

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 532 904**

51 Int. Cl.:

F16H 55/08 (2006.01)

F16H 1/00 (2006.01)

B23F 9/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.05.2011 E 11733563 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.12.2014 EP 2580493**

54 Título: **Dentado de engranaje cónico optimizado en la capacidad de carga**

30 Prioridad:

27.05.2010 DE 102010021771

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

01.04.2015

73 Titular/es:

**SCHOTTEL GMBH (50.0%)
Mainzer Strasse 99
56322 Spay/Rhein, DE y
TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN
FAKULTÄT MASCHINENWESEN INSTITUT FÜR
MASCHINENELEMENTE UND
MASCHINENKONSTRUKTION (50.0%)**

72 Inventor/es:

**POTTS, MICHAEL;
SCHLECHT, BERTHOLD;
SENF, MICHAEL;
SCHAEFER, STEFFEN y
HUTSCHENREITER, BIRGIT**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 532 904 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

Dentado de engranaje cónico optimizado en la capacidad de carga

La invención se refiere a un engranaje de una caja de engranajes cónicos, cuyos dientes presentan respectivamente un flanco de carga y un flanco trasero, y un procedimiento de fabricación para este. El documento del género expuesto DE 2320340 A muestra un engranaje según el preámbulo de la reivindicación 1.

Por lo general, la configuración de la geometría del diente de los engranajes tiene lugar con referencia simétrica respecto a un eje de simetría que transcurre a través del centro del engranaje y en dirección radial a través del diente. Esto está basado en que los engranajes están diseñados y fabricados en general de la misma manera para los dos sentidos de la marcha (hacia adelante y hacia atrás).

Según el sentido de la marcha, un diente individual tiene, en la transmisión del momento de giro, un flanco de carga, el cual está en contacto y transmite el momento de giro sobre el flanco de carga del diente contrario, y un flanco trasero. El flanco trasero de un diente, en un giro del engranaje, entra parcialmente en contacto, o bien no contacta en absoluto con el diente contrario siguiente del engranaje que engrana con el mismo, siempre que no tenga lugar una inversión del sentido de giro.

En la práctica, en las cajas de engranajes es necesaria a menudo una inversión del sentido de giro. No obstante, los distintos dientes de un engranaje se fabrican y se continúan mecanizando de forma idéntica para los dos sentidos de giro.

A fin de incrementar la máxima transmisión posible de fuerza de un engranaje, existen diversos procedimientos. Por una parte, la superficie puede ser sometida a un tratamiento térmico, a fin de evitar daños en el flanco del diente. Los daños en el flanco del diente aparecen, por ejemplo a través de presiones de un valor inadmisibles. Para ello, a continuación de la fabricación de la geometría del diente, entre otras cosas se afina, es decir, se bonifica o bien se temple la superficie. Por otra parte, en otros procedimientos se optimiza la forma del diente, cuyo perfil de referencia está normalizado a través de la norma DIN 867.

El objetivo de la invención es optimizar un engranaje del género expuesto al principio de tal forma que se mejore la capacidad de carga, y que pueda ser transmitido sobre el engranaje helicoidal un momento de giro incrementado.

La línea transversal de la cabeza del diente es configurada a través del corte del plano de corte perpendicular al eje de rotación del engranaje con la superficie del diente (de la cabeza del diente) del engranaje que esté más separada radialmente.

Según la invención, los dientes presentan una mayor cantidad de material sobre los flancos de carga para el refuerzo de los flancos de carga. En ello, como más cantidad de material se entiende la existencia de material del diente que está disponible solamente sobre un lado del eje de simetría, observando la simetría del diente con la ayuda de un eje radial del mismo. El eje radial de simetría transcurre en primer lugar a través del punto que está situado sobre la línea transversal a la cabeza del diente y divide a la línea transversal a la cabeza del diente en dos partes iguales, y en segundo lugar a través del centro del engranaje.

Esa cantidad de material está situada en la zona inferior, o bien interior del flanco de carga, especialmente dentro de las dos terceras partes inferiores, o bien de los tres cuartos inferiores del flanco del diente.

