

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 810 673**

51 Int. Cl.:

**B23C 5/10**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.12.2016** **E 16206561 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.06.2020** **EP 3338930**

54 Título: **Un inserto de fresa de punta esférica, un cuerpo de herramienta de fresa de punta esférica y una fresa de punta esférica**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**09.03.2021**

73 Titular/es:

**WALTER AG (100.0%)  
Derendinger Strasse 53  
72072 Tübingen, DE**

72 Inventor/es:

**JUNG, ALEXANDER**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

**ES 2 810 673 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**

Un inserto de fresa de punta esférica, un cuerpo de herramienta de fresa de punta esférica y una fresa de punta esférica

5 CAMPO TÉCNICO DE LA INVENCION  
La presente invención pertenece al campo técnico del corte de metales. Más específicamente la presente invención pertenece al campo de fresas de punta esférica que tienen unos insertos de fresa de punta esférica intercambiables usados para el corte de metales en máquinas tales como control numérico por computadora, es decir máquinas CNC.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION Y TECNICA ANTERIOR

15 La presente invención se refiere a un inserto de fresa de punta esférica de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1, un cuerpo de herramienta de fresa de punta esférica de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 14 y una fresa de punta esférica que comprende tal inserto de fresa de punta esférica y tal cuerpo de herramienta de fresa de punta esférica.

20 Tales fresas de punta esférica se usan para diferentes tipos de operaciones de operaciones de fresado, en las que una forma es generada en una pieza de trabajo haciendo rotar la fresa de punta esférica alrededor de su eje central y alimentando la fresa de punta esférica generalmente transversal a dicho eje central de modo que el inserto de fresa de punta esférica entra en el material eliminando el ajuste con la pieza de trabajo. Las fresas de punta esférica están particularmente bien adaptadas para operaciones de fresado de perfiles, es decir operaciones de fresado en las que se obtienen unas formas cóncavas y convexas en dos y tres dimensiones. Por ejemplo, las fresas de punta esférica pueden ser usadas para mecanizar formas tridimensionales en matrices y moldes y para proporcionar formas radiales, arqueadas o curvas en una pieza de trabajo.

25 El documento JP 4203212 B2 expone una fresa de punta esférica que tiene un inserto de fresa de punta esférica y un cuerpo de herramienta de fresa de punta esférica del tipo definido en la introducción. Sin embargo, la fresa de punta esférica expuesta tiene un número de propiedades que se desea mejorar. Por ejemplo, es deseable mejorar el posicionamiento del inserto de fresa de punta esférica en el cuerpo de herramienta de fresa de punta esférica, la fijación del inserto de fresa de punta esférica en el cuerpo de herramienta de fresa de punta esférica así como la capacidad de la fresa de punta esférica para resistir las fuerzas de corte cuando el inserto de fresa de punta esférica es recibido en el cuerpo de herramienta de fresa de punta esférica.

35 COMPENDIO DE LA INVENCION

Un objeto principal de la presente invención es proporcionar un inserto de fresa de punta esférica y siendo un cuerpo de herramienta de fresa de punta esférica del tipo definido en la introducción mejorado en al menos algún aspecto con respecto a tales insertos de fresa de punta esférica y cuerpos de herramienta de fresa de punta esférica ya conocidos. Un posterior objeto es proporcionar un inserto de fresa de punta esférica y un cuerpo de herramienta de fresa de punta esférica, que permitan una fijación más fiable y/o estable del inserto de fresa de punta esférica en el cuerpo de herramienta de fresa de punta esférica. Otro objeto más es proporcionar un inserto de fresa de punta esférica y un cuerpo de herramienta de fresa de punta esférica que tenga unas propiedades mejoradas con respecto a la resistencia a las fuerzas de corte, especialmente las fuerzas de corte transversales al eje central del inserto de fresa de punta esférica y al cuerpo de herramienta de fresa de punta esférica, durante la mecanización de eliminación de material. Un posterior objeto es proporcionar un inserto de fresa de punta esférica y un cuerpo de herramienta de fresa de punta esférica obteniendo un posicionamiento más exacto del inserto de fresa de punta esférica cuando es recibido por el cuerpo de herramienta de fresa de punta esférica. Otro objeto más es proporcionar un inserto de fresa de punta esférica y un cuerpo de herramienta de fresa de punta esférica que puedan ser manufacturados de una forma económica.

50 Al menos el objeto primario se obtiene proporcionando tal inserto de fresa de punta esférica que tenga las características expuestas en la parte caracterizadora de la reivindicación aneja 1 y proporcionando tal cuerpo de herramienta de fresa de punta esférica que tenga las características expuestas en la parte caracterizadora de la reivindicación aneja 14.

55 Gracias a que la superficie axial de soporte del inserto y la superficie radial de soporte del inserto conjuntamente forman un ángulo agudo, dicha superficie axial de soporte del inserto y dicha superficie radial de soporte del inserto crearán una formación en forma de cuña, la cual es capaz de recibir al menos parte de las fuerzas de corte que actúan en una dirección generalmente transversal al eje central del inserto de fresa de punta esférica durante la mecanización de eliminación de material, cuando tal inserto es recibido en un cuerpo de herramienta de fresa de punta esférica correspondientemente configurado, es decir un cuerpo de herramienta de fresa de punta esférica que tiene una superficie axial de soporte del cuerpo y superficie radial de soporte del cuerpo de herramienta que conjuntamente forman un ángulo agudo. De esta manera, disminuye la carga sobre el elemento de fijación, usado para fijar el inserto de fresa de punta esférica en el cuerpo de herramienta de fresa de punta esférica. De este modo, mejora la vida de servicio de una fresa de punta esférica que comprende tal inserto de fresa de punta esférica. Esto no es posible con un inserto de fresa de punta esférica como es sugerido y expuesto en el documento JP 4203212

5 B2, ya que la superficie de soporte del inserto axial y la superficie radial de soporte del inserto están dispuestas en ángulos rectos, es decir conjuntamente forman  $90^\circ$ . Adicionalmente, la formación en forma de cuña, creada por la superficie axial de soporte del inserto y la superficie radial de soporte del inserto, permite un mejor posicionamiento del inserto de fresa de punta esférica en un cuerpo de herramienta de fresa de punta esférica correspondientemente configurado. Cuando el inserto de fresa de punta esférica es recibido por el cuerpo de herramienta de fresa de punta esférica, el inserto más o menos automáticamente caerá en su lugar destinado.

10 Además, otras soluciones de la técnica anterior, como por ejemplo las ilustradas en la Figura 6 y la Figura 7 del documento JP 4203212 B2, en las que dos superficies de soporte del inserto forman un ángulo obtuso, están asociadas con otros problemas. Debido a que las superficies de soporte del inserto forman conjuntamente un ángulo obtuso, las correspondientes superficies de soporte de un cuerpo de herramienta de fresa de punta esférica también necesitan ser dispuestas para formar un ángulo obtuso. Tal disposición en el cuerpo de herramienta de fresa de punta esférica es sustancialmente más difícil de producir. Por necesidad, con el fin de producir la configuración generalmente cóncava del cuerpo de herramienta de fresa de punta esférica que tiene unas superficies que forman un ángulo obtuso, se han de usar unas herramientas menores y/o más esbeltas más propensas a romperse, con el fin de alcanzar todas las superficies que hay que mecanizar.

20 De acuerdo con una realización de la invención dicho ángulo agudo no es mayor de  $88^\circ$ . Esta disposición facilita el soporte suficiente para resistir las fuerzas de corte transversales al eje central axial del inserto de fresa de punta esférica. También, para tales ángulos agudos se consigue un posicionamiento suficientemente mejorado del inserto de fresa de punta esférica cuando se coloca el inserto de fresa de punta esférica en el cuerpo de herramienta de fresa de punta esférica.

25 De acuerdo con una realización de la invención dicho ángulo agudo no es mayor de  $85^\circ$ . Esta disposición facilita un soporte aún más mejorado para resistir las fuerzas de corte transversales al eje central axial del inserto de fresa de punta esférica. También, para tales ángulos agudos se consigue un posicionamiento incluso mejor del inserto de fresa de punta esférica cuando se coloca el inserto de fresa de punta esférica en el cuerpo de herramienta de fresa de punta esférica.

30 De acuerdo con una realización de la invención dicho ángulo agudo es al menos de  $70^\circ$ . Los ángulos menores de  $70^\circ$  no son preferidos, ya que un cuerpo de herramienta de fresa de punta esférica para recibir tal inserto de fresa de punta esférica es más propenso a un desgaste perjudicial.

35 De acuerdo con una realización de la invención la superficie de soporte del inserto axial es una superficie sustancialmente plana. De esta manera se consigue una distribución uniforme de las fuerzas axiales durante la operación.

40 De acuerdo con una realización de la invención la superficie de soporte del inserto axial es una superficie curva que define al menos dos áreas de contacto separadas. Esta disposición proporciona un posicionamiento aún más exacto.

45 De acuerdo con una realización de la invención dicha superficie de soporte del inserto axial está directamente conectada a dicha superficie radial de soporte del inserto, lo que simplifica la manufacturación del inserto de fresa de punta esférica.

