

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 775 790**

51 Int. Cl.:

**B23B 3/00** (2006.01)

**B23Q 7/04** (2006.01)

**B23Q 7/10** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.09.2017 PCT/EP2017/072782**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.06.2018 WO18114066**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.09.2017 E 17771367 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.02.2020 EP 3525967**

54 Título: **Procedimiento para mecanizar piezas de trabajo en una máquina herramienta así como máquina herramienta para ello**

30 Prioridad:

**20.12.2016 DE 102016125002**

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

**28.07.2020**

73 Titular/es:

**EZU-METALLWAREN GMBH & CO. KG (100.0%)  
Breitestraße 4  
78598 Königsheim, DE**

72 Inventor/es:

**ZUMKELLER, ANDREAS**

74 Agente/Representante:

**ZUAZO ARALUZE, Alexander**

ES 2 775 790 T3

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

**DESCRIPCIÓN**

Procedimiento para mecanizar piezas de trabajo en una máquina herramienta así como máquina herramienta para ello

5

**Campo de la invención**

La invención se refiere a un procedimiento para mecanizar piezas de trabajo en una máquina herramienta así como a una máquina herramienta, con la que puede ejecutarse un procedimiento de este tipo.

10

Las máquinas herramientas utilizadas hoy en día para la fabricación a gran escala de piezas torneadas y similares están compuestas por regla general por grupos constructivos modulares, tales como, por ejemplo, el accionamiento, el control, guías, que guían la herramienta sobre determinadas trayectorias de movimiento, así como sistemas de medición y sirven para la fabricación (en su mayor parte automatizada) de piezas de trabajo en una forma predeterminada mediante un movimiento relativo definido entre la pieza de trabajo y la herramienta.

15

A este respecto, la fabricación de piezas de trabajo está sujeta a requisitos siempre crecientes en cuanto a la calidad de las piezas de trabajo, el precio de fabricación y asociado con ello la optimización temporal del proceso de mecanizado. Adicionalmente se espera una alta flexibilidad del centro de mecanizado, para poder realizar el mayor número posible de procesos de mecanizado.

20

A este respecto, los componentes temporales que determinan el proceso de mecanizado pueden dividirse básicamente en dos grupos: el tiempo útil y el tiempo perdido. A este respecto, el tiempo útil indica aquel tiempo en el que se consigue un avance directo, es decir la herramienta está lista para el mecanizado y la pieza de trabajo pueden mecanizarse, por ejemplo, con arranque de virutas. A diferencia de esto, el tiempo perdido identifica el tiempo auxiliar que se requiere para actividades secundarias, que sólo sirven indirectamente para cumplir el objetivo de trabajo.

25

De manera decisiva, el tiempo perdido se determina mediante actividades secundarias tales como la entrada y salida de piezas de trabajo en el espacio de trabajo, el cambio de herramientas así como la sujeción y el enclavamiento de las mismas en un soporte previsto para ello.

30

A partir del tiempo útil y del tiempo perdido descritos anteriormente se obtiene el tiempo total del proceso de mecanizado para la producción de las piezas de trabajo. A este respecto, en máquinas herramienta existentes se dedica para actividades secundarias con frecuencia una proporción de tiempo igualmente de grande que para el verdadero mecanizado de la pieza de trabajo, aunque las actividades secundarias sólo están implicadas indirectamente en el proceso de valor añadido. Por tanto, una reducción del tiempo perdido ofrece un gran potencial para minimizar el tiempo total del proceso de mecanizado sin acortar a este respecto el tiempo útil y perder en última instancia calidad.

35

40

En máquinas herramienta conocidas convencionalmente, las actividades secundarias, tales como la entrada y salida de las piezas de trabajo, las asumen con frecuencia unidades de elementos de agarre o unidades de robot. Estas unidades están dispuestas por fuera del espacio de trabajo del centro de mecanizado y por tanto tienen que introducirse para cada cambio de pieza de trabajo que debe realizarse en el espacio de trabajo. De estos recorridos de traslación resultan largos tiempos de entrada y de salida, lo que a su vez conduce a tiempos perdidos altos.

45

Por consiguiente, una posibilidad de reducir el tiempo perdido y así el tiempo total del proceso de mecanizado es la reducción de los recorridos de traslación necesarios.

50

**Estado de la técnica**

Para ello, el estado de la técnica da a conocer, por ejemplo en el documento DE 20 2010 051 866 B4, una máquina herramienta, en la que las piezas de trabajo se recogen mediante un husillo de una unidad de transporte. Más concretamente, en este caso están previstos para la reducción del tiempo perdido dos denominados husillos de recogida lateralmente con respecto al revólver de herramientas, recibiendo y facilitando un husillo de recogida una pieza de trabajo, mientras se mecaniza una pieza de trabajo sostenida en el otro husillo de recogida. El tiempo para el cambio de pieza de trabajo pretende acortarse en este caso mediante una previsión redundante de un segundo husillo de recogida. Sin embargo, dado que los husillos de recogida están dispuestos lateralmente con respecto al revólver de herramientas, el ángulo entre la pieza de trabajo y la herramienta está predeterminado de manera fija, con lo que se pierde flexibilidad durante el mecanizado. Dado que además el revólver de herramientas está dispuesto entre los husillos de recogida, en primer lugar sólo están disponibles para el mecanizado las herramientas ya preparadas en el revólver de herramientas.

55

60

Sin embargo, si deben realizarse varios procesos de mecanizado diferentes directamente unos detrás de otros, que por consiguiente requieren un cambio múltiple de herramientas, resulta en este caso el problema de que el revólver de herramientas entre los husillos de recogida sólo puede alcanzarse con dificultad y, por ejemplo, tiene que

65

desmontarse todo el grupo constructivo de husillos de recogida y revólver de herramientas, para poder cambiar herramientas en el revólver. Además, en este caso sólo pueden mecanizarse piezas de trabajo en el lado que no está bloqueado por el husillo de recogida, que sostiene la pieza de trabajo. Por consiguiente, cuando debe mecanizarse el otro lado de la pieza de trabajo, esta tiene que sacarse obligatoriamente en primer lugar del proceso de mecanizado, para introducirse entonces de nuevo en el proceso de mecanizado. Todo esto conduce a un claro aumento de los tiempos perdidos.

En el documento DE 10 2011 081 717 B4 se da a conocer una unidad de carga para equipar un husillo de piezas de trabajo. La unidad de carga puede desplazarse sobre una línea horizontal y presenta un elemento de agarre de piezas de trabajo bilateral, que puede hacerse girar alrededor de su eje vertical. Mediante el giro del elemento de agarre de piezas de trabajo puede tomarse una pieza de trabajo mecanizada del husillo y pasarse una nueva pieza de trabajo, que se sostiene por el elemento de agarre de piezas de trabajo, mediante un giro de 180° del elemento de agarre de piezas de trabajo al husillo. Adicionalmente, en la máquina herramienta están previstos en cada caso dos husillos y en cada caso dos revólveres de herramientas.

Para conseguir una reducción del recorrido de desplazamiento, la pieza de trabajo se pasa mediante el elemento de agarre de piezas de trabajo directamente de un husillo al segundo husillo. A este respecto, también en este caso se consigue el acortamiento temporal del tiempo de mecanizado mediante una previsión redundante de husillo y revólver de herramientas. Dado que ambas unidades están previstas en cada caso por duplicado, se obtiene como resultado también en este caso una falta de espacio para la preparación de herramientas adicionales. Por tanto, la flexibilidad de la máquina herramienta está muy limitada.

Dispositivos y procedimientos adicionales para mecanizar piezas de trabajo se conocen además por el documento US 2004/172799 A1 así como por el documento DE 10 2014 106572 A1. El documento DE 10 2014 106572 A1, que forma el estado de la técnica más próximo, da a conocer

- un procedimiento para mecanizar piezas de trabajo en una máquina herramienta con un alojamiento dispuesto, presentando la máquina herramienta además: un depósito de transporte, en el que están alojados una pluralidad de adaptadores, un almacenamiento de piezas de trabajo, en el que están alojadas una pluralidad de piezas de trabajo, así como una mesa de mecanizado para alojar piezas de trabajo, presentando el procedimiento: guiar los adaptadores en el depósito de transporte a lo largo de una trayectoria predeterminada, suministrar piezas de trabajo almacenadas en el almacenamiento de piezas de trabajo a en cada caso un adaptador y acoplar en cada caso una pieza de trabajo con en cada caso un adaptador de tal manera que la pieza de trabajo se sostiene por el adaptador en un dispositivo de posicionamiento, pasar el adaptador con la pieza de trabajo sostenida por el mismo del dispositivo de posicionamiento a la mesa de piezas de trabajo de tal manera que el adaptador con la pieza de trabajos sostenida por el mismo se sostenga por la mesa de piezas de trabajo, mecanizar la pieza de trabajo que se encuentra en la mesa de piezas de trabajo, pasar la pieza de trabajo para el mecanizado adicional a una estación posterior y

- una máquina herramienta para mecanizar piezas de trabajo, que presenta: un husillo accionado a motor con un alojamiento dispuesto en el mismo, un depósito de transporte, en el que pueden alojarse una pluralidad de adaptadores, y en el que los adaptadores pueden guiarse a lo largo de una trayectoria predeterminada, un almacenamiento de piezas de trabajo, en el que pueden alojarse una pluralidad de piezas de trabajo, una estación de unión, en la que en cada caso una pieza de trabajo del almacenamiento de piezas de trabajo se acopla con en cada caso un adaptador alojado en el depósito de transporte, de modo que la pieza de trabajo se sostiene por el adaptador, y una mesa de mecanizado con elementos de retención de piezas de trabajo para alojar piezas de trabajo, pudiendo moverse el husillo para el mecanizado de una pieza de trabajo en rotación y en traslación y pudiendo desplazarse hacia la mesa de mecanizado de tal manera que puede mecanizarse la pieza de trabajo, y estando diseñado el husillo de tal manera que este puede alojar herramientas sostenidas, directamente o por medio de adaptadores de herramienta, para mecanizar la pieza de trabajo.

Como resulta evidente a partir del estado de la técnica, en la optimización de los tiempos de proceso se concentra con frecuencia la atención en el tiempo de suministro de piezas de trabajo o en los tiempos de cambio de herramientas. Según el tipo del mecanizado que debe realizarse, por ejemplo torneado o fresado, en este caso tiene que llegarse a un compromiso y decidirse por un acortamiento del tiempo de cambio de herramienta o del tiempo de suministro de piezas de trabajo. Sin embargo, hasta la fecha un acortamiento del tiempo perdido va siempre asociado con una reducción de la flexibilidad de las máquinas herramienta y con ello una reducción de los diferentes procesos de mecanizado que pueden realizarse en la máquina herramienta.

Por tanto, partiendo del estado de la técnica, la invención se basa en el objetivo de ofrecer una tecnología, en la que pueda acortarse el tiempo perdido del mecanizado de piezas de trabajo y al mismo tiempo puede conseguirse una alta flexibilidad de procedimientos de mecanizado.