Especialmente ventajoso es cuando la tangente en un punto cualquiera del flanco de carga, especialmente en el círculo de referencia y en el círculo envolvente, es más plana que la correspondiente tangente en el flanco trasero. Con ello, la tangente sobre el lado de carga abarca un ángulo (β) mayor con el eje radial del diente que la del flanco posterior.

La ventaja de un perfil asimétrico del diente de ese tipo es una transmisión incrementada del momento de giro, la cual ocasiona, a través de un aumento de los radios de curvatura del flanco de carga, una disminución de la presión sobre el flanco. A través de ello se disminuye el riesgo de un deterioro del diente, especialmente de la zona del flanco.

Según la invención, existe además el ejecutar una posible variabilidad del ángulo de ataque sobre el lado de carga a lo largo de la línea longitudinal del diente. A través de la elección de un ángulo de ataque mayor en el talón del diente respecto al extremo del mismo puede aumentarse el rango angular realizable. Así se actúa en contra del riesgo de dientes que se vuelven más puntiagudos, especialmente en la zona del extremo. Los ángulos de ataque pueden ejecutarse de forma variable a lo largo de los flancos del diente, de tal modo que los ángulos de ataque disminuyen desde el talón del diente hasta el extremo del mismo en un valor en el rango de 0 grados hasta 8 grados, especialmente hasta un valor de 5 grados.

Preferentemente se propone ejecutar los ángulos de ataque lo más grandes posible, de forma que el ángulo de ataque (α) del flanco de carga sea de 25 a 45 grados, preferentemente de 30 a 40 grados.

