



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS  
ESPAÑA



⑪ Número de publicación: **2 951 080**

⑮ Int. Cl.:  
**B23C 5/10**  
(2006.01)

⑫

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

⑥ Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.08.2015 PCT/IL2015/050810**

⑦ Fecha y número de publicación internacional: **24.03.2016 WO16042542**

⑨ Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.08.2015 E 15794311 (9)**

⑩ Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.07.2023 EP 3194101**

---

④ Título: **Fresa universal con superficie de relieve radial convexa y esquina que tiene perfil en arco circular**

⑩ Prioridad:  
**15.09.2014 US 201414486118**

④ Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**17.10.2023**

⑦ Titular/es:  
**ISCAR LTD. (100.0%)  
P.O. Box 11  
24959 Migdal Tefen, IL**

⑦ Inventor/es:  
**SHPIGELMAN, LEONID**

⑦ Agente/Representante:  
**FERNÁNDEZ POU, Felipe**

**ES 2 951 080 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

Fresa universal con superficie de relieve radial convexa y esquina que tiene perfil en arco circular

5 Campo de la invención

El objeto de la presente solicitud se refiere a las fresas universales del tipo de diente integral (es decir, no inserto), que tienen superficies de relieve radial convexas y esquinas con perfiles en arco circular, y en particular a las fresas universales para las operaciones de acabado.

10 Antecedentes de la invención

Las fresas universales del tipo que se mencionan en esta solicitud han sido objeto de mejoras continuas durante las últimas décadas.

15 Debido a un mercado mundial competitivo, existe una demanda cada vez mayor para el mecanizado con fresas universales para proporcionar un mejor acabado y una mayor vida útil a la herramienta, incluso cuando se mecanizan piezas de trabajo a altas velocidades y/o las piezas de trabajo se fabrican con materiales difíciles de mecanizar.

20 En consecuencia, incluso una modificación del diseño que proporciona una reducción del tamaño de una discontinuidad medible en micras se considera una mejora significativa en el rendimiento.

25 La presente solicitud se dirige a las esquinas de las fresas universales con superficies de relieve radial convexas y a las superficies de radio angular (que son planas o cóncavas) que se conectan a las mismas. Para mayor información, una fresa universal puede tener, inmediatamente adyacente a un borde de corte de la misma, una superficie de relieve radial plana o cóncava o una superficie de relieve radial convexa. A los fines de la especificación y las reivindicaciones, una superficie de relieve radial convexa se define como una superficie de relieve radial que tiene al menos una porción de la misma, inmediatamente adyacente a un borde de corte, que tiene una curvatura convexa. Se debe entender que una superficie de relieve radial que comprende una porción convexa inmediatamente adyacente a un borde de corte y luego una porción plana (es decir, una porción que, en un plano perpendicular a un eje de rotación, sigue una línea recta) que se separa del borde de corte mediante la porción convexa, también se considera una superficie de relieve radial convexa. La alineación de una superficie de relieve radial plana o cóncava con una superficie de radio angular (que es plana o cóncava) sin un desajuste de superficie se considera menos problemática que la alineación de una superficie de relieve radial convexa con dicha superficie de radio angular. Por lo tanto, el objeto en cuestión de la presente solicitud se refiere únicamente a las fresas universales del tipo que tienen superficies de relieve radiales convexas.

30 40 La presente solicitud se dirige también específicamente a las fresas universales con esquinas que tienen perfiles en arco circular. El ángulo del perfil de un arco circular se presenta durante la rotación de dichas fresas universales alrededor de un eje de rotación y se ve en una dirección perpendicular al eje de rotación. A los fines de la especificación y las reivindicaciones, esto se denominará una "vista de perfil".

45 50 El perfil de arco circular define una porción de un círculo imaginario. El círculo tiene un punto central del círculo, líneas de tangentes axiales y radiales, puntos de tangentes axiales y radiales, y una magnitud de radio medible desde el punto central del círculo hasta el perfil del arco circular. El punto tangente axial se ubica en una intersección del círculo y la línea tangente axial que se extiende hacia adelante desde el punto central del círculo y en una dirección paralela con un eje de rotación de la fresa universal. El punto tangente radial se ubica en una intersección del círculo y la línea tangente radial que se extiende radialmente hacia fuera desde el punto central del círculo y en una dirección perpendicular con el eje de rotación.

55 Para describir más características de las fresas universales en esta solicitud, también pueden definirse planos a partir del círculo. Específicamente, un plano tangente radial se extiende perpendicular al eje de rotación, y tanto el punto central del círculo como el punto tangente radial, ambos, se encuentran en el plano tangente radial. La línea tangente radial también se encuentra en el plano tangente radial. De manera similar, se puede entender que otras líneas radiales que se describen a continuación se encuentran en los planos radiales correspondientes que se extienden perpendicular al eje de rotación.

60 Se debe entender que el círculo y las líneas que se asocian, los planos, los puntos de tangencia y la magnitud del radio son imaginarios y, por lo tanto, no son características visibles en una fresa universal, sino que se derivan a través de la construcción de la misma.

65 El documento EP1348508, el documento WO 2014/076691 y el documento US 7402004 describen una fresa universal.

Es un objeto de la presente invención proporcionar una fresa universal nueva y mejorada.

## Resumen de la invención

De acuerdo con un primer aspecto del objeto en cuestión de la presente solicitud, se proporciona una fresa universal de acuerdo con la reivindicación 1.

