

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 634 901**

51 Int. Cl.:

**B24B 31/00** (2006.01)

**B24B 31/027** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.03.2014 PCT/EP2014/000808**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.10.2014 WO14166594**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.03.2014 E 14719237 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.04.2017 EP 2983864**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para el mecanizado de las superficies de piezas de trabajo**

30 Prioridad:

**09.04.2013 DE 102013006010**  
**27.09.2013 DE 102013016053**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**29.09.2017**

73 Titular/es:

**OTEC PRÄZISIONSFINISH GMBH (100.0%)**  
**Heinrich-Hertz-Str. 24**  
**75334 Straubenhardt-Conweiler, DE**

72 Inventor/es:

**WOLK, WALFRIED**

74 Agente/Representante:

**MIR PLAJA, Mireia**

ES 2 634 901 T3

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

## DESCRIPCIÓN

Procedimiento y dispositivo para el mecanizado de las superficies de piezas de trabajo

5 **[0001]** La invención se refiere a un procedimiento de mecanizado de las superficies de piezas de trabajo, en el que la pieza de trabajo es puesta en movimiento relativo con respecto a una carga de un granulado esmerilador y/o pulidor, en donde la pieza de trabajo es puesta en rotación en torno a al menos un eje con respecto a la carga de granulado esmerilador y/o pulidor, en donde la pieza de trabajo es acelerada a distintas velocidades de rotación con respecto a la carga de granulado esmerilador y/o pulidor. La invención se refiere además a un dispositivo adecuado para la ejecución de un procedimiento de este tipo para el mecanizado de las superficies de piezas de trabajo a base de poner a la pieza de trabajo en movimiento relativo con respecto a una carga de un granulado esmerilador y/o pulidor, con al menos un portapieza para la sujeción separable de una pieza de trabajo y dado el caso un depósito para dar cabida al granulado esmerilador y/o pulidor, en donde al portapieza y/o al depósito le(s) está asignado al menos un dispositivo de accionamiento en rotación y el dispositivo comprende además un equipo de control programable que puede controlar al menos el dispositivo de accionamiento en rotación del portapieza y/o el dispositivo de accionamiento en rotación del depósito.

20 **[0002]** Tales dispositivos de mecanizado de las superficies de piezas de trabajo usando un medio esmerilador y/o pulidor realizado en forma de granulado son por ejemplo conocidos en forma de las así llamadas máquinas acabadoras por arrastre e inmersión. Su forma de funcionamiento está basada en el procedimiento según el cual la pieza de trabajo es hundida en una carga de granulado esmerilador y/o pulidor que se encuentra en el depósito y la pieza de trabajo es puesta en movimiento relativo en particular en rotación, así como dado el caso también en traslación, con respecto al granulado, debido a lo cual la superficie de la pieza de trabajo es esmerilada y/o pulida según la clase de granulado. Las máquinas acabadoras por arrastre e inmersión representan una forma especial de máquinas de esmerilado deslizante, en donde las piezas de trabajo pueden ser sujetadas p. ej. individualmente en uno o varios portapiezas susceptibles de ser puestos en rotación en torno a su eje mediante un dispositivo de accionamiento en rotación. Para poner a las piezas de trabajo en movimiento relativo de traslación con respecto al granulado esmerilador y/o pulidor, las máquinas acabadoras por arrastre conocidas comprenden a menudo un elemento que por regla general es rotativo y está realizado en esencia en forma de un plato accionado en rotación p. ej. a motor y por medio de una adecuada transmisión, al cual los portaherramientas están fijados directamente o bien indirectamente por ejemplo por medio de dispositivos elevadores. Esto se hace en particular excéntricamente con respecto al eje de rotación del elemento rotativo de la máquina acabadora por arrastre. Al ser este elemento – el así llamado plato – de la máquina acabadora por arrastre puesto en rotación, los portapiezas fijados al mismo describen una trayectoria curva. Las piezas de trabajo que van en los portapiezas son entonces hundidas en el depósito de trabajo, el cual está llenado con la carga de granulado esmerilador o pulidor con forma de partículas, a menudo con adición de medios de mecanizado líquidos tales como agua, agentes tensoactivos, etc. Debido al movimiento relativo de las piezas de trabajo con respecto al granulado se produce su mecanizado en superficie en forma de un esmerilado deslizante. Tales máquinas acabadoras por arrastre son por ejemplo conocidas por la DE 102 04 267 C1, por la DE 200 05 361 U1 o por la DE 10 2010 052 222 A1.

40 **[0003]** De la DE 10 2011 103 606 A1 y de la DE 10 2009 021 824 A1 se desprenden adicionales dispositivos de mecanizado de las superficies de piezas de trabajo de gran formato, realizadas en particular en forma de turbinas, los cuales comprenden un portapieza accionado en rotación que se hunde en un depósito que contiene la carga de granulado. Una unidad de movimiento asignada al portapieza se encarga de producir un movimiento de rotación o alternante de la pieza de trabajo en torno a su eje o bien también distintos movimientos (de rotación y oscilatorios) de la pieza de trabajo en el granulado esmerilador con variada velocidad de rotación y profundidad de sumersión. Como alternativa o bien adicionalmente a un movimiento de traslación de las propias piezas de trabajo sujetadas en los portapiezas, también el depósito que contiene el medio de mecanizado puede ser puesto en movimiento relativo con respecto a las piezas de trabajo, por su parte por ejemplo en rotación al menos en torno a su propio eje, tal como por ejemplo en torno a su propio eje y/o a lo largo de una trayectoria curva, p. ej. en forma de una trayectoria circular. Siempre que solamente sea puesto en movimiento el depósito y las piezas de trabajo propiamente dichas no realicen movimiento de traslación alguno, esto recibe también el nombre de “esmerilado por inmersión” o “pulido por inmersión”, que representa con ello una forma especial del acabado por arrastre.

55 **[0004]** Los modernos dispositivos usados para el mecanizado de las superficies de las piezas de trabajo, tales como las máquinas acabadoras por inmersión y/o arrastre de la clase anteriormente mencionada, comprenden para llevar a cabo un funcionamiento automatizado por regla general un equipo de control programable que puede controlar al menos el dispositivo de accionamiento en rotación de los portapiezas, así como dado el caso también un dispositivo de accionamiento en traslación de los mismos y/o un dispositivo de accionamiento (en rotación) del depósito según distintos números de revoluciones, velocidades de movimiento y tiempos de mecanizado que son susceptibles de ser introducidos en un dispositivo de introducción.

**[0005]** La DE 10 2011 015 750 A1 describe otro procedimiento y un dispositivo de mecanizado de las superficies de piezas de trabajo que está previsto en particular para el mecanizado cuidadoso de piezas de trabajo muy sensibles, tales como en particular las realizadas en forma de lentes ópticas, que tienen que ajustarse a tolerancias muy estrechas.

Los portapiezas van en este caso en un manipulador controlable de manera programada, tal como un robot industrial, para girar en torno a varios ejes distintos durante el mecanizado a una pieza de trabajo sujeta en el portapieza y para con ello modificar el ángulo de incidencia del granulado esmerilador y/o pulidor movido en el depósito con respecto a discretas zonas superficiales de la pieza de trabajo y para con ello poder lograr el deseado efecto de esmerilado y/o pulido para la respectiva zona superficial de la pieza de trabajo. El manipulador puede poner a las piezas de trabajo sujetadas en el portapieza según se desee continuamente con sentido de rotación y/o velocidad de rotación constante o distinta de manera ajustable en rotación en torno al eje del portapieza y/o moverlas en traslación en la carga de granulado esmerilador y/o pulidor, o bien también tan sólo hundir en la misma la pieza de trabajo. El depósito puede por su parte comprender un dispositivo de accionamiento en rotación controlado para ponerlo en rotación con la velocidad de rotación deseada en cada caso y para modificar la velocidad de incidencia del granulado con respecto a la pieza de trabajo. Un procedimiento similar y un dispositivo similar son conocidos por la EP 2 572 829 A1.

**[0006]** La EP 1 362 669 A2 describe una máquina acabadora por arrastre genérica en la cual la pieza de trabajo es por un lado movida de manera oscilatoria en traslación en dirección vertical en forma de una oscilación, y por otro lado puesta en rotación de manera constante en torno a su propio eje central. Un equipo de control se encarga de realizar una regulación de la velocidad y una inversión del sentido de rotación de los dispositivos de accionamiento de los portapiezas. Por la DE 10 2010 052 222 A1 es conocida otra máquina acabadora por arrastre genérica, en donde los distintos portapiezas están dispuestos en un plato giratorio que puede ser puesto en rotación en ambos sentidos de rotación, para girar de manera oscilatoria los portapiezas entre una posición de equipamiento o de extracción y varias posiciones de mecanizado. Los dispositivos de sujeción de los portapiezas van por su lado accionados en rotación de manera controlada en ambos sentidos de rotación mediante dispositivos de accionamiento a motor. Un equipo de control programable de la máquina acabadora por arrastre puede ser programado con respecto a los parámetros de mecanizado del sentido de rotación y de la velocidad de rotación de los portapiezas, así como de la duración del mecanizado de las superficies.

**[0007]** El granulado esmerilador y/o pulidor usado en los procedimientos de esmerilado o pulido genéricos puede por lo demás y básicamente según las piezas de trabajo a tratar ser de distinta naturaleza, y así p. ej. puede ser de origen natural (p. ej. de material orgánico, tal como cáscaras de nuez o coco, madera, hueso de cereza, etc.), de origen mineral (p. ej. de silicatos, óxidos, etc.) y/o de origen sintético (p. ej. de plásticos). Además, como ya se ha indicado es posible realizar el esmerilado deslizante en seco, o bien – mediante la adición de un medio de mecanizado líquido, tal como por ejemplo agua, que puede estar mezclada con aditivos, tales como p. ej. agentes tensioactivos – realizarlo en forma de un mecanizado en húmedo.

