



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 360 217**

51 Int. Cl.:
B23F 9/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04013230 .0**

96 Fecha de presentación : **04.06.2004**

97 Número de publicación de la solicitud: **1502688**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.02.2005**

54

Título: **Método y máquina para tallar ruedas dentadas cónicas con dentado helicoidal.**

30

Prioridad: **29.07.2003 DE 103 34 493**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.06.2011

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.06.2011

73

Titular/es: **KLINGELNBERG GmbH**
Peterstrasse 45
42499 Hückeswagen, DE

72

Inventor/es: **Klingen, Ralf;**
König, Torsten y
Blasberg, Herbert

74

Agente: **Lehmann Novo, María Isabel**

ES 2 360 217 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

Método y máquina para tallar ruedas dentadas cónicas con dentado helicoidal.

- 5 El presente invento se refiere a un método de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 y a una máquina de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 7.

10 En general, este método es el método de fresado en escuadra con indexación única, como se describe por ejemplo en el capítulo 20-2 del libro de Darle W. Dudley, "Gear Handbook" ("Manual de engranajes"), publicado en 1962. En contraste con el método de indexación continua, siempre se produce primero completamente un espacio entre dientes utilizando en este caso la cabeza cortadora, se indexa luego la pieza de trabajo en una separación entre dientes, se talla luego del mismo modo el siguiente espacio entre dientes, etc., hasta que la pieza de trabajo se convierte en una rueda dentada cónica completa. Para las ruedas dentadas cónicas con dentado helicoidal que se fabricaban de acuerdo con este método, los flancos de los dientes se curvan en dirección longitudinal adoptando la forma de un arco circular.

15 En este caso, la expresión "ruedas dentadas cónicas con dientes helicoidales" incluye ruedas dentadas cónicas tanto desplazadas como no desplazadas. Si se desea diferenciar entre los dos tipos, las ruedas dentadas cónicas desplazadas se denominan ruedas dentadas hipoides.

20 Además, en el Manual de engranajes se hace notar que existen dos procesos de producción para las ruedas dentadas cónicas con dentado helicoidal y las ruedas dentadas hipoides. En un caso, cada uno de los espacios entre dientes del piñón y la corona dentada de un par de ruedas dentadas cónicas se produce en procesos de generación; en el otro caso, los espacios entre dientes de la corona dentada solamente se producen haciendo penetrar la cabeza cortadora giratoria en la pieza de trabajo estacionaria mientras que, por el contrario, los espacios del piñón se producen siguiendo un proceso de generación especial en el que se utiliza una cabeza cortadora inclinada apropiadamente. Mientras en el proceso de penetración o de fresado en rampa, la forma de las cuchillas de la cabeza cortadora se transfiere a los flancos de los dientes por cuanto la cortadora desprende una viruta cada vez a todo lo largo y en toda la profundidad del flanco, en el proceso de generación, en el que la cabeza cortadora y la pieza de trabajo se mueven una con relación a otra de acuerdo con una regularidad específica, los flancos de los dientes se realizan mediante cortes envolventes de las cuchillas cortadoras individuales.

30 La técnica relacionada incluye, también, otros procesos de fresado para ruedas dentadas cónicas con dentado helicoidal, describiéndose uno de ellos, por ejemplo, en el documento EP 0 883 460 (basado en la solicitud WO/US97/02086 y la solicitud norteamericana prioritaria 60/015.380) a las que, sin embargo, no se hará referencia con mayor detalle en este documento.

40 Para ambos procesos importantes, en la figura 20-2 y en la figura 20-7 del Manual de engranajes se ilustran máquinas que funcionan de manera puramente mecánica, teniendo la máquina generatriz (generador) una cuna o un tambor giratorio y un mecanismo separado para inclinar la cabeza cortadora. Por el contrario, las modernas máquinas CNC para tallar ruedas dentadas cónicas con dentado helicoidal y ruedas dentadas hipoides, como se describen por ejemplo en el documento DE 196 46 189 C2 (corresponde al documento US 5.961.260) o en el documento DE 37 52 009 T2, pueden lograr esto sin tambor giratorio y sin mecanismo de inclinación sino, solamente mediante movimientos espaciales del portaherramientas y del portador de la pieza de trabajo. Para el método de indexación única, solamente son necesarios, con este fin, cinco ejes controlados, tres ejes de traslación y dos ejes de rotación. El sexto eje de libertad que falta para la posición general de un cuerpo rígido en el espacio, en este caso la cabeza cortadora con relación a la pieza de trabajo, es la rotación de la cabeza cortadora en torno a su eje geométrico de rotación. Este no es necesario como eje controlado en el método de indexación única, por cuanto la cabeza cortadora es rotacionalmente simétrica y su accionamiento - independientemente de los otros cinco ejes geométricos - solamente es necesario para conseguir una velocidad de corte deseada.