### Sumario de la invención

Este objetivo se alcanza mediante un procedimiento para el mecanizado, preferiblemente con arranque de virutas,

de piezas de trabajo en una máquina herramienta con las características de la reivindicación 1.

El procedimiento según la invención para el mecanizado, preferiblemente con arranque de virutas, de piezas de trabajo en una máquina herramienta con un husillo accionado a motor con un alojamiento dispuesto en el mismo, presentando la máquina herramienta además un depósito de transporte, en el que están alojados una pluralidad de adaptadores, un almacenamiento de piezas de trabajo, en el que están alojadas una pluralidad de piezas de trabajo, así como una mesa de mecanizado para alojar herramientas y/o piezas de trabajo, presenta a este respecto: guiar los adaptadores en el depósito de transporte a lo largo de una trayectoria predeterminada, suministrar piezas de trabajo almacenadas en el almacenamiento de piezas de trabajo a en cada caso un adaptador y acoplar en cada caso una pieza de trabajo con en cada caso un adaptador de tal manera que la pieza de trabajo se sostiene por el adaptador, transportar adicionalmente el adaptador con la pieza de trabajo sostenida por el mismo en el depósito de transporte a lo largo de la trayectoria predeterminada, pasar el adaptador con la pieza de trabajo sostenida por el mismo del depósito de transporte al husillo de tal manera que el adaptador con la pieza de trabajo sostenida por el mismo se sostiene por el husillo, mecanizar la pieza de trabajo que se encuentra en el husillo, preferiblemente mediante un desplazamiento y una rotación del husillo hacia una herramienta sostenida en un elemento de retención de herramientas sobre la mesa de mecanizado, liberar la pieza de trabajo tras el mecanizado mediante la herramienta sostenida sobre la mesa de mecanizado del adaptador y depositar la pieza de trabajo en un elemento de retención de piezas de trabajo sobre la mesa de mecanizado o pasar la pieza de trabajo para el mecanizado adicional a una estación posterior, pasar el adaptador vacío del husillo de vuelta al depósito de transporte, y transportar adicionalmente el adaptador vacío en el depósito de transporte a lo largo de la trayectoria predeterminada.

En el procedimiento según la invención se alojan piezas de trabajo temporalmente antes de su mecanizado en cada caso en un adaptador. A este respecto, en cada caso un adaptador aloja una pieza de trabajo, de modo que a continuación la pieza de trabajo y el adaptador están unidos de manera firme. La pieza de trabajo está determinada, tras haberse alojado en el adaptador, en su longitud en relación con el adaptador. La unión entre la pieza de trabajo y el adaptador limita los grados de libertad tanto de traslación como de rotación de la pieza de trabajo con respecto a el adaptador.

En cuanto la pieza de trabajo se sostiene en el adaptador, se simplifica la manipulación de la pieza de trabajo. Una manipulación de la pieza de trabajo puede tener lugar tras la unión a través del adaptador. La propia pieza de trabajo ya no tiene que sujetarse. Por consiguiente, la manipulación de la pieza de trabajo tiene lugar indirectamente a través del adaptador. Mediante esta manipulación indirecta de la pieza de trabajo esta puede cambiarse ahora de manera sencilla y sobre todo rápida en su longitud y desplazarse. Por consiguiente, la simplificación de las operaciones de manipulación conduce a una reducción del tiempo perdido.

El suministro de una pieza de trabajo a un adaptador tiene lugar temporalmente antes del mecanizado de la pieza de trabajo en la máquina herramienta. Con ello, el acoplamiento de la pieza de trabajo y el adaptador está desacoplado tanto del tiempo perdido como del tiempo útil del mecanizado de piezas de trabajo. Por consiguiente, este proceso crítico de la manipulación de piezas de trabajo puede tener lugar temporalmente en su mayor parte independientemente de etapas posteriores. Dado que la pieza de trabajo puede presentar geometrías o superficies sensibles, los procesos de manipulación de la pieza de trabajo tienen que tener lugar con un cuidado especial. Con ello, los procesos temporalmente críticos, tal como una manipulación de la pieza de trabajo durante tiempos útiles o perdidos, contrastan con una manipulación protectora de la pieza de trabajo.

Por consiguiente, debido al desacoplamiento temporal de la manipulación de la pieza de trabajo de tiempos útiles y perdidos del mecanizado de piezas de trabajo puede mantenerse la naturaleza inicial de la pieza de trabajo, por ejemplo, la calidad superficial en zonas ya mecanizadas de la pieza de trabajo. La calidad de la pieza de trabajo sigue estando asegurada a pesar de una reducción de los tiempos perdidos.

Dado que el transporte en el depósito de transporte tiene lugar a lo largo de una trayectoria predeterminada, tras la entrega de la pieza de trabajo hay en el adaptador en todo momento la información de ubicación y de posición exacta sobre la pieza de trabajo. Las operaciones de entrega ya no tienen que regularse de manera compleja, tal como en un caso, en el que una pieza de trabajo está montada de manera indeterminada en su longitud y debe alojarse, sino que pueden tener lugar de manera controlada mediante coordenadas predeterminadas exactamente.

La pieza de trabajo se aloja a través del adaptador en el husillo accionado a motor de la máquina herramienta, que en máquinas herramienta convencionales sostiene la herramienta. Mediante un desplazamiento el husillo hacia una herramienta sostenida de manera estacionaria sobre la mesa de mecanizado puede ahora mecanizarse con arranque de virutas la pieza de trabajo accionada en rotación en el husillo. A este respecto, la pieza de trabajo puede distribuirse tras un primer mecanizado a continuación de la máquina herramienta a un dispositivo de alojamiento previsto para ello. Sin embargo, alternativamente, la pieza de trabajo también puede depositarse para un mecanizado adicional sobre la mesa de mecanizado de la máquina herramienta.

La mesa de mecanizado presenta para ello diferentes dispositivos de retención y de sujeción, de modo que sobre la mesa de mecanizado, además de herramientas, también pueden sostenerse piezas de trabajo durante el

- 5 mecanizado. Mediante un paso de la pieza de trabajo del husillo a la mesa de mecanizado se liberan otras superficies de la pieza de trabajo, más exactamente las superficies de la pieza de trabajo ocupadas anteriormente por el adaptador, para el mecanizado. Al depositarse la pieza de trabajo tras el primer mecanizado desde el husillo sobre la mesa de mecanizado, con ello es directamente posible ejecutar mecanizados adicionales, sin sacar la pieza de trabajo del proceso de mecanizado, orientarla nuevamente y entonces introducirla de nuevo en el proceso de mecanizado. Por consiguiente, se aumenta perceptiblemente la flexibilidad de los procesos de mecanizado y al mismo tiempo se reduce significativamente el tiempo de mecanizado necesario desde la pieza bruta hasta la pieza de trabajo acabada en última instancia.
- 10 Como resultado, un suministro de las piezas de trabajo al espacio de trabajo a través del depósito de transporte así como el desacoplamiento de la manipulación de la propia pieza de trabajo a través de la unión con un adaptador conduce a un acortamiento del tiempo perdido sin reducir la flexibilidad de la máquina herramienta.
- 15 Según una forma de realización del procedimiento según la invención, el elemento de retención de piezas de trabajo y el elemento de retención de herramientas pueden estar configurados de manera rotatoria sobre la mesa de mecanizado, y el desplazamiento puede presentar además una rotación de la pieza de trabajo sostenida en el elemento de retención de piezas de trabajo o de la herramienta sostenida en el elemento de retención de herramientas al mismo tiempo que o en lugar de la rotación del husillo para el mecanizado de la pieza de trabajo.
- 20 En el procedimiento según la invención puede rotar, además de la pieza de trabajo sostenida en el husillo, también la herramienta sostenida sobre la mesa de mecanizado. Por consiguiente, es posible de manera ventajosa sostener la pieza de trabajo de manera resistente al giro en el husillo y así desplazarse hacia la herramienta rotatoria sobre la mesa de mecanizado, para mecanizar la pieza de trabajo, por ejemplo, por torneado o fresado. Sin embargo, también es posible ventajosamente, accionar de manera giratoria no sólo la herramienta sobre la mesa de mecanizado sino hacer rotar mediante el husillo en paralelo la pieza de trabajo sostenida en el husillo. De este modo aumenta considerablemente el número de posibles procesos de mecanizado. En particular pueden rotar la pieza de trabajo y la herramienta al mismo tiempo en una dirección homóloga entre sí, con lo que se reduce la velocidad relativa entre la pieza de trabajo y la herramienta. Sin embargo, también son posibles movimientos de rotación opuestos, con lo que puede aumentarse la velocidad relativa entre la pieza de trabajo y la herramienta.
- 25 Con ello puede acortarse la velocidad del propio mecanizado, es decir el tiempo útil, dado que, por ejemplo, puede quitarse más material por unidad de tiempo. Además, la rotación de la herramienta o de la pieza de trabajo también puede tener lugar tras una rotación del en cada caso otro elemento. De este modo puede acortarse a su vez la velocidad entre las etapas de mecanizado individuales, es decir el tiempo perdido, dado que dejan de ser necesarios una nueva sujeción, un posicionamiento y una orientación. La pieza de trabajo puede mecanizarse en un elemento de sujeción, por ejemplo, por torneado así como por fresado.
- 30 Según una forma de realización adicional del procedimiento, el husillo puede estar diseñado de tal manera que pueda alojar, en lugar del adaptador con la pieza de trabajo sostenida en el mismo, también la herramienta, directamente o a través de un adaptador de herramientas, y la máquina herramienta presenta un segundo depósito, en el que están alojadas herramientas, directamente o en adaptadores de herramienta, sosteniéndose tras la etapa de liberar la pieza de trabajo del adaptador y depositar la pieza de trabajo en el elemento de retención de piezas de trabajo sobre la mesa de mecanizado la pieza de trabajo por el elemento de retención de piezas de trabajo sobre la mesa de mecanizado, y desplazándose el husillo de vuelta al depósito de transporte, para entregar el adaptador vacío del husillo al depósito de transporte, y alojando entonces una herramienta del segundo depósito o del elemento de retención de herramientas sobre la mesa de mecanizado, directamente o por medio del adaptador de herramientas, en el husillo.
- 35 A este respecto, el procedimiento para mecanizar piezas de trabajo puede presentar adicionalmente desplazar el husillo con la herramienta sostenida en el mismo en la dirección de la mesa de mecanizado para mecanizar adicionalmente la pieza de trabajo sostenida en el elemento de retención de piezas de trabajo sobre la mesa de mecanizado mediante la herramienta, depositar la herramienta sostenida por el husillo, directamente o a través del adaptador de herramientas, desde el husillo tras el mecanizado adicional de la pieza de trabajo de vuelta en el segundo depósito o en el elemento de retención de herramientas sobre la mesa de mecanizado, y distribuir la pieza de trabajo sostenida sobre la mesa de mecanizado tras soltar la pieza de trabajo del elemento de retención de piezas de trabajo a una estación posterior.
- 40 Dado que la pieza de trabajo se sostiene a través del adaptador en el husillo de la máquina herramienta, el diseño del alojamiento del husillo es independiente de la geometría de la pieza de trabajo. Por consiguiente no es necesario prever un husillo complejo. Más bien, el husillo puede estar diseñado de manera sencilla de tal manera que, además del adaptador, también puede alojar herramientas o adaptadores de herramientas, pudiendo simplificarse esto a este respecto preferiblemente mediante una adaptación correspondiente del adaptador tanto que el procedimiento según la invención ya puede ejecutarse por medio de un husillo contenido convencionalmente en máquinas herramienta.
- 45 Debido a este diseño se suprimen operaciones de reequipamiento, con lo que pueden mantenerse el tiempo perdido reducido y al mismo tiempo la flexibilidad elevada. Mediante una preparación adicional de herramientas no sólo
- 50
- 55
- 60
- 65

sobre la mesa de mecanizado sino también en un segundo depósito, puede aumentarse el número de herramientas disponibles para el mecanizado de la pieza de trabajo. A este respecto, las herramientas pueden disponerse previamente en un segundo depósito previsto por separado del depósito de transporte o también adicionalmente en el mismo depósito, en el que se preparan adaptadores y piezas de trabajo, es decir el depósito de transporte.