**[0008]** Sin embargo se ha demostrado que incluso con un movimiento de rotación de las piezas de trabajo en torno al eje del portapieza, cuyo movimiento de rotación puede realizarse dado el caso tanto en el sentido de las agujas del reloj como también en sentido contrario al de las agujas del reloj, o sea en distintos sentidos de rotación, y a cuyo movimiento de rotación se le superpone un movimiento de traslación de las piezas de trabajo a través del granulado esmerilador y/o pulidor, puede producirse un mecanizado de las superficies de las piezas de trabajo al menos zonalmente insatisfactorio, como sucede en particular en el caso de las piezas de trabajo con una geometría relativamente compleja, tal como la de una pieza de este tipo que tenga ranuras, destalonados o incluso huecos, cavidades o formas similares de mayor o menor tamaño. La razón para ello consiste sobre todo en que las partículas de granulado en la inmediata proximidad de la pieza de trabajo en rotación con respecto a la carga de granulado son arrastradas por dicha pieza de trabajo, con lo cual el movimiento relativo de las partículas de granulado con respecto a la pieza de trabajo en la superficie de la pieza de trabajo es claramente menor que la velocidad de rotación de la propia pieza de trabajo (o que la velocidad de rotación de la carga de granulado puesta en rotación junto con el depósito). Esto se cumple, como se ha dicho, en particular medida cuando la pieza de trabajo presenta desigualdades superficiales tales como ranuras, destalonados, etc., o cuando la pieza de trabajo presenta uno o varios huecos o cavidades de mayor tamaño, en los cuales las partículas de granulado pueden quedar alojadas durante el mecanizado y pueden ser arrastradas con la pieza de trabajo en rotación.

**[0009]** En el estado de la técnica se intenta prevenir este problema en particular por el procedimiento de poner a la pieza de trabajo en rotación con velocidades de rotación lo más altas posible, si bien esto exige un alto gasto en materia de los dispositivos de accionamiento, y existen límites para el máximo número de revoluciones. Además se ha demostrado que una simple inversión del sentido de giro no puede evitar por completo este problema cuando la pieza de trabajo es puesta en rotación con altas velocidades de rotación tanto en el sentido de las agujas del reloj como en contra del sentido de las agujas del reloj. En lo que se refiere a los relativamente grandes huecos o cavidades de la pieza de trabajo, tal como por ejemplo en el caso de las piezas a mecanizar realizadas en forma de botellas o de otros recipientes o de los moldes que presentan una cavidad de moldeo, incluso las muy altas velocidades de rotación pueden tan sólo tras un (excesivamente) largo tiempo de mecanizado conducir a un satisfactorio mecanizado de las superficies de las paredes interiores que circundan a tales huecos o cavidades de la pieza de trabajo.

**[0010]** La DE 20 2009 008 070 U1 describe un portapiezas previsto para máquinas acabadoras por arrastre, cuyos elementos portadores de las piezas de trabajo, que son susceptibles de ser puestos en rotación y en los cuales son susceptibles de ser sujetadas las piezas de trabajo, están dispuestos a un ángulo de inclinación de entre 5° y 35° con

respecto al dispositivo de sujeción del propio portapiezas, pudiendo ser el ángulo de inclinación ajustado en particular entre la mencionada gama de ángulos y un ángulo de 0 (disposición vertical). De esta manera se reduce con eficacia la inclusión de partículas de granulado en ranuras o destalonados de la pieza de trabajo, puesto que debido al eje de rotación inclinado las partículas son por sí mismas durante el funcionamiento expulsadas de nuevo de tales desigualdades superficiales de la pieza de trabajo. Ciertamente también aquí existe el anteriormente mencionado problema de la formación de un gradiente de velocidad, en donde la velocidad relativa del granulado con respecto a la pieza de trabajo en rotación disminuye cuanto más cerca de la pieza de trabajo se encuentre una partícula de granulado.

**[0011]** La invención persigue por consiguiente la finalidad de perfeccionar de manera sencilla y económica un procedimiento y dispositivo para el mecanizado de las superficies de piezas de trabajo de la clase mencionada al comienzo con vistas a poder prevenir con eficacia el problema de un arrastre de partículas de granulado cercanas a la pieza de trabajo con la pieza de trabajo en rotación y de las pérdidas de eficiencia del mecanizado de las superficies ocasionadas por ello, y en particular también con vistas a que sea posible un satisfactorio mecanizado de las superficies de piezas de trabajo que presenten huecos o cavidades relativamente grandes en un tiempo de mecanizado admisible desde el punto de vista de la rentabilidad.

**[0012]** Desde el punto de vista del procedimiento, según la reivindicación 1 esta finalidad es alcanzada con un procedimiento de la clase mencionada al comienzo gracias al hecho de que la pieza de trabajo y/o un depósito que contiene la carga de granulado esmerilador y/o pulidor es o son puestos en rotación con velocidades de rotación continuamente distintas con aceleración continua.

**[0013]** Desde el punto de vista del dispositivo, para alcanzar esta finalidad con un dispositivo para el mecanizado de las superficies de piezas de trabajo de la clase mencionada al comienzo la invención prevé según la reivindicación 13 que el equipo de control esté preparado para la continua aceleración del dispositivo de accionamiento en rotación del portapieza y/o del dispositivo de accionamiento en rotación del depósito con velocidades de rotación continuamente distintas durante el funcionamiento.

**[0014]** Según una configuración ventajosa del procedimiento según la invención puede estar previsto que la pieza de trabajo y/o un depósito que contenga la carga de granulado esmerilador y/o pulidor sea(n) acelerado(s) de manera oscilatoria en ciclos periódicos de como máximo 5 seg. entre al menos una primera velocidad de rotación y al menos una segunda velocidad de rotación. Un correspondiente dispositivo se distingue en consecuencia ventajosamente en que el equipo de control está preparado para la aceleración de manera oscilatoria del dispositivo en accionamiento en rotación del portapieza y/o del dispositivo de accionamiento en rotación del depósito en ciclos periódicos de como máximo 5 seg. entre al menos una primera velocidad de rotación y al menos una segunda velocidad de rotación. La configuración según la invención impide de manera sencilla y económica la formación de un gradiente de velocidad de las partículas de granulado en la inmediata cercanía de la pieza de trabajo en rotación, puesto que ésta última es acelerada de manera oscilatoria con velocidades de rotación continuamente distintas con respecto a la carga de granulado, en particular en ciclos periódicos muy cortos entre distintas velocidades de rotación. La pieza de trabajo y/o la carga de granulado contenida en el depósito es en consecuencia acelerada de manera oscilatoria en particular continuamente entre una o varias primera(s) velocidad(es) de rotación y una o varias segunda(s) velocidad(es) de rotación, siendo dentro de los cortos ciclos o intervalos de tiempo periódicos convenientemente alcanzada respectivamente una máxima velocidad de rotación, para a continuación de ello frenar de nuevo (acelerar negativamente), a continuación de ello acelerar (positivamente) de nuevo, etc. De esta manera se asegura siempre una en particular alta velocidad relativa modificada a lo largo del tiempo entre la pieza de trabajo y el granulado esmerilador y/o pulidor directamente en la superficie de la pieza de trabajo, gracias a lo cual pueden lograrse una claramente incrementada eficiencia del mecanizado y unos más cortos tiempos de mecanizado que la acompañan. Esto se cumple en particular también para las piezas de trabajo con huecos o cavidades relativamente grandes, en las cuales las partículas de granulado de la carga en el caso de una velocidad de rotación más o menos constante de la pieza de trabajo según el estado de la técnica tras un espacio de tiempo relativamente corto siguen siendo movidas junto con la pieza de trabajo en rotación, sin que ya se produzca un movimiento relativo digno de mención, que sin embargo es por supuesto obligatoriamente necesario para un mecanizado de las superficies. Un eventual reequipamiento de las conocidas máquinas acabadoras por arrastre e inmersión para lograr en las mismas la configuración según la invención requiere básicamente tan sólo una intervención de programación en el equipo de control, para hacer que el mismo acelere el dispositivo de accionamiento en rotación del portapieza o de los portapiezas o bien también del depósito durante el funcionamiento en ciclos periódicos muy cortos entre distintas velocidades de rotación de manera oscilatoria y/o con velocidades de rotación continuamente distintas.

**[0015]** Con el vocablo "acelerar" se alude en el sentido de la invención por lo demás tanto a una aceleración positiva como a una aceleración negativa o frenado de la pieza de trabajo en rotación o del portapieza que la lleva y/o del depósito en rotación. Con el vocablo "ciclos" se alude a este respecto a los consecutivos periodos de tiempos idénticos o bien también dado el caso distintos que transcurren durante el mecanizado de las superficies, en los cuales la pieza de trabajo o la carga de granulado contenida en el depósito es movida una vez en una dirección y una vez en una dirección contraria entre al menos una primera y al menos una segunda velocidad de rotación.