50 Tales máquinas CNC consiguen velocidades de funcionamiento significativamente mayores que las máquinas puramente mecánicas para el tallado de ruedas dentadas cónicas al tiempo que, simultáneamente, permiten movimientos de desplazamiento y de ajuste más precisos y, por tanto, son más efectivas desde el punto de vista del coste. A pesar de esto, al evaluar la calidad de las ruedas dentadas con dentado helicoidal cortadas con ayuda de la medición del paso, se ha mostrado que los resultados medidos, con frecuencia, pueden no estar en armonía con la precisión global de las máquinas CNC. Los resultados son peores de lo esperado aunque el dispositivo de medición del paso funcione perfectamente.

60 Además de la máquina de corte, la cabeza cortadora también tiene una importancia decisiva en relación con la precisión de las ruedas dentadas cónicas talladas. Por tanto, durante un tiempo ya se han realizado esfuerzos, en particular en las cabezas cortadoras para el método de indexación única, para aumentar la precisión posicional de la cortadora utilizada. Por ejemplo, a partir de la publicación del documento DE 200 19 937 U1 (basado en el documento PCT/US87/02083) se conoce un dispositivo para alinear en forma óptima las cuchillas de varilla en una cabeza cortadora. No obstante, es inevitable que haya al menos una cuchilla en la cabeza cortadora giratoria que se encuentre radialmente más alejada del eje geométrico de la cabeza cortadora y, al menos, una cuchilla que se encuen-

tre más cerca de él.

Este hecho es tenido en cuenta, de acuerdo con la técnica relacionada en el fresado por penetración de coronas dentadas en el método de corte de la forma por cuanto al final de cada espacio entre dientes hundido, la cabeza cortadora realiza al menos una rotación completa más sin ser hecha avanzar en profundidad. De este modo, se debe garantizar que las dos cuchillas que eliminan la mayor parte de material son accionadas a través del espacio entre dientes al menos una vez y que, así, todos los espacios son iguales. Sin embargo, este método no puede trasladarse al proceso de generación y, así, tampoco resulta satisfactorio en el proceso de penetración porque requiere un tiempo adicional de tratamiento e incrementa el desgaste de la cortadora cuya aproximación al corte no se realiza correctamente.

Por tanto, el objeto del presente invento es conseguir la puesta en práctica de un método y una máquina del tipo citado inicialmente de tal modo que ruedas dentadas cónicas con dentado helicoidal y ruedas dentadas hipoides puedan fresarse en escuadra de manera más uniforme que anteriormente, sin que ello suponga un gasto de tiempo adicional, reflejándose esto, también, en el resultado de la medición del paso.

Este objeto se consigue, de acuerdo con el presente invento, merced a un método que incluye el paso adicional de método especificado en la reivindicación 1 y/o merced a una máquina que tiene los medios de control adicionales especificados en la reivindicación 7.

La idea del presente invento se basa en el reconocimiento de que las inevitables diferencias entre las cuchillas individuales de una cabeza cortadora y las pequeñas desviaciones que por ello surgen en la superficie de los flancos, dependen de lo siguiente. Si bien no puede conseguirse una estructura de la superficie totalmente exacta, por lo menos ésta ha de ser idéntica de un espacio entre dientes a otro. De acuerdo con la técnica relacionada, este no es el caso. Ello se debe a que la cabeza cortadora gira continuamente mientras la máquina corta un espacio entre dientes tras otro en ciclos repetidos. Resultaría ser una coincidencia totalmente aleatoria que la cabeza cortadora adoptase precisamente el mismo ángulo al término de un ciclo de fresado que al comienzo. Por tanto, el siguiente ciclo comenzará con otro ángulo. En general, la posición angular de la cabeza cortadora es distinta de un espacio a otro y, en forma correspondiente, observando el mismo punto en cada flanco de diente, en este punto el corte siempre lo realizará otra cuchilla.

De acuerdo con el presente invento, gracias al cual la cabeza cortadora adopta la misma posición angular en un instante que puede fijarse previamente de cada nuevo ciclo de fresado en escuadra, se consigue un efecto que puede explicarse más fácilmente con un método de penetración: en condiciones de arranque idénticas y con una secuencia constante del proceso, al ser éste controlado por ordenador, el último corte al final de la penetración lo ejecutará siempre la misma cuchilla y, por tanto, le proporcionará a todo el flanco del diente su forma final. Por tanto, ya no es necesario hacer que la cabeza cortadora realice al menos una rotación adicional para cada espacio entre dientes. Si bien el tiempo que se gana en cada espacio es pequeño, el tiempo de tratamiento puede reducirse significativamente para una corona anular que tenga, por ejemplo, 41 dientes, sin tener que aceptar, sin embargo, una disminución de la precisión de los dientes de la rueda dentada cónica en relación con los métodos típicos.