5 Dado que la pieza de trabajo puede mecanizarse tanto en el husillo mediante herramientas sobre la mesa de mecanizado, como la propia pieza de trabajo puede depositarse sobre la mesa de mecanizado, para mecanizarse allí mediante una herramienta alojada ahora en el husillo, aumenta considerablemente la flexibilidad de los procesos de mecanizado. De una vez pueden volverse accesibles diferentes lados de pieza de trabajo mediante diferentes  
10 elementos de sujeción de pieza de trabajo sobre la mesa de mecanizado y en el husillo para el mecanizado. Además, mediante un desplazamiento de la pieza de trabajo y de la herramienta en función del elemento que rota en cada caso puede variarse el mecanizado en la pieza de trabajo rápidamente entre diferentes ejes de rotación.

15 Dado que las herramientas y las piezas de trabajo, que pueden alojarse en el husillo, pueden depositarse en cada caso sobre la mesa de mecanizado o alojarse por la misma, o pueden depositarse o alojarse en el depósito de transporte y el segundo depósito, pueden ajustarse los recorridos de desplazamiento del husillo según diferentes criterios. Por ejemplo, los recorridos de desplazamiento pueden mantenerse muy cortos, al depositar el husillo, por  
20 ejemplo, una pieza de trabajo sobre la mesa de mecanizado y alojar tras un recorrido de desplazamiento reducido una herramienta de la mesa de mecanizado, para mecanizar adicionalmente la pieza de trabajo que acaba de depositarse.

El recorrido de desplazamiento puede seleccionarse también según el recorrido de desplazamiento más rápido, cuando el husillo debe ser recorrido, por ejemplo, tramos lo más rectos posible sin cambios de dirección. Dado que  
25 pueden depositarse herramientas tanto sobre la mesa de mecanizado como en el segundo depósito, el recorrido de desplazamiento del husillo puede diseñarse según diferentes criterios y optimizarse correspondientemente. A este respecto, el segundo depósito puede estar configurado como parte del depósito de transporte, al estar asociados espacios en el depósito de transporte según la ocupación a una pieza de trabajo o herramienta.

30 Según otra forma de realización del procedimiento, el husillo puede estar diseñado de tal manera que, en lugar del adaptador con la pieza de trabajo sostenida en el mismo, también pueda alojar la herramienta, directamente o a través de un adaptador de herramientas, y presentando la máquina herramienta un segundo depósito, en el que están alojadas herramientas, directamente o en adaptadores de herramienta, y estando configurado sobre la mesa de mecanizado un depósito de adaptadores para alojar adaptadores.

35 Tras la etapa de liberar la pieza de trabajo del adaptador y depositar la pieza de trabajo en el elemento de retención de piezas de trabajo sobre la mesa de mecanizado se sostiene la pieza de trabajo por el elemento de retención de piezas de trabajo sobre la mesa de mecanizado, y el adaptador se deposita en el depósito de adaptadores mediante el husillo sobre la mesa de mecanizado. A este respecto, el procedimiento para mecanizar piezas de trabajo puede  
40 presentar adicionalmente alojar una herramienta del elemento de retención de herramientas sobre la mesa de mecanizado o del segundo depósito, directamente o por medio del adaptador de herramientas, en el husillo, desplazar el husillo con la herramienta alojada en el mismo en la dirección de la pieza de trabajo sostenida sobre la mesa de mecanizado en el elemento de retención de piezas de trabajo, para mecanizar adicionalmente la pieza de trabajo, y depositar la herramienta desde el husillo de vuelta en el segundo depósito o en el elemento de retención de herramientas sobre la mesa de mecanizado tras el mecanizado de la pieza de trabajo.

45 Correspondientemente al aspecto descrito anteriormente, en esta forma de realización puede aumentarse adicionalmente la flexibilidad de los posibles procesos de mecanizado en la máquina herramienta. La pieza de trabajo puede depositarse tras un primer mecanizado sobre la mesa de mecanizado. Para ello se distribuye la pieza de trabajo desde el adaptador y se aloja en el elemento de retención de piezas de trabajo sobre la mesa de  
50 mecanizado.

El adaptador que permanece en el husillo puede depositarse a continuación mediante un corto desplazamiento del husillo en un depósito de adaptadores sobre la mesa de mecanizado. Según la naturaleza y el tipo de la herramienta puede ser posible un alojamiento con o sin adaptador. De este modo es posible aumentar claramente el número de  
55 herramientas que pueden alojarse en el husillo, dado que tanto herramientas compatibles con el alojamiento de husillo como herramientas que sólo pueden disponerse en el husillo mediante el adaptador pueden alojarse por el husillo.

60 Según una forma de realización adicional del procedimiento, el husillo puede alojar tras el mecanizado de la pieza de trabajo sostenida en el elemento de retención de piezas de trabajo y la deposición de la herramienta un adaptador del depósito de adaptadores y por medio de este alojar la pieza de trabajo sostenida en el elemento de retención de piezas de trabajo de nuevo en el husillo, para mecanizar adicionalmente la pieza de trabajo mediante un nuevo desplazamiento y rotación del husillo y/o rotación de una herramienta sostenida sobre la mesa de mecanizado en un elemento de retención de herramientas o distribuir la pieza de trabajo a la estación posterior.

65 Tal como se ha descrito anteriormente, debido a la amplia posibilidad de variación en diferentes procesos de

- 5 mecanizado que pueden realizarse se consigue una alta flexibilidad de la máquina herramienta. Con el perfeccionamiento descrito en este caso se deja además abierta la secuencia de las diferentes etapas de mecanizado. Dado que está configurado un depósito de adaptadores sobre la mesa de mecanizado, el husillo puede extraer, sin un desplazamiento de vuelta al depósito de transporte, un adaptador directamente de la mesa de mecanizado y tras un desplazamiento corto una pieza de trabajo en el adaptador que acaba de alojarse de un elemento de retención de piezas de trabajo. De este modo no sólo se acortan enormemente los recorridos de desplazamiento, adicionalmente los procedimientos de mecanizado alcanzan una flexibilidad máxima, dado que ahora es posible cualquier secuencia de mecanizado.
- 10 Según un perfeccionamiento del procedimiento, la mesa de mecanizado puede regularse durante el mecanizado de la pieza de trabajo en su longitud en relación con un eje de rotación del husillo.
- 15 Según este perfeccionamiento se aumenta el grado de libertad entre la pieza de trabajo o herramienta alojada en el husillo para el mecanizado con respecto a la pieza de trabajo o herramienta alojada sobre la mesa de mecanizado. Mediante una variación de la posición de la mesa de mecanizado puede regularse de manera variable el ángulo formado entre la pieza de trabajo y la herramienta. Si se varía la posición angular de la mesa de mecanizado durante el mecanizado de la pieza de trabajo, de este modo pueden fabricarse formas adicionales, tal como, por ejemplo, perfiles redondos. Sin embargo, la posición angular de la mesa de mecanizado también puede variarse después o antes de una intervención de la herramienta con la pieza de trabajo, de modo que se aumenta la posible superficie que puede mecanizarse en la pieza de trabajo.
- 20 Según una forma de realización adicional del procedimiento, sobre la mesa de mecanizado pueden prepararse varias herramientas de diferentes tipos para el mecanizado de la pieza de trabajo, y el procedimiento puede presentar adicionalmente desplazar el husillo con la pieza de trabajo sostenida mediante el adaptador tras un primer mecanizado de la pieza de trabajo mediante una primera herramienta en la dirección de una segunda herramienta sostenida sobre la mesa de mecanizado mediante el elemento de retención de herramientas, mecanizar adicionalmente la pieza de trabajo sostenida en el husillo por medio del adaptador mediante la segunda herramienta sostenida sobre la mesa de mecanizado y desplazar el husillo a una herramienta adicional sostenida sobre la mesa de mecanizado para el mecanizado adicional de la pieza de trabajo o para depositar la pieza de trabajo en el elemento de retención de piezas de trabajo sobre la mesa de mecanizado o en la estación posterior.
- 25 Según este perfeccionamiento es posible realizar en la pieza de trabajo diferentes etapas de mecanizado, sin que sea necesaria una nueva de sujeción de la pieza de trabajo o la herramienta. Sobre la mesa de mecanizado están sujetas varias herramientas de diferentes tipos, que pueden hacerse rotar en cada caso individualmente. La pieza de trabajo puede experimentar mediante un desplazamiento sencillo del husillo desde una primera herramienta a una segunda herramienta diferentes mecanizados. Por ejemplo, mediante una primera herramienta con un filo determinado geoméricamente puede quitarse material y mediante una segunda herramienta con un filo no determinado geoméricamente pulir la superficie.
- 30 Según una forma de realización adicional del procedimiento, la mesa de mecanizado puede presentar varias zonas, sobre las que pueden sostenerse en cada caso herramientas de diferentes tipos para el mecanizado de la pieza de trabajo, pudiendo variarse la mesa de mecanizado de tal manera que pueden cambiarse herramientas sostenidas en una zona sobre la mesa de mecanizado y al mismo tiempo herramientas sostenidas en otra zona en elementos de retención de herramientas o una pieza de trabajo sostenida en el elemento de retención de piezas de trabajo puede estar implicada en el mecanizado de la pieza de trabajo.
- 35 El procedimiento para mecanizar piezas de trabajo puede presentar adicionalmente mecanizar la pieza de trabajo sostenida por medio del adaptador en el husillo mediante un desplazamiento y una rotación del husillo y/o mediante una rotación de la herramienta sostenida en el elemento de retención de herramientas en una zona primera de la mesa de mecanizado, desplazar el husillo desde una zona de ajuste de la mesa de mecanizado tras un primer mecanizado de la pieza de trabajo, regular la mesa de mecanizado de tal manera que se desplaza la primera zona fuera de una posición de mecanizado y una segunda zona a la posición de mecanizado, de modo que herramientas sostenidas en la segunda zona están preparadas para el mecanizado de la pieza de trabajo, desplazar el husillo hacia la mesa de mecanizado tras haber terminado la operación de regulación de la mesa de mecanizado, y mecanizar adicionalmente la pieza de trabajo sostenida por medio del adaptador en el husillo mediante un desplazamiento y una rotación del husillo y/o mediante una rotación de la herramienta sostenida en el elemento de retención de herramientas en la segunda zona de la mesa de mecanizado.
- 40 Según este perfeccionamiento del procedimiento, la mesa de mecanizado presenta diferentes zonas, en las que pueden facilitar en cada caso herramientas. A este respecto, la mesa de mecanizado puede regularse de tal manera que pueden llevarse diferentes zonas de la mesa de mecanizado a la posición de mecanizado. La posición de mecanizado define en este caso la zona, en la que las herramientas y/o piezas de trabajo alojadas sobre la mesa de mecanizado pueden estar implicadas en el mecanizado de piezas de trabajo.
- 45 Las herramientas, que están alojadas en zonas, que no se encuentran en este momento en la posición de mecanizado, pueden cambiarse mientras tanto por herramientas distintas o del mismo tipo. De este modo puede

5 aumentarse adicionalmente la flexibilidad de los posibles procesos de mecanizado de la máquina herramienta, dado que mediante una regulación de la mesa de mecanizado pueden ponerse a disposición herramientas adicionales para el mecanizado. Además, las herramientas sostenidas en una zona desplazada desde la posición de mecanizado pueden cambiarse por herramientas adicionales, suministradas desde fuera de la máquina herramienta.