50 De acuerdo con una realización de la invención dicha superficie axial de soporte del inserto se extiende en una parte principal de dicha superficie de soporte del inserto. En otras palabras, la superficie axial de soporte del inserto es mayor o se extiende más que la superficie radial de soporte. Por lo tanto, las fuerzas de corte axiales que actúan sobre el inserto de fresa de punta esférica durante la operación pueden ser distribuidas sobre una superficie mayor y así se disminuye el desgaste causado por tales fuerzas de corte axiales.

55 De acuerdo con una realización de la invención dicha superficie axial de soporte del inserto se extiende desde una primera superficie lateral periférica hasta la superficie radial de soporte del inserto. Esto permite una simple y eficiente producción del inserto de fresa de punta esférica.

60 De acuerdo con una realización de la invención dicha superficie radial de soporte del inserto es paralela a dicho eje central axial. De esta manera se obtiene un posicionamiento exacto en la dirección radial. Adicionalmente se consigue un soporte radial ventajoso y una capacidad para resistir las fuerzas de corte transversales al eje central del inserto de fresa de punta esférica.

De acuerdo con una realización de la invención, dicha superficie periférica comprende una superficie transversal que conecta dicha superficie radial de soporte del inserto y una de dichas superficies laterales periféricas. Esto permite una simple y eficiente producción del inserto de fresa de punta esférica.

De acuerdo con una realización de la invención dicha superficie de soporte del inserto consta de dicha superficie axial de soporte del inserto y de dicha superficie radial de soporte del inserto. Esto permite una simple y eficiente producción del inserto de fresa de punta esférica.

5 Las ventajas antes expuestas con referencia a las características del inserto de fresa de punta esférica también se aplican a un cuerpo de herramienta de fresa de punta esférica y a una fresa de punta esférica, respectivamente, que tienen unas características correspondientes y no serán repetidas.

#### DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

10 A continuación se explica con más detalle la presente invención mediante una descripción de diferentes realizaciones de la invención y con referencia a los dibujos que se acompañan.

La Figura 1 es una vista frontal de una fresa de punta esférica de acuerdo con una primera realización.

15 La Figura 2 es una vista lateral de la fresa de punta esférica mostrada en la Figura 1 con el elemento de sujeción fuera de la fresa de punta esférica.

La Figura 3 es una vista frontal parcial correspondiente a la Figura 1, pero mostrando solamente el cuerpo de herramienta de fresa de punta esférica.

20 La Figura 4 es una vista lateral parcial correspondiente a la Figura 2, pero mostrando solamente el cuerpo de herramienta de fresa de punta esférica.

La Figura 5 es una vista de la sección transversal a lo largo de la línea IV-IV del cuerpo de herramienta de fresa de punta esférica mostrado en la Figura 4.

La Figura 6 es una vista frontal del inserto de fresa de punta esférica mostrado en la Figura 1.

La Figura 7 es una vista en perspectiva del inserto de fresa de punta esférica de la Figura 6.

La Figura 8 es una vista superior del inserto de fresa de punta esférica de la Figura 6.

25 La Figura 9 es una vista de la sección transversal a lo largo de la línea II-II del inserto de fresa de punta esférica y del cuerpo de herramienta de fresa de punta esférica mostrados en la Figura 2.

#### DESCRIPCIÓN DETALLADA DE REALIZACIONES DE LA INVENCION

30 Con referencia a la Figura 1, que muestra una vista frontal de una herramienta de corte de metales en la forma de una fresa 1 de punta esférica para realizar operaciones de fresado de perfiles, es decir operaciones de mecanizado de eliminación de material, de acuerdo con una primera realización. La fresa 1 de punta esférica comprende un inserto 2 de fresa de punta esférica, un cuerpo 3 de herramienta de fresa de punta esférica y un elemento de fijación 4 para asegurar el inserto 2 de fresa de punta esférica en una posición designada en el cuerpo de herramienta 3 de fresa de punta esférica. La Figura 1 muestra la fresa 1 de punta esférica en su posición ensamblada. El cuerpo de herramienta 3 de fresa de punta esférica está típicamente hecho de una pieza de una aleación metálica. En la primera realización el cuerpo de herramienta 3 de fresa de punta esférica está hecho de acero. El inserto 2 de fresa de punta esférica está hecho de un material duro, tal como un carburo cementado, que es más duro que el material del cuerpo de herramienta 3 de fresa de punta esférica.

40 La fresa 1 de punta esférica tiene una forma generalmente alargada y es rotable alrededor de un eje central axial C1 de la fresa 1 de punta esférica. Dicho eje central axial C1 se extiende en una dirección longitudinal de la fresa 1 de punta esférica. La fresa 1 de punta esférica tiene una porción 5 axialmente extrema delantera, en la que el inserto 2 de fresa de punta esférica está posicionado, y una porción 6 axialmente extrema trasera, en la que el cuerpo de herramienta 3 de fresa de punta esférica es apropiado para ser acoplado directa o indirectamente, es decir mediante un cuerpo de extensión adicional, a una máquina herramienta tal como un husillo de máquina de una máquina CNC no mostrada.

50 De este modo, el cuerpo de herramienta 3 de fresa de punta esférica tiene una forma generalmente alargada y es rotable alrededor de un eje central axial C3 del cuerpo de herramienta 3 de fresa de punta esférica. En la posición ensamblada mostrada en la Figura 1 el eje central axial C3 del cuerpo de herramienta coincide con el eje axial C1 del centro de la fresa 1 de punta esférica. Dicho eje central axial C3 del cuerpo de herramienta se extiende en una dirección longitudinal del cuerpo de herramienta 3 de fresa de punta esférica. En la realización ilustrada en las Figuras 1-5 el cuerpo de herramienta 3 de fresa de punta esférica tiene una sección delantera 7 del cuerpo de herramienta de forma básica cilíndrica circular, una sección trasera 9 de cuerpo de herramienta de fresa de forma básica cilíndrica circular y una sección 8 intermedia que tiene una forma cónica, generalmente de lados convergentes, que conectan la sección delantera 7 del cuerpo de herramienta y la sección trasera 9 del cuerpo de herramienta. La sección trasera 9 del cuerpo de herramienta tiene un diámetro mayor que el diámetro de la sección delantera 7 del cuerpo de herramienta, en tanto que el diámetro de la sección intermedia 8 del cuerpo de herramienta disminuye en la dirección longitudinal desde la sección trasera 9 del cuerpo de herramienta a la sección delantera 7 del cuerpo de herramienta. De acuerdo con otra realización, no mostrada, el cuerpo de herramienta 3 de fresa de punta esférica tiene una forma cilíndrica circular y un diámetro sustancialmente constante a lo largo de toda su longitud.

65 Con referencia a las Figuras 3-4 el cuerpo de herramienta 3 de fresa de punta esférica comprende un espacio 11 adaptado para recibir el inserto 2 de fresa de punta esférica. El espacio 11 está situado en una porción delantera extrema 5 de la fresa 1 de punta esférica. De este modo, el espacio 11 está situado en la sección delantera 7 del

cuerpo de herramienta. El espacio 11 intersecciona una porción extrema delantera 12 del cuerpo 3 de herramienta de fresa con punta esférica. Esta porción extrema delantera 12 tiene una configuración generalmente en forma de cúpula con una parte más adelantada truncada plana. Además, el espacio 11 intersecciona una superficie envolvente 13 del cuerpo de herramienta 3, es decir la superficie envolvente cilíndrica circular de la sección 7 del cuerpo de herramienta, en dos lados opuestos 14, 15 del eje central axial C3 del cuerpo de herramienta. En otras palabras, y como está ilustrado en la vista frontal en la Figura 1 y la Figura 3, el espacio 11 corta a través de la parte delantera del cuerpo de herramienta 3 de modo que la superficie 13 de la envoltura, es decir la superficie exterior del cuerpo de herramienta 3, es interseccionada en el lado izquierdo 14 del eje central C3 del cuerpo de herramienta y en el lado derecho 15 del eje central C3 del cuerpo de herramienta. De acuerdo con la realización ilustrada en las Figuras 1-4 la sección 7 del cuerpo de herramienta está provista de surcos 10 de flujo de virutas en los lados opuestos frontales y traseros del eje central axial C3 del cuerpo de herramienta. Los surcos 10 de flujo de virutas se extienden generalmente axialmente y conducen al espacio 11. La extensión longitudinal de los surcos 10 de flujo de virutas es menor que la extensión axial de la sección delantera 7 del cuerpo de herramienta.