En el proceso de generación - al menos teóricamente - todas las cuchillas participan en la estructura de cortes envolventes de los flancos de los dientes y el efecto de la medida, de acuerdo con el presente invento, no es tan obvio como en el proceso de penetración. Una investigación realizada sobre flancos de dientes generados de manera típica, ha mostrado que las inevitables diferencias de las cuchillas de la cortadora (pequeñas desviaciones posicionales y del ángulo de presión) se reflejan en forma desfasada en los flancos de los dientes individuales. La medición del paso, en la cual siempre se perciben con precisión en el mismo punto todos los flancos de los dientes de una rueda dentada, detecta también, por tanto, las desviaciones que son el resultado solamente de los cortes envolventes desfasados por cuanto, en el caso más desfavorable, la medición se lleva a cabo, algunas veces, en el valle y algunas veces en la cresta de un corte envolvente. Sin embargo, si el proceso de generación de acuerdo con el presente invento se ha iniciado siempre con el mismo ángulo de la cabeza cortadora, la estructura de los cortes envolventes en todos los flancos de los dientes es, asimismo, idéntica y la medición del paso ya no se ve afectada por el desfase.

Existen dos posibilidades de conseguir este efecto de acuerdo con el presente invento. La compensación del ángulo se realiza para cada espacio entre dientes individual o solamente una vez para toda la pieza de trabajo y/o una serie completa de piezas de trabajo. Como segunda posibilidad, haciendo uso del paso adicional del método se garantiza que adaptando los datos del proceso y merced a una secuencia del proceso controlada por ordenador, la cabeza cortadora empieza automáticamente a cortar cada nuevo espacio entre dientes con el mismo ángulo. Por tanto, se satisface el requisito de dotar a todos los flancos de los dientes de una estructura superficial idéntica, con independencia de si se ejecuta un proceso de penetración o de generación. Para la segunda posibilidad, no se deja al azar la coincidencia de la posición angular en que se sitúa la cabeza cortadora en cada instante del tratamiento de una rueda dentada cónica con dentado helicoidal en el método de indexación única. Otros detalles se describirán más adelante al describir la máquina.

Para la primera posibilidad, la compensación angular repetida de la cabeza cortadora con relación a los espacios entre dientes que han de producirse, carece de importancia en cuanto al efecto de acuerdo con el presente invento

pues, ya se trate de la cabeza cortadora o de la pieza de trabajo, o posiblemente de ambas, tienen su ángulo ajustado. Sin embargo, como la cabeza cortadora gira significativamente más deprisa, durante el fresado en escuadra, que la pieza de trabajo, es aconsejable llevar a cabo la compensación angular en la forma siguiente. Mientras la cabeza cortadora gira continuamente, el proceso de corte o su continuación tras una interrupción, se inicia precisamente en el instante en que una marca específica del husillo de la cabeza cortadora pasa por una barrera fija, por ejemplo, cuando pasa por cero la marca de referencia de un codificador en el eje.

En una realización ventajosa del método de acuerdo con el presente invento, el momento en que se realiza la compensación angular se sitúa al comienzo de cada proceso de fresado. Esto no resulta de por sí evidente si se considera, por ejemplo, que un proceso de generación puede diseñarse de distintas formas. Para piñones cónicos con pequeño número de dientes, la cabeza cortadora es movida generalmente desde la posición de arranque o incluso de la posición de índice hasta la profundidad de corte justo encima de la pieza de trabajo y, a partir de entonces, da comienzo el proceso de generación. La cabeza cortadora debe separar por corte, entonces, una gran cantidad de material de la pieza elemental antes de comenzar el primer corte envolvente para el flanco terminado del diente. Aunque, como se ha hecho notar en lo que antecede, solamente es significativa la estructura final idéntica de los cortes envolventes, la compensación angular no sólo tiene lugar en el primer corte envolvente. Ello se debe a que el proceso de generación ha de interrumpirse con este fin, lo que supone un coste de tiempo adicional. Es diferente para las ruedas dentadas cónicas, por ejemplo, cuyos espacios entre dientes se cortan previamente en un proceso de generación-penetración, con penetración y generación simultáneas. Este procedimiento finaliza, preferiblemente, en un ajuste de rodadura en el que ha de generarse el "primer" corte envolvente. En este caso, puede ser ventajoso realizar primero la compensación angular en este momento.

En otra realización ventajosa del presente invento, el instante para llevar a cabo la compensación angular de la cabeza cortadora se fija poco antes del término del proceso de penetración. Esto puede ser ventajoso para materiales para ruedas dentadas cónicas de los que resulte difícil arrancar virutas si, al alcanzarse una mayor profundidad de penetración y formarse virutas correspondientemente mayores, la máquina se convierte en inestable y se estropea la superficie de los flancos de los dientes. En este caso, el tiempo perdido para interrumpir el proceso de penetración se acepta a cambio de conseguir una superficie mejor y más uniforme. A pesar de esto, el tiempo ganado supera al método típico, en el que se ejecuta, además, al menos otra rotación completa de la cabeza cortadora sin avanzar en profundidad.