10 A este respecto, esta operación de cambio de las herramientas puede tener lugar en paralelo al tiempo útil, con lo que se evita una interrupción del proceso de fabricación para el cambio de las herramientas y por consiguiente puede acortarse claramente el tiempo perdido. Con ello se aumenta el tiempo de mecanizado no a costa de la flexibilidad, sino puede que puede mantenerse reducido con una alta flexibilidad.

15 Según un perfeccionamiento del procedimiento, la máquina herramienta puede presentar además un dispositivo de medición y un dispositivo de control, y el husillo puede desplazarse durante el mecanizado de la pieza de trabajo a una zona de detección del dispositivo de medición, puede medirse la geometría de la pieza de trabajo sostenida en el husillo mediante el adaptador y los datos de medición detectados pueden transmitirse al dispositivo de control.

20 Según este perfeccionamiento, puede medirse la geometría de la pieza de trabajo sostenida en el husillo sin una distribución desde la máquina herramienta directamente en el husillo. Para ello, el husillo se desplaza correspondientemente en una zona de detección del dispositivo de medición. Esto posibilita, por ejemplo, una regulación posterior paralela al tiempo útil de las operaciones de mecanizado. Además, las piezas de trabajo defectuosas pueden reconocerse, separarse mediante la medición y usarse los datos de medición para procesos de mecanizado posteriores. Mediante esta operación puede reducirse la tasa de desechos y mejorarse la calidad de las piezas de trabajo fabricadas. En general, debido a una tasa de desecho reducida puede reducirse el tiempo de mecanizado necesario por tamaño de lote.

25 Un aspecto adicional de la invención lo representa según la reivindicación 9 una máquina herramienta para el mecanizado, preferiblemente con arranque de virutas, de piezas de trabajo, cuya configuración ventajosa es el objeto de las reivindicaciones dependientes. A este respecto, con la máquina herramienta según la invención es posible alcanzar los efectos ventajosos descritos anteriormente.

### 30 **Breve descripción del dibujo**

Las características y ventajas así como la importancia técnica y económica de una forma de realización a modo de ejemplo de la presente invención se describirán a continuación haciendo referencia al dibujo adjunto, a este respecto muestra:

35 la figura 1 una vista, que representa una configuración esquemática de una máquina herramienta.

### **Descripción detallada de la forma de realización**

40 A continuación se describirá una forma de realización de la invención en detalle con respecto al dibujo adjunto.

45 La figura 1 muestra una configuración esquemática de una máquina 1 herramienta según una forma de realización de la invención. La máquina 1 herramienta presenta un husillo 5 accionado a motor. En este husillo 5 pueden alojarse según la invención tanto piezas 31 de trabajo como herramientas 61 para el mecanizado. Para el mecanizado, el husillo 5 puede accionar la pieza 31 de trabajo o herramienta 61 alojada en cada caso con un número de revoluciones que puede variarse de manera continua.

50 Según el tipo de mecanizado, el husillo 5 puede sostener la pieza 31 de trabajo o herramienta 61 también de manera estacionaria, es decir no rotatoria, por ejemplo, cuando se mecaniza la pieza 31 de trabajo sostenida en el husillo 5 mediante una herramienta 61 rotatoria. El husillo 5 puede desplazarse mediante diferentes carros configurados en la máquina 1 herramienta en la dirección X, Y así como Z.

55 Además del husillo 5, la máquina 1 herramienta presenta una mesa 6 de mecanizado. Sobre esta están dispuestos elementos de sujeción que pueden estar configurados, por ejemplo, como mordazas de sujeción y pueden accionarse de manera automatizada por medio de un accionamiento de mordazas de sujeción. A este respecto, los elementos de sujeción están configurados en cada caso como elemento 62 de retención de piezas de trabajo para el alojamiento de piezas de trabajo o como elemento 63 de retención de herramientas para el alojamiento de herramientas.

60 A este respecto, estos elementos 62, 63 de sujeción para el alojamiento de piezas de trabajo o el alojamiento de herramientas pueden hacerse girar al menos parcialmente mediante un accionamiento dispuesto por separado en la máquina 1 herramienta alrededor de su eje longitudinal. Además pueden estar previstos elementos 62 de retención de piezas de trabajo y/o elementos 63 de retención de herramientas, que no están dispuestos de manera giratoria, más exactamente no de manera giratoria en relación con la mesa 6 de mecanizado, en el mismo.

65 Los elementos 62 de retención de piezas de trabajo y los elementos 63 de retención de herramientas pueden

5 moverse además en traslación mediante un desplazamiento de toda la mesa 6 de mecanizado. Para ello, la mesa 6 de mecanizado presenta carros, sobre los que puede desplazarse la mesa 6 de mecanizado en la dirección X e Y, sobre un plano en paralelo al plano del suelo, sobre el que se encuentra la máquina herramienta. Sin embargo, adicionalmente la mesa 6 de mecanizado también puede desplazarse en la dirección Z, es decir, en perpendicular al plano del suelo. Para aumentar aún más las posibilidades de mecanizado de piezas de trabajo, la mesa 6 de mecanizado está configurada además de manera giratoria alrededor de la dirección X y/o Y. Por ejemplo, la mesa 6 de mecanizado está montada como mesa pivotante, estando unido el plano de mesa, por ejemplo, mediante una articulación esférica con un bastidor de mesa configurado por debajo.

10 La máquina 1 herramienta presenta además un depósito 2 de transporte, que puede estar configurado como depósito de cadena, depósito de plato o depósito de anillo. A este respecto, el depósito 2 de transporte presenta un número determinado de espacios codificables, preferiblemente que pueden ocuparse de cualquier manera. El depósito 2 de transporte está diseñado de tal manera que al menos una parte de los espacios del depósito 2 de transporte se encuentre en la zona de desplazamiento del husillo 5, cuando el husillo 5 está configurado como husillo de recogida, para poder poner en marcha y alojar de manera autónoma partes facilitadas en el depósito de transporte.

20 A este respecto, el husillo 5 de la máquina 1 herramienta se acciona a través del accionamiento principal, que recibe instrucciones de un elemento de control previsto en la máquina 1 herramienta. El elemento de control calcula y controla, además de los diferentes movimientos, tales como, por ejemplo, los recorridos de desplazamiento o la rotación del husillo 5, también los movimientos de los elementos móviles adicionales de la máquina 1 herramienta, tal como, por ejemplo, un desplazamiento de la mesa 6 de mecanizado o de los elementos 62, 63 de retención de piezas de trabajo y de herramientas.

25 El elemento de control está implementado en este caso como elemento de control numérico, pero también puede estar implementado mediante un elemento de control programable con memoria. Además, la máquina 1 herramienta puede presentar un lecho, carros, guías, elementos de manejo, así como grupos constructivos para el abastecimiento y el desecho con medios de funcionamiento, tal como aceite lubricante o aceite de corte, medios refrigerantes, y similares.

30 Para conseguir una alta flexibilidad de la máquina 1 herramienta pueden alojarse, tal como se ha descrito anteriormente, piezas 31 de trabajo así como herramientas 61 en el husillo 5. El alojamiento de piezas 31 de trabajo tiene lugar por medio de un adaptador 21. Este adaptador 21 actúa como elemento de unión entre el husillo 5 y las respectivas piezas 31 de trabajo y presentan mecanismos de sujeción, para poder sujetarse al husillo 5.

35 Según el tipo de la herramienta 61, el alojamiento de la herramienta 61 en el husillo 5 también puede tener lugar por medio de un elemento de unión, por ejemplo, de un adaptador 64 de herramientas. Sin embargo, el alojamiento de herramientas 61 también puede tener lugar (sin un adaptador de este tipo) directamente en el husillo 5. Por ejemplo, el husillo 5 puede disponer de un alojamiento de herramientas normalizado en forma de un conjunto 51 de sujeción, tal como, por ejemplo, un cono de fuste hueco (HSK), en el que pueden alojarse directamente las herramientas 61. Además de un conjunto de sujeción de HSK también son posibles sistemas adicionales tal como un conjunto de sujeción de PSC (cono poligonal). La sujeción de herramientas 61 o piezas 31 de trabajo, o adaptadores 21, en el conjunto de sujeción del husillo 5 tiene lugar preferiblemente de manera automática.

45 Para poder alojar una pieza 31 de trabajo o una herramienta 61 se llevan los elementos que deben alojarse en el depósito 2 de transporte a la zona de intervención del husillo 5. Dado que cada espacio en el depósito 2 de transporte puede ocuparse individualmente, por ejemplo, mediante el adaptador 21 (con o sin pieza de trabajo sostenida en el mismo), el adaptador 64 de herramientas o una herramienta 61, los espacios en el depósito 2 de transporte están ocupados preferiblemente en una secuencia, en la que deben alojarse los elementos por el husillo 5 para el mecanizado.

50 De este modo pueden reducirse los recorridos de desplazamiento del husillo 5 y del depósito 2 de transporte y evitarse posibles tiempos de espera, es decir, tiempos perdidos, en los que, por ejemplo, se desplaza una herramienta 61 necesaria para el mecanizado a la posición de alojamiento desde el depósito 2 de transporte. Con otras palabras, la ocupación del depósito 2 de transporte puede adaptarse al procedimiento de mecanizado que debe ejecutarse en cada caso. De este modo pueden minimizarse los recorridos de desplazamiento del husillo 5 así como del depósito 2 de transporte. Sin embargo, el depósito 2 de transporte puede estar configurado también de manera desplazable en ambos sentidos. Si una pieza 31 de trabajo está en una posición, que se encuentra directamente después de una posición que puede alcanzar el husillo 5, puede invertirse el movimiento de transporte del depósito 2 de transporte.