5 [0016] En una configuración ventajosa puede estar previsto que la pieza de trabajo y/o el depósito con la carga de granulado que se encuentra en el mismo sea(n) acelerado(s) de manera oscilatoria al menos transitoria o temporalmente entre al menos una primera velocidad de rotación prácticamente igual a cero y al menos una segunda velocidad de rotación distinta de cero. Según ello se ajusta preferiblemente un perfil de la velocidad de rotación anteriormente descrito, en el cual la primera velocidad de rotación es aproximadamente igual a cero, bastando por regla general para lograr el efecto inventivo con no acelerar (negativamente) hasta la parada absoluta la pieza de trabajo o la carga de granulado contenida en el depósito, sino que la pieza de trabajo o el depósito puede ser también acelerada o acelerado (negativamente) de continuo para ser así llevada o llevado a una muy baja (primera) velocidad de rotación de por ejemplo como máximo poco más o menos 50 rpm, y preferiblemente de como máximo poco más o menos 10 rpm, y los mismos son a continuación acelerados (positivamente) de nuevo para ser así llevados a la deseada (segunda) velocidad de rotación p. ej. máxima.

15 [0017] Como se aclara más detalladamente más adelante, en ambos casos la velocidad de rotación de la pieza de trabajo y/o del depósito con la carga de granulado que se encuentra en el mismo puede tener a lo largo del tiempo un curso con preferencia en esencia sinusoidal (o sea que puede discurrir de manera oscilatoria tanto periódicamente entre al menos dos velocidades de rotación, como con velocidad de rotación variada a lo largo del tiempo con aceleración continua), pudiendo ser la amplitud (el número de revoluciones) de una curva sinusoidal de este tipo poco más o menos constante (p. ej. entre una velocidad de rotación de poco más o menos cero y la misma máxima velocidad de rotación) o bien también distinta, por ejemplo cuando para el mecanizado de desbaste inicial se deseen muy altos (o antes bien bajos) números de revoluciones y para el posterior mecanizado de acabado se deseen frente a ello menores (o más altos) números de revoluciones (en este caso la amplitud de una curva sinusoidal de este tipo por ejemplo disminuye o aumenta al aumentar el tiempo de mecanizado).

25 [0018] En una configuración ventajosa puede estar además previsto que la pieza de trabajo y/o el depósito con la carga de granulado que se encuentra en el mismo sea(n) acelerado(s) de manera oscilatoria al menos transitoria o temporalmente entre al menos una primera velocidad de rotación distinta de cero y al menos una segunda velocidad de rotación con un sentido de rotación contrario al de la primera velocidad de rotación. Una inversión del sentido de rotación de este tipo que se produce en ciclos continuamente periódicos durante el mecanizado impide con particular eficacia la formación de un gradiente de velocidad de las partículas de granulado en la cercanía de la pieza de trabajo puesta en rotación con respecto a las mismas, en particular también en el caso de las piezas de trabajo que presentan ranuras, cavidades o similares desigualdades superficiales. Lo mismo se cumple para una carga de granulado introducida en un hueco relativamente grande o en una cavidad de este tipo de la pieza de trabajo, cuando la pieza de trabajo es acelerada de la manera anteriormente descrita. Los valores de las velocidades de rotación en el sentido de las agujas del reloj o en sentido contrario a la de las agujas del reloj pueden ser además de nuevo respectivamente constantes o bien variables a lo largo del tiempo de mecanizado, así como iguales entre sí o distintos unos de otros.

35 [0019] La(s) máxima(s) velocidad(es) de rotación puede o pueden básicamente corresponder a las velocidades de rotación habitualmente ajustadas y adecuadas para la respectiva pieza de trabajo, pudiendo ser la pieza de trabajo y/o el depósito con la carga de granulado que se encuentra en el mismo ser en particular acelerada(o) a al menos una (primera y/o segunda) velocidad de rotación de como mínimo aproximadamente 200 rpm, en particular de como mínimo poco más o menos 500 rpm, y preferiblemente de como mínimo poco más o menos 1000 rpm. Las máximas velocidades de rotación preferidas son de como mínimo aproximadamente 1500 rpm, o en particular de como mínimo aproximadamente 2000 rpm. Correspondientes valores rigen para el valor de la diferencia de velocidades entre al menos una primera y al menos una segunda velocidad de rotación, entre las cuales la pieza de trabajo y/o el depósito es acelerada(o) de manera oscilatoria.

45 [0020] Con ocasión del movimiento de rotación de la pieza de trabajo y/o del depósito entre la primera velocidad de rotación que es al menos una y la segunda velocidad de rotación que es al menos una de manera oscilatoria, deberían elegirse de manera que fuesen lo más cortos posible los ciclos periódicos con vistas a un eficaz y cronológicamente eficiente mecanizado de las superficies, pudiendo preferiblemente estar previsto que la pieza de trabajo y/o el depósito con la carga de granulado que va en el mismo sea o sean acelerados de manera oscilatoria entre la primera velocidad de rotación que es al menos una y la segunda velocidad de rotación que es al menos una al menos transitoriamente en ciclos periódicos de como máximo aproximadamente 4 seg., en particular de como máximo aproximadamente 3 seg., preferiblemente de como máximo poco más o menos 2 seg., y por ejemplo de como máximo aproximadamente 1 seg. o incluso de como máximo aproximadamente 0,5 seg.

55 [0021] Como ya se ha indicado, una configuración particularmente ventajosa del procedimiento según la invención prevé que la pieza de trabajo y/o un depósito que contiene la carga de granulado esmerilador y/o pulidor  
60 - sea o sean acelerados de manera oscilatoria en ciclos periódicos de como máximo 5 seg. entre al menos una primera velocidad de rotación y al menos una segunda velocidad de rotación, así como que  
- sea o sean puestos en rotación con aceleración continua con velocidades de rotación continuamente distintas.  
A este respecto, la pieza de trabajo y/o el depósito con la carga de granulado que se encuentra en el mismo es o son acelerados de manera oscilatoria ventajosamente al menos transitoria o temporalmente con una evolución en esencia

sinusoidal de la velocidad de rotación a lo largo del tiempo, pudiendo el periodo o el ciclo de la evolución en esencia sinusoidal de la velocidad de rotación ser en particular de como máximo aproximadamente 5 seg. (pero pudiendo el mismo ser también de mayor duración, siempre que esté asegurada una continua variación de la velocidad de rotación).

5 **[0022]** En este caso la pieza de trabajo y/o el depósito con la carga de granulado que se encuentra en el mismo puede o pueden ser acelerados de manera oscilatoria al menos transitoriamente con una evolución en esencia sinusoidal de la velocidad de rotación a lo largo tiempo con amplitud poco más o menos constante (o sea con una distancia poco más o menos constante entre los mínimos y los máximos de las velocidades de rotación) o bien también con una amplitud variable a lo largo del tiempo (o sea, con distintas distancias entre los mínimos y los máximos de las velocidades de rotación).

10 **[0023]** Siempre que se elija esta última variante del procedimiento y que la pieza de trabajo y/o el depósito sea o sean acelerados de manera oscilatoria con una evolución en esencia sinusoidal de la velocidad de rotación con una amplitud variable a lo largo del tiempo, como por ejemplo con ocasión de un esmerilado de desbaste inicial anteriormente mencionado que pase progresivamente a ser un esmerilado de acabado, preferiblemente la amplitud de la evolución en esencia sinusoidal de la velocidad de rotación puede disminuir o aumentar a lo largo del tiempo al menos transitoriamente, y en particular en esencia continuamente, de forma tal que converjan o diverjan los mínimos o máximos de las velocidades de rotación.

15 **[0024]** Según una ventajosa forma de realización puede estar además previsto que al menos un hueco o al menos una cavidad de la pieza de trabajo sea llenado(a) con la carga de granulado esmerilador y/o pulidor y que la pieza de trabajo sea puesta en rotación al menos en torno a un eje, y en particular en esencia en torno al eje central del hueco o de la cavidad, con aceleración continua con velocidades de rotación continuamente distintas, para esmerilar y/o pulir al menos la pared de la pieza de trabajo que rodea al hueco o a la cavidad. Como ya se ha mencionado, también en una variante de realización de este tipo puede ser conveniente que la pieza de trabajo sea acelerada de manera oscilatoria en torno al eje que es al menos uno en ciclos periódicos de como máximo 5 seg. entre al menos una primera velocidad de rotación y al menos una segunda velocidad de rotación. Además pueden naturalmente ajustarse al hacer esto preferiblemente perfiles de velocidad de la clase anteriormente mencionada. De esta manera pueden esmerilarse y/o pulirse de manera muy eficaz y cronológicamente eficiente en particular las paredes interiores de la pieza de trabajo que rodean a tales huecos y/o cavidades, como por ejemplo las de una pieza de trabajo realizada en forma de un molde, una botella o cualesquiera otros recipientes, etc., no siendo debido a la inercia de masa arrastrada (de manera digna de mención) por la pieza de trabajo en rotación continuamente distinta la carga de granulado introducida en la cavidad/en el hueco de la pieza de trabajo repetidamente acelerada a distintas velocidades de rotación. Siempre que en una pieza de trabajo de este tipo deban mecanizarse exclusivamente las superficies de la cavidad o del hueco, se entiende que un dispositivo adecuado para ello no necesariamente tiene que presentar un depósito para contener (adicional) granulado esmerilador y/o pulidor. En un caso así puede ser además conveniente que la pieza hueca a mecanizar sea puesta en rotación de la manera inventiva en torno al eje central de su hueco o su cavidad, que durante el mecanizado de las superficies puede ser en particular dispuesto(a) en posición en esencia horizontal, para aprovechar la gravitación de la carga de granulado.

