



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 364 347**

51 Int. Cl.:
F16D 1/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06791534 .8**

96 Fecha de presentación : **06.07.2006**

97 Número de publicación de la solicitud: **1902224**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **26.03.2008**

54 Título: **Conexión de árbol - cubo pretensada con un cono real.**

30 Prioridad: **06.07.2005 DE 10 2005 031 832**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
31.08.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
31.08.2011

73 Titular/es: **NEAPCO EUROPE GmbH**
Henry-Ford-Strasse 1
52351 Düren, DE

72 Inventor/es: **Kroener, Thilo**

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 364 347 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

Conexión de árbol – cubo pretensada con un cono real.

La presente invención se refiere a una conexión de árbol – cubo para la transmisión del par de fuerzas, con los componentes que presentan un eje longitudinal común:

- 5 a) un árbol rotativo alrededor del eje longitudinal con una sección longitudinal de arrastre con un contorno exterior no redondo,
- b) un cubo coaxial respecto al árbol y que rodea el árbol con su contorno interior al menos en la zona de la sección longitudinal de arrastre,

en la que

- 10 - el contorno exterior de la sección longitudinal de arrastre del árbol y el contorno interior del cubo presentan una forma cónica real tal que, en el ensamblaje del árbol y el cubo, aparece un autobloqueo que mantiene la conexión de árbol – cubo, y
- está previsto un medio de conexión que pretensa el árbol y el cubo en el estado ensamblado en la dirección del eje longitudinal X-X.

- 15 En el documento DE 198 53 411 A1 se describe una conexión de árbol – cubo en la que el medio de conexión se forma por una rosca exterior con una tuerca correspondiente a ella, apoyándose la tuerca en una sección en el cubo.

- Las conexiones de árbol – cubo se utilizan además en la construcción de máquinas de múltiples maneras para la transmisión del par de fuerzas entre el árbol y el cubo. Además de una pluralidad de requerimientos, el objetivo esencial de conexiones semejantes es la mayoría de las veces la transmisión de los elevados pares de fuerzas. Las conexiones deben ser lo más sencillas y compactas posibles, así como deben poder montarse sin demasiados trabajos de ajuste y reajuste. Básicamente es común a todas las formas de realización que la transmisión del par de fuerzas carga la conexión de árbol – cubo. En este caso las cargas dinámicas, la mayoría de las veces, son más elevadas que las cargas estáticas.
- 20

- Ya que una conexión de árbol – cubo convencional no es la mayoría de las veces un ajuste prensado, sólo una parte consabida de las superficies de contacto toma parte verdaderamente en la transmisión del par de fuerzas. Esto provoca elevadas tensiones en los componentes que deben compensarse o reducirse por una conexión correspondientemente larga. Pero la longitud ampliada de la conexión provoca de nuevo excentricidades mayores y amplifica un movimiento relativo entre árbol y cubo, mientras que no tiene lugar una transmisión del par de fuerzas (el así denominado juego). El aumento de las excentricidades provoca adicionalmente ruidos y oscilaciones indeseados. Además, una conexión más larga facilita el deslizamiento de las superficies una sobre otra, por lo que de nuevo se favorece la formación de herrumbre de contacto. Finalmente estos efectos provocan una reducción de la vida útil de la conexión de árbol – cubo y por consiguiente de todo el sistema.
- 25
- 30

- El documento DE 198 36 259 A1 muestra una conexión de árbol – cubo fija a rotación, en la que el cubo se puede comprimir para la reducción o para la prevención del juego indeseado mediante un dispositivo de prensado radial en la dirección al eje de rotación, de manera que el contorno interior del cubo se sitúa en engrane libre de juego con el árbol. En esta forma de realización es desventajosa la necesidad de componentes adicionales, que está unida con una mayor necesidad de espacio y mayores costes.
- 35