Además, en la vista lateral ilustrada en la Figura 4, dicho espacio 11 tiene una configuración generalmente cóncava o en forma de U. El espacio 11 comprende dos superficies laterales 16, 17 opuestas sustancialmente planas del cuerpo de herramienta interno enfrente una de otra. Más específicamente, el espacio 11 tiene una superficie lateral trasera 16, a la izquierda del eje central C3 del cuerpo de herramienta en la Figura 4, y una superficie lateral frontal 17, a la derecha del eje central C3 del cuerpo de herramienta ilustrado en la Figura 4. Además, el espacio 11 comprende una superficie axialmente trasera 18 de soporte del cuerpo de herramienta, que interconecta las superficies laterales internas 16, 17 del cuerpo de herramienta y está adaptada para hacer contacto con una correspondiente superficie de soporte 30 del inserto. De este modo, las superficies laterales internas 16, 17 del cuerpo de herramienta están situadas axialmente hacia adelante de dicha superficie axial de soporte 18 trasera del cuerpo de herramienta y conducen a la porción 12 del extremo delantero del cuerpo de herramienta 3. Como puede también verse en la Figura 4, el espacio 11 está situado centralmente en el cuerpo de herramienta 3 de fresa de punta esférica, de modo que las superficies laterales internas 16, 17 del cuerpo de herramienta del espacio 11 se extienden sustancialmente en paralelo con el eje central C3 del cuerpo de herramienta y que la superficie de soporte trasero 18 del cuerpo de herramienta se extiende generalmente transversal e intersecciona el eje central C3 del cuerpo de herramienta. Como se muestra en la vista lateral de la Figura 4, la superficie trasera 18 de soporte es interseccionada centralmente, es decir a mitad de camino entre las superficies laterales internas 16, 17 del cuerpo de herramienta, por el eje central C3 del cuerpo de herramienta. La disposición central del espacio 11 permite una herramienta bien equilibrada, cuando se asegura el inserto 2 de fresa de punta esférica en el espacio 11. Además, en la realización mostrada, la anchura W1 del espacio, es decir la distancia en una dirección perpendicular al eje central C3 del cuerpo de herramienta entre las superficies laterales internas 16, 17 del cuerpo de herramienta, es sustancialmente constante. En la realización ilustrada en las Figuras 1-5 la anchura W1 es sustancialmente constante en la dirección axial así como en una dirección perpendicular al eje central C3 del cuerpo de herramienta y paralela a las superficies laterales internas 16, 17 del cuerpo de herramienta. De acuerdo con otra realización no mostrada, el espacio 11 puede ensancharse hacia la porción extrema delantera 12 para facilitar la inserción del inserto 2 de fresa de punta esférica.

Además, como está ilustrado en las Figuras 3-5, el cuerpo de herramienta 3 de fresa de punta esférica comprende un agujero pasante 40 transversal del cuerpo de herramienta adaptado para recibir el elemento de fijación 4 para fijar el inserto 2 en el cuerpo 3 de herramienta. El agujero pasante 40 del cuerpo de herramienta está adaptado para ser alineado con un agujero pasante 37 del inserto 2 de fresa de punta esférica, lo que permite que el elemento de fijación 4 sea recibido en dicho agujero pasante 37 del inserto cuando se está fijando el inserto 2. El agujero pasante 40 del cuerpo de herramienta intersecciona la superficie envolvente 13 y las superficies laterales internas 16, 17 del cuerpo de herramienta. El agujero pasante 40 del cuerpo de herramienta se extiende generalmente transversal al eje central C3 del cuerpo de herramienta. Como está ilustrado en la vista lateral en la Figura 4, el agujero pasante 40 del cuerpo de herramienta tiene una forma generalmente cilíndrica y tiene una porción trasera 41 del agujero pasante del cuerpo de herramienta, que define un eje central A1 del agujero, y una porción frontal 42 del agujero pasante del cuerpo de herramienta, de modo que el eje A1 es también el eje central de la porción frontal 42 del agujero pasante del cuerpo de herramienta. En la realización ilustrada el eje central A1 del agujero es sustancialmente perpendicular al eje central C3 del cuerpo de herramienta. La porción trasera 41 del agujero pasante del cuerpo de herramienta intersecciona una parte trasera de la superficie envolvente 13 y de la superficie lateral trasera interna 16 del cuerpo de la herramienta, en tanto que la porción frontal 42 del agujero pasante del cuerpo de herramienta intersecciona una parte delantera de la superficie envolvente 13 y de la superficie lateral interna 17 del cuerpo de herramienta.

Como puede verse en las Figuras 1-2, de acuerdo con esta realización el elemento de fijación 4 es un tornillo de fijación que tiene una porción 4A de cabeza, una porción de espiga 4B y una porción roscada 4C. Tras la fijación del inserto 2 de fresa de punta esférica en el espacio 11, la rosca macho de la porción roscada 4C se acopla a una rosca hembra del cuerpo de herramienta trasero de la porción 41 del agujero pasante, la porción de espiga 4B se extiende a través del agujero pasante 37 del inserto, mientras que la porción 4A de la cabeza hace contacto con una porción avellanada 43 de la porción 42 del agujero pasante frontal 42 del cuerpo de herramienta. La porción avellanada 43 define un eje central perpendicular A2, que es sustancialmente perpendicular al eje central C3 del cuerpo de herramienta.

Como está ilustrado en la Figura 5, la superficie de soporte 18 del cuerpo de herramienta comprende una superficie de soporte axial 19 del cuerpo de herramienta y una superficie de soporte radial 20 del cuerpo de herramienta. La superficie axial de soporte 19 del cuerpo de herramienta tiene unas porciones 19A, 19B de superficie que, vistas en una sección transversal longitudinal a lo largo de dicho espacio 11, están situadas en lados opuestos, es decir ambos lados, del centro axial C3 del cuerpo de herramienta 3. Más específicamente, la superficie de soporte axial 19 del cuerpo de herramienta se extiende sin interrupción desde la superficie envolvente 13, visible a la izquierda en la Figura 5, todo el espacio a través del eje central axial C3 del cuerpo de herramienta hasta la superficie de soporte radial 20 del cuerpo de herramienta, que en su totalidad está situada a la derecha del eje central axial C3 del cuerpo de herramienta en la Figura 5. Por consiguiente, la superficie de soporte axial 19 del cuerpo de herramienta está directamente conectada con la superficie radial de soporte 20 del cuerpo de herramienta, es decir sin entrantes, salientes u otras partes intermedias entre estas dos superficies de soporte 19, 20 del cuerpo de herramienta. De acuerdo con la realización ilustrada, la transición entre la superficie de soporte axial 19 del cuerpo de herramienta y la superficie de soporte radial 20 del cuerpo de herramienta es una porción biselada 39 para disminuir el desgaste debido a la repetida colocación del inserto en el espacio 11. De acuerdo con otra realización, no mostrada, esta transición es un borde afilado. De acuerdo con otra realización más, no mostrada, la transición es arqueada.

La superficie de soporte axial 19 del cuerpo de herramienta y la superficie de soporte radial 20 del cuerpo de herramienta forman un ángulo agudo  $\alpha$ . De acuerdo con una realización el ángulo agudo  $\alpha$  no es mayor de  $88^\circ$ . De acuerdo con otra realización el ángulo agudo  $\alpha$  no es mayor de  $85^\circ$ . De acuerdo con otra realización el ángulo agudo  $\alpha$  es de al menos  $70^\circ$ . En la realización ilustrada en las Figuras 1-5 el ángulo agudo  $\alpha$  es de  $80^\circ$ .

El ángulo agudo  $\alpha$  puede ser conseguido de diferentes formas mediante la disposición apropiada de la superficie de soporte axial 19 del cuerpo de herramienta y la superficie de soporte radial 20 del cuerpo de herramienta basándose en los requerimientos del usuario. En la realización ilustrada en las Figuras 1-5 la superficie de soporte radial 20 del cuerpo de herramienta es paralela al eje central axial C3 del cuerpo de herramienta 3, en tanto que la superficie de soporte axial 19 del cuerpo de herramienta se extiende generalmente transversal a, pero no perpendicular al eje central axial C3 del cuerpo de herramienta. Más específicamente, la superficie de soporte axial 19 del cuerpo de herramienta está inclinada en una dirección axial hacia adelante desde la superficie envolvente 13 a la superficie de soporte radial 20 del cuerpo de herramienta. En otras palabras, la distancia axial D1 entre la porción extrema delantera 12 y la intersección entre la superficie de soporte axial 19 del cuerpo de herramienta y la superficie envolvente 13 es mayor que la distancia axial D2 entre la porción extrema delantera 12 y la transición entre la superficie axial de soporte 19 del cuerpo de herramienta y la superficie radial de soporte 20 del cuerpo de herramienta. De este modo, como un resultado del ángulo agudo  $\alpha$ , la superficie axial de soporte 19 del cuerpo de herramienta y la superficie radial de soporte 20 del cuerpo de herramienta están de espaldas una de otra. Más específicamente, y como está ilustrado en la vista frontal en la Figura 5, la superficie axial de soporte 19 del cuerpo de herramienta está mirando hacia arriba hacia la izquierda, en tanto que la superficie radial de soporte 20 del cuerpo de herramienta está mirando hacia la derecha.