- Los documentos DE 10 2005 016746 A1 y JP 09032908 A muestran asimismo formas asimétricas de dientes. Al contrario de la presente invención, éstos presentan más cantidad de material sobre el flanco trasero del diente. Esto se utiliza predominantemente en dentados hipoides, a través de lo cual se originan distintas formas de diente a través de un desplazamiento de ejes. Una mayor cantidad de material sobre el flanco trasero conduce a un incremento de la capacidad de carga del flanco, pero puede conducir eventualmente incluso a una disminución. En la práctica, esto se realiza en engranajes hipoides, a fin de equilibrar las distintas relaciones de engrane y de deslizamiento entre el flanco de carga y el flanco trasero.
- Mientras que los procedimientos clásicos actuales de producción limitan los grados de libertad de fabricación, y en ese sentido están optimizados para fabricar varios dientes de un engranaje al mismo tiempo, puede tener lugar una configuración más individual de los dientes a través de una fabricación topológica del diente, con la ayuda de una máquina de fresado o de rectificado cuya herramienta es guiada sobre cuatro o más ejes.
- Para ello cuenta también la libertad en la fabricación de la forma del perfil del diente. Dejando aparte una forma octoidal del diente, cuya línea de ataque se corresponde con una aproximación a una línea recta, puede fabricarse una forma del diente como evolvente esférica, la cual contribuye a una mejora de la resistencia al desplazamiento.
- De forma especialmente ventajosa, esos engranajes cónicos son utilizables en cajas de engranajes de grandes dimensiones, como por ejemplo en accionamientos de propulsores de hélices.
- Ejemplos de ejecución de la invención están representados en los dibujos, y se describen a continuación más detalladamente.
- Figura 1: una vista del diente con eje de simetría y más cantidad de material
- Figura 2: una vista del diente a lo largo del flanco del diente, con distintos ángulos de ataque
- Figura 3: una vista de un corte del perfil del diente, con pequeñas modificaciones del ángulo de ataque en el talón del diente y en el extremo del diente, respecto al perfil de referencia
- Figura 4: una vista de un corte del perfil del diente, con grandes modificaciones del ángulo de ataque en el talón del diente y en el extremo del diente, respecto al perfil de referencia
- La figura 1 muestra el engranaje cónico 1, el cual presenta varios dientes 2 distribuidos sobre el perímetro de su superficie envolvente cónica, los cuales poseen respectivamente un flanco de carga 3 y un flanco trasero 4. El flanco de carga 3 y el flanco trasero 4 de dos dientes adyacentes están unidos a través de la zona 5 del pie del diente, denominada también como “fondo del vano del diente”.
- Dado que para los engranajes está previsto un sentido de giro de avance para la transmisión del momento de giro, los flancos de carga 3 y los flancos trasero 4 tienen distintas funciones, las cuales están cimentadas en una geometría distinta. El flanco de carga 3 se encarga de la transmisión del momento de giro en el funcionamiento normal, y está dimensionado en el diseño con un gran ángulo de ataque (α) 6. Los ángulos de ataque (α) 6 de los flancos de carga son en este caso de 24 a 45 grados, preferentemente de 30 a 40 grados. El flanco trasero 4 está configurado con ángulos de ataque más pequeños. Debido a la tangente 7, más plana en un punto discrecional del flanco de carga 3, representado aquí en el círculo de referencia, o bien en el círculo envolvente, respecto a la tangente correspondiente 8 del flanco trasero 4, el diente recibe una geometría asimétrica de diente.
- Debido a la geometría asimétrica en esa nueva configuración del diente, desaparece la típica línea central del diente, como la que existe en la geometría simétrica usual del diente. Esta se sustituye por un “eje radial del diente” 9, el cual transcurre a través del punto central M_1 del engranaje y del punto A_1 , que divide la cabeza del diente en dos. El punto A_1 , que divide la cabeza del diente en dos, divide la línea transversal 23 de la cabeza del diente en dos partes de igual tamaño. Las tangentes correspondientes en el flanco de carga y en el flanco trasero forman respectivamente con ese eje radial del diente ángulos β 10 de distinto tamaño. La tangente 8 del flanco trasero 4 es más empinada que la tangente 7 del flanco de carga 3. Con ello, la tangente 7 del flanco de carga 3 forma un ángulo mayor β 10 con el eje radial 9 del diente que la tangente 8 del flanco trasero 4 con el eje radial 9 del diente.
- Si se recurre a ése eje radial 9 del diente para una comparación entre el flanco de carga 3 y el flanco trasero 4, se hace evidente la mayor cantidad de material adicional 11 sobre el lado del flanco de carga 3. En ello, la cantidad de material adicional 11 en la zona inferior, o bien en la zona interior del dentado, es decir, hacia la zona del pie 5 del diente, aumenta claramente. La cantidad de material adicional 11 del flanco 3 de carga varía según la geometría del diente y del ángulo α 6, y puede indicarse con un factor f en un rango de valores de más de 1,0 a 1,5.
- La figura 2 muestra la representación, a título de ejemplo, de un diente 2 a lo largo de la anchura 12 del diente desde el pie 13 del diente hasta el extremo 14. La longitud 15 del diente es moderadamente mayor que la anchura 12 del diente, debido a la forma de ejecución del dentado con la línea longitudinal del diente curvada. El dibujo muestra que los ángulos de ataque α 6 en un flanco de diente del talón 13 del diente (ángulo de ataque $\alpha_{\text{talón}}$ 16) pueden ser distintos que en el extremo 14 del diente (ángulo de ataque α_{extremo} 17). La zona del flanco del diente entre el pie 13 del diente y el extremo 14 del diente presenta con ello ángulos variables α 6 a lo largo de la longitud 15 del diente,

5 los cuales se hacen más pequeños desde el pie 13 del diente hasta el extremo 14 del diente, a lo largo del flanco del diente. En ello, la diferencia del ángulo de ataque α_6 desde el pie 13 del diente hasta el extremo 17 del diente está situada en el rango de 0 grados hasta 8 grados, preferentemente en 5 grados. La tangente en el pie 13 del diente transcurre más plana respecto a la tangente 14 en el extremo del diente, y abarca con ello un ángulo mayor $\beta_{\text{talón}}$ 18 que el β_{extremo} 19 en el extremo del diente.