- Para la reducción o prevención del juego indeseado se conocen conexiones de grupos de sujeción, en las que entre el árbol y el cubo está dispuesto un grupo de sujeción. Un grupo de sujeción semejante presenta al menos un elemento por el que se puede aumentar la sección transversal anular del grupo de sujeción y por ello el grupo de sujeción se presiona, por un lado, contra la superficie lateral del árbol y, por otro lado, contra la superficie interior del orificio del cubo y se crea una conexión sin juego. Las conexiones de árbol – cubo configuradas correspondientemente se describen, por ejemplo, en el documento DE 101 09 296 A1, el US 5,215,413 B1, el DE 94 03 483 U1 y el DE 195 22 736 A1. El documento DE 36 36 393 A1 describe grupos de sujeción, en los que la unión positiva se consigue porque tanto el árbol, como también el cubo están provistos de un dentado longitudinal y el grupo de sujeción presenta en el lado interior, así como en el lado exterior un respectivo dentado longitudinal correspondiente para ello. También esta forma de realización está unida con costes correspondientemente mayores y con una necesidad de espacio relativamente elevada debido a los componentes adicionales. Para el montaje del grupo de sujeción es necesario un paso de trabajo adicional, que requiere tiempo y por consiguiente implica costes.
- 40
- 45

- 50 El documento EP 1 225 356 B1 describe una conexión de árbol – cubo en la que al menos uno de los componentes presenta en la zona de la sección longitudinal de arrastre no redonda al menos dos secciones de sujeción desplazadas angularmente entre sí alrededor del eje longitudinal. Esto puede conseguirse, por ejemplo, por torsión que se extiende

sobre toda la longitud de la sección longitudinal de arrastre o también por dos secciones longitudinales no retorcidas, unidas entre sí a través de una sección de conexión y desplazadas una respecto a otra. También son posibles varias secciones de conexión que desplazan entre sí respectivamente secciones longitudinales de forma escalonada o continua. Es desventajoso que la fabricación de los componentes sólo sea posible con máquinas especiales y muy caras. En particular la creación de un contorno interior retorcido es difícil. El montaje o ensamblaje de conexiones semejantes es posible sólo por aplicación de una gran fuerza axial, ya que durante el ensamblaje se deforman unas respecto a otras las secciones. No es posible un ensamblaje a mano.

También se conoce la utilización de elementos cuneiformes que se introducen entre árbol y cubo. No obstante, esto provoca una excentricidad del árbol y por consiguiente superficies de contacto puntuales o relativamente pequeñas entre árbol y cubo. Pero frecuentemente se cuenta con esto, ya que un aumento o una distribución uniforme de las superficies de contacto dentro de la sección de arrastre sólo parece posible, según se ha desarrollado, con componentes adicionales y coste considerable.

Partiendo de conexiones de árbol – cubo del tipo mencionado al inicio, la tarea objetiva de la invención consiste en preveer una conexión de árbol – cubo con un medio de conexión en el que se pueda reducir la fuerza de pretensión axial inicial y en la que todavía esté presente una fuerza de pretensión suficiente a través de un amplio desplazamiento axial por desgaste y apariciones de asentamiento.

Según la invención esto se consigue con una conexión de árbol – cubo genérica que se caracteriza porque el medio de conexión está formado por un anillo de pretensión que envuelve rampas que están dispuestas periféricamente alrededor del eje longitudinal en un lado exterior del árbol y en un lado exterior del cubo y por consiguiente mantiene bajo pretensión la conexión de árbol – cubo.

La invención se basa en el conocimiento de que las tensiones elevadas en el componente, la fatiga, la excentricidad y las oscilaciones se pueden reducir o suprimir sólo entonces guiadas al objetivo por una reducción del juego entre el árbol y el cubo si se puede realizar por un lado un autobloqueo entre el árbol y el cubo, por otro lado, permanece pretensada de forma duradera la conexión en la dirección axial.