20 **[0025]** Siempre que tales piezas de trabajo que presenten huecos y/o cavidades deban ser (también) mecanizadas en sus superficies en su parte exterior y/o siempre que piezas de trabajo con ranuras/destalonados relativamente pequeños o bien también piezas de trabajo sin tales desigualdades superficiales deban ser mecanizadas en sus superficies de manera eficaz en un espacio de tiempo relativamente corto, como alternativa o bien adicionalmente puede estar naturalmente previsto en una configuración ventajosa que la pieza de trabajo sea hundida de manera en sí conocida en la carga de granulado esmerilador y/o pulidor puesta en un depósito y que la pieza de trabajo sea puesta en rotación con aceleración continua con velocidades de rotación continuamente distintas, pudiendo ser la pieza de trabajo acelerada de manera oscilatoria en particular en ciclos periódicos de como máximo 5 seg. entre al menos una primera velocidad de rotación y al menos una segunda velocidad de rotación. Frente a un movimiento de rotación del depósito con un perfil de velocidad de este tipo, debido a la habitual inercia de masas de una carga de partículas y al retardado arrastre con un depósito en rotación con aceleración debe dársele por regla general la preferencia a esta alternativa (rotación activa de la propia pieza de trabajo), si bien en particular en el caso de las piezas de trabajo relativamente pesadas y de los altos pares torsores que se producen debido a ello al frenar/acelerar las mismas puede naturalmente también existir la posibilidad de prever incluso un giro activo del depósito con la carga de granulado con un perfil de velocidad de este tipo en lugar de un movimiento de rotación de este tipo de la pieza de trabajo. Además de ello es naturalmente también pensable una combinación de ambas alternativas, debiendo ser la pieza de trabajo y el depósito convenientemente puestos en rotación en sentidos al menos en su mayor parte contrarios. Como aún se aclara más detalladamente más adelante, es además por ejemplo pensable por un lado acelerar tan sólo la pieza de trabajo de la manera inventiva a distintas velocidades de rotación y dejar en reposo el depósito, o dado el caso moverlo de manera más o menos uniforme, para hacer que incidan adicionalmente en la pieza de trabajo las partículas de granulado arrastradas por el depósito, o por otro lado acelerar tan sólo el depósito de la manera inventiva a distintas velocidades de rotación y hundir la pieza de trabajo en la carga de granulado que se encuentra en el depósito y moverla dado el caso por su lado adicionalmente con mayor o menor uniformidad, p. ej. en traslación, etc.

**[0026]** En consecuencia, en particular cuando la pieza de trabajo sea acelerada con un perfil de velocidad según la invención puede estar con preferencia previsto que el depósito sea al menos transitoria o temporalmente

- mantenido estacionario (depósito en reposo) y/o

- movido de manera oscilatoria en traslación;

5 - movido en traslación a lo largo de una trayectoria curva, y en particular a lo largo de una trayectoria circular; y/o

- puesto en rotación en torno a su eje central (uniformemente o con distinta velocidad de rotación y/o con distinta dirección).

En el caso mencionado en último lugar el depósito es puesto en rotación en torno a su eje central convenientemente – ya sea de manera en esencia constante, o bien con una velocidad de rotación que varía en el tiempo -, para evitar desequilibrios. Lo mismo es básicamente válido con preferencia también para la pieza de trabajo en rotación.

**[0027]** El equipo de control de un dispositivo inventivo para el mecanizado de las superficies de piezas de trabajo está en consecuencia convenientemente preparado para el ajuste de al menos uno, en particular de varios o preferiblemente de todos los perfiles de velocidad de rotación anteriormente aclarados del dispositivo de accionamiento en rotación del portapieza y/o del depósito durante el funcionamiento.

**[0028]** Como ya se ha indicado, la invención ofrece naturalmente también la posibilidad de que la pieza de trabajo sea además – o sea adicionalmente a la inventiva aceleración en rotación de la propia pieza de trabajo o en particular del depósito – movida relativamente en traslación, en particular a lo largo de una trayectoria curva, con respecto a la carga de granulado esmerilador y/o pulidor. Esto puede por ejemplo hacerse por el procedimiento de que el depósito con la carga de granulado esmerilador y/o pulidor sea movido, y en particular puesto en rotación, relativamente con respecto a la pieza de trabajo, para que así se produzca una continua incidencia del granulado esmerilador y/o pulidor en la pieza de trabajo en la dirección del movimiento relativo entre dicho granulado y la pieza de trabajo, en particular cuando la pieza de trabajo por su parte en rotación es hundida en la carga de granulado o bien también movida ella misma en traslación excéntricamente con respecto al eje de giro del depósito. Desde el punto de vista del dispositivo, a este respecto puede estar convenientemente previsto que el equipo de control esté además preparado para el control del dispositivo de accionamiento en rotación del depósito a una velocidad de rotación en esencia constante en el tiempo, pero preferiblemente variable, o bien también modificable a lo largo del tiempo.

**[0029]** Como alternativa o bien adicionalmente puede estar por ejemplo también previsto otro dispositivo de accionamiento del depósito en oscilación o movimiento p. ej. de manera oscilatoria en vaivén en traslación, el cual estará en conexión operativa con el equipo de control.

**[0030]** Como alternativa o bien adicionalmente puede además de esto producirse un movimiento relativo de traslación de la pieza de trabajo en la carga de granulado esmerilador y/o pulidor con respecto a éste por el procedimiento de mover relativamente la pieza de trabajo en traslación a lo largo de una trayectoria curva, en particular en forma de una trayectoria circular o bien también de otra trayectoria curva que se desee, en la carga de granulado esmerilador y/o pulidor con respecto a éste. La pieza de trabajo puede ser aquí movida en traslación con velocidad en esencia constante relativamente con respecto a la carga de granulado esmerilador y/o pulidor, o bien naturalmente también con velocidad variable. Desde el punto de vista del dispositivo, a este respecto puede estar convenientemente previsto que al portapieza y/o al depósito le esté además asignado un dispositivo de accionamiento de un movimiento de traslación, y que el equipo de control pueda además controlar el dispositivo de accionamiento de un movimiento de traslación del portapieza, en particular a lo largo de una trayectoria curva, como una trayectoria circular u otra trayectoria curva cualquiera. Tales dispositivos de accionamiento de movimientos de traslación del portapieza son entre otros conocidos por el estado de la técnica citado al comienzo y pueden por ejemplo comprender un elemento rotativo de una máquina acabadora por arrastre, o sea el así llamado plato, en el cual están dispuestos excéntricamente uno o varios portapiezas; o bien pueden por ejemplo también comprender manipuladores que lleven el portapieza o los portapiezas, tales como robots y elementos similares.

**[0031]** Como ya se ha mencionado, una ventajosa configuración del procedimiento según la invención prevé por lo demás que al menos los movimientos de rotación de la pieza de trabajo y/o del depósito con la carga de granulado que se encuentra en el mismo y dado el caso el (los) otro(s) movimiento(s) de traslación y/o de rotación de la pieza de trabajo y/o del depósito sean realizados de manera controlada, y en particular de manera programada.

**[0032]** Para las altas aceleraciones según la invención dentro de ciclos cortos se han acreditado por último en particular los servomotores, que pueden ser preferiblemente previstos para el dispositivo de accionamiento en rotación del portapieza y/o del depósito de un dispositivo según la invención. Según el peso y el momento de inercia de la pieza de trabajo o del depósito que está condicionado por el mismo, al respectivo dispositivo de accionamiento en rotación puede estarle además asignado un engranaje reductor o multiplicador.

**[0033]** Adicionales características y ventajas de la invención se desprenden de la siguiente descripción de ejemplos de realización haciendo referencia a los dibujos. Las distintas figuras muestran lo siguiente:

La Fig. 1, una vista esquemática en perspectiva de una forma de realización de un dispositivo según la invención para el mecanizado de las superficies de piezas de trabajo realizado en forma de una máquina acabadora por arrastre o por inmersión;

la Fig. 2, una vista esquemática en perspectiva y en despiece de otra forma de realización de un dispositivo según la invención para el mecanizado de las superficies de piezas de trabajo;

la Fig. 3, un diagrama de un ejemplo de realización de un ventajoso perfil de la velocidad de rotación de un portapieza con una pieza de trabajo sujeta en el mismo ajustable durante el funcionamiento de los dispositivos según las Figs. 1 y/o 2 de manera controlada a lo largo del tiempo; y

la Fig. 4, un diagrama de un ejemplo de realización de otro ventajoso perfil de la velocidad de rotación análogo al de la Fig. 3.

**[0034]** El ejemplo de realización de un dispositivo para el mecanizado de las superficies de piezas de trabajo realizado en forma de una máquina acabadora por arrastre o por inmersión y representado en la Fig. 1 presenta un bastidor 1 en cuyo extremo superior está montado en cojinetes un elemento 3 que es giratorio de manera oscilatoria en torno a un eje vertical 2 y en la dirección de la flecha  $P_1$  y está realizado en forma de una placa portadora giratoria a la manera de un plato. El elemento giratorio 3 está para ello equipado con un dispositivo de accionamiento motorizado controlable 4 que está asimismo fijado al bastidor 1. En la parte inferior del elemento giratorio 3 están fijados equipos elevadores 5 que están dispuestos excéntricamente con respecto a su eje de giro 2 y consecutivamente distanciados unos de otros a la misma distancia en la dirección circunferencial del mismo, así como a la misma distancia radial del eje de giro 2 del elemento giratorio 3, estando en el presente ejemplo de realización previstos tres de tales equipos elevadores 5, pero pudiendo naturalmente estar también previstos tan sólo dos o más de tres equipos elevadores 5. Los equipos elevadores 5 llevan cada uno un portapieza 6, que por ejemplo puede estar provisto de uno o varios dispositivos sujetadores 7, para poder sujetar de manera separable las piezas de trabajo (no ilustradas) con ocasión del mecanizado de sus superficies. El dispositivo de accionamiento 4 del elemento giratorio 3 puede de esta manera servir de dispositivo de accionamiento del movimiento de traslación de los portapiezas 6 dispuestos excéntricamente en el elemento giratorio 3, los cuales al producirse un giro del elemento 3 son movidos a lo largo de una trayectoria circular.

