velocidad que se producen durante el torneado
 La figura 2 muestra la curva de dichos vectores que se producen durante el fresado en marcha contraria.
- 35 La figura 3 muestra la disposición de convertidores en el elemento de corte y en la zona del empotramiento del soporte en la vista lateral, y
 La figura 4 la muestra en vista en planta superior, y
 La figura 5 muestra la disposición de convertidores y un elemento de transmisión de señales en una fresa frontal.
- 40 En la figura 1 se representa la curva de las fuerzas y de las velocidades, como se producen durante un torneado de piezas largas. En una pieza de trabajo 1, que se gira en la dirección de la flecha 2, se conduce una herramienta de corte 3 en la dirección de la flecha 4 para el cepillado por arranque de virutas. En la esquina de corte del elemento de corte se encuentra el punto cero 5 de un sistema espacial de coordenadas. En el plano del sistema, en el que se encuentra la pieza de trabajo 1 se encuentra la dirección de avance y en el plano perpendicularmente al mismo se lleva a cabo la aproximación de la herramienta de corte 3. Los movimientos durante el proceso de mecanización por arranque de virutas, durante el torneado, cepillado y fresado, son movimientos relativos entre el corte del elemento de corte y la pieza de trabajo. Son generados por la máquina herramienta en el lugar de actuación, aquí en el punto 5, y están relacionados sobre la pieza de trabajo en reposo. El corte principal se mueva con la velocidad de actuación v_e a lo largo de la pieza de trabajo 1, de manera que la fuerza de mecanización por arranque de virutas $-F$ actúa sobre el elemento de corte y, por lo tanto, sobre el soporte y en último término sobre la máquina herramienta.
- 45 Como ya se ha descrito, la fuerza de mecanización por arranque de virutas $-F$ se puede descomponer en fuerzas en el plano de trabajo y fuerzas perpendicularmente al plano de trabajo. En el plano de trabajo, se encuentra la fuerza activa $-F_a$, que es decisiva para el cálculo de la potencia de mecanización por arranque de virutas, y perpendicularmente al plano de trabajo se encuentra la fuerza pasiva $-F_p$ que no proporciona ninguna contribución a la potencia de mecanización por arranque de virutas, pero carga al elemento de corte, por lo tanto a la herramienta
- 50

de corte 3 y en último término a la máquina herramienta a presión. La fuerza activa $-F_a$ se puede decomponer de acuerdo con la dicción de avance y la dirección de corte en el plano de trabajo en los componentes fuerza de corte $-F_c$ que y fuerza de avance $-F_f$, que actúan como fuerzas de flexión o bien fuerzas de torsión sobre la herramienta de corte 3.

5 En el proceso de descomposición del fresado de marcha contraria representado en la figura 2 se producen las mismas fuerzas que durante el tornado de piezas largas representado en la figura 1 así como durante el cepillado. Sin embargo, la diferencia consiste en que un elemento de corte de una fresa se encuentra sobre la mitad de la periferia de la fresa en engrane con la pieza de trabajo y en que el sistema de coordenadas mostrado aquí reproduce la distribución de las fuerzas solamente en un punto del engrane. En el caso del frenado de marcha
10 contraria, la pieza de trabajo 11 se mueve en la dirección de la flecha 12 debajo de la herramienta de corte fija estacionaria, una fresa de rodillos giratoria en la dirección de la flecha 14. En uno de los puntos de engrane del canto de corte del elemento de corte se encuentra el punto medio 15 del sistema de coordenadas para la descomposición de la fuerza de mecanización por arranque de virutas $-F$ en este punto.

15 Las tensiones generadas durante el proceso de mecanización por arranque de virutas en los sensores son una medida de las cargas respectivas de los elementos de corte y de la máquina herramienta. En el caso de que se excedan valores límite previamente establecidos, se interviene en el circuito de regulación de la máquina herramienta, modificando, por ejemplo, el avance y/o los números de revoluciones.

20 En las figuras 3 y 4 se representa una herramienta de corte 3, una cuchilla de torno, con el equipamiento de acuerdo con la invención con convertidores piezocerámicos. La representación es esquemática. La figura 3 muestra la vista en planta superior sobre la herramienta de corte. Sobre el soporte 6 está fijado un elemento de corte 7 en forma de una placa de corte de una manera no representada aquí en detalle de forma conocida en una escotadura 8 del soporte 6. El soporte 6 está fijado de nuevo en un porta-herramientas 9 en una escotadura 10. La fijación se realiza de tal manera que es posible un movimiento controlado frente al porta-herramientas 9.