Un centrado exacto del árbol en el cubo garantiza una transmisión uniforme del par de fuerzas. La reducción o supresión del juego en el árbol centrado provoca una distribución favorable de fuerzas durante la transmisión del par de fuerzas y reduce por ello las tensiones en el componente, la fatiga, la excentricidad y las oscilaciones. El ensamblaje, en particular ensartado o introducción de la conexión puede realizarse de forma sencilla y rápida.

La conexión de árbol – cubo según la invención puede producirse y montarse además de forma muy sencilla. El anillo de pretensión se coloca y contrae durante el montaje sobre estas rampas. Mediante la contracción se reduce el diámetro del anillo de pretensión, por lo que los flancos laterales del anillo de pretensión entran en contacto con las rampas y éstas presionan unas sobre otras. Si se ha realizado una pretensión suficiente, se fija el anillo de pretensión y permanece en su posición. El anillo de pretensión está fabricado de un material resistente y equilibrado de forma ventajosa.

El contorno exterior del árbol y el contorno interior del cubo presentan según la invención en la zona de la sección longitudinal de arrastre una forma real cónica. Esto significa que todas las líneas de contorno dispuestas en la superficie lateral y que discurren esencialmente en la dirección longitudinal confluyen sobre un punto único que está dispuesto en el eje longitudinal y se cortan en éste. Dicho de otra manera, se da un cono real si una prolongación teórica de todos los ángulos del cono esenciales corta el eje longitudinal en un único punto.

Dado que tanto el árbol, como también el cubo presentan en la zona de la sección longitudinal de arrastre contornos reales cónicos correspondientes, con diámetros o secciones transversales correspondientemente adaptados se produce un así denominado empalme positivo, lo que provoca un contacto plano y un autobloqueo.

El árbol y el cubo se pueden ensamblar con sólo un muy pequeño requerimiento de fuerza, de manera que permanecen relativamente fijos en conexión debido al autobloqueo. Mediante la forma real cónica resulta además que el árbol y el cubo se centran uno respecto al otro obligatoriamente durante el ensamblaje. La conexión está así totalmente libre de juego y evita todas las desventajas unidas con un juego indeseado. La transmisión de fuerzas se realiza a través de una superficie relativamente grande por lo que se evitan picos de carga.

Se han evidenciado como especialmente ventajosas secciones transversales del árbol y del cubo poligonales, en particular en forma trocoidal. Un trocoide se origina como trayectoria de un punto, si éste se arrastra al desarrollar un círculo (círculo de paso) sobre o en un círculo (círculo de contacto). El número y realización de las “ensenadas o convexidades” trocoidales son en este caso variables. Se ha demostrado que mediante el uso de un contorno trocoidal optimizado, con vistas al número de las “ensenadas o convexidades” y sus diámetros grandes y pequeños es posible una transmisión del par de fuerzas con tensiones mínimas, así como al mismo tiempo movimiento relativo mínimo entre las superficies en contacto. Las pequeñas diferencias en el contorno de los componentes en contacto permiten un

cambio de las propiedades de la conexión de árbol – cubo, en particular la vida útil y la resistencia.

Opcionalmente según la invención puede estar previsto un elemento de obturación adicional entre el árbol y el cubo. Una obturación de la sección poligonal es razonable bajo cargas duraderas a fin de evitar la corrosión. También puede ser razonable una junta de estanqueidad semejante si la conexión de árbol – cono se utiliza, por ejemplo, en vehículos todo terreno o máquinas de construcción.

La conexión de árbol – cubo según la invención es apropiada en particular para un uso en la tecnología de vehículos, por ejemplo, para sistemas de frenado, suspensiones de ruedas o como conexión para articulación y árbol cardán de los vehículos. En este caso es ventajoso que un cubo según la invención con contorno interior poligonal no se deba quitar durante el proceso de fabricación. Por consiguiente no es necesaria una fabricación de acero, el cubo podría ser elaborado, por ejemplo, también de hierro fundido. La conexión de árbol – cubo según la invención es apropiada también por ello particularmente para un uso semejante ya que, por ejemplo, los sistemas de frenado están expuestos a elevadas cargas térmicas.