10 La figura 3 muestra la forma optimizada 20 del diente con una cantidad de material adicional 11. La cantidad de material adicional 11 está situada en la zona inferior, o bien en la zona interior del flanco de carga 3. La cantidad de material adicional 11 sobre el lado 3 de carga es relativamente pequeña en comparación con la cantidad de material del conjunto del diente. Esto puede atribuirse a la pequeña diferencia entre los ángulos de ataque del perfil estándar de referencia 21 y de la forma optimizada 20 del diente. El ángulo de ataque α_6 en el perfil estándar de referencia 21 es el mismo sobre el flanco 3 de carga, con $\alpha_z = 20$ grados, y sobre el flanco trasero 4 con $\alpha_s = 20$ grados. El ángulo de ataque α_6 en la forma optimizada 20 del diente es diferente sobre el flanco 3 de carga, con $\alpha_z = 25$, y sobre el flanco trasero 4 con $\alpha_s = 20$ grados.

15 La figura 3 muestra a continuación la forma optimizada 20 de los dientes 2 en la forma de ejecución de una evolvente esférica. Esa forma de ejecución no puede ser fabricada, con la geometría propuesta del diente, a través de procedimientos clásicos de fabricación, como fresado por generación o afeitado. No obstante, la forma optimizada del diente puede ser fabricada a través de un procedimiento con cuatro o más ejes, especialmente de un procedimiento con cinco ejes. Solamente a través de ellos puede realizarse la herramienta exactamente punto a punto el arranque tridimensional de material que es necesario para la forma optimizada 20 de los dientes 2. En esto, los procedimientos de mecanizado son especialmente el rectificado y/o el fresado.

20 La figura 4 muestra otra imagen del flanco del diente, representada con una cantidad de material adicional 11 claramente más grande que en la figura 3. Esto puede atribuirse a la mayor diferencia entre los ángulos de ataque del perfil estándar de referencia 21 y de la forma optimizada 20 del diente. El ángulo de ataque α_6 en el perfil estándar de referencia 21 es el mismo sobre el flanco 3 de carga, con $\alpha_z = 20$ grados, y sobre el flanco trasero 4 con $\alpha_s = 20$ grados. El ángulo de ataque α_6 en la forma optimizada 20 del diente es diferente sobre el flanco 3 de carga, con $\alpha_z = 35$, y sobre el flanco trasero 4 con $\alpha_s = 18,5$ grados. En este caso, la figura 4 muestra que con el aumento del ángulo de ataque α_6 puede disminuir el grueso de la cabeza 22 del diente. La figura compara en este caso la forma optimizada 20 del diente con la cabeza del diente de un perfil estándar de referencia 21. La figura 4 muestra asimismo la forma optimizada 20 de los dientes 2, en la forma de ejecución de una evolvente esférica sobre el lado de carga 3 del diente 2.

25 Una forma de ejecución no representada tiene unos ángulos de ataque tan grandes que es necesario realizar una modificación de los bordes en la zona de la cabeza del diente. De este modo ha de evitarse un templado, el cual puede aparecer en general por debajo de un espesor del diente de 0,3 x m. Esto es importante para evitar daños en la cabeza del diente. Una modificación de los bordes de ese tipo puede ser realizada como un redondeado variable de la cabeza a lo largo de la línea longitudinal de la misma, o bien como una reducción cónica de la cabeza en el extremo del diente.