La máquina de acuerdo con la reivindicación 7 para la puesta en práctica del método de acuerdo con el presente invento, puede ser una máquina CNC con un tambor giratorio y un mecanismo de inclinación para la cabeza cortadora o una moderna máquina de 5 ejes, como ya se ha descrito en lo que antecede. En el primer caso, los tres dispositivos del preámbulo, merced a cuya utilización se ejecutan los pasos de método típicos, pueden diferenciarse todavía sobre la base de los ejes de movimiento. Para una máquina de 5 ejes, esto no es posible sin algo más. En este caso, hasta cinco ejes se mueven simultáneamente durante los tres pasos del método de un ciclo de fresado en escuadra, pero de acuerdo con diferentes programas de control que pueden asignarse a los tres dispositivos. En ambos casos, la máquina de acuerdo con el presente invento se distingue por los medios de control adicionales de acuerdo con la reivindicación 7.

La ventaja decisiva de esta máquina para el método de indexación única es que su controlador CNC se programa de tal manera que en un instante, que puede fijarse previamente, del proceso de fresado en escuadra, se realiza una compensación angular de la rotación de la cabeza cortadora con relación al espacio entre dientes que ha de producirse y la máquina fresa, así, todos los espacios entre dientes con una estructura suficientemente idéntica de la superficie. Gracias a la posibilidad de seleccionar el instante, la máquina puede utilizarse en forma más flexible porque el proceso de tratamiento puede diseñarse de manera óptima.

La otra realización de la máquina de acuerdo con el presente invento viene determinada, esencialmente, por cual de las dos posibilidades para la compensación angular de la cabeza cortadora ha de utilizarse. Si, como ya se ha citado como primera posibilidad, la compensación angular ha de repetirse para cada espacio entre dientes, los medios de control adicionales se programan de forma relativamente simple. Al recibirse una señal que es disparada por una posición angular específica del husillo de la cabeza cortadora con relación a la máquina, el proceso de fresado en escuadra previsto se inicia con una fase de arranque vigilada en cuanto al tiempo. De este modo, se garantiza que este procedimiento y, también, la secuencia ulterior del proceso, se repiten siempre del mismo modo. Para el presente invento, carece de importancia, a la hora de dar a cada espacio entre dientes la misma estructura superficial, si la rotación de la cabeza cortadora es el resultado de un eje regulado o de un eje controlado.

Para la segunda posibilidad, la realización de la compensación angular solamente una vez para una pieza de trabajo o para una serie de piezas de trabajo idénticas, el gasto inicial para los medios de control adicionales es algo mayor. La máquina ha de determinar automáticamente el tiempo necesario para ejecutar los pasos c) a e) del método, el tratamiento completo de un espacio entre dientes, a partir de la entrada de todos los datos del proceso en el controlador CNC de la máquina, tales como velocidad de corte, velocidad de avance, desplazamiento e indexación, etc. En este momento se hace que la cabeza cortadora realice un número arbitrario de rotaciones, pero ha de tratarse de rotaciones exactamente completas. De preferencia, se programan entonces los medios de control de acuerdo con el presente invento de tal manera que cambien ligeramente la velocidad de la cabeza cortadora con el fin de satisfacer

la condición citada. Para mantener de manera fiable las rotaciones completas de todos los espacios entre dientes de una pieza de trabajo, es ventajoso que el eje geométrico de la cabeza cortadora sea, también, un eje controlado. No supone una desventaja de las modernas máquinas fresadoras CNC de rodillos para ruedas dentadas cónicas con dentado helicoidal el que puedan funcionar tanto según el método de indexación única como según el método de indexación continua. Ello se debe a que, en cualquier caso, para la indexación continua requieren los seis ejes, el eje controlado para la cabeza cortadora.

Otros particulares del presente invento se describen con mayor detalle en lo que sigue con referencia a los dibujos.

La figura 1 muestra una gráfica de proceso para el método de fresar en escuadra ruedas dentadas cónicas de acuerdo con el presente invento,

la figura 2 muestra el corte envolvente teóricamente resultante del flanco cóncavo de un diente de un piñón cónico,

la figura 3 muestra una estructura defectuosa de cortes envolventes del flanco cóncavo de un diente del piñón cónico de acuerdo con la figura 1,

la figura 4 muestra una estructura defectuosa de cortes envolventes del flanco de un diente próximo al de la figura 1,

la figura 5 muestra una ilustración esquemática de una máquina de acuerdo con el presente invento.