25 En el presente ejemplo de realización, tanto entre el elemento de corte 7 y el soporte 6 así como entre el soporte 6 y el porta-herramientas 9 están dispuestos unos convertidores, que se apoyan en escotaduras 20 y 21, respectivamente. Adicionalmente a la determinación de la actuación de la fuerza sobre el elemento de corte se pueden determinar también las actuaciones de la fuerza sobre la máquina herramienta. Debido al espacio reducido, que está disponible para el montaje de los convertidores, es ventajoso disponer los convertidores superpuestos.

30 En el elemento de corte 7 así como en el soporte 6 se encuentran en primer lugar sensores 22, que están destinados para la determinación de la actuación de la fuerza sobre el elemento de corte 7 o bien sobre el porta-herramientas 9 y, por lo tanto, sobre la máquina herramienta. Puesto que los sensores sirven para la generación de señales, se pueden emplear piezoelementos de una capa, para mantener lo más reducidas posible las modificaciones de construcción. Las tensiones generadas en estos sensores a través de la actuación de la fuerza son conducidas como señales 23 en primer lugar a un circuito receptor de señales y a un circuito de disparo 24. Allí
35 las señales son verificadas como excesos de los valores límite y en el caso de que se exceda o no se alcance una fuerza previamente establecida en el elemento de corte 7 o en el soporte 6 en el porta-herramientas 9 se transmite una señal a la instalación de regulación 25 de la máquina herramienta. Ésta puede intervenir en el ciclo de funcionamiento de la máquina herramienta y su accionamiento 26, es decir, que se puede modificar el número de revoluciones, el avance 27 y/o la aproximación 28. Un diagrama de bloques ilustra el procesamiento de señales.

40 Entre los sensores 22 y el soporte 6 se pueden disponer, separados unos de los otros por una placa de apoyo aislante 29, convertidores en forma de generadores de tensión 30. En oposición a los sensores, aquí son ventajosos elementos de muchas capas. La tensión 31 generada en ellos a través de la actuación de la fuerza alterna es conducida hacia una unidad de rectificación 32 y se puede utilizar para la alimentación de circuitos electrónicos, por ejemplo en el circuito de recepción de señales y en el circuito de disparo 24.

45 En la figura 4 se representa la vista lateral de la cuchilla de torno de la figura 3. Por lo tanto, los elementos funcionales del mismo tiempo están designados con los mismos números de referencia que en la figura 3. Los elementos de fijación del elemento de corte así como de la cuchilla de torno se han omitido para mayor claridad. El soporte 6 está cortado en la zona del elemento de corte 7 y del empotramiento en el porta-herramientas 9 para
50 mostrar la disposición posible de los convertidores debajo del elemento de corte y debajo del soporte en el porta-herramientas. En la zona del elemento de corte, se representan los convertidores así como las placas de apoyo. A través de la disposición de los convertidores debajo del elemento de corte y del soporte es posible calcular los componentes de la fuerza de mecanización por arranque de virutas, que intervienen perpendicularmente al elemento de corte y al soporte.

55 En la figura 5m se representa una fresa frontal 40 como herramienta de corte durante la mecanización de una pieza de trabajo 41. Mientras que la fresa 40 dispuesta fija estacionaria en dirección 42 gira alrededor de su eje 4, la pieza de trabajo 41 avanza en la dirección 44 por debajo de la fresa, de manera que se retiran virutas 45. En la cabeza de la fresa 46 están dispuestos los elementos de corte 47 sobre la periferia a distancias iguales. Vistos en el sentido de

giro 42 de la fresa, delante de los elementos de corte 47 están dispuestos unos convertidores en la cabeza de la fresa 46, sobre los que se apoyan los elementos de corte 47. En el presente ejemplo de realización se trata de sensores 48 para la determinación de la actuación de la fuerza sobre los elementos de corte y la cabeza de fresa así como de generadores de tensión 49. En el presente ejemplote realización, los convertidores están dispuestos adyacentes entre sí, pero de acuerdo con la invención pueden estar colocados superpuestos, como se representa de acuerdo con los ejemplos de realización en las figuras 3 y 4.