**[0035]** Cada equipo elevador 5 comprende en el presente ejemplo de realización p. ej. una unidad portadora 9 que es desplazable de manera oscilatoria a lo largo de una guía vertical 8 y por ejemplo mediante una transmisión por cadena o por correa es desplazable hacia arriba y hacia abajo. Los equipos elevadores 5 son además en el presente ejemplo de realización desplazables hacia arriba y hacia abajo independientemente entre sí de manera individual e independientemente de los otros equipos elevadores 5 mediante un motor que está asimismo fijado en la parte inferior del elemento giratorio 3 (y no se ve en los dibujos). A la unidad portadora 9 desplazable verticalmente está fijado uno de los portapiezas 6, siendo los portapiezas 6 susceptibles de ser puestos en rotación mediante sendos dispositivos de accionamiento en rotación controlables 10, para poner en rotación una pieza de trabajo sujeta en el portapieza 6 p. ej. mediante el dispositivo sujetador 7 con ocasión del mecanizado de sus superficies (flecha  $P_4$ ).

**[0036]** Debajo de los equipos elevadores 5 equipados con los portapiezas 6 está dispuesto un depósito 11 para dar cabida a un granulado esmerilador y/o pulidor (no ilustrado), siendo dicho depósito susceptible de ser puesto en rotación en torno a un eje vertical mediante un dispositivo de accionamiento del movimiento de rotación, estando el eje de rotación del depósito 11 aquí alineado p. ej. con el eje de giro 2 del elemento giratorio 3, de tal manera que es el mismo el movimiento relativo que con ello se produce entre las piezas de trabajo fijadas en los portapiezas 6 y la carga de granulado que se encuentra en el depósito 11. Cada equipo elevador 5 puede desplazar verticalmente de manera oscilatoria el portapieza 6 fijado en su unidad portadora 9 a lo largo de la flecha  $P_2$  entre una posición superior dispuesta encima del depósito 11, en la cual pueden sacarse del dispositivo sujetador 7 del respectivo portapieza 6 las piezas mecanizadas y dicho dispositivo sujetador puede ser equipado con piezas en bruto a mecanizar, y una posición inferior, en la cual las piezas de trabajo 17 sujetadas en el dispositivo sujetador 7 de los portapiezas 6 quedan hundidas en el depósito 11, para poder mecanizarlas.

**[0037]** Además de ello, el elemento giratorio 3 es susceptible de ser movido en torno a su eje 3 en la dirección de la flecha  $P_1$  de forma tal que puede llevar consecutivamente a cada portapieza 6 con una respectiva pieza de trabajo fijada al mismo a una posición de equipamiento/extracción, adoptando por ejemplo el portapieza 6 de la derecha en la Fig. 1 una posición de equipamiento/extracción de este tipo, en la cual queda libremente accesible por el lado después de haber sido llevado por el equipo elevador 5 a su posición superior.

**[0038]** Como puede verse además por la Fig. 1, los portapiezas 6 con sus dispositivos sujetadores 7 pueden estar inclinados a un ángulo finito con respecto a la vertical, siendo este ángulo en el caso presente p. ej. de aproximadamente  $30^\circ$ . Esto ha resultado ser ventajoso en muchos casos con vistas a un uniforme y eficaz mecanizado de las superficies. El ángulo de inclinación de los portapiezas 6 puede ser además ajustable individualmente, puesto que p. ej. la unidad portadora 9 que lleva los respectivos portapiezas 6 de cada equipo elevador 5 es susceptible de ser girada en torno a un eje poco más o menos horizontal. Además es al menos ventajoso que los portapiezas 6 posean un componente de la dirección de inclinación dispuesto en contra del sentido de rotación del depósito 11 (flecha  $P_3$ ), es decir que las piezas de trabajo fijadas en los portapiezas 6 se hundan con una inclinación contraria al sentido de giro del



depósito 11 en la carga de granulado que se encuentra en el mismo, para que así pueda también realizarse un mecanizado de las superficies de su lado frontal inferior.

5 **[0039]** Como se desprende además de la Fig. 1, el depósito 11 para contener el granulado esmerilador y/o pulidor puede en el presente ejemplo de realización estar dispuesto sobre un carro 13 desplazable mediante rodillos 12, para así permitir un sencillo y rápido cambio del granulado, siendo un depósito 11 sustituido por otro depósito. El carro 13 comprende el dispositivo de accionamiento en rotación del depósito 11, que como tal dispositivo de accionamiento está dispuesto en su parte inferior (y no es visible en la Fig. 1). Para proporcionar una exacta alineación del depósito 11 con respecto al dispositivo que va en el bastidor 1, tanto el carro 13 como el bastidor 1 pueden estar equipados con dispositivos de centraje 16 complementarios entre sí, los cuales están por ejemplo dispuestos en tres de los cuatro lados del carro 13 y del bastidor 1 y al ser el carro 13 introducido lateralmente en el bastidor 1 producen un autocentraje del carro 13 con respecto al bastidor 1, de tal manera que el eje de rotación del depósito 11 coincide con el eje de giro del elemento giratorio 3.

15 **[0040]** El dispositivo comprende además un equipo de control programable (no representado gráficamente) con respecto al cual puede tratarse por ejemplo de una unidad electrónica de procesamiento de datos con un procesador, pudiendo dicho equipo de control controlar los dispositivos de accionamiento en rotación 10 de los portapiezas 6 de forma tal que acelere de manera oscilatoria a éstos últimos durante el funcionamiento en ciclos periódicos Z de como máximo 5 seg. entre al menos una primera velocidad de rotación  $R_1$  y al menos una segunda velocidad de rotación  $R_2$  y/o los ponga en rotación con aceleración continua con velocidades de rotación continuamente distintas, pudiendo ser los correspondientes perfiles del movimiento de rotación deseados ser convenientemente programados e introducidos en una unidad de introducción del equipo de control (asimismo no representada gráficamente). Además de ello puede estar p. ej. también previsto que dicha unidad pueda controlar el equipo de control del dispositivo de accionamiento en rotación del depósito 11 de forma tal que el mismo acelere de manera oscilatoria a éste último durante el funcionamiento en ciclos periódicos Z de como máximo 5 seg. entre al menos una primera velocidad de rotación  $R_1$  y al menos una segunda velocidad de rotación  $R_2$  y/o lo ponga en rotación con aceleración continua con velocidades de rotación continuamente distintas, pudiendo ser los deseados perfiles de rotación también programados en tal medida e introducidos en la unidad de introducción del equipo de control. Más adelante y haciendo referencia a las Figs. 3 y 4 se aclaran a título ejemplificativo ejemplos de perfiles del movimiento de rotación. El equipo de control puede además controlar el dispositivo de accionamiento del movimiento de rotación del depósito 11 de manera adecuada para darle al mismo una o varias deseada(s) velocidad(es) de giro más o menos constante(s) y/o un sentido de giro o varios sentidos de giro.

35 **[0041]** Además de ello el equipo de control está conexión operativa tanto con el dispositivo de accionamiento 4 del elemento giratorio 3 como con los dispositivos de accionamiento de los equipos elevadores 5, pudiendo la unidad de introducción del equipo de control introducir por ejemplo los deseados tiempos de mecanizado de las piezas de trabajo, así como la posición de equipamiento/extracción, incluyendo el tiempo de permanencia de cada portapieza 6 en la posición de equipamiento/extracción. Además el equipo de control puede estar preparado de forma tal que mueva el elemento giratorio 3 en intervalos de tiempo periódicos, para así llevar a cada portapieza 6 tras el tiempo de mecanizado respectivamente preajustado a la posición de equipamiento/extracción y mantenerlo ahí por espacio de un periodo de tiempo asimismo preajustado y suficiente para la extracción de/el equipamiento con piezas de trabajo. De esta manera se logran un equipamiento con piezas de trabajo y una liberación de las piezas de trabajo semicontinuos. El equipo de control se encarga a este respecto además de que cada equipo elevador 5 del respectivo portapieza 6 en cuyo dispositivo sujetador 7 deba(n) en ese momento cambiarse la(s) respectiva(s) pieza(s) a mecanizar sea antes del movimiento de los portapiezas 6 o durante el mismo mediante el elemento giratorio 3 llevado verticalmente hacia arriba desde la posición inferior de trabajo hacia la posición superior de equipamiento/extracción, sea mantenido ahí al menos durante el espacio de tiempo asimismo preajustado y suficiente para la extracción de piezas de trabajo/el equipamiento con piezas de trabajo, y sea a continuación llevado de nuevo verticalmente hacia abajo a la posición de trabajo después del movimiento de los portapiezas 6 mediante el elemento giratorio 3, antes del mismo o durante el mismo.

50 **[0042]** En la Fig. 2 está representada otra forma de realización de un dispositivo para el mecanizado de las superficies de piezas de trabajo, en donde los componentes iguales o de igual acción están provistos de los mismos signos de referencia como los usados en la Fig. 1. El dispositivo según la Fig. 2 comprende de nuevo un depósito 11 para dar cabida a un granulado esmerilador y/o pulidor (no representado), el cual es susceptible de ser puesto en rotación en torno a un eje vertical 2 mediante un dispositivo de accionamiento del movimiento de rotación. En el presente ejemplo de realización el depósito 11 está dispuesto sobre un carro 13 que corresponde al carro 13 según la Fig. 1, en el cual, p. ej. en su parte inferior, está dispuesto de nuevo el dispositivo de accionamiento en rotación (no visible en su totalidad en la Fig. 2) del depósito 11, y el cual comprende una placa portadora 18 equipada con un árbol de arrastre 17, sobre la cual puede ser puesto el depósito 11 de manera rígida en rotación y autocentrante.