60 El depósito 2 de transporte se carga según la invención a través de una estación 4 de unión con las piezas 31 de trabajo, que están almacenadas en un almacenamiento 3 de piezas de trabajo. También pueden insertarse herramientas 61, adaptadores 64 de herramientas o adaptadores 21 a través de la estación 4 de unión o  
65 alternativamente a través de un dispositivo previsto por separado en el depósito 2 de transporte.

- 5 El almacenamiento 3 de piezas de trabajo puede estar configurado como una plataforma de piezas de trabajo o como depósito, pudiendo extraerse las piezas 31 de trabajo, por ejemplo, mediante un elemento de agarre del almacenamiento de piezas de trabajo e introducirse a continuación en cada caso en un adaptador 21 que se encuentra ya en el depósito 2 de transporte. Alternativamente, puede estar previsto un transportador helicoidal, que aloja las piezas de trabajo desde un silo de almacenamiento, las orienta y las empuja a través de un pistón o similar al interior del adaptador 21. Alternativamente, en cada caso puede extraerse un adaptador 21 mediante un elemento de agarre del depósito 2 de transporte, equiparse con en cada caso una pieza 31 de trabajo y a continuación insertarse de nuevo en el depósito 2 de transporte.
- 10 Antes de un ciclo de mecanizado, tal como se ha descrito anteriormente, se introduce un número predeterminado de adaptadores 21 en el depósito 2 de transporte, por ejemplo, mediante un elemento de agarre o un brazo de robot, de tal manera que en cada caso un adaptador 21 está asociado a un espacio en el depósito 2 de transporte. A este respecto, los adaptadores 21 pueden equiparse ya antes de la inserción en el depósito 2 de transporte ya con piezas 31 de trabajo, no teniendo que contener en una forma de realización alternativa cada adaptador 21 en el depósito 2 de transporte una pieza 31 de trabajo y, por ejemplo, estando contenidos un número reducido de adaptadores 21 sin pieza 31 de trabajo en el depósito 2 de transporte, para alojar piezas 21 de trabajo depositadas en una etapa de mecanizado posterior sobre la mesa 6 de mecanizado y sostenerlas para el mecanizado adicional.
- 15 Sin embargo, según el tipo de mecanizado también pueden estar ocupados todos los espacios en el depósito 2 de transporte mediante adaptadores 21 con piezas 31 de trabajo sostenidas en los mismos, por ejemplo, cuando debido al proceso de mecanizado planeado no está previsto mecanizar piezas 31 de trabajo mediante herramientas 61 guiadas en el husillo 5.
- 20 Para la entrega de una pieza 31 de trabajo a un adaptador 21 alojado en el depósito 2 de transporte, el depósito 2 de transporte detiene su movimiento o lo ralentiza tanto que pueda insertarse un adaptador 21 con una pieza 31 de trabajo sostenida en el mismo en el depósito 2 de transporte en marcha. En otra configuración, la pieza 31 de trabajo también puede insertarse durante el movimiento del depósito 2 de transporte en el adaptador 21 alojado en el mismo, pudiendo estar previsto para ello un dispositivo de control independiente, que controla elementos de suministro correspondientes, por ejemplo, elementos de agarre o empujadores de tal manera que estos suministran con precisión de temporización las piezas 31 de trabajo que deben alojarse en los adaptadores 21 a los mismos, para evitar un lado o similar de las piezas 31 de trabajo en los adaptadores debido a un movimiento interferente.
- 25 Los adaptadores 21 se mueven en el depósito 2 de transporte a lo largo de una trayectoria predeterminada. En la estación 4 de unión, que está configurada en el depósito 2 de transporte, se inserta la pieza 31 de trabajo en el adaptador 21 de tal manera que la pieza 31 de trabajo está fijada a continuación en su longitud por traslación así como por rotación con respecto al adaptador 21. A continuación se guía adicionalmente el adaptador 21, que está unido ahora con la pieza 31 de trabajo, a lo largo de la trayectoria predeterminada en el depósito 2 de transporte.
- 30 A este respecto, cada espacio en el depósito 2 de transporte puede codificarse de tal manera que pueda establecerse en qué posición se encuentra en el depósito 2 de transporte un elemento correspondiente. Con otras palabras, puede determinarse exactamente qué espacio del depósito 2 de transporte está en este momento en la estación 4 de unión o en la posición de alojamiento y si se ha insertado una pieza 31 de trabajo o una herramienta 61 en un espacio de depósito de transporte. La codificación de espacio tiene lugar, por ejemplo, temporalmente, por ejemplo, mediante un código de barras o un chip en la herramienta 61 o el adaptador 21 o similar, y puede cancelarse cuando la herramienta 61 y/o el adaptador 21 se extrae del espacio del depósito 2 de transporte.
- 35 Si un respectivo espacio en el depósito 2 de transporte alcanza una determinada zona, en el caso de un husillo de recogida la posición de alojamiento, la pieza 31 de trabajo sostenida en este espacio puede entregarse por medio del adaptador 21 al husillo 5, o alojarse por el mismo.
- 40 Si el husillo 5 está configurado tal como se ha descrito anteriormente como husillo de recogida, la pieza 31 de trabajo puede extraerse mediante un desplazamiento del husillo 5 fuera del depósito 2 de transporte. El husillo 5 representado en la figura 1 está configurado como husillo principal vertical, pero igualmente puede usarse también un husillo principal horizontal. La entrega del depósito 2 de transporte al husillo 5 puede tener lugar también mediante un elemento de agarre, por ejemplo, un elemento de agarre de doble brazo, cuando el husillo 5 no está configurado como husillo de recogida.
- 45 En el caso del husillo de recogida, el husillo 5 se desplaza tras el alojamiento de la pieza de trabajo 3 de nuevo en la dirección de la mesa 6 de mecanizado. Sobre la mesa 6 de mecanizado están dispuestas varias herramientas 61 en elementos 63 de retención de herramientas descritos anteriormente. En la forma de realización representada en este caso, los elementos 63 de retención de herramientas están dispuestos de forma circular. Sin embargo, los elementos 63 de retención de herramientas pueden estar alojados en cualquier otra forma, por ejemplo, en forma de U o forma de L sobre la mesa 6 de mecanizado.
- 50 Tal como se ha descrito anteriormente, las herramientas 61 están alojadas en los elementos 63 de retención de herramientas de manera giratoria o rotatoria y pueden desplazarse en traslación mediante un desplazamiento de la
- 55
- 60
- 65

5 mesa 6 de mecanizado. Sin embargo, las herramientas 61 también pueden estar configuradas de manera móvil sólo en rotación mediante una mordaza de sujeción accionada o en traslación mediante un desplazamiento de la mesa 6 de mecanizado. Además, también pueden estar configurados sólo elementos 63 de retención de herramientas individuales como mordazas de sujeción accionadas a motor, mientras que otros están configurados como elementos 63 de retención de herramientas fijos. A este respecto, el accionamiento de los elementos configurados en la mesa 6 de mecanizado, más exactamente el elemento 63 de retención de herramientas y/o elemento 62 de retención de piezas de trabajo, tiene lugar mediante al menos un accionamiento previsto de manera independiente, por ejemplo, un motor.

10 Las herramientas 61 facilitadas sobre la mesa 6 de mecanizado pueden ser diferentes herramientas 61 para el mecanizado con arranque de virutas. Así, pueden estar previstas herramientas 61 con un filo determinado geoméricamente, tal como una taladradora o un cabezal de fresado. Sin embargo, también pueden prepararse herramientas 61 con un filo indeterminado geoméricamente, tales como herramientas de pulido o herramientas de bruñido para el mecanizado de piezas de trabajo.

15 Además, también pueden prepararse herramientas 61 para procedimientos de fabricación adicionales, tales como soldadura, unión, encolado o pintado, por ejemplo, mediante pistolas encoladoras o pistolas de pintado sobre la mesa 6 de mecanizado. Tales herramientas 61 adicionales pueden alojarse por el husillo 5, para dotar la pieza 31 de trabajo, por ejemplo, tras un mecanizado con arranque de virutas por medio de la pistola de pintado directamente con una pintura protectora o similar.

20 A este respecto, estas herramientas 61 adicionales se guían por el husillo 5, que en este tipo de mecanizado no rota. En lugar de esto, la pieza 31 de trabajo sostenida en el elemento 62 de retención de piezas de trabajo sobre la mesa 6 de mecanizado puede girar lentamente, de modo que todos los lados de la pieza 31 de trabajo puedan alcanzarse por la herramienta 61. Tras un mecanizado de este tipo se deposita la pieza 61 de trabajo de nuevo sobre la mesa 6 de mecanizado.

25 Adicionalmente también es concebible que para estas herramientas 61 no con arranque de virutas estén configurados elementos 63 de retención de herramientas especiales sobre la mesa 6 de mecanizado, y que la pieza 31 de trabajo mecanizada pueda desplazarse por medio del husillo 5 a la zona de trabajo de estas herramientas 61, en la que puede mecanizarse completamente.

30 Tras haber desplazado el husillo 5 con la pieza 31 de trabajo en la dirección de la mesa 6 de mecanizado, una herramienta 61 sujeta sobre la mesa 6 de mecanizado puede mecanizar la pieza 31 de trabajo sostenida en el husillo 5. A este respecto, el número de revoluciones del husillo 5 puede adaptarse de manera variable según el mecanizado. Sin embargo, según la invención en lugar de una rotación del husillo 5 también puede rotar la herramienta 61 sostenida sobre la mesa 6 de mecanizado para el mecanizado de la pieza 31 de trabajo.

35 Por ejemplo, el husillo 5 para el mecanizado de la superficie de la pieza 31 de trabajo puede hacerse rotar y desplazarse mediante una herramienta de fresado sostenida sobre la mesa 6 de mecanizado. En el caso de un mecanizado posterior, en el que, por ejemplo, se inserta una rosca en la pieza 31 de trabajo, puede rotar un macho de rosca sobre la mesa 6 de mecanizado, mientras que el husillo 5 sólo se desplaza en traslación sobre una recta en perpendicular a la mesa 6 de mecanizado. Mediante este procedimiento según la invención pueden realizarse varias etapas de mecanizado diferentes con una sujeción de la pieza 31 de trabajo y la herramienta 61.

40 Dado que la mesa 6 de mecanizado, tal como se ha descrito anteriormente, está montada de manera articulada, puede variarse el ángulo entre el eje de rotación del husillo 5 y el plano de mesa. Por consiguiente, la herramienta 61 puede mecanizar la pieza 31 de trabajo en diferentes ángulos de presión. Por ejemplo, así pueden mecanizarse, o conformarse, de manera sencilla zonas esféricas sobre la pieza 31 de trabajo, al inclinarse lentamente la mesa 6 de mecanizado, mientras que la herramienta 61 mecaniza la pieza 31 de trabajo que rota en el husillo 5.