En primer lugar, en la figura 1 se ilustran los pasos más importantes para el fresado en escuadra de ruedas dentadas cónicas con dentado helicoidal según el método de indexación única. Se trata del accionamiento de la cabeza cortadora en torno a su eje geométrico de rotación en el paso a, el guiado de la cabeza cortadora y de la pieza de trabajo a sus posiciones de partida particulares en el paso b, la producción de un espacio entre dientes completo gracias a un proceso de fresado en escuadra utilizando la cabeza cortadora giratoria en el paso c, el retorno de la cabeza cortadora y de la pieza de trabajo a sus posiciones de partida en el paso d, y la rotación de la pieza de trabajo en la orientación de un diente, bien simultáneamente con los pasos precedentes del método bien después de ellos, en el paso e. Utilizando esta ilustración sólo ha de mostrarse una secuencia temporal preferida de los pasos del método. Para una rueda dentada cónica idéntica, pueden también cambiarse los pasos a y b o d y e. La flecha f sirve para indicar la repetición de los pasos c a e hasta que se hayan terminado todos los espacios entre dientes de una pieza de trabajo.

Además, se muestra el paso g para las operaciones adicionales del método de acuerdo con el presente invento, gracias a las cuales, en un instante que puede fijarse previamente, la cabeza cortadora adopta una posición angular en torno a su eje geométrico de rotación, en relación con el espacio entre dientes que ha de producirse, idéntica a la del espacio entre dientes precedente, que corresponde a una compensación angular. La superposición del paso g pretende expresar que la compensación angular puede tener lugar en diferentes instantes y que puede prefijarse en función de las propiedades de la pieza de trabajo: ya sea para cada espacio entre dientes, preferiblemente al comienzo de cada proceso de generación, pero también poco antes del término de cada proceso de penetración para el fresado por penetración o en rampa de coronas dentadas específicas, ya sea una sola vez al comienzo de una pieza de trabajo, porque gracias a un cambio de datos del proceso - preferiblemente de la velocidad de corte - el tiempo que se necesita para ejecutar los pasos c a e se corresponde, precisamente, con rotaciones completas de la cabeza cortadora.

A partir de la figura 2 puede verse que, en condiciones teóricamente correctas, durante la generación del flanco cóncavo 1 de un diente de un piñón cónico, por ejemplo, se consigue en la práctica una estructura sistemática de cortes envolventes. Por motivos de claridad, solamente se han seleccionado unos pocos cortes envolventes 2 que han de conseguirse merced a un gran avance de generación y/o menos cuchillas en la cabeza cortadora. Ello se debe a que las cuchillas chocan con el flanco del diente a intervalos de tiempo específicos, durante los cuales la pieza de trabajo ha sido hecha girar un poco más. La subsiguiente cuchilla particular corta así en su propio camino, algo desplazado. Naturalmente, en la práctica se obtienen significativamente más cortes envolventes, incluso si para dientes que han de ser endurecidos y rectificadas tras el corte, es permisible una estructura más gruesa.

Como el filo 3, que corta sobre el flanco 1 del diente, es esencialmente recto, se obtienen progresiones poligonales 6, 7 - por ejemplo, en las dos caras extremas laterales 4, 5 o incluso en otra sección del perfil del flanco del diente - que envuelven las caras del flanco, en teoría curvadas de manera continua. Se generan así las líneas 8 ilustradas de los cortes envolventes, donde se cortan dos caras vecinas 2 de corte envolvente. Se trata, por tanto, de bordes que se obtienen en la práctica con un ligero intervalo (cresta) sobre la cara teórica del flanco. La cara 2 del corte envolvente toca a la cara teórica del flanco aproximadamente en su eje geométrico central y, por tanto, allí no existe intervalo (valle). Para una curvatura débil de la cara del flanco, las caras 2 de corte envolvente son más anchas que para una fuerte curvatura, por lo que las líneas 8 de los cortes envolventes corren más y más cerca unas de otras desde el adendum al dedendum del diente.

Si, como se muestra en la figura 3, el filo 3' sobresale en relación con el filo de corte correcto 3 ilustrado en línea interrumpida, y radialmente con relación al eje geométrico de la cabeza de corte, la correspondiente cara envolvente

2' resulta tan ancha que corta parcialmente a las caras vecinas. Naturalmente, este es un caso especial en el que solamente sobresale el filo 3', mientras que todos los otros tienen sus posiciones correctas. A pesar de esto, puede verse perfectamente en el caso especial cómo puede aparecer, en estas condiciones, el flanco del diente vecino.

5 La figura 4 muestra, también, el filo 3" sobresaliente que, sin embargo, realiza un corte en una posición de generación diferente que en el flanco de diente representado en la figura 3 y ha producido la cara 2" de corte envolvente. Esto es típico en el proceso de generación normal porque la cabeza cortadora, que gira continuamente, ha iniciado la realización del corte envolvente en una posición angular diferente que en la figura 3. Además, a partir de las caras 2 de corte envolvente, por lo demás correctas, puede verse que también están ligeramente desplazadas con relación a las del flanco del diente precedente. Esto puede carecer de importancia en casos no críticos, pero tiene como consecuencia el siguiente efecto.