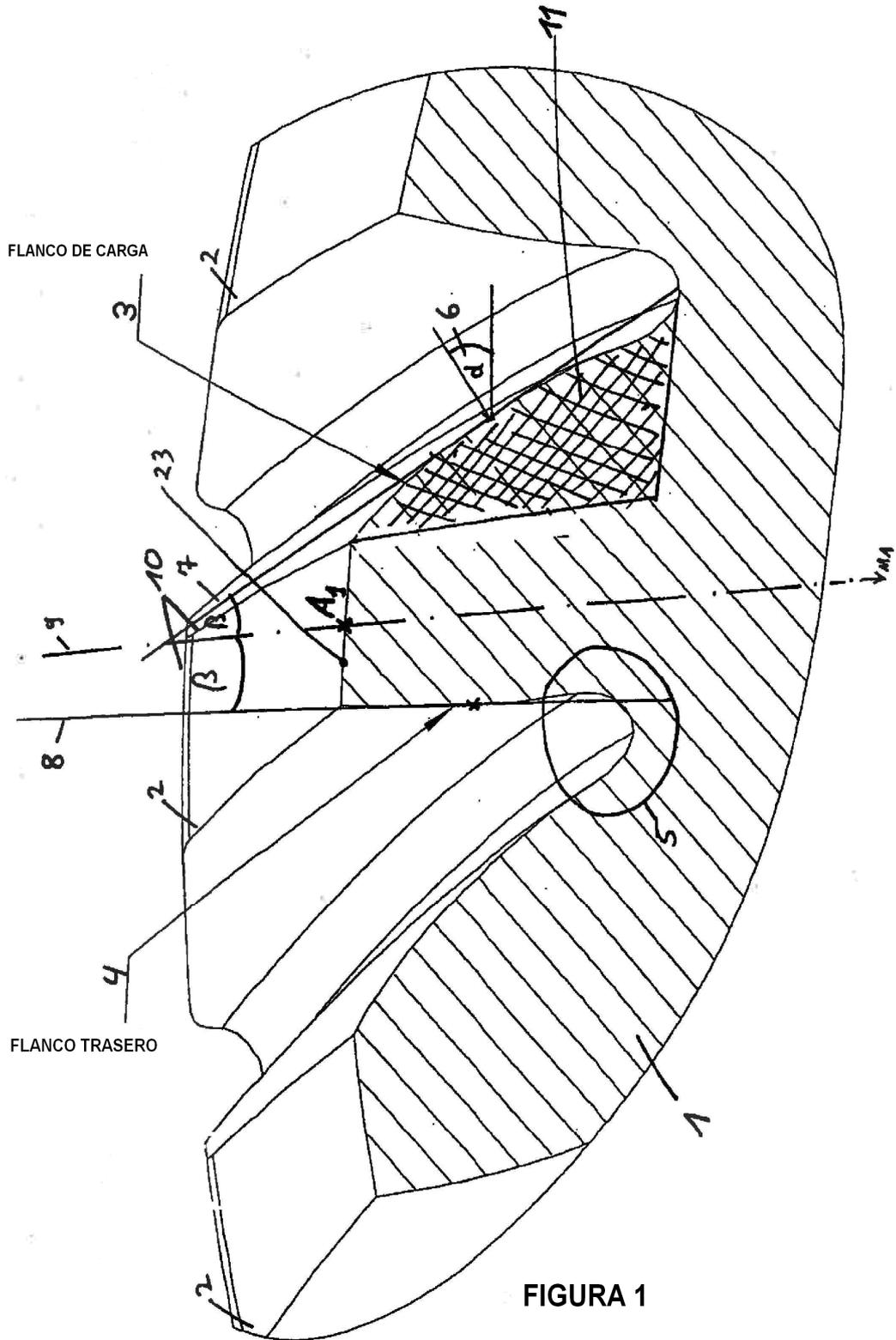
30 Otra forma de ejecución, no representada, contiene la disposición de la cantidad de material adicional 11 dentro de los dos tercios inferiores, o bien de los tres cuartos inferiores del flanco de carga 3.