Además, la superficie axial de soporte 19 del cuerpo de herramienta se extiende en una gran parte de la superficie de soporte 18 del cuerpo de herramienta. En otras palabras, el área de la superficie axial de soporte 19 del cuerpo de herramienta es mayor que el área de la parte menor restante de la superficie de soporte 18 del cuerpo de herramienta. En la realización ilustrada en la Figura 5 la superficie de soporte 18 del cuerpo de herramienta consta de la superficie axial de soporte 19 del cuerpo de herramienta y de la superficie radial de soporte 20 del cuerpo de herramienta. En consecuencia, el área de la superficie axial de soporte 19 del cuerpo de herramienta es mayor que el área radial de la superficie de soporte 20 del cuerpo de herramienta. Además, como es evidente en la Figura 5, la extensión de la superficie axial de soporte 19 del cuerpo de herramienta en una dirección perpendicular al eje central C3 del cuerpo de herramienta es mayor que la extensión de la superficie radial de soporte 20 del cuerpo de herramienta en una dirección en paralelo con el eje central C3 del cuerpo de herramienta. Como la anchura W1 del espacio 11 es constante, la superficie axial de soporte 19 del cuerpo de herramienta tiene la anchura W1 y la superficie radial de soporte 20 del cuerpo de herramienta tiene la anchura W1, como se ve en la vista lateral en la Figura 4. El espacio 11 comprende además una superficie axial del espacio transversal 38 que conecta la superficie radial de soporte 20 del cuerpo de herramienta y la superficie envolvente 13. La superficie 38 del espacio transversal se extiende generalmente transversal al eje central C3 del cuerpo de herramienta. Como está ilustrado en la Figura 5, la superficie del espacio transversal 38 está situada a la derecha del eje central C3 del cuerpo de herramienta y en un nivel axialmente trasero de, o debajo de, la superficie de soporte axial 19 del cuerpo de herramienta así como la superficie de soporte radial 20 del cuerpo de herramienta. En otras palabras, la distancia axial D3 entre la porción extrema delantera 12 y la superficie del espacio transversal 38 es mayor que la distancia axial D2 entre la porción extrema delantera 12 y la transición entre la superficie axial de soporte 19 del cuerpo de herramienta y la superficie radial de soporte radial del cuerpo de herramienta. También, la distancia axial D3 entre la porción extrema delantera 12 y la superficie 38 del espacio transversal es mayor que la distancia axial D1 entre la porción extrema delantera 12 y la intersección entre la superficie axial de soporte 19 del cuerpo de herramienta y la superficie envolvente 13. En consecuencia, la superficie de soporte 18 del cuerpo de herramienta y la superficie 38 del espacio transversal forman un fondo del espacio 11. Como está ilustrado en la Figura 5, la superficie de soporte 18 del cuerpo de herramienta se extiende en una gran parte del diámetro de la sección delantera 7 del cuerpo de herramienta, en

tanto que la superficie 38 del espacio transversal se extiende en una parte menor del diámetro de la sección delantera 7 del cuerpo de herramienta. De acuerdo con la realización ilustrada la superficie de soporte 18 del cuerpo de herramienta se extiende más del 80% del diámetro de la sección 7 del cuerpo de herramienta, y la superficie 38 del espacio transversal se extiende en una parte menor del 20% del diámetro de la sección delantera 7 del cuerpo de herramienta.

En las Figuras 6-8 el inserto 2 de fresa de punta esférica de la Figura 1 y la Figura 2 se muestra con más detalle. El inserto 2 de fresa de punta esférica comprende un cuerpo 22 del inserto que tiene un eje central axial C2. El inserto 2 de fresa de punta esférica tiene generalmente una forma de placa e incluye dos superficies laterales 23, 24 del inserto opuestas sustancialmente planas, es decir una superficie lateral frontal 23 del inserto y una superficie lateral trasera 24 del inserto. Además, el inserto 2 de fresa de punta esférica comprende una superficie periférica 25 que une las dos superficies laterales 23, 24 del inserto. La superficie periférica 25 incluye dos superficies arqueadas 26, 27 en un primer extremo 28 axialmente hacia adelante del inserto 2 y una superficie de soporte 30 del inserto en un segundo extremo 29 axialmente hacia atrás del inserto 2. Las superficies arqueadas 26, 27 se extienden axialmente hacia atrás desde un área axial central 31 del primer extremo 28 axialmente hacia adelante, es decir desde una porción superficial centrada alrededor del eje central axial C2. Las superficies arqueadas 26, 27 están posicionadas simétricamente en lados opuestos en relación con el área axial central 31 del inserto 2. De este modo, las superficies arqueadas 26, 27 están posicionadas simétricamente en lados opuestos en relación con el eje central axial C2. El inserto 2 de fresa de punta esférica comprende además dos bordes de corte 46, 47 formados en la intersección de una superficie arqueada respectiva 26, 27 y una ranura 48, 49 de control de viruta en la respectiva superficie lateral 23, 24 del inserto. En consecuencia, se forma un primer borde de corte 46 en la intersección de una primera superficie arqueada 26 y una porción exterior 50 de la ranura 48 de control de viruta en la superficie lateral 23 del inserto, a la izquierda del eje central C2 del inserto en las Figuras 6-7. Un segundo borde de corte 47 está formado en la intersección de una segunda superficie arqueada 27 y una porción exterior 51 de la ranura 49 de control de viruta en la superficie lateral 24 del inserto, como está indicado a la derecha del eje central C2 del inserto en la Figura 7 y en la vista superior de la Figura 8. Además, como puede verse en la Figura 8, los dos bordes de corte 46, 47 se encuentran en el centro axial del inserto, es decir, en donde el eje del centro axial C2 intersecciona la superficie periférica 25, que es el punto axialmente más adelantado del extremo delantero 28 del inserto 2 de fresa de punta esférica.

La superficie de soporte 30 del inserto comprende una superficie axial de soporte 34 del inserto y una superficie radial de soporte 35 del inserto. La superficie de soporte axial 34 del inserto se extiende generalmente transversal a e intersecciona el eje central axial C2 del inserto con un ángulo no recto. Además, la superficie axial de soporte 34 del inserto tiene unas porciones superficiales 34A, 34B que, vistas en una visión frontal, están situadas en lados opuestos, es decir a ambos lados, del eje central axial C2 del inserto. La superficie radial de soporte 35 del inserto se extiende sustancialmente en paralelo con el eje central axial C2 del inserto. La superficie periférica 25 incluye además una superficie transversal 36 en el extremo axial trasero 29 del inserto 2. La superficie transversal 36 del inserto se extiende sustancialmente perpendicular al eje axial central C2 del inserto.

Además, el inserto 2 de fresa de punta esférica comprende unas superficies laterales periféricas 32, 33 contiguas a las superficies arqueadas 26, 27. Más específicamente, una primera superficie lateral periférica 32, a la izquierda del eje central axial C2 del inserto en la Figura 6, conecta la superficie arqueada 26 con la superficie axial de soporte 34 del inserto, en tanto que una segunda superficie lateral periférica 33, a la derecha del eje central axial C2 del inserto en la Figura 6, conecta la superficie arqueada 27 con la superficie transversal 36. La primera y la segunda superficies laterales periféricas 32, 33 están inclinadas desde las respectivas superficies arqueadas 26, 27 en una dirección hacia el eje central axial C2 del inserto. La superficie transversal 36 es, en su extremo opuesta a la segunda superficie lateral periférica 33, también conectada a la superficie radial de soporte 35 del inserto. Por lo tanto, la superficie transversal está situada en su totalidad en un lado del eje central axial C2 del inserto, es decir a la derecha en la Figura 6. De acuerdo con la realización ilustrada la superficie transversal 36 del inserto es la parte axialmente más trasera del inserto 2 de fresa de punta esférica. En otras palabras, la distancia axial H1 entre el extremo axial delantero 28 y la superficie transversal 36 del inserto es mayor que la distancia axial H2 entre el extremo axialmente delantero 28 y la intersección entre la superficie de soporte 34 del inserto y la primera superficie lateral periférica 32. De acuerdo con otra realización, no mostrada, la distancia axial H1 es sustancialmente igual a la distancia axial H2. De acuerdo con otra realización más, no mostrada, la distancia axial H1 entre el extremo axialmente delantero 28 y la superficie transversal 36 del inserto es más corta que la distancia axial H2 entre el extremo axialmente delantero 28 y la intersección entre la superficie axial de soporte 34 y la primera superficie lateral periférica 32.

Como está ilustrado en las Figuras 6-7, la superficie axial de soporte 34 se extiende sin interrupción desde la primera superficie lateral periférica 32, visible a la izquierda en la Figura 6, toda la distancia a través del eje central axial C2 a la superficie radial de soporte 35 del inserto, que está en su totalidad situada a la derecha del eje central axial C2 en la Figura 6. En consecuencia, la superficie axial de soporte 34 del inserto está directamente conectada con la superficie radial de soporte 35 del inserto, es decir sin cualesquiera entrantes, salientes u otras partes intermedias entre estas dos superficies de soporte 34, 35 del inserto. De acuerdo con la realización ilustrada, la transición entre la superficie axial de soporte 34 del inserto y la superficie radial de soporte 35 del inserto es una

porción arqueada 44. De acuerdo con otra realización, no mostrada, esta transición es un borde afilado. De acuerdo con otra realización más, no mostrada, la transición es una porción biselada.

5 La superficie axial de soporte 34 del inserto y la superficie radial de soporte 35 del inserto forman conjuntamente un ángulo agudo  $\beta$ . De acuerdo con una realización, el ángulo agudo  $\beta$  no es mayor de  $88^\circ$ . De acuerdo con otra realización, el ángulo agudo  $\beta$  no es mayor de  $85^\circ$ . De acuerdo con otra realización, el ángulo agudo  $\beta$  es al menos de  $70^\circ$ . Preferiblemente, el ángulo agudo  $\beta$ , formado por la superficie axial de soporte 34 del inserto y la superficie radial de soporte 35 del inserto, es sustancialmente la misma que el correspondiente ángulo agudo  $\alpha$ , formado por la superficie axial de soporte 19 del cuerpo de herramienta y la superficie radial de soporte 20 del cuerpo de herramienta. En la realización ilustrada en las Figuras 6-8 el ángulo agudo  $\beta$  es de  $80^\circ$ .