Otras características ventajosas de la configuración de la invención están contenidas en las reivindicaciones dependientes.

Un ejemplo de realización preferido se explicará a continuación más exactamente la invención.

La conexión de árbol – cubo 20 presenta un árbol 22 y un cubo 24, estando en contacto el árbol 22 gracias a su contorno exterior 26 con un contorno interior 28 del árbol 22. Esta zona, en la que se puede transmitir el par de fuerzas se designa a continuación como sección longitudinal de arrastre.

El árbol 22 y el cubo 24 están dispuestos de forma concéntrica respecto a un eje longitudinal X-X y se giran alrededor de éste durante la transmisión del par de fuerzas.

El árbol 22 presenta convexidades trocoidales y el cubo 24 referido a su sección transversal encañadas trocoidales. Pero básicamente para la realización de la invención también son apropiadas todas las otras formas de sección transversal no redondas. En este caso se ha demostrado igualmente que en un polígono hexagonal debe darse una excentricidad E relativa entre 2 y 10%, preferentemente aproximadamente 3 y 5%. La excentricidad E relativa describe la excentricidad del polígono referido al diámetro D_m medio no físico en porcentaje, describe así una relación entre un diámetro D_o exterior y un diámetro D_i interior del polígono. D_m es el diámetro de un disco circular con el mismo contenido superficial que el polígono. El concepto polígono no debe entenderse aquí en el sentido estricto de la palabra, sino mejor dicho como contorno aproximado, similar al polígono. La excentricidad E relativa se puede calcular según la siguiente fórmula:

$$E = \varepsilon / D_m * 100$$

con

$$\varepsilon = \text{falta de redondez del polígono}$$

La excentricidad E relativa se debería deducir ventajosamente de la fórmula siguiente:

$$E = (D_o - D_i / D_o + D_i) \times 50$$

Formas poligonales especialmente ventajosas se producen al utilizar el proceso IPRO-TEC y pueden calcularse en particular según las fórmulas siguientes (desviación +/- 10%):

$$x(\gamma) = (D_m/2) \times \cos(\gamma) + E \times \cos((n-1) \times \gamma)$$

$$y(\gamma) = (Dm/2) \times \sin(\gamma) - e \times \sin((n-1) \times \gamma).$$

con

$y = 0$ a 360° , parámetro continuo

5 $n =$ número de los lados del polígono

$\varepsilon =$ falta de redondez del polígono.

10 El árbol 22 puede introducirse en el cubo 24. El contorno exterior 26 y el contorno interior 28 están realizados de forma real cónica. Esto significa que la excentricidad E relativa es constante sobre la longitud de la sección longitudinal de arrastre. La sección longitudinal de arrastre es muy corta en la dirección del eje longitudinal X-X. Se ha demostrado que es posible un acortamiento de la sección longitudinal de arrastre de hasta el 60% en pares de fuerzas comparables a transmitir respecto a conexiones convencionales. Mediante esta reducción se reducen, por un lado, los costes de fabricación, por otro lado, se reduce también el tamaño constructivo de la conexión de árbol – cubo 20. También se minimizan vibraciones y la herrumbre de contacto indeseada. La longitud mínima posible de la sección longitudinal de arrastre es aquella longitud que permite transmitir de forma segura los pares de fuerzas deseados.

15 La longitud de la sección longitudinal de arrastre es ventajosamente de sólo hasta el 40%, en particular sólo hasta el 33% del diámetro medio del cono de la sección transversal de la sección longitudinal de arrastre no redonda. Pero básicamente según la forma de realización de la conexión también son posibles otras relaciones de longitud.