REIVINDICACIONES

1. Engranaje cónico (1) de una caja de engranajes cónicos, cuyos dientes (2) presentan respectivamente un flanco (3) de carga y un flanco (4) trasero,
 - 5 • presentado los dientes (2) una línea de flancos de dentado helicoidal, o bien de dentado espiral,
 - presentado los dientes (2) una forma octoidal del diente, o bien una forma del diente como evolvente esférica, y
 - 10 • presentado los dientes una cantidad de material adicional 11 sobre los flancos (4) de carga, para el refuerzo de los flancos (4) de carga, de forma que el eje (9), el cual transcurre a través del punto central A_1 de la línea transversal (23) de la cabeza del diente, que divide la cabeza del diente en dos, y a través del punto medio del engranaje, muestra una asimetría de los dientes (2), **caracterizado por que** los ángulos de ataque (6) de los flancos del diente a lo largo de los dientes (2) son variables, de tal forma que los ángulos de ataque (6) de los flancos del diente a lo largo de los dientes (2) disminuyen desde el talón (13) del diente hacia el extremo (14) del mismo.
- 15 2. Engranaje cónico (1) según la reivindicación 1, **caracterizado por que** los dientes (2), que presentan una línea de flancos de dentado helicoidal, o bien de dentado espiral, presentan una línea longitudinal curvada.
3. Engranaje cónico (1) según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** la zona superior de los dientes, la cual entra en engrane, presenta una forma octoidal, o bien una forma del diente como evolvente esférica.
- 20 4. Engranaje cónico (1) según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** los ángulos de ataque (6) son variables a lo largo de los dientes (2), de tal modo que los ángulos de ataque disminuyen desde el talón (13) del diente hasta el extremo (14) del mismo en un valor en el rango de 0° hasta 8° , especialmente hasta un valor de 5° .
- 25 5. Engranaje cónico (1) según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** el ángulo de ataque α (6) del flanco de carga (3) es de 25 a 45 grados, preferentemente de 30 a 40 grados.
6. Engranaje cónico (1) según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** la cantidad de material adicional (11) está colocada en la zona inferior, o bien en la zona interior del flanco (3) de carga.
7. Engranaje cónico (1) según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** la cantidad de material adicional (11) está colocada dentro de los dos tercios inferiores, o bien de los tres cuartos inferiores del flanco de carga (3).
- 30 8. Engranaje cónico (1) según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** la tangente (7) es más plana, en un punto discrecional del flanco de carga (3), especialmente sobre el círculo de referencia y sobre el círculo envolvente, que la correspondiente tangente del flanco trasero (4), y con ello la tangente (7) forma con el eje radial (9) del diente un ángulo β (10) mayor que con el flanco trasero (4).
- 35 9. Engranaje cónico (1) según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** el engranaje presenta un módulo m en el rango de 2 hasta 30.
- 40 10. Engranaje cónico (1) según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** la cabeza (22) del diente presenta una modificación del borde, especialmente un redondeado variable de la cabeza a lo largo de la línea longitudinal de la misma, o bien una reducción de la cabeza en el extremo del diente, a fin de garantizar un espesor de la cabeza del diente de más de $0,3 \times m$.
11. Procedimiento para la fabricación de un engranaje cónico (1) según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** la geometría del diente se fabrica mediante un procedimiento en cuatro o más ejes, especialmente un procedimiento en cinco ejes.
- 45 12. Procedimiento para la fabricación de un engranaje cónico (1) según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** los procedimientos de fabricación son el rectificado y/o el fresado.
13. Procedimiento para la fabricación de un engranaje cónico (1) según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** la geometría del diente se realiza mediante el arranque tridimensional de material punto a punto.
14. Procedimiento para la fabricación de un engranaje cónico (1) según una de las reivindicaciones precedentes,

caracterizado por que a través del arranque tridimensional de material punto a punto de los flancos de los dientes (2), estos reciben la forma de una evolvente esférica, especialmente en las zonas que van a engranar.

- 5 15. Procedimiento para la fabricación de un engranaje cónico (1) según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** es utilizado para la fabricación de cajas de engranaje de accionamiento de barcos, especialmente engranajes de accionamiento de propulsores de hélices, preferentemente como engranaje bajo el agua del accionamiento de góndola.