45 Tras el mecanizado, la pieza 31 de trabajo puede distribuirse mediante un desplazamiento del husillo 5 a una estación 9 posterior. A este respecto, la estación 9 posterior puede ser un recipiente de captación, al que se expulsan las piezas 31 de trabajo desde el husillo 5, para acumularse en el mismo. Alternativamente, el husillo 5 puede depositar la pieza 31 de trabajo en una plataforma de piezas de trabajo en espacios predeterminados o sobre una cinta transportadora.

50 Tras este mecanizado adicional puede expulsarse la pieza 31 de trabajo o permanecer para un siguiente mecanizado en la máquina 1 herramienta. Para poder mecanizar todos los lados de la pieza 31 de trabajo, puede la pieza 31 de trabajo recibir una nueva sujeción. Para ello, el husillo 5 con la pieza 31 de trabajo se desplaza en la dirección de la mesa 6 de mecanizado. Al soltar la unión entre la pieza 31 de trabajo y el adaptador 21 puede depositarse la pieza 31 de trabajo en el elemento 62 de retención de piezas de trabajo sobre la mesa 6 de mecanizado y sostenerse por el mismo. Para ello se suelta sólo la unión entre la pieza 31 de trabajo y el adaptador 21, mientras que el adaptador 21 permanece todavía en el husillo 5.

55 Tal como se ha descrito anteriormente, el elemento 62 de retención de piezas de trabajo puede estar configurado

como mordaza de sujeción con un mecanismo de sujeción automático. De manera similar al elemento 63 de retención de herramientas, el elemento 62 de retención de piezas de trabajo como mordaza de sujeción accionada también puede hacer rotar la pieza 31 de trabajo sostenida en el mismo para el mecanizado. Igualmente, el elemento 62 de retención de piezas de trabajo, y por consiguiente la pieza 31 de trabajo, puede experimentar mediante un desplazamiento de la mesa 6 de mecanizado un movimiento de traslación en la dirección X, Y y Z. El elemento 62 de retención de piezas de trabajo puede estar configurado de tal manera que los lados de la pieza 31 de trabajo estén libres para el mecanizado, en los que la pieza 31 de trabajo estaba alojada previamente por medio del adaptador 21 en el husillo 5.

Tras depositar la pieza 31 de trabajo sobre la mesa 6 de mecanizado, el husillo 5 se desplaza hacia una herramienta 61 preparada sobre la mesa 6 de mecanizado. Esta herramienta 61 puede alojarse, tal como se describió anteriormente, mediante el adaptador 64 de herramientas en el husillo 5. El adaptador 21 y el adaptador 64 de herramientas pueden estar combinados como adaptador combinado, de modo que en un adaptador puedan alojarse tanto herramientas 61 como piezas 31 de trabajo. En este caso de un adaptador combinado, el adaptador 21 no tiene que depositarse por el husillo 5, sino que puede permanecer para el alojamiento posterior de una herramienta 61 en el husillo 5.

Alternativamente, el husillo 5 tras depositar la pieza 31 de trabajo en el elemento 62 de retención de piezas de trabajo puede depositar el adaptador 21 en un depósito 66 de adaptadores. El depósito 66 de adaptadores está configurado en este caso igualmente sobre la mesa 6 de mecanizado. Alternativamente, el depósito 66 de adaptadores puede estar previsto como dispositivo configurado independientemente. En el depósito 66 de adaptadores están previstos una serie de espacios de adaptador codificables. Sin embargo, el depósito 66 de adaptadores también puede estar configurado sólo a partir de un único elemento de retención para alojar sólo un adaptador 21. Tras haber distribuido también el adaptador 21 fuera del husillo 5, el husillo 5 puede alojar directamente, por ejemplo, por medio de un conjunto de sujeción convencional descrito anteriormente, una herramienta 61 de la mesa 6 de mecanizado.

Según la invención pueden facilitarse herramientas 61 adicionalmente en un segundo depósito 7. De este modo puede aumentarse el número de herramientas 61 almacenadas y con ello la flexibilidad de la máquina 1 herramienta, en particular puede desplazarse el husillo 5 concretamente también hacia el segundo depósito 7, para alojar allí una herramienta 61 y mecanizar con la misma entonces la pieza 31 de trabajo depositada previamente sobre la mesa 6 de mecanizado. La herramienta 61 puede prepararse en este segundo depósito 7 en un adaptador 64 de herramientas, cuando la herramienta 61 no está configurada de manera compatible con el alojamiento de husillo.

También el segundo depósito 7 puede estar configurado de manera similar al depósito 2 de transporte como depósito de cadena, depósito de plato o depósito de anillo. En el segundo depósito 7 se preparan varias herramientas 61 de diferentes tipos. Alternativamente, las herramientas 61 también pueden prepararse sin adaptador 64, para alojarse directamente en el conjunto de sujeción del husillo 5. También pueden prepararse una parte de las herramientas 61 en el segundo depósito 7 con adaptadores 64 así como una parte de las herramientas 61 sin adaptador 64. Alternativamente, las herramientas 61 pueden estar configuradas sólo en el segundo depósito 7 para el alojamiento en el husillo 5 y por consiguiente por separado de las piezas 31 de trabajo en el depósito 2 de transporte.

Para acortar recorridos de desplazamiento del husillo 5, el segundo depósito 7 y el depósito 2 de transporte también pueden estar configurados tal como se describió anteriormente como depósito combinado, pudiendo ocuparse cada espacio por una herramienta 61 o una pieza 31 de trabajo, o un adaptador 21 o un adaptador 64 de herramientas. Alternativamente, también pueden estar disponibles espacios asignados de manera fija en el depósito combinados exclusivamente para herramientas 61 o piezas 31 de trabajo.

Mediante este depósito combinado según la invención puede optimizarse adicionalmente el recorrido de desplazamiento del husillo 5. Por ejemplo, el husillo 5 se desplaza tras una deposición de la pieza 31 de trabajo sobre la mesa 6 de mecanizado de vuelta al depósito combinado, para depositar allí el adaptador 21 y alojar del mismo una herramienta 61 con o sin adaptador 64. A este respecto, tiene lugar una deposición del adaptador 21 y un alojamiento de una herramienta 61 en el mismo depósito.

Tras haber alojado el husillo 5 una herramienta 61 o bien del segundo depósito 7, del depósito 2 de transporte o bien de la mesa 6 de mecanizado, el husillo 5 se desplaza de nuevo en la dirección de la pieza 31 de trabajo sostenida sobre la mesa 6 de mecanizado. A continuación se mecaniza la pieza 31 de trabajo mediante un desplazamiento y una rotación de la herramienta 61 alojada ahora en el husillo 5. También en este caso, el elemento 62 de retención de piezas de trabajo puede adicionalmente para una rotación de la herramienta 61 en el husillo 5 hacerse rotar la pieza 31 de trabajo o desplazarse mediante un movimiento de la mesa 6 de mecanizado.

A este respecto, el husillo 5 puede alojar sucesivamente varias herramientas 61 diferentes, para mecanizar la pieza 61 de trabajo sujeta sobre la mesa 6 de mecanizado. Además de mecanizados con arranque de virutas también pueden realizarse en este caso de manera análoga procedimientos de fabricación adicionales. Por ejemplo, el

husillo 5 aloja una pistola de pintado, que se prepara como herramienta 61 sobre la mesa 6 de mecanizado. Con esta pistola de pintado, el husillo 5 se desplaza hacia la pieza 31 de trabajo y pinta correspondientemente la pieza 61 de trabajo. En lugar o además de la pistola de pintado pueden prepararse también herramientas 61 alternativas adicionales, tal como, por ejemplo, una pistola de soldadura o pista de encolado sobre la mesa 6 de mecanizado.

Tras el mecanizado adicional, el husillo 5 deposita la herramienta 61 de nuevo en el segundo depósito 7 o sobre la mesa 6 de mecanizado, para a continuación alojar de nuevo la pieza 31 de trabajo tras un alojamiento previo del adaptador 21 desde el depósito 2 de transporte o desde el depósito 66 de adaptadores. A continuación se mecaniza la pieza 31 de trabajo de nuevo mediante un desplazamiento del husillo 5 hacia una herramienta 61 sobre la mesa 6 de mecanizado o se distribuye mediante un desplazamiento del husillo 5 a una estación 9 posterior.

La mesa 6 de mecanizado presenta varias zonas, en las que se preparan en cada caso herramientas 61 de diversos tipos o del mismo tipo. Así, una zona puede contener una serie de herramientas 61 correspondientemente a la serie de etapas de mecanizado que deben realizarse en la pieza 31 de trabajo. Por ejemplo, en primer lugar se conforma una forma de la pieza 31 de trabajo mediante la puesta en marcha de una herramienta de fresado en la pieza 31 de trabajo. A continuación pueden realizarse perforaciones con diferentes roscas mediante una puesta en marcha de formadores de rosca sostenidos sobre la mesa 6 de mecanizado. Al final, la pieza 31 de trabajo puede mecanizarse mediante la puesta en marcha de un cabeza de pulido preparado igualmente sobre la mesa 6 de mecanizado. Estas etapas de mecanizado se alcanzan mediante un desplazamiento del husillo 5 a las respectivas herramientas 61, que se preparan unas al lado de otras, preferiblemente de manera correspondiente a la serie de etapas de mecanizado, sobre la mesa 6 de mecanizado.

Para cambiar entre las diferentes zonas, la mesa 6 de mecanizado está configurada como se ha descrito anteriormente como mesa pivotante. En este caso, las diferentes zonas pueden estar dispuestas en ángulo recto entre sí. A este respecto, una zona de la mesa 6 de mecanizado se encuentra en la posición de mecanizado bajo el husillo 5, o en la zona de desplazamiento que puede alcanzarse del husillo 5. Las herramientas 61 sobre la zona que se encuentra actualmente en la posición de mecanizado están preparadas para el mecanizado de piezas de trabajo y pueden ponerse en marcha por el husillo 5.

En las otras zonas, que están actualmente pivotadas fuera de la posición de mecanizado, se llevan a cabo ahora operaciones de cambio de herramienta. Para ello, un dispositivo previsto de manera externa extrae herramientas 61 de una zona desplazada fuera de la posición de mecanizado de la mesa 6 de mecanizado y cambia las herramientas 61 por herramientas 61 nuevas o de otro tipo.

De este modo se aumenta considerablemente el número de posibles etapas de mecanizado que puede realizarse en la máquina 6 herramienta. En lugar de una mesa pivotante, la mesa 6 de mecanizado también puede estar configurada como mesa lineal, en la que toda la mesa 6 de mecanizado se desplaza de manera lineal y así diferentes zonas llegan a la posición de mecanizado, o como mesa giratoria, pudiendo llevarse en este caso mediante un giro de la mesa 6 de mecanizado alrededor del eje Z diferentes zonas a la posición de mecanizado.