15 El ángulo agudo  $\beta$  puede ser conseguido de forma diferente disponiendo apropiadamente la superficie axial de soporte 34 del inserto y la superficie radial de soporte 35 del inserto basándose en los requerimientos del usuario. En la realización ilustrada en las Figuras 6-8 la superficie radial de soporte 35 del inserto es paralela al eje central axial C2 del inserto, en tanto que la superficie axial de soporte 34 del inserto se extiende generalmente transversal a, pero no perpendicular a, el eje central axial C2 del inserto. Más específicamente, la superficie axial de soporte 34 del inserto está inclinada axialmente en una dirección axialmente hacia adelante desde la primera superficie lateral periférica 32 a la superficie radial de soporte 35 del inserto. En otras palabras, la distancia axial H2 entre el extremo delantero 28 y la intersección entre la superficie axial de soporte 34 del inserto y la primera superficie lateral periférica 32 es mayor que la distancia axial H3 entre el extremo delantero 28 y la transición entre la superficie axial de soporte 34 del inserto y la superficie radial de soporte 35 del inserto. De este modo, como un resultado del ángulo agudo  $\beta$ , la superficie axial de soporte 34 del inserto y la superficie radial de soporte 35 del inserto están una frente a otra. Más específicamente, y como ilustrado en la vista frontal en la Figura 6, la superficie axial de soporte 34 del inserto está dirigida hacia abajo hacia la derecha, en tanto que la superficie radial de soporte 35 del inserto está dirigida hacia la izquierda.

20 Además, la superficie axial de soporte 34 del inserto se extiende en una gran parte de la superficie de soporte 30 del inserto. En otras palabras, el área de la superficie axial de soporte 34 del inserto es mayor que el área de la menor parte restante de la superficie de soporte 30 del inserto. En la realización ilustrada en las Figuras 6-8 la superficie de soporte 30 del inserto consta de la superficie axial de soporte 34 del inserto y de la superficie radial de soporte 35 del inserto. En consecuencia, el área de la superficie axial de soporte 34 del inserto es mayor que el área de la superficie radial de soporte 35 del inserto. Como es evidente a partir de la Figura 6, la extensión de la superficie axial de soporte 34 del inserto en una dirección perpendicular al eje central C2 del inserto es mayor que la extensión de la superficie radial de soporte 35 del inserto en una dirección en paralelo con el eje central C2 del inserto. De acuerdo con la realización ilustrada, el área de la superficie transversal 36 es similar a, pero no igual a, el área de la superficie radial de soporte 35 del inserto. Además, la superficie transversal 36 es una superficie sustancialmente plana. De acuerdo con otra realización, no mostrada, el área de la superficie transversal 36 es mayor que el área de la superficie radial de soporte 35 del inserto. De acuerdo con otra realización más, no mostrada, el área de la superficie transversal 36 es menor que el área de la superficie radial de soporte 35 del inserto.

30 De acuerdo con una realización no mostrada, la superficie axial de soporte 34 del inserto es una superficie sustancialmente plana, es decir que tiene una configuración plana o planar a lo largo de su extensión desde la primera superficie lateral periférica 32 a la superficie radial de soporte 35 del inserto. En la realización ilustrada en las Figuras 6-8 la superficie axial de soporte 34 del inserto es una superficie curva no plana que define dos áreas de contacto 52, 53 separadas que están adaptadas para hacer contacto con la superficie axial de soporte 19 del cuerpo de herramienta, cuando el inserto 2 de fresa de punta esférica está asegurado en el cuerpo de herramienta 3 de fresa de punta esférica. Más específicamente, la superficie axial de soporte 34 del inserto tiene una primera área de contacto 52, a la izquierda del eje central C2 del inserto en la Figura 7, que está más cerca de la primera superficie lateral periférica 32, y una segunda área de contacto 53, a la derecha del eje central C2 del inserto en la Figura 7, que está más cerca de la superficie transversal 36 y está conectada a la superficie radial de contacto 35. Además, la superficie axial de soporte 34 del inserto tiene, a lo largo de al menos una parte de ella, una configuración generalmente cóncava, de modo que una porción central 54 de la superficie axial de soporte 34 del inserto, situada entre dichas dos áreas de contacto separadas 52, 53 y que interseccionan el eje central C2 del inserto, está en su totalidad más cerca del agujero pasante 37 del inserto 2 de fresa de punta esférica que las áreas de contacto 52, 53. De esta manera la porción central 54 de la superficie axial de soporte 34 del inserto no hará contacto con la superficie axial de soporte 19 del cuerpo de herramienta cuando se fije el inserto 2 de fresa de punta esférica en el espacio 11 del cuerpo de herramienta 3 de fresa de punta esférica. Esto se ilustra en la Figura 9, en donde un hueco está presente entre la porción central 54 y la superficie axial de soporte 19 del cuerpo de herramienta y en donde solamente las áreas de contacto 52, 53 de la superficie axial de soporte 34 del inserto están en contacto con la superficie axial de soporte 19 del cuerpo de herramienta. Además, como está ilustrado en la Figura 7, la superficie axial de soporte 34 del inserto está curvada de forma que una porción 55 de la esquina entre la primera área de contacto 52 y la transición a la primera superficie lateral periférica 32 está curvada hacia afuera desde la primera área de contacto 52 en una dirección hacia el extremo delantero 28 del inserto 2, es decir hacia arriba en la Figura 6. Por consiguiente, la porción de esquina 55 de la superficie axial de soporte 34 del inserto no hará contacto con la superficie axial de soporte 19 del cuerpo de herramienta cuando se fija el inserto 2 de fresa de punta esférica en el

espacio 11 del cuerpo de herramienta 3 de fresa de punta esférica. Esto está ilustrado en la Figura 9, en donde está presente un hueco entre la porción de esquina 55 y la superficie axial de soporte 19 del cuerpo de herramienta. De la Figura 9 es también evidente que la superficie transversal 36 no hará contacto con el cuerpo 3 de herramienta, cuando el inserto 2 de fresa de punta esférica está fijado en el espacio 11 del cuerpo de herramienta 3 de fresa de punta esférica. De este modo, en posición ensamblada, hay un hueco entre la superficie transversal 36 del inserto 2 y la superficie 38 del espacio transversal 38 del cuerpo de herramienta 3 de fresa de punta esférica.

Además, el agujero pasante 37 del inserto intersecciona dichas superficies laterales 23, 24 del inserto. El agujero pasante 37 del inserto define un eje central A3 que es sustancialmente perpendicular al eje central axial C2 del inserto. El agujero pasante 37 del inserto está adaptado para recibir el elemento de fijación 4 para fijar el inserto 2 de fresa de punta esférica en el espacio 11 del cuerpo de herramienta 3 de fresa de punta esférica. De este modo, el agujero pasante 37 del inserto es suficientemente grande para recibir el elemento de fijación 4, es decir al menos las partes 4B, 4C del elemento de fijación 4. También, el agujero pasante 37 del inserto está configurado para permitir la cooperación con al menos una parte 4B del elemento de fijación cuando se fija el inserto 2 de fresa de punta esférica, para empujar la superficie axial de soporte 34 del inserto a hacer contacto la superficie axial de soporte 19 del cuerpo de herramienta y la superficie radial de soporte 35 del inserto a hacer contacto con la superficie radial de soporte 35 del inserto a hacer contacto con la superficie radial de soporte 20 del cuerpo de herramienta.

De acuerdo con la realización ilustrada, la superficie radial de soporte 35 del inserto es una superficie sustancialmente plana, es decir que tiene una configuración plana a lo largo de su extensión desde la superficie axial de soporte 34 del inserto a la superficie transversal 36. De acuerdo con otra realización no mostrada, la superficie radial de soporte 35 del inserto es una superficie curva que define una o más áreas de contacto separadas.

Como está ilustrado en la Figura 8, el inserto 2 de fresa de punta esférica tiene un espesor T, que es sólo ligeramente menor que la anchura W1 del espacio 11. El espesor T al igual que la anchura W1 puede ser configurado basándose en los requerimientos del usuario. De acuerdo con una realización el espesor T es mayor de 1,5 mm, pero no mayor de 6 mm. De acuerdo con otra realización el espesor T es mayor de 2 mm, pero no mayor de 5 mm. En la realización ilustrada en las Figuras 1-9 el espesor T es 3 mm. Además, de acuerdo con una realización la anchura W1 no es más que 20  $\mu$ m mayor que el espesor T. De acuerdo con otra realización la anchura W1 no es más que 10  $\mu$ m mayor que el espesor T.