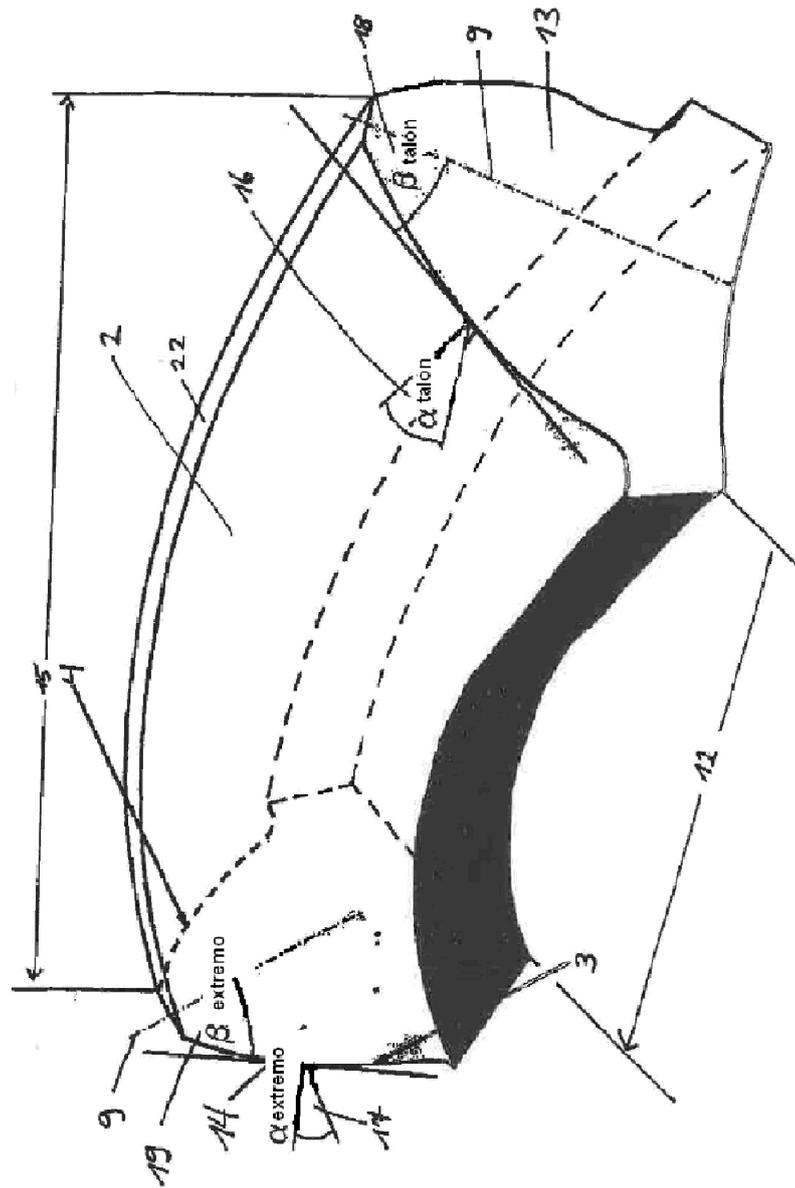


FIGURA 2

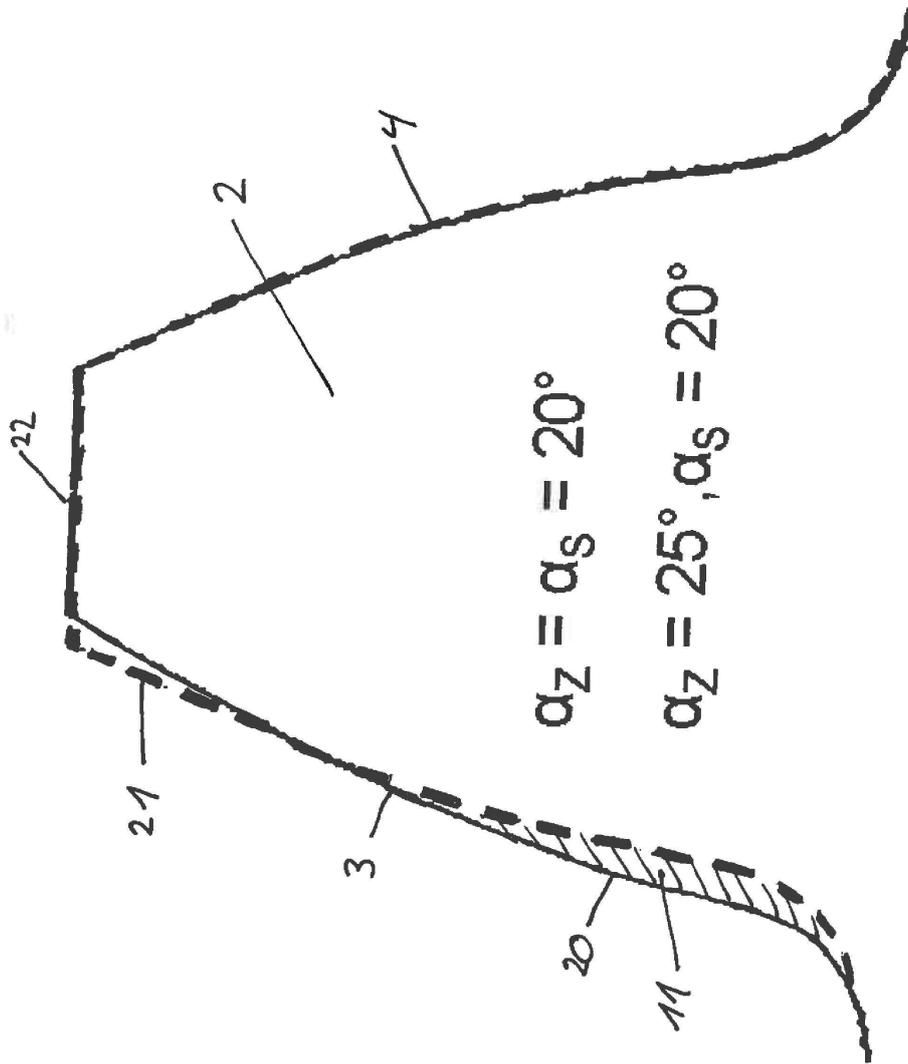