20 Dos rampas 30 periféricas según la invención están previstas respectivamente en el árbol 22 y el árbol 24 y se extienden coaxialmente alrededor del eje longitudinal X-X. Las rampas 30 presentan en el ejemplo de realización mostrado respectivamente un bisel 32, los cuales confluyen unos sobre otros en la dirección que se dirige fuera del la conexión de árbol – cubo 20. Las rampas 30 con los biseles 32 sirven para el contacto del medio de conexión mostrado en la figura 4, que está realizado como anillo de pretensión 34 en el ejemplo de realización mostrado.

25 Para aplicar una pretensión suficiente se pone el anillo de pretensión 34 después del ensamblaje del árbol 22 y del cubo 24 sobre las rampas 30 y entra en contacto con su cara interior con los biseles 32. Mediante la reducción del diámetro del anillo de pretensión 34 presiona éste contra los biseles 32 y lleva las rampas 30 unas sobre otras.

30 La reducción del diámetro del anillo de pretensión puede realizarse por una así denominada oreja 36 que se comprime con la ayuda de una herramienta apropiada. Este procedimiento puede realizarse de forma sencilla y rápida y provoca una fuerza de pretensión constante y muy uniforme sobre todo la periferia de las rampas 30. Sin embargo son posible también otras posibilidades, por ejemplo, medios de conexión que se ensamblan con la ayuda de tornillos. Se ha demostrado que el medio de conexión debería estar equilibrado, ya que éste se rota durante la transmisión del par de fuerzas. No obstante, para casos de aplicación con bajas velocidades de rotación puede prescindirse del equilibrio. La cara interior del anillo de pretensión 34 presenta un perfil que está adaptado a las rampas 30 o los biseles 32, de manera que una reducción del diámetro provoca que una fuerza de pretensión actúe sobre los biseles 32. El medio de conexión genera una fuerza de pretensión suficiente para mantener la conexión de árbol – cubo 20 en el estado autobloqueado. En el presente ejemplo de realización, el anillo de pretensión 34 presenta paredes laterales, cuyas caras interiores entran en contacto respectivamente con los biseles 32. Las paredes laterales 38 pueden estar realizadas de forma continua, no obstante, pueden estar interrumpidas también por ensenadas 39, de forma que estén configuradas varias secciones de pared lateral 40. Es esencial que las paredes laterales 38 estén realizadas de forma que la fuerza aplicada a través de ésta actúe en dirección axial de forma lo más uniforme posible sobre la periferia de las rampas 30. En el ejemplo de realización mostrado, por cara se muestran cuatro secciones de pared lateral 40, pero son posibles también hasta veinte secciones de pared lateral.

45 El anillo de pretensión 34 presenta dos extremos libres. Partiendo de los extremos libres se produce una sección de superposición 50, sobre la que se superponen las zonas finales del anillo de pretensión 34 en el estado cerrado. La sección de superposición 50 presenta una longitud de aproximadamente del 10 al 20% del contorno exterior del anillo de pretensión 34 y está limitada por los extremos libres. En la zona de la sección de superposición 50, las dos zonas finales presentan respectivamente un gancho 52 y una abertura 54, que están dispuestos de manera que los dos ganchos 52 pueden engancharse en la respectiva abertura 54 correspondiente de la otra zona final. Si la oreja 36 se encoge o comprime, los ganchos 52 contraen el anillo de pretensión 34 sobre el contacto 54.

50 Una ventaja esencial de la invención consiste también en que los mismos o diferentes materiales se pueden utilizar para la fabricación del árbol 22 y/o el cubo 24. Por ejemplo, el cubo 24 puede estar elaborado de hierro fundido, mientras que el árbol 22 está elaborado de acero. Otros tipos de materiales apropiados para la elaboración serían, por ejemplo, cerámica, aluminio, MMC, así como hierro fundido globular o laminar. También son posibles combinaciones de los diferentes tipos de materiales.