En la posición ensamblada de la fresa 1 de punta esférica, como está ilustrado en la Figura 1, el inserto 2 de fresa de punta esférica es recibido en el espacio 11 del cuerpo de herramienta 3, mientras que el eje central C2 del inserto está alineado con el eje central C3 del cuerpo de herramienta. Además, el agujero pasante 37 del inserto está alineado con el agujero pasante 40 del cuerpo de herramienta y el elemento de fijación 4 se extiende a través del agujero pasante 40 del cuerpo de herramienta y del agujero pasante 37 del inserto mientras se asegura el inserto 2 al cuerpo de herramienta 3, de modo que la superficie axial de soporte 34 del inserto hace contacto con la superficie axial 19 del cuerpo de herramienta y la superficie radial de soporte 35 del inserto hace contacto con la superficie radial de soporte 20 del cuerpo de herramienta. Además, en la posición ensamblada ilustrada en la Figura 1, y también visible en la Figura 9, el inserto 2 de fresa de punta esférica constituye la periferia lateral y la periferia frontal de la fresa 1 de punta esférica. De este modo, la distancia entre las superficies laterales periféricas 32, 33 en una dirección perpendicular al eje central C1 de fresa de punta esférica es mayor que el diámetro de la sección delantera 7 del cuerpo de herramienta. También, en la posición ensamblada la porción 28 del extremo delantero del inserto 2 está situada axialmente enfrente de la porción 12 del extremo delantero del cuerpo de herramienta.

De acuerdo con la realización ilustrada en las Figuras 1-9, el agujero pasante 40 del cuerpo de herramienta y el agujero pasante 37 del inserto están dispuestos para conseguir una fijación ventajosa del inserto 2 en el cuerpo de herramienta 3. Las porciones 41, 42 del agujero pasante del cuerpo de herramienta están alineadas y por lo tanto tienen un eje central común A1 del agujero. Sin embargo, el eje central A2 de la porción avellanada 43 de la porción 43 frontal del agujero pasante del cuerpo de herramienta está ligeramente desplazado en relación con el eje central A1. En otras palabras, los dos ejes centrales A1, A2 no están completamente alineados. En la realización ilustrada el eje central A2 de la porción avellanada 43 es paralelo a, pero desplazado en relación con el eje central A1 de las porciones 41, 42 del agujero pasante del cuerpo de herramienta. En la Figura 3 la posición del eje central A2 de la porción avellanada 43 está desplazada en una dirección izquierda hacia abajo en relación con las porciones 41, 42 del agujero pasante del cuerpo de herramienta. Esto está también ilustrado en dimensiones exageradas en la Figura 4, en donde la posición del eje A2 de la porción avellanada está abajo, o axialmente detrás de, la posición de los ejes A1 de la porción del agujero. El desplazamiento entre los dos ejes A1, A2 puede seleccionarse basándose en los requerimientos del usuario. De acuerdo con una realización el desplazamiento, es decir la distancia más corta, entre estos dos ejes A1 y A2 no es mayor de 0,2 mm. De acuerdo con otra realización el desplazamiento entre los dos ejes A1, A2 es al menos de 0,1 mm. En la realización ilustrada en las Figuras 1-9 el desplazamiento entre los dos ejes A1, A2 es de 0,15 mm. Además, de acuerdo con una realización, el desplazamiento se selecciona para conseguir, tras el apriete del elemento de fijación 4, una fuerza de ajuste resultante F que presiona el inserto 2 contra el cuerpo de herramienta 3 en una dirección izquierda hacia abajo como está ilustrado en la Figura 9, con un ángulo  $\omega$  en relación con el eje central axial C3 del cuerpo de herramienta. En la realización ilustrada el ángulo  $\omega$  es 10°. Este ángulo ha mostrado ser eficiente en la obtención de una fijación fiable del inserto 2 en el espacio 11 del

cuerpo de herramienta 3. No obstante, se han observado unos efectos positivos para otros valores del ángulo  $\omega$ , incluyendo unos valores mayores de  $10^\circ$  y unos valores menores de  $10^\circ$ .

5 Cuando se posiciona el inserto 2 en el espacio 11, el eje central A3 del agujero pasante del inserto está alineado con el agujero pasante 40 del cuerpo de herramienta y de este modo es paralelo al eje central A1 de las porciones 42, 41  
 10 delanteras y traseras del agujero pasante del cuerpo de herramienta. Cuando se fija el inserto 2 de fresa de punta esférica en el espacio 11, el elemento de fijación 4 será insertado primeramente a través de la porción frontal 42 del agujero pasante del cuerpo de herramienta, en segundo lugar a través del agujero pasante 37 del inserto, y en tercer  
 15 lugar en la porción trasera 41 del agujero pasante del cuerpo de herramienta, de modo que la rosca macho de la porción roscada 4C se ajuste con la rosca hembra de la porción trasera 41 del agujero pasante del cuerpo de herramienta. Debido a que el eje central A2 de la porción avellanada está desplazado en relación con el eje central  
 20 A1 de las porciones 41, 42 del agujero pasante, el elemento de fijación estará algo inclinado, es decir no completamente en paralelo con el eje central A3 del agujero pasante del inserto, cuando se apriete el elemento de fijación y la porción 4A de la cabeza del elemento de fijación se ajuste con la porción avellanada 43. En consecuencia, tras el apriete del elemento de fijación 4, la parte 4B de la espiga del elemento de fijación hará  
 25 contacto con la superficie 56 del agujero pasante 37 del inserto, presionando simultáneamente la superficie axial de soporte 34 del inserto con sus áreas de contacto 52, 53 contra la superficie axial de soporte 19 del cuerpo de herramienta y la superficie radial de soporte 35 del inserto contra la superficie radial de soporte 20 del cuerpo de herramienta. De acuerdo con una realización y como está ilustrado en la Figura 7, el agujero pasante 37 del inserto no es perfectamente cilíndrico circular, es decir la superficie 56 no es una superficie cilíndrica circular verdadera. Más bien, el agujero pasante 37 del inserto es en alguna manera oval, de modo que el diámetro 37 del agujero pasante del inserto es en alguna manera mayor en una dirección generalmente transversal a, es decir sustancialmente perpendicular al eje central C2 del inserto que el diámetro del agujero pasante 37 del inserto en una  
 30 dirección paralela al eje central C2 del inserto. Más específicamente, la superficie 56 del agujero pasante 37 del inserto incluye dos superficies parciales 56A, 56B, cada una teniendo una configuración cilíndrica circular. Estas dos superficies parciales 56A, 56B conjuntamente dan al agujero pasante 37 del inserto su forma oval, lo que permite que el elemento de fijación 4 sólo haga contacto con una porción trasera axial de la superficie 56 durante el apriete del elemento de fijación 4. De esta manera, el posicionamiento del inserto 2 de fresa de punta esférica en una dirección lateral, es decir en la dirección radial o en una dirección generalmente transversal al eje central axial C3 del cuerpo de herramienta 3 de fresa de punta esférica, es predominantemente controlado por la interacción de la superficie de soporte 18 del cuerpo de herramienta y la superficie de soporte 30 del inserto y no tanto controlada por la interacción entre la porción 4B de la espiga del elemento de fijación y la superficie 56 del agujero pasante 37 del inserto. De acuerdo con otra realización no mostrada, el agujero pasante 37 del inserto es sustancialmente cilíndrico circular.

35 Como es evidente a partir de la anterior descripción con referencia a las Figuras 1-9, primeramente, el inserto 2 de fresa de punta esférica tiene unas características en el extremo delantero 28 que están dispuestas simétricamente en relación con el eje central C2 o el área central axial 31. Por ejemplo, las superficies arqueadas 26, 27 se extienden axialmente hacia atrás desde un área central axial 31 del primer extremo axial delantero 28 y están  
 40 posicionadas simétricamente en lados opuestos en relación con el área central axial 31 del inserto 2. En segundo lugar, el inserto 2 de fresa de punta esférica tiene otras características en el extremo trasero 29 que están dispuestas asimétricamente en relación con el eje central C2. Específicamente, la configuración general de la superficie periférica 25 en el extremo trasero 29 es asimétrica en relación con el eje central C2. También, la superficie de soporte 30 del inserto es asimétrica en relación al eje central C2.

45 En una forma correspondiente el cuerpo de herramienta 3 de fresa de punta esférica tiene unas características de su sección delantera 7 del cuerpo de herramienta que están dispuestas asimétricamente en relación con el eje central C3 del cuerpo de herramienta 3. Específicamente, la configuración general de la superficie de soporte 18 del cuerpo de herramienta es asimétrica con relación al eje central C3 del cuerpo de herramienta.

50 Cuando está ensamblada, la fresa 1 de punta esférica está particularmente bien dispuesta para realizar operaciones de fresado de perfiles, en la que una forma está generada en una pieza de trabajo, no mostrada, haciendo rotar la fresa 1 de punta esférica alrededor de su eje central C1 y alimentando la fresa 1 de punta esférica generalmente transversal a dicho eje central C1 de modo que el inserto de fresa de punta esférica entra en el material eliminando el ajuste con la pieza de trabajo, usando normalmente una profundidad de corte  $D_c$  que es menor de 1 mm. En consecuencia, la fresa 1 de punta esférica está particularmente bien dispuesta para finalizar operaciones.