Puesto que la fresa 40 no gira, es difícil una transmisión de señales de los datos calculados por los sensores a una instalación de control de la máquina herramienta, Por este motivo, en el presente ejemplo de realización está prevista una transmisión por radio desde y hacia la cabeza de la fresa 46 a un emisor / receptor en la máquina herramienta, como no se representa aquí. Las tensiones generadas en los sensores 48 a través de la actuación de la fuerza son conducidas como señales 50 en primer lugar a un circuito receptor de señales y a un circuito de disparo 51. Allí las señales son verificadas para determinar si se exceden valores límite y en el caso de que se exceda o no se alcance una fuerza previamente establecida en un elemento de corte 47 se transmite una señal a la instalación de regulación de la máquina herramienta. La transmisión de señales desde la fresa giratoria 40 hasta la máquina herramienta se realiza por medio de un emisor 52. La energía eléctrica 53 necesaria para ello es generada en los convertidores 49 configurados como generadores de tensión y es conducida hacia una unidad de rectificación 64. Ésta alimenta la tensión necesaria al circuito de recepción de señales y al circuito de disparo 51 y al emisor 52.

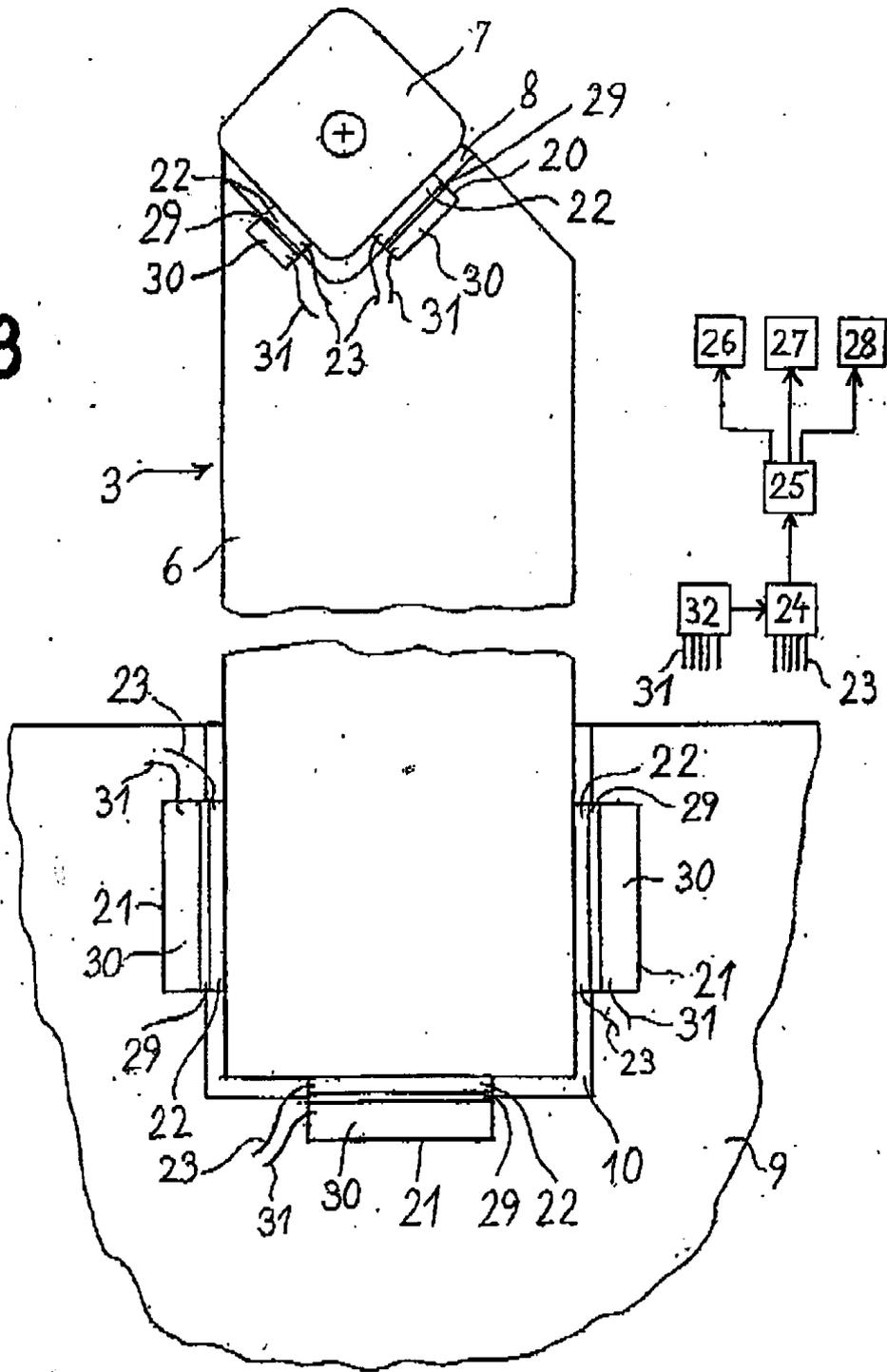
La disposición de los sensores se puede realizar, por ejemplo, también sobre la periferia del o de los cojinetes del árbol de la fresa en la máquina herramienta. De esta manera se pueden calcular las fuerzas que actúan sobre la máquina herramienta, de forma comparable con el cálculo de las fuerzas en el porta-herramientas de un torno.