En el caso de una operación de cambio se desplaza el husillo 5 durante la operación de regulación fuera de una zona de ajuste de la mesa 6 de mecanizado, para no chocar con una parte de la mesa 6 de mecanizado. Esta operación identifica esencialmente el momento en el que se mueve la zona que se encuentra en la posición de mecanizado, para desplazarse fuera de la posición de mecanizado, hasta el momento en el que otra zona de la mesa 6 de mecanizado se ha desplazado a la posición de mecanizado. A continuación, el husillo 5 se desplaza con la pieza 31 de trabajo alojada en el mismo de nuevo a la zona de ajuste, de modo que la pieza 31 de trabajo puede procesarse adicionalmente mediante una herramienta 61 que acaba de cambiarse.

A este respecto, la operación de cambio de las herramientas 61 en una zona desplazada fuera de la posición de mecanizado se ejecuta durante el mecanizado de piezas de trabajo, es decir en paralelo al tiempo útil. Alternativamente, en lugar de una operación de cambio de las herramientas 61 también puede variarse sólo la serie de las herramientas 61 alojadas sobre la mesa 6 de mecanizado o cambiarse completamente la zona de mesa que acaba de desplazarse fuera de la zona de mecanizado. Para ello, la mesa 6 de mecanizado presenta varias zonas extraíbles, sobre las que pueden sostenerse en cada caso herramientas 61 y que pueden extraerse fácilmente de la mesa 6 de mecanizado.

Tras cada etapa de mecanizado puede distribuirse la pieza 31 de trabajo mediante un desplazamiento del husillo 5 a la estación 9 posterior. Alternativamente, también puede estar previsto un elemento de agarre, que extrae la pieza 31 de trabajo del elemento 62 de retención de piezas de trabajo sobre la mesa 6 de mecanizado y la lleva a la estación 9 posterior. El elemento de agarre puede extraer la pieza 31 de trabajo también directamente del husillo 5. En esta configuración, el husillo 5 puede desplazarse durante la salida de la pieza 31 de trabajo que se ha mecanizado completamente fuera del espacio de trabajo mediante el elemento de agarre ya de nuevo al depósito 2 de transporte, para alojar una siguiente pieza 31 de trabajo que debe mecanizarse.

Adicionalmente, la máquina 1 herramienta contiene un dispositivo de medición. A este respecto, se usa un sistema de medición láser, que está dispuesto en un espacio de trabajo de la máquina 1 herramienta. El sistema de medición

5 láser puede detectar con ayuda del principio de triangulación o procedimiento de corte óptico la geometría de la pieza 31 de trabajo que se encuentra en el husillo 5 en datos tridimensionales. Para ello, el husillo 5 se desplaza y rota con la pieza 31 de trabajo dentro de la zona de detección del sistema de medición. Adicionalmente, para la detección de mediciones de rugosidad superficial pueden usarse sensores confocales o interferómetros para el control. Los valores detectados por el dispositivo de medición se transmiten al elemento de control de la máquina 1 herramienta para su procesamiento.

10 Basándose en estos datos de medición se sacan conclusiones sobre la calidad de mecanizado actual. Por ejemplo, mediante una comparación con valores teóricos puede establecerse si la pieza 31 de trabajo mecanizada se encuentra todavía en un intervalo de tolerancia fijado previamente. Si, por ejemplo, se determina que la calidad superficial de la pieza 31 de trabajo ya no se encuentra en el intervalo de tolerancia, el husillo 5 expulsa la pieza 31 de trabajo a un dispositivo de desecho dispuesto de manera independiente. Con ello puede realizarse directamente en la máquina 1 herramienta un control de calidad.

15 Alternativamente, los datos detectados pueden procesarse en tiempo real, con lo que es posible a continuación una regulación posterior del proceso de mecanizado. Así puede regularse posteriormente y comprobarse durante el mecanizado de la pieza 31 de trabajo si y cuándo se cumplen determinados requisitos de calidad. También pueden sacarse conclusiones del proceso de procesamiento mediante un procesamiento de los datos de medición.

20 Si no se alcanza una determinada calidad superficial de la pieza 31 de trabajo, a partir de ello puede determinarse que la herramienta 61 tiene que cambiarse por una nueva herramienta 61. También pueden variarse, por ejemplo, números de revolución en un mecanizado posterior, cuando mediante el procesamiento de los datos de medición se determina que el número de revoluciones ajustado actualmente no conduce a los resultados deseados, es decir, cuando se determina, por ejemplo, que el número de revoluciones es demasiado reducido.

25 Después de haber distribuido la pieza 31 de trabajo a la estación 9 posterior, el husillo 5 se desplaza de vuelta al depósito 2 de transporte. En este depósito 2 de transporte, el husillo 5 deposita el adaptador 21 de nuevo en una determinada posición. El adaptador 21 vacío se transporta adicionalmente en el depósito 2 de transporte a lo largo de la trayectoria predeterminada hasta que llega de nuevo a la estación 4 de unión. Aquí se inserta de nuevo una pieza 31 de trabajo que debe mecanizarse en el adaptador 21. Mientras el adaptador 21 vacío se transporta adicionalmente tras su deposición en el depósito 2 de transporte, el husillo 5 aloja una nueva pieza 31 de trabajo que debe mecanizarse por medio de otro adaptador 21.

35 Se da a conocer un procedimiento para mecanizar piezas de trabajo en una máquina herramienta con las siguientes etapas: un adaptador se guía en un depósito de transporte de la máquina herramienta a lo largo de una trayectoria predeterminada, mientras que piezas de trabajo almacenadas en un almacenamiento de piezas de trabajo se preparan y se suministran en cada caso a un adaptador. A este respecto, en cada caso se acoplan una pieza de trabajo y un adaptador de tal manera que la pieza de trabajo se sostiene por el adaptador.

40 Los adaptadores se transportan adicionalmente con la pieza de trabajo sostenidas por los mismos en el depósito de transporte y se entregan con la pieza de trabajo desde el depósito de transporte a un husillo accionado a motor de la máquina herramienta, en el que se sostiene el adaptador con la pieza de trabajo sostenida por el mismo. Después se desplaza el husillo con la pieza de trabajo sostenida en el adaptador en el mismo, hacia una herramienta sostenida en un elemento de retención de herramientas sobre una mesa de mecanizado y se mecaniza mediante una rotación del husillo. Tras el mecanizado se libera la pieza de trabajo del adaptador y se deposita en un elemento de retención de piezas de trabajo sobre la mesa de mecanizado o se entrega a una estación posterior. El adaptador vacío se guía por el husillo de vuelta al depósito de transporte y se transporta allí adicionalmente.

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento para el mecanizado, preferiblemente con arranque de virutas, de piezas (31) de trabajo en una máquina (1) herramienta con un husillo (5) accionado a motor con un alojamiento dispuesto en el mismo, presentando la máquina (1) herramienta además:
- un depósito (2) de transporte, en el que están alojados una pluralidad de adaptadores (21),
- un almacenamiento (3) de piezas de trabajo, en el que están alojadas una pluralidad de piezas (31) de trabajo,
- así como una mesa (6) de mecanizado para alojar herramientas (61) y/o piezas (31) de trabajo,
- presentando el procedimiento:
- guiar los adaptadores (21) en el depósito (2) de transporte a lo largo de una trayectoria predeterminada,
- suministrar piezas (31) de trabajo almacenadas en el almacenamiento (3) de piezas de trabajo a en cada caso un adaptador (21) y acoplar en cada caso una pieza (31) de trabajo con en cada caso un adaptador (21) de tal manera que la pieza (31) de trabajo se sostiene por el adaptador (21),
- transportar adicionalmente el adaptador (21) con la pieza (31) de trabajo sostenida por el mismo en el depósito (2) de transporte a lo largo de la trayectoria predeterminada,
- pasar el adaptador (21) con la pieza (31) de trabajo sostenida por el mismo del depósito (2) de transporte al husillo (5) de tal manera que el adaptador (21) con la pieza (31) de trabajo sostenida por el mismo se sostiene por el husillo (5),
- mecanizar la pieza (31) de trabajo que se encuentra en el husillo (5), preferiblemente mediante un desplazamiento y una rotación del husillo (5) hacia una herramienta (61) sostenida en un elemento (63) de retención de herramientas sobre la mesa (6) de mecanizado,
- liberar la pieza (31) de trabajo tras el mecanizado mediante la herramienta (61) sostenida sobre la mesa (6) de mecanizado del adaptador (21) y depositar la pieza (31) de trabajo en un elemento (62) de retención de piezas de trabajo sobre la mesa (6) de mecanizado o pasar la pieza (31) de trabajo para el mecanizado adicional a una estación (9) posterior,
- pasar el adaptador (21) vacío del husillo (5) de vuelta al depósito (2) de transporte, y
- transportar adicionalmente el adaptador (21) vacío en el depósito (2) de transporte a lo largo de la trayectoria predeterminada.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, estando configurados el elemento (62) de retención de piezas de trabajo y el elemento (63) de retención de herramientas de manera rotatoria sobre la mesa (6) de mecanizado, y presentando el procedimiento además:
- hacer rotar la pieza (31) de trabajo sostenida en el elemento (62) de retención de piezas de trabajo o la herramienta (61) sostenida en el elemento (63) de retención de herramientas al mismo tiempo que o en lugar de la rotación del husillo (5) para el mecanizado de la pieza (31) de trabajo.
3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, estando diseñado el husillo (5) de tal manera que puede alojar en lugar del adaptador (21) con la pieza (31) de trabajo sostenida en el mismo también la herramienta (61), directamente o a través de un adaptador (64) de herramientas, y presentando la máquina (1) herramienta un segundo depósito (7), en el que están alojadas herramientas (61), directamente o en adaptadores (64) de herramienta,
- sosteniéndose tras la etapa de liberar la pieza (31) de trabajo del adaptador (21) y depositar la pieza (31) de trabajo en el elemento (62) de retención de piezas de trabajo sobre la mesa (6) de mecanizado la pieza (31) de trabajo por el elemento (62) de retención de piezas de trabajo sobre la mesa (6) de mecanizado, y
- desplazándose el husillo (5) de vuelta al depósito (2) de transporte, para pasar el adaptador (21) vacío del husillo (5) al depósito (2) de transporte, y entonces alojar una herramienta (61) del segundo depósito (7) o del elemento (63) de retención de herramientas sobre la mesa (6) de mecanizado, directamente o por medio del adaptador (64) de herramientas, en el husillo (5),
- presentando adicionalmente:

- desplazar el husillo (5) con la herramienta (61) sostenida en el mismo en la dirección de la mesa (6) de mecanizado para mecanizar adicionalmente la pieza (31) de trabajo sostenida en el elemento (62) de retención de piezas de trabajo sobre la mesa (6) de mecanizado mediante la herramienta (61),
- 5 depositar la herramienta (61) sostenida por el husillo (5), directamente o a través del adaptador (64) de herramientas, desde el husillo (5) tras el mecanizado adicional de la pieza (31) de trabajo de vuelta en el segundo depósito (7) o en el elemento (63) de retención de herramientas sobre la mesa (6) de mecanizado, y
- 10 distribuir la pieza (31) de trabajo sostenida sobre la mesa (6) de mecanizado tras soltar la pieza (31) de trabajo del elemento (62) de retención de piezas de trabajo a una estación (9) posterior.
4. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, estando diseñado el husillo (5) de tal manera que puede alojar, en lugar del adaptador (21) con la pieza (31) de trabajo sostenida en el mismo, también la herramienta (61),
- 15 directamente o a través de un adaptador (64) de herramientas, y presentando la máquina (1) herramienta un segundo depósito (7), en el que están alojadas herramientas (61), directamente o en adaptadores (64) de herramienta, y estando configurado sobre la mesa (6) de mecanizado un depósito (66) de adaptadores para alojar adaptadores (21),
- 20 sosteniéndose tras la etapa de liberar la pieza (31) de trabajo del adaptador (21) y depositar la pieza (31) de trabajo en el elemento (62) de retención de piezas de trabajo sobre la mesa (6) de mecanizado la pieza (31) de trabajo por el elemento (62) de retención de piezas de trabajo sobre la mesa (6) de mecanizado, y
- 25 depositando el husillo (5) el adaptador (21) en el depósito (66) de adaptadores sobre la mesa (6) de mecanizado,
- presentando adicionalmente:
- 30 alojar una herramienta (61) del elemento (63) de retención de herramientas sobre la mesa (6) de mecanizado o del segundo depósito (7), directamente o por medio del adaptador (64) de herramientas, en el husillo (5),
- 35 desplazar el husillo (5) con la herramienta (61) alojada en el mismo en la dirección de la pieza (31) de trabajo sostenida sobre la mesa (6) de mecanizado en el elemento (62) de retención de piezas de trabajo, para mecanizar adicionalmente la pieza (31) de trabajo, y
- 40 depositar la herramienta (61) desde el husillo (5) de vuelta en el segundo depósito (7) o en el elemento (63) de retención de herramientas sobre la mesa (6) de mecanizado tras el mecanizado de la pieza (31) de trabajo.
5. Procedimiento según la reivindicación 4,
- 45 alojando el husillo (5) tras el mecanizado de la pieza (31) de trabajo sostenida en el elemento (62) de retención de piezas de trabajo y la deposición de la herramienta (61) un adaptador (21) del depósito (66) de adaptadores y alojando por medio del mismo la pieza (31) de trabajo sostenida en el elemento (62) de retención de piezas de trabajo de nuevo en el husillo (5), para mecanizar adicionalmente la pieza (31) de trabajo mediante un nuevo desplazamiento y rotación del husillo (5) y/o rotación de una herramienta (61) sostenida sobre la mesa (6) de mecanizado en un elemento (63) de retención de herramientas o distribuir la pieza (31) de trabajo a la estación (9) posterior, y
- 50 regulándose la mesa (6) de mecanizado durante el mecanizado de la pieza (31) de trabajo preferiblemente en su longitud en relación con un eje de rotación del husillo (5).
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, preparándose sobre la mesa (6) de mecanizado varias herramientas (61) de diferentes tipos para el mecanizado de la pieza (31) de trabajo, y presentando el procedimiento adicionalmente:
- 55 desplazar el husillo (5) con la pieza (31) de trabajo sostenida por el adaptador (21) tras un primer mecanizado de la pieza (31) de trabajo mediante una primera herramienta (61) en la dirección de una segunda herramienta (61) sostenida sobre la mesa (6) de mecanizado por el elemento (63) de retención de herramientas,
- 60 mecanizar adicionalmente la pieza (31) de trabajo sostenida en el husillo (5) por medio del adaptador (21) mediante la segunda herramienta (61) sostenida sobre la mesa (6) de mecanizado y
- 65 desplazar el husillo (5) a una herramienta (61) adicional sostenida sobre la mesa (6) de mecanizado para el

mecanizado adicional de la pieza (31) de trabajo o para depositar la pieza (31) de trabajo en el elemento (62) de retención de piezas de trabajo sobre la mesa (6) de mecanizado o en la estación (9) posterior.

5 7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, presentando la mesa (6) de mecanizado varias zonas, en las que pueden sostenerse en cada caso herramientas (61) de diferentes tipos para el mecanizado de la pieza (31) de trabajo, pudiendo variarse la mesa (6) de mecanizado de tal manera que herramientas (61) sostenidas en una zona sobre la mesa (6) de mecanizado pueden cambiarse y al mismo tiempo herramientas (61) sostenidas en otra zona en elementos (63) de retención de herramientas o una pieza (31) de trabajo sostenida en el elemento (62) de retención de piezas de trabajo puede estar implicada en el mecanizado de la pieza (31) de trabajo, presentando el procedimiento adicionalmente:

15 Mecanizar la pieza (31) de trabajo sostenida por medio del adaptador (21) en el husillo (5) mediante un desplazamiento y una rotación del husillo (5) y/o mediante una rotación de la herramienta (61) sostenida en el elemento (63) de retención de herramientas en una zona primera de la mesa (6) de mecanizado,

desplazar el husillo (5) desde una zona de ajuste de la mesa (6) de mecanizado tras un primer mecanizado de la pieza (31) de trabajo,

20 regular la mesa (6) de mecanizado de tal manera que la primera zona se desplace fuera de una posición de mecanizado y una segunda zona a la posición de mecanizado, de modo que las herramientas (61) sostenidas en la segunda zona están preparadas para el mecanizado de la pieza (31) de trabajo,

25 desplazar el husillo (5) hacia la mesa (6) de mecanizado tras haber terminado la operación de regulación de la mesa (6) de mecanizado, y

30 mecanizar adicionalmente la pieza (31) de trabajo sostenida por medio del adaptador (21) en el husillo (5) mediante un desplazamiento y una rotación del husillo (5) y/o mediante una rotación de la herramienta (61) sostenida en el elemento (63) de retención de herramientas en la segunda zona de la mesa (6) de mecanizado.

8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, presentando la máquina (1) herramienta además un dispositivo de medición y un dispositivo de control, y

35 desplazándose el husillo (5) durante el mecanizado de la pieza (31) de trabajo a una zona de detección del dispositivo de medición,

midiéndose la geometría de la pieza (31) de trabajo sostenida en el husillo (5) por el adaptador (21), y

40 transmitiéndose los datos de medición detectados al dispositivo de control.

9. Máquina (1) herramienta para el mecanizado, preferiblemente con arranque de virutas, de piezas (31) de trabajo, que presenta:

45 un husillo (5) accionado a motor con un alojamiento dispuesto en el mismo,

un depósito (2) de transporte, en el que pueden alojarse una pluralidad de adaptadores (21), y en el que pueden guiarse los adaptadores (21) a lo largo de una trayectoria predeterminada,

50 un almacenamiento (3) de piezas de trabajo, en el que pueden alojarse una pluralidad de piezas (31) de trabajo,

un segundo depósito (7), en el que están alojadas herramientas (61), directamente o a través de adaptadores (64) de herramientas,

55 una estación (4) de unión, en la que se acopla en cada caso una pieza (31) de trabajo del almacenamiento (3) de piezas de trabajo con en cada caso un adaptador (21) alojado en el depósito (2) de transporte, de modo que la pieza (31) de trabajo se sostiene por el adaptador (21), y el adaptador (21) con la pieza (31) de trabajo sostenida en el mismo puede guiarse adicionalmente en el depósito (2) de transporte, y

60 una mesa (6) de mecanizado con elementos (63) de retención de herramientas para alojar herramientas (61) y con elementos de retención de piezas de trabajo (62) para alojar piezas (31) de trabajo,

65 pudiendo moverse el husillo (5) para el mecanizado de una pieza (31) de trabajo en rotación y en traslación y pudiendo desplazarse hacia la mesa (6) de mecanizado de tal manera que puede mecanizarse la pieza (31) de trabajo, y

estando diseñado el husillo (5) de tal manera que puede alojar piezas (31) de trabajo sostenidas en el alojamiento sobre la mesa (6) de mecanizado o en el depósito (2) de transporte por medio de adaptadores (21) o alojar herramientas (61) sostenidas sobre la mesa (6) de mecanizado y en el segundo depósito (7), directamente o por medio de adaptadores (64) de herramienta, para mecanizar la pieza (31) de trabajo.

- 5
10. Máquina (1) herramienta según la reivindicación 9, que presenta adicionalmente:
- 10 un depósito (66) de adaptadores para alojar adaptadores (21) y/o adaptadores (64) de herramienta del husillo (5), estando configurado el depósito (66) de adaptadores sobre la mesa (6) de mecanizado.
11. Máquina (1) herramienta según la reivindicación 9 ó 10, estando configurados el segundo depósito (7) y el depósito (2) de transporte como depósito combinado, en el que los adaptadores (21) y las herramientas (61) están alojados directamente o en adaptadores (64) de herramienta.
- 15 12. Máquina (1) herramienta según una de las reivindicaciones 9 a 11, estando configurados el adaptador (64) de herramientas y el adaptador (21) como adaptador combinado, en el que pueden sostenerse tanto herramientas (61) como piezas (31) de trabajo para el mecanizado de la pieza (31) de trabajo.
- 20 13. Máquina (1) herramienta según una de las reivindicaciones 9 a 12:
- estando configurados el elemento (62) de retención de piezas de trabajo y el elemento (63) de retención de herramientas como elementos de rotación sobre la mesa (6) de mecanizado, de modo que las piezas (31) de trabajo y herramientas (61) sostenidas en los elementos de rotación pueden hacerse rotar para el mecanizado de la pieza (31) de trabajo al mismo tiempo o en lugar de la rotación del husillo (5), y
- 25 pudiendo regularse la mesa (6) de mecanizado durante el mecanizado de la pieza (31) de trabajo en su posición en relación con un eje de rotación del husillo (5).
- 30 14. Máquina (1) herramienta según una de las reivindicaciones 9 a 13:
- presentando la mesa (6) de mecanizado varias zonas, en las que pueden sostenerse en cada caso herramientas (61) de diferentes tipos para el mecanizado de la pieza (31) de trabajo, pudiendo variarse la mesa (6) de mecanizado de tal manera que las herramientas (61) sostenidas en una zona sobre la mesa (6) de mecanizado pueden cambiarse y al mismo tiempo las herramientas (61) sostenidas en otra zona en
- 35 elementos (63) de retención de herramientas o una pieza (31) de trabajo sostenida en el elemento (62) de retención de piezas de trabajo pueden estar implicadas en el mecanizado, preferiblemente con arranque de virutas, de la pieza (31) de trabajo.
- 40 15. Máquina (1) herramienta según una de las reivindicaciones 9 a 15:
- presentando la máquina (1) herramienta un dispositivo de medición y un dispositivo de control y pudiendo desplazarse el husillo (5) a una zona de detección del dispositivo de medición, de modo que puede medirse la geometría de la pieza (31) de trabajo sostenida en el husillo (5) por el adaptador (21) y pudiendo recibirse los datos detectados por el dispositivo de control.
- 45