55 Las dimensiones de la fresa de punta esférica antes descritas pueden ser configuradas basándose en los requerimientos del usuario. Por ejemplo, la longitud total de la fresa 1 de punta esférica en su estado ensamblado puede ser 90 mm o mayor, pero normalmente no mayor de 300 mm. Ejemplos de diámetros del cuerpo de herramienta 3 de fresa de punta esférica incluyen diámetros desde 6 mm a 50 mm. Además, la relación entre el diámetro  $d$  del cuerpo de herramienta y la longitud total  $L$  está preferiblemente configurada de modo que  $L/d$  sea al menos 6 pero no más de 20.

65 La invención no está limitada a las realizaciones expuestas sino que pueden ser variadas y modificadas dentro del alcance de las siguientes realizaciones.

5 Aunque la fresa de punta esférica de acuerdo con las realizaciones antes descritas ha sido descrita sin medios para dirigir un fluido, tal como un refrigerante, hacia la zona de corte, es decir la parte activa de los bordes de corte, la fresa de punta esférica es también apropiada para uso junto con tal medio de dirección de un fluido. Tal medio de dirección de fluidos puede ser externo, por ejemplo un tubo de suministro de fluido separado de la fresa de punta esférica, o interno. En el caso de un medio de dirección de un fluido interno, tal medio puede comprender uno o más canales de suministro de fluido en el cuerpo de herramienta de fresa de punta esférica. Además, tal medio de dirección del fluido interno puede comprender unos canales de suministro del fluido en las superficies laterales 23, 24 del inserto de fresa de punta esférica y/o dispuestos en las superficies laterales internas 16, 17 del cuerpo de herramienta de fresa de punta esférica, que de otra manera son de una configuración generalmente plana. También, mientras que el cuerpo de herramienta de fresa de punta esférica de acuerdo con las realizaciones antes descritas ha sido descrito como un cuerpo de herramienta de una pieza, de acuerdo con otras realizaciones concebibles el cuerpo de herramienta de fresa de punta esférica incluye dos partes del cuerpo de herramienta, en donde una parte delantera del cuerpo de herramienta, en la que el espacio está situado, está montada de forma desmontable en una parte trasera del cuerpo de herramienta, por ejemplo por medio de una conexión roscada.

15 Además, el inserto de fresa de punta esférica puede ser configurado con un control de virutas adicional y/u otro, o unas geometrías de rotura de virutas.

20 Adicionalmente, son concebibles otros tipos de elementos de fijación, tales como tornillos de fijación diferentemente configurados, o incluso miembros de sujeción.

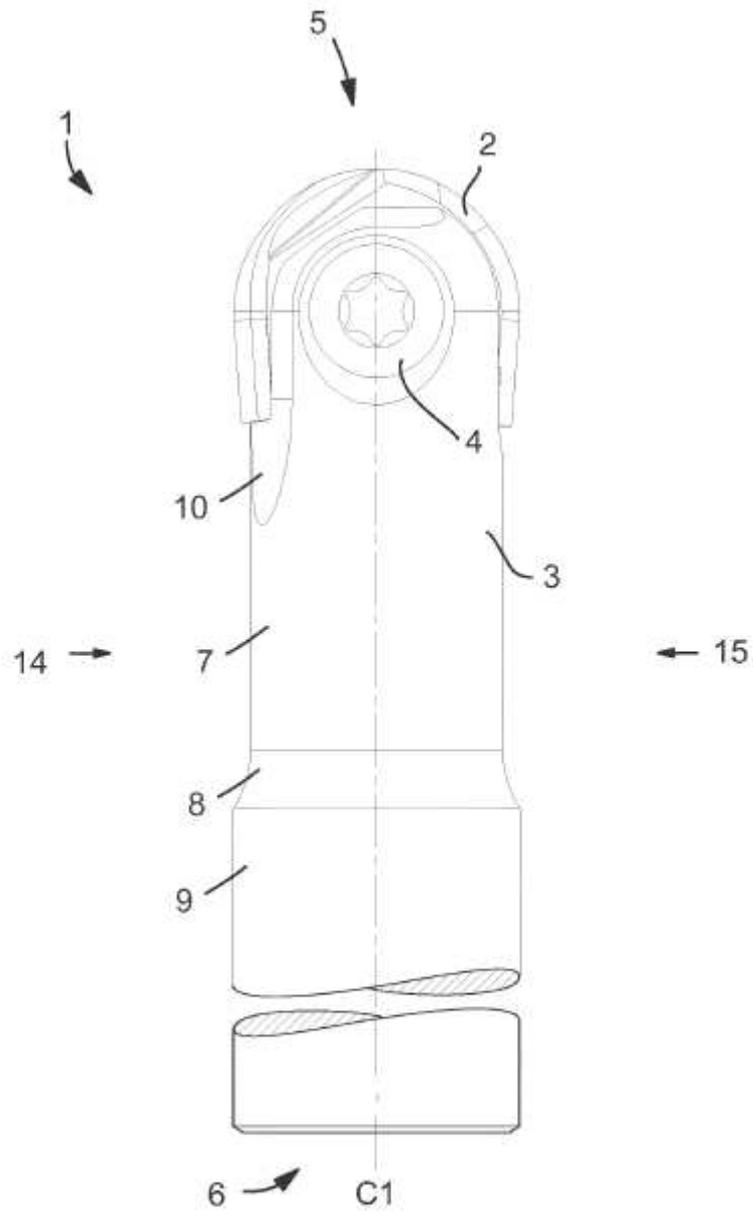
25 En la presente aplicación el uso de términos tales como “incluyendo” es abierto y pretende tener el mismo significado que términos tales “comprendiendo” y no impide la presencia de otra estructura, material o actos. De forma similar, aunque el uso de términos tales como “poder” o “deber” se pretende que sea abierto y para reflejar esa estructura, material, o actos no son necesarios, el fallo en el uso de tales términos no pretende reflejar que la estructura, material, o actos son esenciales. En la medida en que esa estructura, material, o actos son actualmente considerados como esenciales, son identificados como tales. Términos tales como “superior”, “inferior”, “arriba”, “abajo”, “delantero” y “trasero” se refieren a características mostradas en los dibujos actuales y percibidos por la persona experta.