- Las líneas de contorno que discurren del contorno exterior 26 se cortan aproximadamente en la dirección longitudinal X-X, cuando se prolongan teóricamente, en un único punto sobre el eje longitudinal X-X. Se muestra un ángulo cónico A que está encerrado por el eje longitudinal X-X y una línea puesta en un diámetro máximo del árbol 22, y un ángulo cónico B, que está encerrado por el eje longitudinal X-X y una línea puesta en un diámetro mínimo del árbol 22. El ángulo cónico A se puede designar también como ángulo cónico A exterior, el ángulo cónico B también como ángulo cónico B interior. Se ha mostrado que un ángulo cónico exterior entre $0,5^\circ$ y 7° permite de forma segura el autobloqueo. Si el contorno interior 28 del árbol está realizado correspondientemente, durante el ensamblaje del árbol 22 y del cubo 24 se produce un contacto plano que permite una transmisión óptima del par de fuerzas. Pero también es esencial también en este caso que se alcance el estado del autobloqueo durante el ensamblaje, es decir, si el contorno exterior 26 entra en contacto con el contorno interior.
- Un sector preferido de utilización de la conexión de árbol – cubo 20 es como conexión de un árbol accionado 42 con una junta homocinética 44. La conexión de árbol – cubo 20 puede estar integrada para ello, por ejemplo, con una articulación desplazable en el mismo sentido. El árbol accionado presenta aquí en la zona final con ranuras 48 para la transmisión del par de fuerzas.
- Las paredes laterales 38 presentan preferentemente un ángulo entre 20° y 28° , designando el ángulo la desviación de una vertical en el eje de conducción X-X. Aunque se ha evidenciado este intervalo angular como ventajoso, según el sector de aplicación también son posibles otros ángulos.
- La pretensión se genera por el anillo de pretensión 34, dado que las paredes laterales 38 o las secciones de pared lateral 40 se deforman de forma elástica. Para garantizar una deformación suficientemente buena de las paredes laterales 38, las paredes laterales 38 o las secciones de paredes laterales 40 deben presentar un menor ángulo que los biseles 32. Se ha obtenido que un ángulo de 14° a 22° funciona muy bien en la conexión con los ángulos arriba mencionados para los biseles 32.
- Para la simplificación del montaje, el anillo de pretensión 34 está realizado abierto en un estado de premontaje, superponiéndose por secciones los extremos libres del anillo de pretensión 34. En la zona de superposición está dispuesta en la zona del un extremo libre una entalladura en la que puede engancharse un gancho que está dispuesto en la zona del otro extremo libre. La oreja 36 se convierte con dos brazos en el contorno normal del anillo de pretensión 34 y presenta por ello aproximadamente la forma de una omega. Después del enganchado y de la deformación plástica de la oreja 36 se reduce el diámetro del anillo de pretensión, de manera que los brazos de la oreja 36 se presionan unos sobre otros y las paredes laterales se deforman elásticamente en la rampa 30, y el árbol 22 y el cubo 24 se mantienen bajo pretensión.
- La utilización de una oreja 36 es muy ergonomica y permite una fijación rápida y sencilla. Pero en lugar de una oreja 36 pueden concebirse naturalmente también otros dispositivos, por ejemplo, una palanca articulada, conexiones atornilladas o similares.
- El anillo de pretensión 34 está en condiciones de recubrir una distancia de hendidura entre las dos rampas 30 del árbol 22 y del cubo 24 y aun así generar una pretensión suficiente.
- El anillo de pretensión 34 puede estar unido ventajosamente ya antes del ensamblaje de la conexión de árbol – cubo 20 con el árbol 22 o cubo 24. Por ello se simplifica otra vez claramente el ensamblaje.
- En el ejemplo de realización mostrado, entre el árbol 22 y el cubo 24 está dispuesto un elemento de obturación 46 adicional, realizado como junta tórica.
- La descripción precedente sirve sólo para la comprensión de la invención y no debe entenderse de forma limitante. Más bien, el ejemplo de realización descrito sólo representa una realización muy ventajosa de la invención.