60 **[0043]** El dispositivo representado en la Fig. 2 comprende además un manipulador que tiene en su conjunto el signo de referencia 110 y está realizado en forma de un robot que lleva el o los portapieza(s) 6 para la fijación separable de una pieza de trabajo (no ilustrada). En cuanto al robot 110, se trata por ejemplo de un robot industrial multieje que presenta un bastidor 112 sobre el cual está montado en cojinetes un carrusel 113 giratorio en torno a un eje vertical. Sobre el

5 carrusel 113 descansa una consola 114 con un cojinete horizontal para una biela oscilante 115 en cuyo extremo (superior) que queda de espaldas a la consola 114 está de nuevo montado en cojinetes un pescante 116 en un eje horizontal dispuesto paralelamente al eje de giro de la consola 114. El pescante 116 está equipado en su extremo con una mano de robot de tres ejes 117 que lleva el portapieza 6. Mientras que el carrusel 113 es accionado por medio de un motor de control 118 frente al bastidor estacionario 112, un motor de control 119 sirve para el accionamiento de la biela oscilante 115 y un motor de control 120 sirve para el accionamiento del pescante 116. La mano de robot de tres ejes 117 es accionada por otros tres motores de control 121, 122, 123, los cuales están montados p. ej. en el extremo del pescante 116 que está de espaldas a la mano de robot 117.

10 **[0044]** La mano de robot de tres ejes 117 con el portapieza 6 puede en consecuencia tanto girar a éste último en cualquier orientación en el espacio tridimensional, para orientar a una pieza de trabajo fijada de manera separable en el portapieza 6 en la posición deseada con respecto a la carga de granulado que se encuentra en el depósito 11, como mover en traslación el portapieza 6 en cualesquiera direcciones en el espacio. Además de ello la mano de robot de tres ejes 117 puede poner al portapieza 6 en rotación en particular en la dirección de la flecha  $P_4$  en torno a su eje longitudinal, estando el sistema de control del movimiento de rotación a su vez preparado de forma tal que puede 15 acelerar de manera oscilatoria al portapieza 6 con una pieza de trabajo fijada en el mismo durante el funcionamiento en ciclos periódicos Z de como máximo 5 seg. entre al menos una primera velocidad de rotación  $R_1$  y al menos una segunda velocidad de rotación  $R_2$  y/o ponerlo en rotación con aceleración continua con velocidades de rotación continuamente distintas (véase a este respecto lo expuesto más adelante haciendo referencia a las Figs. 3 y 4), 20 pudiendo los correspondientes y deseados perfiles del movimiento de rotación ser programados e introducidos en una unidad de introducción (asimismo no representada gráficamente). Algo análogo puede ser de nuevo de aplicación para el sistema de control del movimiento de rotación del depósito 11.

25 **[0045]** En las Figs. 3 y 4 están representados a título ejemplificativo ventajosos perfiles de la velocidad de rotación del portapieza 6 (y/o del depósito 11) como los que pueden realizarse mediante los dispositivos según las Figs. 1 y 2. En los diagramas de las Figs. 3 y 4 están representados en el eje y el número de revoluciones (p. ej. en rpm) representativo de la velocidad de rotación referido al tiempo de mecanizado (p. ej. en segundos [s]) en el eje x. Como se ve por la Fig. 3, el perfil de la velocidad de rotación del portapieza 6 o de la pieza de trabajo sujeta en el mismo (o bien también del depósito 11) ahí representado discurre en esencia sinusoidalmente o en forma de una oscilación no amortiguada, 30 siendo la pieza de trabajo acelerada de manera oscilatoria en ciclos periódicos Z continuamente con aceleración (positiva o negativa) continua entre una primera velocidad de rotación  $R_1$  de aproximadamente cero y una segunda velocidad de rotación  $R_2$ , que puede ser por ejemplo de aproximadamente 2000 rpm. La segunda velocidad de rotación no tiene sin embargo que ser aquí necesariamente constante, sino que puede variar a lo largo del tiempo de mecanizado, es decir que la amplitud A de la curva poco más o menos sinusoidal puede variar al aumentar el tiempo de mecanizado (no ilustrado). Del mismo modo, la primera velocidad de rotación  $R_1$  no tiene que ser necesariamente igual a cero, sino que puede ser en particular también una velocidad de rotación sensiblemente menor en comparación con la segunda velocidad de rotación  $R_2$ , pudiendo estar p. ej. situada entre aproximadamente 0 y aproximadamente 100 rpm. La duración de los ciclos periódicos Z puede ser por ejemplo de entre aproximadamente 1 seg. y aproximadamente 10 seg. El perfil de la velocidad de rotación del portapieza 6 o de la pieza de trabajo sujeta en el mismo (o bien también del depósito 11) que está representado a título de ejemplo en la Fig. 4 se diferencia del representado según la Fig. 3 en particular en que la pieza de trabajo es acelerada de manera oscilatoria en ciclos periódicos Z continuamente entre una primera velocidad de rotación  $R_1$  distinta de cero y una segunda velocidad de rotación  $R_2$  asimismo distinta de cero, pero con sentido de giro contrario. La evolución de la curva es de igual manera en esencia sinusoidal con un aplanamiento debido a la inercia en la zona de la parada ( $n = 0$ ), cuando es invertido el sentido de giro de la pieza de 45 trabajo. El movimiento de rotación se produce de nuevo con aceleración continua (positiva y negativa). Los valores de la primera velocidad de rotación  $R_1$  y/o de la segunda velocidad de rotación  $R_2$  pueden ser de nuevo por ejemplo de aproximadamente 2000 rpm, si bien pueden diferenciarse a voluntad unos de otros también no tan sólo en su signo. Ambas velocidades de rotación  $R_1$ ,  $R_2$  tampoco aquí tienen que ser necesariamente constantes, sino que una o ambas velocidades de rotación  $R_1$ ,  $R_2$  puede(n) también variar a lo largo del tiempo de mecanizado t, es decir que puede variar al aumentar el tiempo de mecanizado (no ilustrado) la "parte de la amplitud"  $A_1$  de la primera velocidad de rotación  $R_1$  hasta el punto cero (parada puntual de la pieza de trabajo al invertirse el sentido de giro) y/o la "parte de la amplitud"  $A_2$  de la segunda velocidad de rotación  $R_2$  hasta el punto cero de la curva aproximadamente sinusoidal. La duración de los ciclos periódicos Z puede ser por ejemplo de entre aproximadamente 0,25 seg. y aproximadamente 5 seg.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Procedimiento de mecanizado de las superficies de piezas de trabajo, en el que la pieza de trabajo es puesta en movimiento relativo con respecto a una carga de un granulado esmerilador y/o pulidor, en donde la pieza de trabajo es puesta en rotación ( $P_4$ ) en torno a al menos un eje con respecto a la carga de granulado esmerilador y/o pulidor, en donde la pieza de trabajo es acelerada a distintas velocidades de rotación ( $R_1$ ,  $R_2$ ) con respecto a la carga de granulado esmerilador y/o pulidor, **caracterizado por el hecho de que** la pieza de trabajo y/o un depósito que contiene la carga de granulado esmerilador y/o pulidor es o son puestos en rotación con velocidades de rotación continuamente distintas con aceleración continua.
- 10 2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por el hecho de que** la pieza de trabajo y/o un depósito (11) que contiene la carga de granulado esmerilador y/o pulidor es o son acelerado(s) de manera oscilatoria en ciclos periódicos (Z) de como máximo 5 seg. entre al menos una primera velocidad de rotación ( $R_1$ ) y al menos una segunda velocidad de rotación ( $R_2$ ).
- 15 3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado por el hecho de que** la pieza de trabajo y/o el depósito (11) con la carga de granulado que se encuentra en el mismo es y/o son acelerado(s) de manera oscilatoria al menos transitoriamente
  - 20 - entre al menos una primera velocidad de rotación ( $R_1$ ) en esencia igual cero y al menos una segunda velocidad de rotación ( $R_2$ ) distinta de cero; o bien
  - entre al menos una primera velocidad de rotación ( $R_1$ ) distinta de cero y al menos una segunda velocidad de rotación ( $R_2$ ) con un sentido de giro contrario al de la primera velocidad de rotación ( $R_1$ ).
- 25 4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por el hecho de que** la pieza de trabajo y/o el depósito (11) con la carga de granulado que se encuentra en el mismo es y/o son acelerado(s) al menos transitoriamente a al menos una velocidad de rotación ( $R_1$ ;  $R_2$ ) de al menos 200 rpm, en particular de al menos 500 rpm, y preferiblemente de al menos 1000 rpm.
- 30 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por el hecho de que** la pieza de trabajo y/o el depósito (11) con la carga de granulado que se encuentra en el mismo es y/o son acelerado(s) de manera oscilatoria al menos transitoriamente en ciclos periódicos (Z) de como máximo 4 seg., en particular de como máximo 3 seg., y preferiblemente de como máximo 2 seg., entre al menos una primera velocidad de rotación ( $R_1$ ) y al menos una segunda velocidad de rotación ( $R_2$ ).
- 35 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado por el hecho de que** la pieza de trabajo y/o el depósito (11) con la carga de granulado que se encuentra en el mismo es y/o son acelerado(s) de manera oscilatoria al menos transitoriamente con un curso en esencia sinusoidal de la velocidad de rotación a lo largo del tiempo (t), en donde el periodo o el ciclo (Z) de la evolución en esencia sinusoidal de la velocidad de rotación es en particular como máximo de 5 seg.
- 40 7. Procedimiento según la reivindicación 6, **caracterizado por el hecho de que** la pieza de trabajo y/o el depósito (11) con la carga de granulado que se encuentra en el mismo es y/o son acelerado(s) de manera oscilatoria
  - 45 - al menos transitoriamente con una evolución en esencia sinusoidal de la velocidad de rotación a lo largo del tiempo (t) con amplitud (A) aproximadamente constante; o bien
  - al menos transitoriamente con una evolución en esencia sinusoidal de la velocidad de rotación a lo largo del tiempo (t) con amplitud (A) variable a lo largo del tiempo (t), en donde la amplitud (A) de la evolución en esencia sinusoidal de la velocidad de rotación en particular disminuye o aumenta al menos transitoriamente a lo largo del tiempo (t).
- 50 8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado por el hecho de que** al menos un hueco o al menos una cavidad de la pieza de trabajo es llenado(a) con la carga de granulado esmerilador y/o pulidor y la pieza de trabajo es puesta en rotación al menos en torno a un eje, y en particular en esencia en torno al eje central del hueco o de la cavidad, con aceleración continua con velocidades de rotación continuamente distintas, para esmerilar y/o pulir al menos la pared de la pieza de trabajo que rodea el hueco o la cavidad.
- 55 9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado por el hecho de que** la pieza de trabajo es hundida en la carga de granulado esmerilador y/o pulidor puesta en depósito (11) y la pieza de trabajo es puesta en rotación con aceleración continua con velocidades de rotación continuamente distintas, en donde la pieza de trabajo es acelerada de manera oscilatoria en particular en ciclos periódicos (Z) de como máximo 5 seg. entre al menos una primera velocidad de rotación ( $R_1$ ) y al menos una segunda velocidad de rotación ( $R_2$ ).
- 60 10. Procedimiento según la reivindicación 9, **caracterizado por el hecho de que** el depósito (11) es al menos transitoriamente
  - mantenido estacionario;