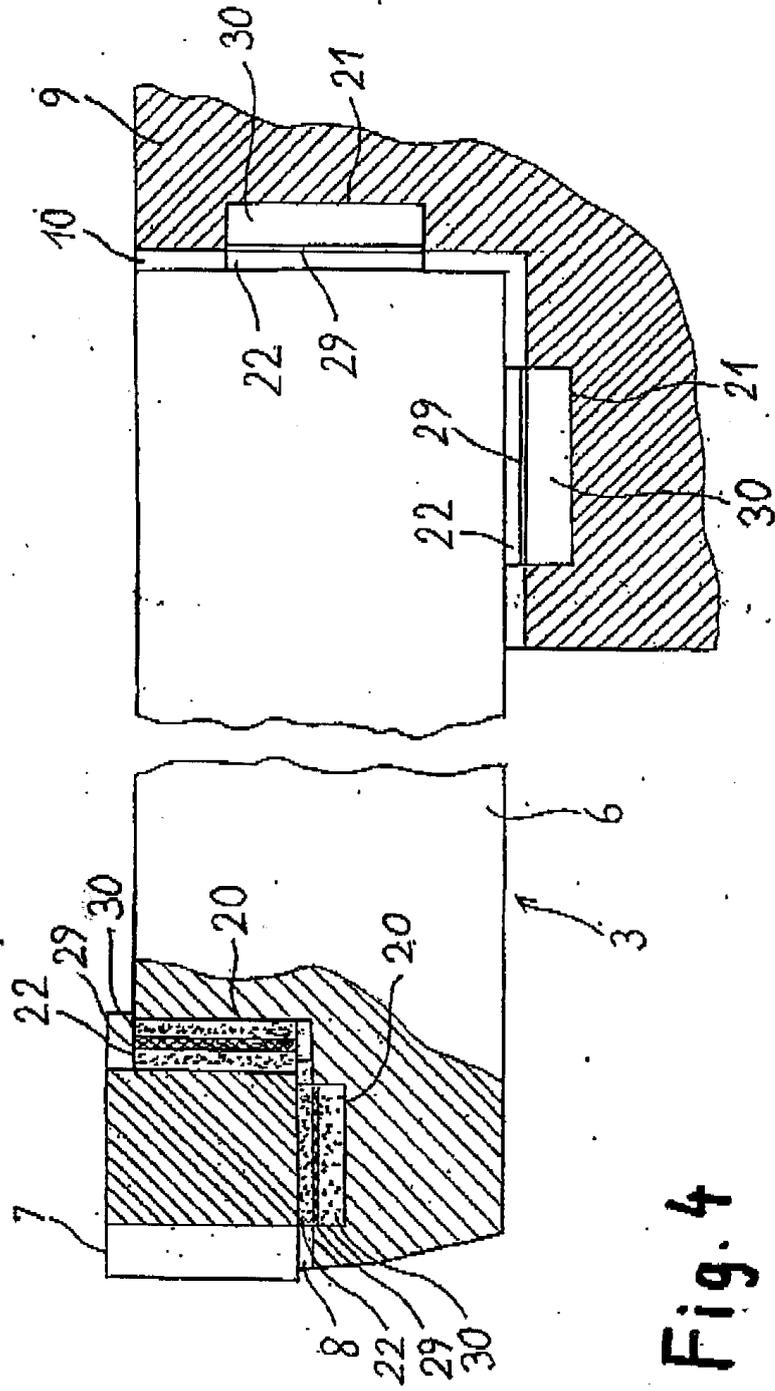
REIVINDICACIONES

1.- Herramienta de corte (3; 40) de mecanización por arranque de virutas, que está constituida por un soporte (6; 46), que lleva al menos un elemento de corte (7', 47), de manera que la herramienta de corte está alojada en un porta-herramientas (9) o bien en un cojinete de una máquina herramientas y la máquina herramienta está equipada con una instalación para la regulación (25) de la mecanización por arranque de virutas de piezas de trabajo, de manera que están previstos varios convertidores piezocerámicos como sensores (22; 48) y estos convertidores están dispuestos en al menos un lugar en la herramienta de corte (3; 40) o bien en su alojamiento para la impulsión a través de al menos uno de los componentes ($-F_e$, $-F_r$, $-F_t$) de la fuerza de mecanización por arranque de virutas ($-F$), que actúa sobre la herramienta de corte (3; 40), y los convertidores (22, 30; 48, 49) están conectados con la instalación de regulación (25) de la