15 Si se realiza una medición del paso en el piñón cónico que se está describiendo, la sonda de bola de un dispositivo de medición típico también detecta los dos flancos de diente representados en las figuras 3 y 4. La bola percibirá cada uno de los flancos de diente en un punto P que mantiene un intervalo constante con relación al eje geométrico de rotación del piñón cónico en el dispositivo de medición y que tampoco está desplazado en la dirección longitudinal del diente. Este punto P es precisamente contiguo a una línea 8 (cresta) de cortes envolventes en la figura 3, por ejemplo, y está aproximadamente en la mitad de la cara 2" de corte envolvente (valle) en la figura 4. Debido a esto, el dispositivo de medición determina una desviación de la separación entre los flancos de los dos dientes, aunque las caras envueltas de los flancos estén situadas, mutuamente, con el paso proyectado.

25 Por el contrario, si el piñón cónico se fresa según el método de acuerdo con el presente invento, la estructura de los cortes envolventes en el flanco del diente vecino y de todos los otros flancos cóncavos, se ve precisamente como el de la figura 3. El punto P siempre está en la misma posición, es decir, siempre se encuentra precisamente cerca de la correspondiente línea de cortes envolventes, siendo necesario, naturalmente, que el piñón cónico sea recibido en el dispositivo de medición sin descentramiento radial. Ello se debe a que la medición del paso ya no muestra desviaciones para este caso especial de un único filo sobresaliente, ya que los flancos envueltos también están posicionados con el paso mutuo deseado.

30 En la generación real en una máquina de acuerdo con el presente invento, se obtiene un efecto correspondiente al del caso especial descrito. Ello se debe a que prácticamente ningún filo de la cabeza cortadora se encuentra exactamente en sus posiciones establecidas y las desviaciones de separación medidas no son, naturalmente, cero pero son significativamente menores que en el método típico. Entonces, se corresponden a lo que sería de esperar sobre la base de la precisión global de la máquina. Este objetivo puede conseguirse sin que sea necesario dedicar más tiempo al tratamiento que en el caso de una máquina típica.

40 Un ejemplo de una máquina de acuerdo con el presente invento se representa en la figura 5. Exteriormente, se corresponde a la máquina CNC para producir ruedas dentadas cónicas con dentado helicoidal ya citada, que se describe en el documento DE 196 46 189 C2 (correspondiente al documento US 5.961.260). Posee un motor de accionamiento 21 para hacer girar la cabeza cortadora 22 en torno a su eje geométrico de rotación 23. El motor 21 y la cabeza cortadora 22 están situados en una primera corredera 24 que es guiada lateralmente en un alojamiento 26 de la máquina y cuya altura puede ajustarse (eje Z). El alojamiento 26 de la máquina puede ser movido, a su vez, horizontalmente (eje X) sobre una base 27 de la máquina, en la que también está situada una segunda corredera 25. Esta corredera 25 lleva un portador 28 de piezas de trabajo que puede ser hecho girar en torno a un eje geométrico vertical C, que tiene un husillo 30 de pieza de trabajo y una pieza de trabajo 31 que está montada a rotación en el portador 28 de pieza de trabajo, alrededor de su eje geométrico horizontal 32. La corredera 25 puede ser movida también horizontalmente (eje Y) pero perpendicularmente al eje X del alojamiento 26 de la máquina y al eje Z de la primera corredera 24. Estas partes de la máquina forman, así, un dispositivo utilizando el cual la cabeza cortadora 22 puede ser llevada a cualquier posición deseada con relación a la pieza de trabajo 31 durante un proceso de fresado en escuadra.

Combinaciones de este dispositivo con diferentes programas de control de la unidad de control 33 de esta máquina CNC forman:

55 el primer dispositivo para guiar a la cabeza cortadora 22 y a la pieza de trabajo 31 a sus posiciones de partida para el fresado, no siendo independientes uno de otro los ejes de desplazamiento X, Y Z y C,

60 el segundo dispositivo para producir un espacio 34 entre dientes completo disponiéndose de los cuatro ejes previamente citados y del eje 32 de la pieza de trabajo 31 para realizar un movimiento acoplado si se trata de un proceso de generación o teniendo que mover solamente el alojamiento 26 de la máquina (eje X) si es puramente un proceso de penetración que se realiza sobre una corona dentada, y

el tercer dispositivo para hacer girar la pieza de trabajo 31 en un paso en torno al eje horizontal 32.