- movido de manera oscilatoria en traslación;
- movido en traslación a lo largo de una trayectoria curva, y en particular a lo largo de una trayectoria circular; y/o
- puesto en rotación en torno a su eje central (2), en particular con una velocidad de rotación en esencia constante o modificada por su parte a lo largo del tiempo.

- 5
11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado por el hecho de que** la pieza de trabajo es además movida ( $P_1$ ) relativamente en traslación, en particular a lo largo de una trayectoria curva, con respecto a la carga de granulado esmerilador y/o pulidor.
- 10 12. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizado por el hecho de que** al menos los movimientos de rotación de la pieza de trabajo y/o del depósito (11) con la carga de granulado que se encuentra en el mismo y dado el caso el adicional movimiento o los adicionales movimientos de la pieza de trabajo y/o del depósito (11) son realizados en particular de manera programada.
- 15 13. Dispositivo para el mecanizado de las superficies de piezas de trabajo a base de poner a la pieza de trabajo en movimiento relativo con respecto a una carga de un granulado esmerilador y/o pulidor, en particular para la ejecución de un procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, con al menos un portapieza (6) para la sujeción separable de una pieza de trabajo y dado el caso un depósito (11) para dar cabida al granulado esmerilador y/o pulidor, en donde al portapieza (6) y/o al depósito (11) le(s) está asignado al menos un dispositivo de accionamiento en rotación (10; 17, 18) y el dispositivo comprende además un equipo de control programable que puede controlar al menos el dispositivo de accionamiento en rotación (10) del portapieza (6) y/o el dispositivo de accionamiento en rotación (17, 18) del depósito (11), **caracterizado por el hecho de que** el equipo de control está preparado para la aceleración continua del dispositivo de accionamiento en rotación (10) del portapieza (6) y/o del dispositivo de accionamiento en rotación (17, 18) del depósito (11) con velocidades de rotación continuamente distintas durante el funcionamiento.
- 20
- 25 14. Dispositivo según la reivindicación 13, **caracterizado por el hecho de que** el equipo de control está preparado para la aceleración de manera oscilatoria del dispositivo de accionamiento en rotación (10) del portapieza (6) y/o del dispositivo de accionamiento en rotación (17, 18) del depósito (11) en ciclos periódicos (Z) de como máximo 5 seg. entre al menos una primera velocidad de rotación ( $R_1$ ) y al menos una segunda velocidad de rotación ( $R_2$ ) durante el funcionamiento.
- 30 15. Dispositivo según la reivindicación 13 o 14, **caracterizado por el hecho de que** el equipo de control está preparado para la aceleración continua del dispositivo de accionamiento en rotación (10) del portapieza (6) y/o del dispositivo de accionamiento en rotación (17, 18) del depósito (11) con velocidades de rotación continuamente distintas durante el funcionamiento con al menos un perfil de la velocidad de rotación según una de las reivindicaciones 3 a 7.
- 35 16. Dispositivo según una de las reivindicaciones 13 a 15, **caracterizado por el hecho de que** el equipo de control está preparado al menos para la aceleración continua del dispositivo de accionamiento en rotación (10) del portapieza con velocidades de rotación continuamente distintas, así como además para el control del dispositivo de accionamiento en rotación (17, 18) del depósito (11) a una velocidad de rotación en esencia constante o variable a lo largo del tiempo durante el funcionamiento.
- 40 17. Dispositivo según una de las reivindicaciones 13 a 16, **caracterizado por el hecho de que** al portapieza (6) y/o al depósito (11) le(s) está además asignado un dispositivo de accionamiento del movimiento de traslación (4), y de que el equipo de control puede además controlar el dispositivo de accionamiento del movimiento de traslación (4) del portapieza (6) y/o del depósito (11), en particular a lo largo de una trayectoria curva ( $P_1$ ).
- 45 18. Dispositivo según una de las reivindicaciones 13 a 17, **caracterizado por el hecho de que**
- para el dispositivo de accionamiento en rotación (10) del portapieza (6) y/o del depósito (11) están previstos servomotores; y/o
  - al dispositivo de accionamiento en rotación del portapieza (6) y/o del depósito (11) le(s) está asignada una transmisión.
- 50
- 55