máquina herramienta, caracterizada porque están previstos varios convertidores piezocerámicos (30, 49) como generadores de tensión para la alimentación de tensión de circuitos electrónicos y los convertidores piezocerámicos (22, 30; 48, 49) están dispuestos tanto entre el elemento de corte (7; 47) y el soporte (6; 46) como también entre el soporte (6) y la herramienta de corte (3) y el porta-herramientas (9) y se apoyan en escotaduras (20) y (21), respectivamente y los sensores (22; 48) y los generadores de tensión (30; 49) están colocados superpuestos, separados unos de los otros, dado el caso, por una placa de apoyo aislante (29).

2.- Herramienta de corte de mecanización por arranque de virutas de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada porque los generadores de tensión (30; 49) están conectados a través de una unidad de rectificación (32; 54) con los circuitos electrónicos (24; 51, 52) para la alimentación de la tensión.

Fig.3





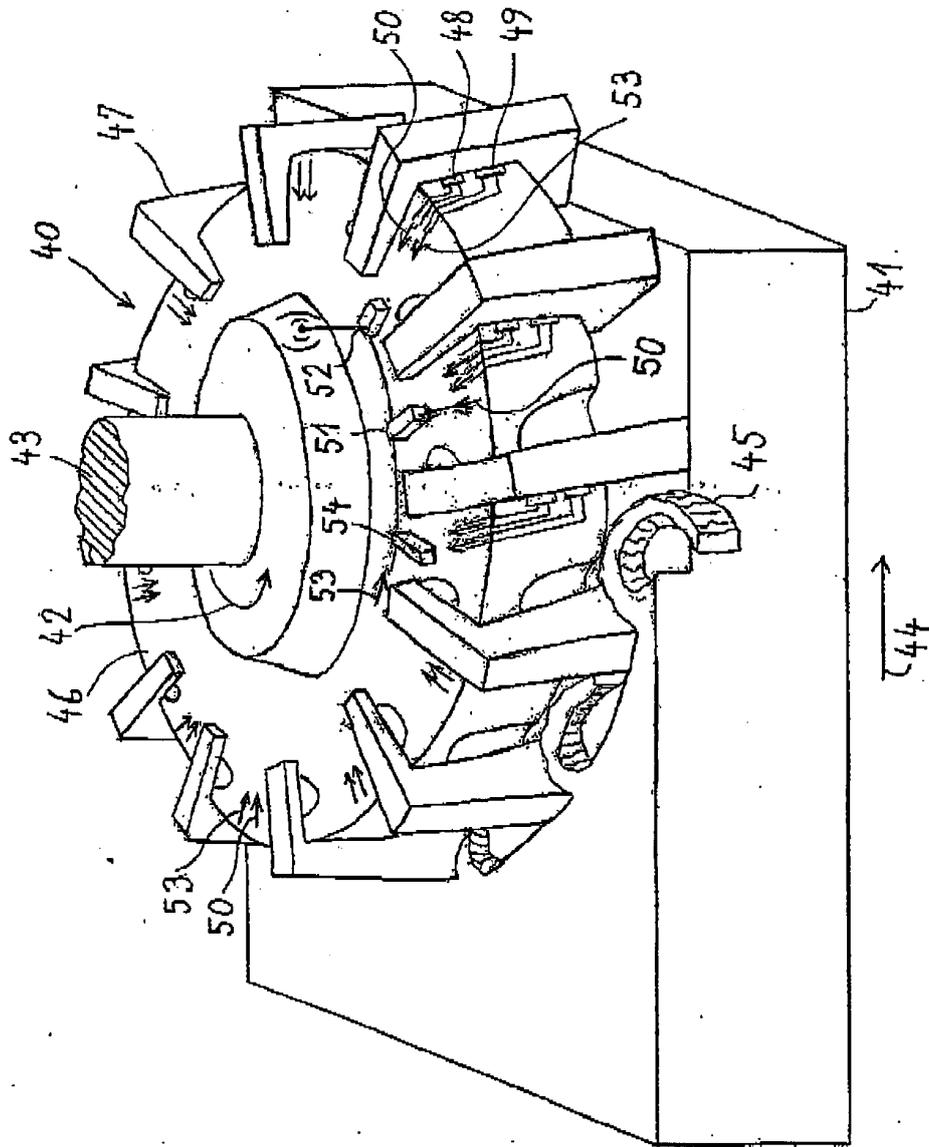


Fig.5