65 Además, la unidad de control 33 de la máquina de acuerdo con el presente invento también tiene los medios de control adicionales, mediante cuyo uso puede conseguirse la compensación angular entre la rotación de la cabeza cor-

tadora y la rotación de la pieza de trabajo, como ya se ha descrito ampliamente.

REIVINDICACIONES

1. Un método para cortar, respectivamente fresar, ruedas dentadas cónicas con dentado helicoidal o hipoides utilizando una cabeza cortadora, que incluye los siguientes pasos:
- 5 a) accionar la cabeza cortadora (22) en torno a su eje geométrico de rotación (23),
- b) guiar la cabeza cortadora (22) y una pieza de trabajo (31) a sus posiciones de partida,
- 10 c) producir un espacio entre dientes completo mediante un proceso de corte, respectivamente de fresado, utilizando la cabeza cortadora giratoria (22),
- d) devolver la cabeza cortadora (22) y la pieza de trabajo (31) a sus posiciones de partida,
- 15 e) hacer girar la pieza de trabajo (31) en un paso simultáneamente con el paso precedente del método o subsiguientemente a él,
- f) repetir los pasos c) a e) hasta que se hayan terminado todos los espacios entre dientes de la pieza de trabajo (31),
- 20 que incluye un paso adicional del método merced al cual, en un instante que puede fijarse previamente,
- la cabeza cortadora (22) adopta una posición angular en torno a su eje geométrico de rotación (23), con relación al espacio entre dientes que ha de producirse, idéntica a la posición angular en torno a su eje geométrico de rotación (23) con relación al espacio entre dientes que ha de producirse cuando se produce el espacio entre dientes precedente, la cual corresponde a una compensación angular de una desviación angular de la posición angular alrededor del eje geométrico de rotación (23) de la cabeza cortadora (22) con relación al espacio entre dientes que ha de producirse respecto de la posición angular en torno al eje geométrico de rotación (23) de dicha cabeza cortadora (22) con relación al espacio entre dientes que ha de producirse cuando se produce el espacio entre dientes precedente.
- 25
2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el paso adicional del método se repite para cada espacio entre dientes, y el instante para realizar la compensación angular de la cabeza cortadora (22) se establece, preferiblemente, al comienzo de cada proceso de fresado.
- 30
3. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el paso adicional del método solamente se realiza una vez para una pieza de trabajo (31) o para una serie de piezas de trabajo, en el que el tiempo necesario para los pasos c) a e) se ajusta cambiando datos de proceso para conseguir rotaciones completas precisas de la cabeza cortadora (22).
- 35
4. El método de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el proceso de fresado para generar los espacios entre dientes se lleva a cabo mediante cortes envolventes en un proceso de generación.
- 40
5. El método de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el proceso de fresado para producir los espacios entre dientes de coronas dentadas es un proceso de penetración.
- 45
6. El método de acuerdo con la reivindicación 5, en el que el instante para realizar la compensación angular de la cabeza cortadora (22) se prevé poco antes del final de cada proceso de penetración.
7. Una máquina para cortar, respectivamente fresar, ruedas dentadas cónicas con dentado helicoidal o hipoides, utilizando una cabeza cortadora (22) en el método de indexación única, que incluye al menos:
- 50 a) un controlador CNC,
- b) un motor de accionamiento (21) para hacer girar la cabeza cortadora (22) en torno a su eje geométrico de rotación (23),
- 55 c) un primer dispositivo para guiar la cabeza cortadora (22) y una pieza de trabajo (31) a sus posiciones de partida,
- d) un segundo dispositivo para producir un espacio entre dientes completo mediante un proceso de corte, respectivamente de fresado, utilizando la cabeza cortadora giratoria (22) y para devolver la cabeza cortadora (22) y la pieza de trabajo (31) a sus posiciones de partida,
- 60 e) un tercer dispositivo para hacer girar la pieza de trabajo (31) en un paso,
- y en la que están previstos medios adicionales de control merced al uso de los cuales, en un instante que puede fijarse previamente, la cabeza cortadora (22) puede fijarse en una posición angular en torno a su eje geométrico de rotación (23) idéntica, con relación al espacio entre dientes que ha de producirse, a la posición angular de la cabeza
- 65

cortadora (22) con relación al espacio entre dientes que ha de producirse cuando se produce el espacio entre dientes precedente.

5 8. La máquina de acuerdo con la reivindicación 7, en la que el uso de los medios adicionales de control corresponde a la ejecución de una compensación angular de una desviación angular de la posición angular en torno al eje geométrico de rotación (23) de la cabeza cortadora (22) con relación al espacio entre dientes que ha de producirse respecto de la posición angular en torno al eje geométrico de rotación (23) de dicha cabeza cortadora (22) con relación al espacio entre dientes que ha de producirse cuando se produce el espacio entre dientes precedente, y

10 en la que la compensación angular de la cabeza cortadora (22) puede llevarse cabo de nuevo para cada espacio entre dientes utilizando los medios adicionales de control.