REIVINDICACIONES

1.- Conexión de árbol – cubo (20) para la transmisión del par de fuerzas, con los componentes que presentan un eje longitudinal (X-X) común:

- 5 a) un árbol (22) rotativo alrededor del eje longitudinal (X-X) con una sección longitudinal de arrastre con un contorno exterior (26) no redondo,
- b) un cubo (24) coaxial respecto al árbol (22) y que rodea el árbol (22) con su contorno interior (28) al menos en la zona de la sección longitudinal de arrastre,

en la que

10 - el contorno exterior (26) de la sección longitudinal de arrastre del árbol (22) y el contorno interior (28) del cubo (24) presentan una forma cónica real tal que, en el ensamblaje del árbol (22) y el cubo (24), aparece un autobloqueo que mantiene la conexión de árbol – cubo (20), y

- está previsto un medio de conexión que pretensa el árbol (22) y el cubo (24) en el estado ensamblado en la dirección del eje longitudinal (X-X),

15 caracterizada porque el medio de conexión está formado por un anillo de pretensión (34), que envuelve las rampas (30) que están dispuestas periféricamente alrededor del eje longitudinal (X-X) en un lado exterior del árbol (22) y en un lado exterior del cubo (24) y por consiguiente mantiene bajo pretensión la conexión de árbol – cubo (20).

2.- Conexión de árbol – cubo (20) según la reivindicación 1, caracterizada porque el contorno exterior (26) y el contorno interior (28) presentan una forma poligonal.

20 3.- Conexión de árbol – cubo (20) según la reivindicación 1 ó 2, caracterizada porque el contorno exterior (26) del árbol (22) presenta un ángulo cónico exterior (A) de 0,5 a 7º en la zona de la sección longitudinal de arrastre.

4.- Conexión de árbol – cubo (20) según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizada porque la longitud axial de la sección longitudinal es de hasta el 40% del diámetro cónico medio de la sección transversal de la sección longitudinal de arrastre no redonda.

25 5.- Conexión de árbol – cubo (20) según una de las reivindicaciones 2 a 4, caracterizada porque el árbol (22) presenta un contorno exterior (26) hexagonal y el cubo (24) un contorno interior (28) hexagonal, siendo la excentricidad E relativa entre 3 y 5% y calculándose según la fórmula $E = (D_o - D/D_o - D_i) \times 50$.

6.- Conexión de árbol – cubo según una de las reivindicaciones 2 a 5, caracterizada porque los contornos poligonales se pueden determinar con las fórmulas siguientes:

30
$$x(\gamma) = (D_m/2) \times \cos(\gamma) + E \times \cos((n-1) \times \gamma)$$

$$y(\gamma) = (D_m/2) \times \sin(\gamma) - e \times \sin((n-1) \times \gamma).$$

35 7.- Conexión de árbol – cubo (20) según la reivindicación 6, caracterizada porque las rampas (30) presentan respectivamente un bisel (32), los cuales confluyen unos hacia otros en la dirección que señala fuera de la conexión de árbol – cubo (20) y cooperan con un lado interior de las paredes laterales (38) del anillo de pretensión (34).

8.- Conexión de árbol – cubo (20) según la reivindicación 7, caracterizada porque los biseles (32) de las rampas (30) encierran un ángulo de 20 a 28º y las paredes laterales (38) un ángulo de 14 a 22º, respectivamente con una perpendicular al eje longitudinal (X-X).

40 9.- Conexión de árbol – cubo (20) según una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizada porque el anillo de pretensión (34) presenta en su circunferencia una oreja (26) que sobresale hacia fuera a manera de una omega, mediante la que puede reducirse el diámetro del anillo de pretensión (34) por compresión de los brazos de la omega.

10.- Conexión de árbol – cubo (20) según una de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizada porque el anillo de pretensión (34) está realizado de forma equilibrada para conexiones rotativas rápidas.