FIGURA 3

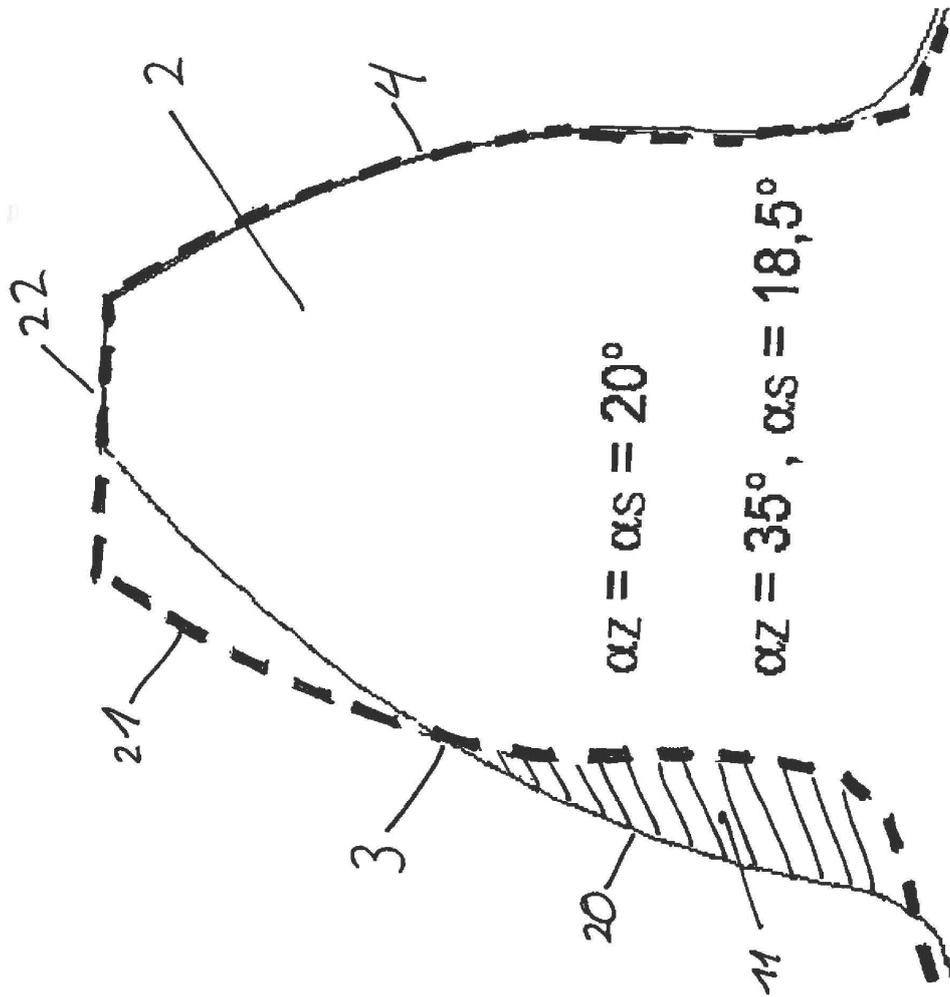


FIGURA 4