15 9. La máquina de acuerdo con la reivindicación 7, que está destinada a poner en práctica el método de las reivindicaciones 1 a 6, en la que los datos del proceso para una pieza de trabajo (31) pueden cambiarse y, así, se ajusta el tiempo necesario para ejecutar las operaciones c) a e) con el fin de conseguir rotaciones precisamente completas de la cabeza cortadora (22) utilizando los medios adicionales de control.

20 10. La máquina de acuerdo con una de las reivindicaciones 7 a 9, en la que el segundo dispositivo está previsto para producir los espacios entre dientes merced a cortes envolventes en un proceso de generación.

11. La máquina de acuerdo con una de las reivindicaciones 7 a 9, en la que el segundo dispositivo está previsto para producir los espacios entre dientes de coronas dentadas merced a un proceso de penetración.

25

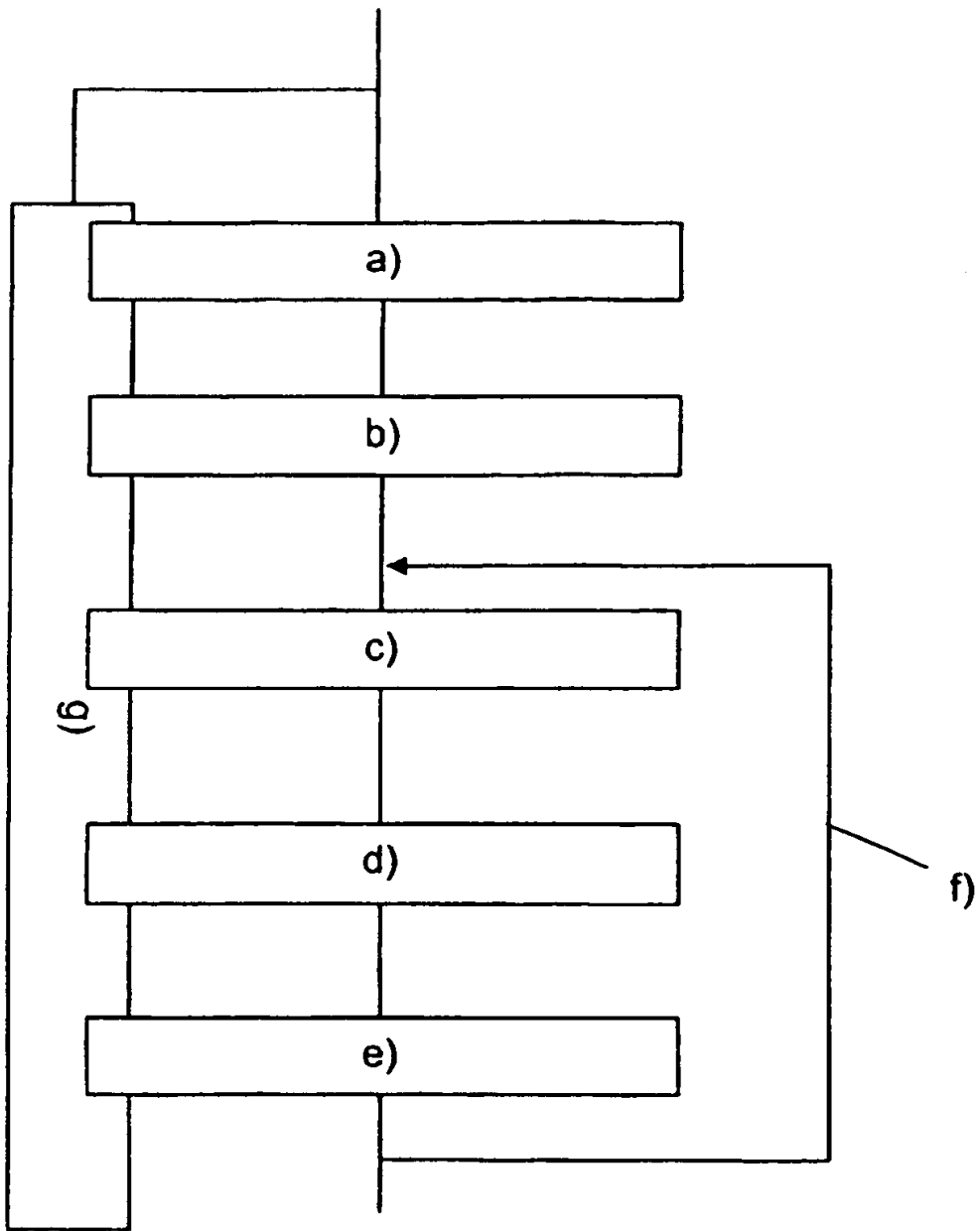


Fig. 1