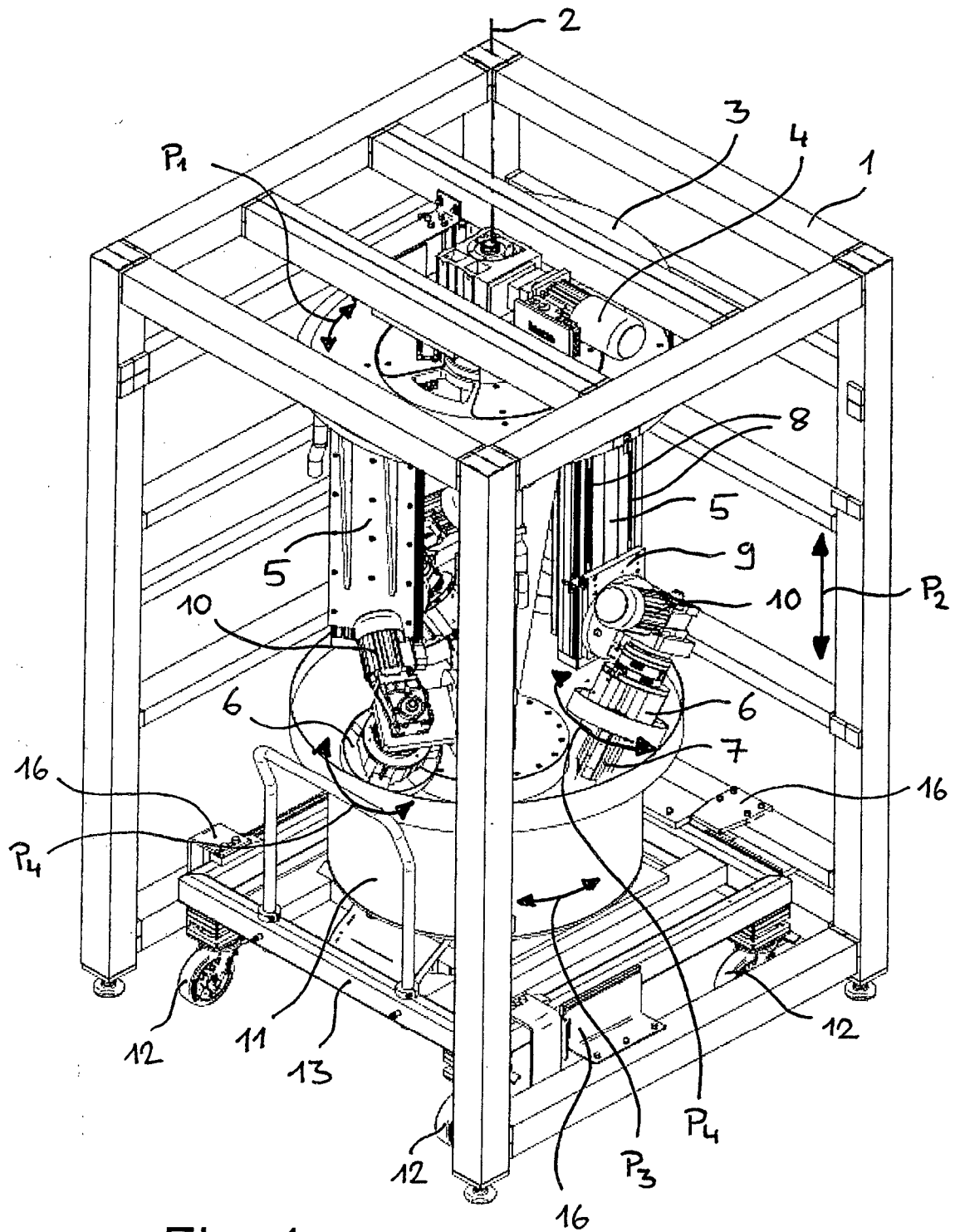


Fig. 1

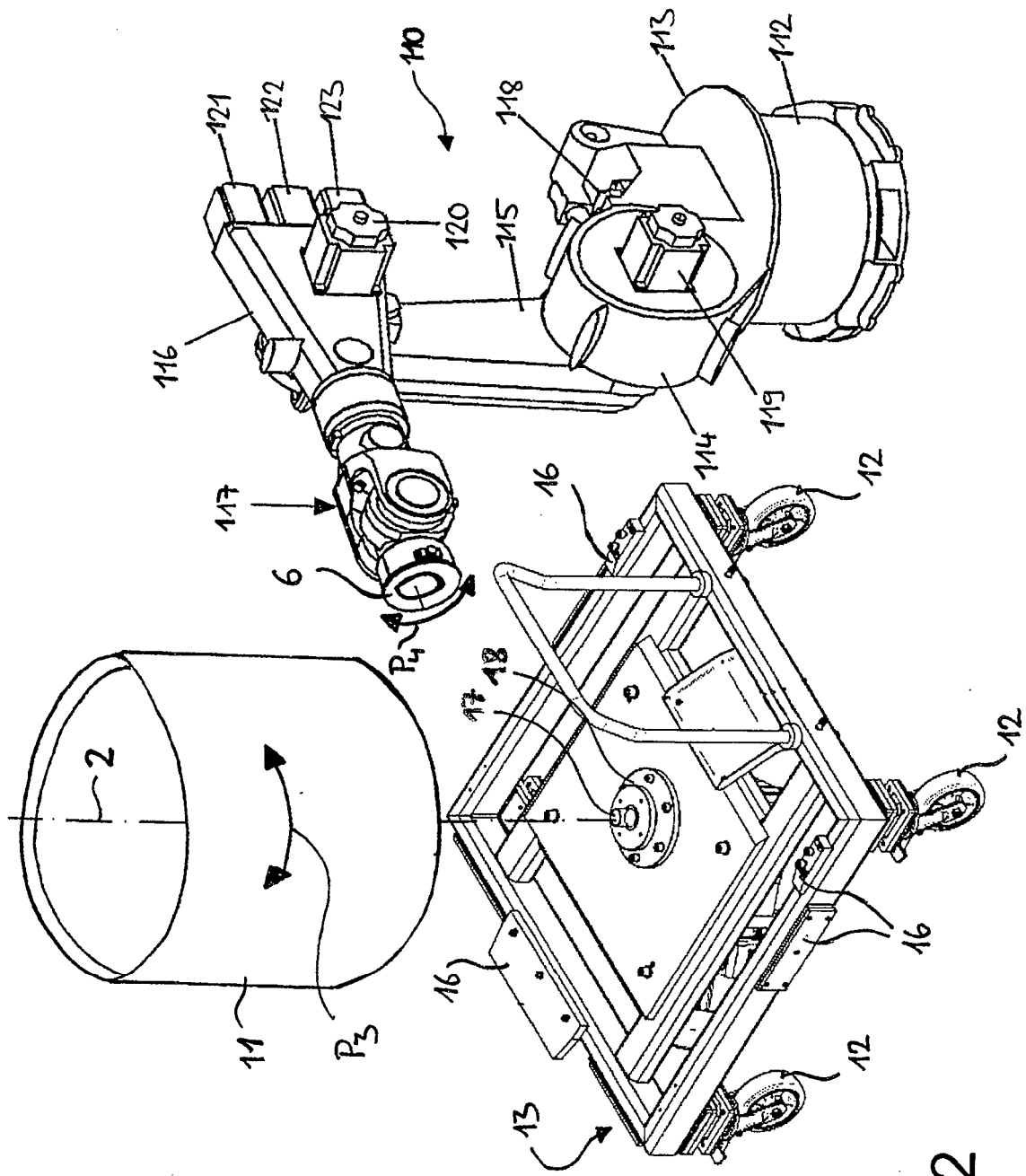


Fig. 2

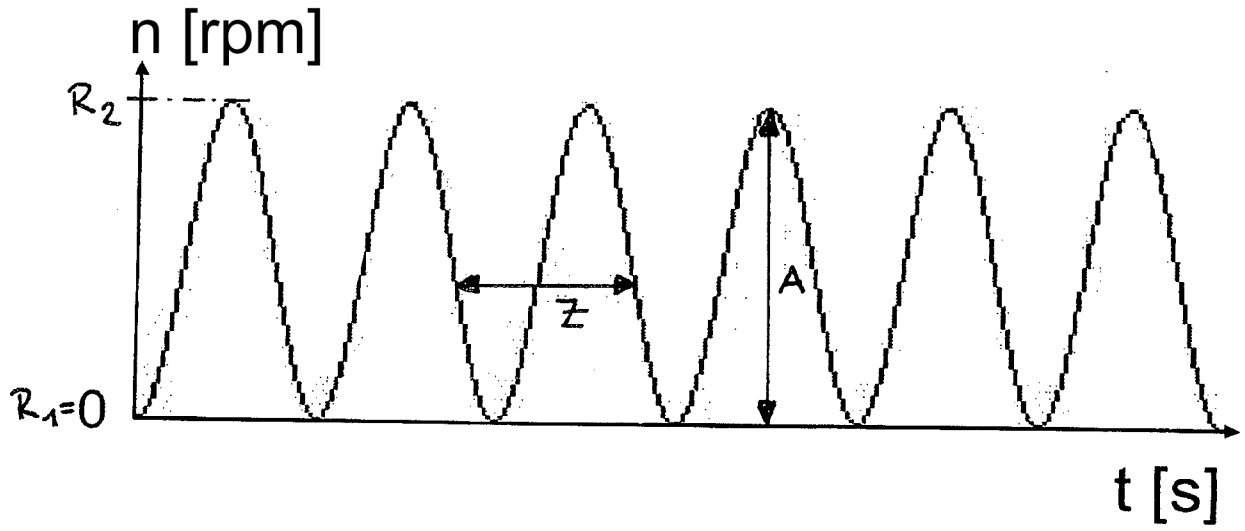


Fig. 3

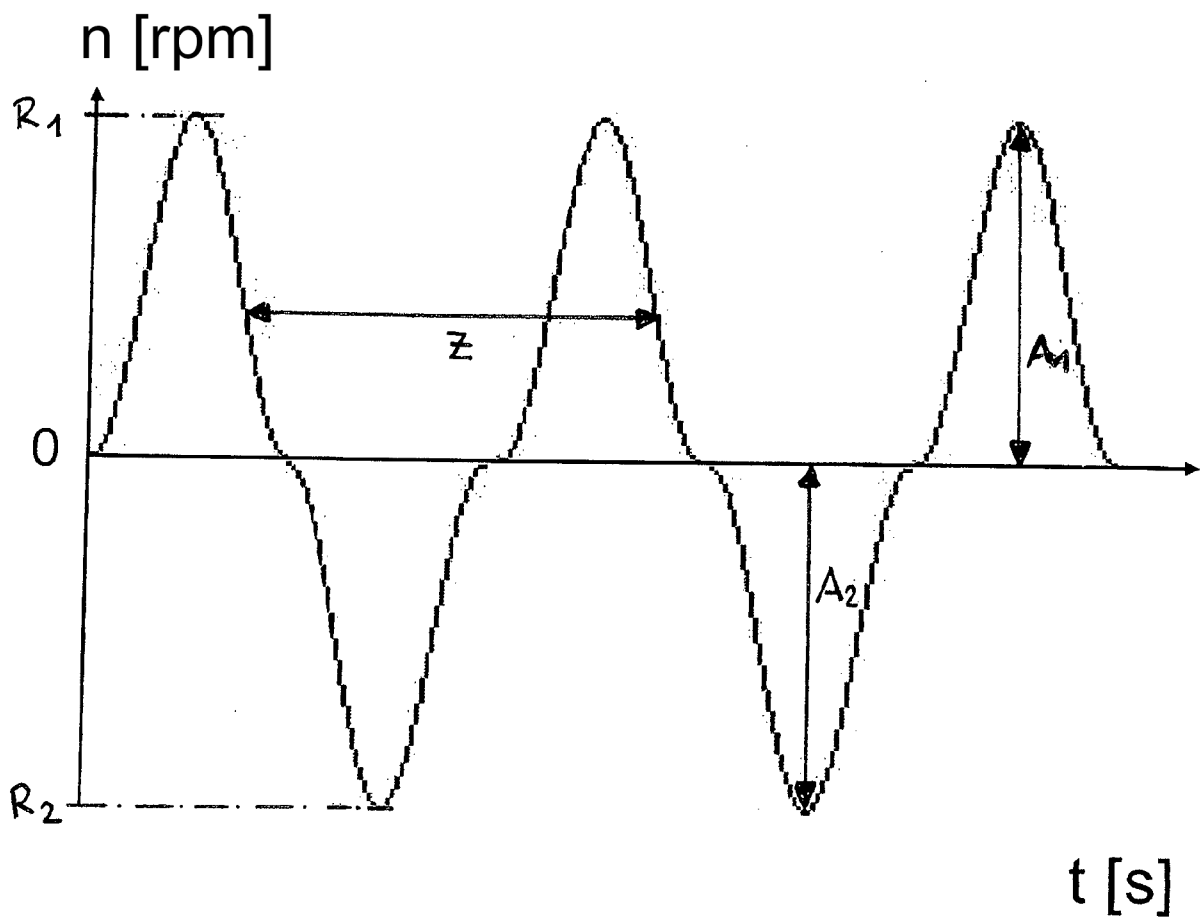


Fig. 4