30

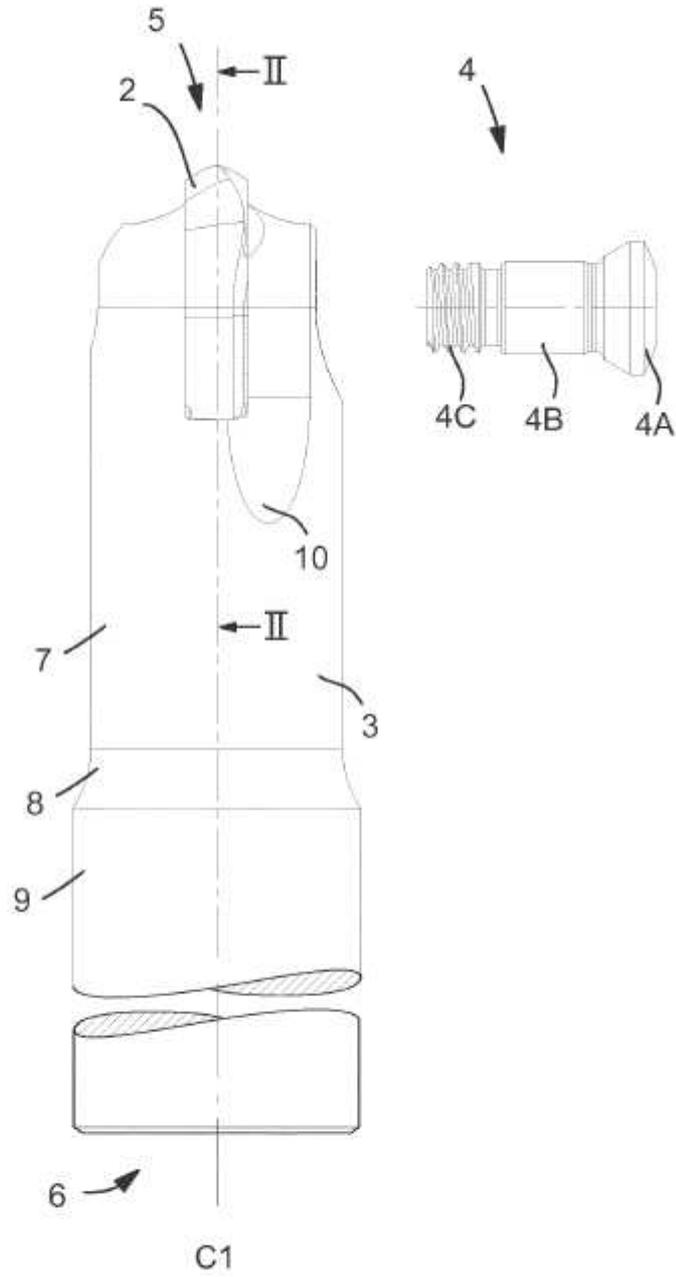
REIVINDICACIONES

1. Un inserto (2) de fresa de punta esférica que comprende un cuerpo (22) del inserto que tiene un eje central axial (C2),  
 5 dos superficies laterales opuestas sustancialmente planas (23, 24) del inserto, una superficie periférica (25) que une las dos superficies laterales (23, 24) del inserto, incluyendo la superficie periférica (25) dos superficies arqueadas (26, 27) en un primer extremo axialmente delantero (28) del inserto y una superficie de soporte (30) del inserto en un segundo extremo (29) axialmente trasero del inserto, extendiéndose las superficies arqueadas (26, 27) axialmente hacia atrás desde un área central axial (31) del primer extremo axialmente  
 10 delantero (28) y estando posicionada simétricamente en lados opuestos en relación al área central axial (31) del inserto, unas superficies laterales periféricas (32, 33) contiguas a las superficies arqueadas (26, 27), un agujero pasante (37) del inserto que intersecciona dichas superficies laterales (23, 24), comprendiendo dicha superficie de soporte (30) del inserto una superficie axial de soporte (34) del inserto que tiene  
 15 unas porciones de superficie (34A, 34B) que, como se ve en una vista frontal, están situadas en los lados opuestos del eje central axial (C2) del inserto, y una superficie radial de soporte (35) del inserto, **caracterizado por que** dicha superficie axial de soporte (34) del inserto y dicha superficie radial de soporte (35) del inserto conjuntamente  
 20 forman un ángulo agudo ( $\beta$ ).
2. Un inserto de fresa de punta esférica de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** dicho ángulo agudo ( $\beta$ ) no es mayor de  $88^\circ$ .
3. Un inserto de fresa de punta esférica de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizado por que** dicho ángulo agudo ( $\beta$ ) no es mayor de  $85^\circ$ .  
 25
4. Un inserto de fresa de punta esférica de acuerdo con cualquiera de las anteriores reivindicaciones, **caracterizado por que** dicho ángulo agudo ( $\beta$ ) es al menos de  $70^\circ$ .
5. Un inserto de fresa de punta esférica de acuerdo con cualquiera de las anteriores reivindicaciones, **caracterizado por que** la superficie axial de soporte (34) del inserto es una superficie sustancialmente plana.  
 30
6. Un inserto de fresa de punta esférica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-4, **caracterizado por que** la superficie axial de soporte (34) del inserto es una superficie curva que define al menos dos áreas de contacto separadas (52, 53).  
 35
7. Un inserto de fresa de punta esférica de acuerdo con cualquiera de las anteriores reivindicaciones, **caracterizado por que** dicha superficie axial de soporte (34) del inserto está conectada directamente con dicha superficie radial de soporte (35) del inserto.  
 40
8. Un inserto de fresa de punta esférica de acuerdo con cualquiera de las anteriores reivindicaciones, **caracterizado por que** dicha superficie axial de soporte (34) del inserto se extiende en una gran parte de dicha superficie de soporte (30) del inserto.
9. Un inserto de fresa de punta esférica de acuerdo con cualquiera de las anteriores reivindicaciones, **caracterizado por que** dicha superficie axial de soporte (34) del inserto se extiende desde una primera superficie periférica lateral (32) hasta la superficie radial de soporte (35) del inserto.  
 45
10. Un inserto de fresa de punta esférica de acuerdo con cualquiera de las anteriores reivindicaciones, **caracterizado por que** dicha superficie radial de soporte (35) del inserto es paralela a dicho eje central axial (C2).  
 50
11. Un inserto de fresa de punta esférica de acuerdo con cualquiera de las anteriores reivindicaciones, **caracterizado por que** dicha superficie periférica (25) comprende una superficie transversal (36) que conecta dicha superficie radial de soporte (35) del inserto y una de dichas superficies laterales periféricas (33).  
 55
12. Un inserto de fresa de punta esférica de acuerdo con cualquiera de las anteriores reivindicaciones, **caracterizado por que** dicha superficie de soporte (30) del inserto consta de dicha superficie axial de soporte (34) del inserto y dicha superficie radial de soporte (35) del inserto.
13. Un inserto de fresa de punta esférica de acuerdo con cualquiera de las anteriores reivindicaciones, **caracterizado por que** además comprende dos bordes de corte (46, 47) formados en una intersección de una respectiva superficie arqueada (26, 27) y una ranura (48, 49) de control de viruta en la respectiva superficie lateral (23, 24) del inserto.  
 60
14. Un cuerpo de herramienta (3) de fresa de punta esférica para recibir un inserto (2) de fresa de punta esférica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-13, teniendo generalmente dicho cuerpo de herramienta (3) una  
 65

- 5 forma alargada y siendo rotatable alrededor de un eje central axial (C3), extendiéndose dicho eje central axial en una dirección longitudinal de dicho cuerpo de herramienta, comprendiendo dicho cuerpo de herramienta (3) un espacio (11) para recibir dicho inserto (2), interseccionando dicho espacio (11) una porción extrema delantera (12) de dicho cuerpo de herramienta e interseccionando una superficie envolvente (13) de dicho cuerpo de herramienta en dos
- 10 lados opuestos de dicho eje central axial (C3), comprendiendo dicho espacio (11) dos superficies laterales internas (16, 17) del cuerpo de herramienta sustancialmente planas enfrentadas entre sí y una superficie axialmente trasera de soporte (18) del cuerpo de herramienta para hacer contacto con una correspondiente superficie de soporte (30) del inserto, comprendiendo dicha superficie de soporte (18) del cuerpo de herramienta una superficie axial de soporte (19) del cuerpo de herramienta que tiene unas porciones superficiales (19A, 19B) que, como se ve en una
- 15 sección transversal longitudinal a lo largo de dicho espacio (11), están situadas en unos lados opuestos del eje central axial (C3) del cuerpo de herramienta y una superficie radial de soporte (20) del cuerpo de herramienta, y un agujero pasante transversal (40) del cuerpo de herramienta que intersecciona dicha superficie envolvente (13) y dichas superficies laterales internas (16, 17) del cuerpo de herramienta, estando adaptado dicho agujero pasante (40) del cuerpo de herramienta a ser alineado con el agujero pasante (37) del inserto y para recibir un elemento de fijación (4) para fijar el inserto (2) en el cuerpo de herramienta (3), **caracterizado por que** dicha superficie axial de soporte (19) del cuerpo de herramienta y dicha superficie radial de soporte (20) juntas forman un ángulo agudo ( $\alpha$ ).
- 20 15. Un cuerpo de herramienta de fresa de punta esférica de acuerdo con la reivindicación 14, **caracterizado por que** dicho ángulo agudo ( $\alpha$ ) no es mayor de 88°.
- 25 16. Un cuerpo de herramienta de fresa de punta esférica de acuerdo con la reivindicación 15, **caracterizado por que** dicho ángulo agudo ( $\alpha$ ) no es mayor de 85°.
- 30 17. Un cuerpo de herramienta de fresa de punta esférica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 14-16, **caracterizado por que** dicho ángulo agudo ( $\alpha$ ) es al menos de 70°.
- 35 18. Un cuerpo de herramienta de fresa de punta esférica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 14-17, **caracterizado por que** dicha superficie axial de soporte (19) del cuerpo de herramienta está directamente conectada con dicha superficie radial de soporte (20) del cuerpo de herramienta.
- 40 19. Un cuerpo de herramienta de fresa de punta esférica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 14-18, **caracterizado por que** dicha superficie axial de soporte (19) del cuerpo de herramienta se extiende en una gran parte de dicha superficie de soporte (18) del cuerpo de herramienta.
- 45 20. Un cuerpo de herramienta de fresa de punta esférica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 14-19, **caracterizado por que** dicha superficie axial de soporte (19) del cuerpo de herramienta se extiende desde la superficie envolvente (13) hasta la superficie radial de soporte (20) del cuerpo de herramienta.
- 50 21. Un cuerpo de herramienta de fresa de punta esférica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 14-20, **caracterizado por que** dicha superficie radial de soporte (20) del cuerpo de herramienta es paralela al eje central axial (C3) del cuerpo de herramienta.
- 55 22. Un cuerpo de herramienta de fresa de punta esférica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 14-21, **caracterizado por que** dicho espacio (11) comprende una superficie transversal (38) del espacio que conecta dicha superficie radial de soporte (20) del cuerpo de herramienta y dicha superficie envolvente (13).
- 60 23. Un cuerpo de herramienta de fresa de punta esférica de acuerdo con la reivindicación 22, **caracterizado por que** dicha superficie de soporte (18) del cuerpo de herramienta consta de dicha superficie axial de soporte (19) del cuerpo de herramienta y dicha superficie radial de soporte (20) del cuerpo de herramienta.
24. Una fresa de punta esférica (1), que comprende un inserto (2) de fresa de punta esférica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-13, un cuerpo de herramienta (3) de fresa de punta esférica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 14-23, y un elemento de fijación (4), en donde, en una posición ensamblada, dicho inserto (2) es recibido en el espacio (11) de dicho cuerpo de herramienta (3), estando el eje central (C2) del inserto estando alineado con el eje central (C3) del cuerpo de herramienta, estando el agujero pasante (37) del inserto alineado con el agujero pasante (40) del cuerpo de herramienta, extendiéndose el elemento de fijación (4) a través del agujero pasante (40) del cuerpo de herramienta y del agujero pasante (37) del inserto mientras que asegura el inserto al cuerpo de herramienta, haciendo contacto con la superficie axial de soporte (19) del cuerpo de herramienta y con la superficie radial de soporte (20) del cuerpo de herramienta.



*Fig 1*



*Fig 2*