- 5 Se debe entender que las posibles ventajas de las fresas universales de acuerdo con la presente solicitud incluyen la reducción del tamaño de una discontinuidad y/o desajuste en las superficies de relieve radial convexa y de relieve en las equinas que se conectan. En consecuencia, es teóricamente posible mejorar la vida útil de la herramienta y/o el acabado superficial en una pieza de trabajo. Estas ventajas también pueden lograrse sin la necesidad de una etapa de fabricación adicional (por ejemplo, un corte).
- 10 Se debe entender que lo anterior es un resumen, y que cualquiera de los aspectos anteriores puede comprender además cualquiera de las características que se describen a continuación. En concreto, las siguientes características, solas o combinadas, pueden ser aplicables a cualquiera de los aspectos anteriores:
- 15 A. Una fresa universal puede tener un eje de rotación que define las direcciones hacia adelante y hacia atrás.
- B. Una fresa universal puede comprender extremos frontales y traseros, y una superficie periférica que se extiende entre los mismos.
- 20 C. Una fresa universal puede tener una forma cilíndrica básica.
- D. Una fresa universal puede comprender una porción de corte que se extiende hacia atrás desde un extremo frontal. La porción de corte puede tener una forma cilíndrica básica.
- E. Una porción de corte puede tener un diámetro de porción de corte  $D_c$ .
- F. Una porción del vástago puede ubicarse detrás de una porción de corte.
- 25 G. Una porción de corte puede comprender un diente o una pluralidad de dientes. El diente o los dientes se forman integralmente con la porción de corte. Todos los dientes de una porción de corte pueden tener las mismas características.
- H. Un diente de una porción de corte puede extenderse desde un extremo frontal hasta una superficie periférica de la fresa universal.
- I. Un diente puede ser liso (es decir, no aserrado).
- 30 J. Un diente puede comprender una superficie de inclinación, una superficie de relieve radial convexa y un borde de corte que se forma en una intersección de la superficie de inclinación y la superficie de relieve radial convexa.
- K. Una superficie de relieve radial convexa puede comprender una porción convexa inmediatamente adyacente a un borde de corte y una porción plana que se separa del borde de corte mediante la porción convexa.
- 35 L. Un diente puede comprender una esquina.
- M. Un ángulo puede comprender un perfil de arco circular que define una porción de un círculo que tiene un punto central del círculo, líneas de tangencia axiales y radiales, puntos de tangencia axiales y radiales, un plano tangente radial y una magnitud de radio  $M$  medible desde el punto central del círculo hasta el perfil de arco circular.
- N. Un diente puede comprender una superficie de relieve en las equinas.
- O. Una superficie de relieve en las equinas puede conectarse tanto a superficies de relieve radiales convexas como de inclinación.
- 40 P. Una superficie de relieve en las equinas puede conectarse tangencialmente a la superficie de relieve radial convexa en un borde de corte. La conexión tangencial de la superficie de relieve en las equinas a la superficie de relieve radial en el borde de corte puede estar en o adyacente a un plano tangente radial. Se considera que la conexión tangencial es adyacente al plano tangente radial si está detrás de un plano radial de la extremidad frontal que se extiende perpendicular a un eje de rotación. El plano radial de la extremidad frontal no puede estar más adelante de un plano tangente radial que una distancia axial frontal igual al 5 % de la magnitud de un radio, preferentemente igual al 3 % de la magnitud del radio. Con la máxima preferencia, la superficie de relieve en las equinas sólo se conecta tangencialmente a la superficie de relieve radial convexa en una intersección del borde de corte y el plano tangente radial.
- 45 Q. Una superficie de relieve en las equinas puede extenderse detrás de un plano tangente radial. La superficie de relieve en las equinas puede terminar delante de un plano radial de la extremidad trasera que se extiende perpendicular al eje de rotación. El plano radial de la extremidad trasera no puede estar más adelante de un plano tangente radial que una distancia axial trasera igual al 5 % de la magnitud de un radio, preferentemente igual al 3 % de la magnitud del radio.
- 50 R. Pueden alinearse un punto tangente radial y una fresa universal. Cuando una longitud radial  $L_R$  se define entre el punto tangente radial y la fresa universal no es superior al 0,04 % del diámetro de la porción de corte  $D_c$  ( $L_R < 0,04 \% D_c$ ) el punto tangente radial y la fresa universal se consideran alineados. Preferentemente,  $L_R$  no es superior al 0,02 % del diámetro de la porción de corte  $D_c$  ( $L_R < 0,02 \% D_c$ ). Se debe entender que como la longitud radial  $L_R$  tiende a cero, se considera que hay una alineación más cercana, preferida.
- 55 S. Una superficie de relieve en las equinas puede tener una forma de extremidad de relieve en las equinas detrás de un plano tangente radial. La forma de extremidad de relieve en las equinas puede estrecharse con el aumento de la distancia desde el plano tangente radial. La forma de extremidad de relieve en las equinas puede ser triangular.

## Breve descripción de los dibujos

Para una mejor comprensión del objeto en cuestión de la presente solicitud, y para mostrar cómo se puede llevar a cabo la misma en la práctica, se hará referencia ahora a los dibujos adjuntos, en los que:

- 5 La Figura 1A es una vista lateral esquemática de una fresa universal de acuerdo con el objeto en cuestión de la presente solicitud, que incluye una vista de perfil del ángulo en el ángulo superior derecho;  
 La Figura 1B es una vista posterior frontal esquemática de la fresa universal en la Figura 1A;
- 10 La Figura 2A es una vista lateral esquemática de una parte de una porción de corte de una fresa universal de la técnica anterior (que se gira ligeramente en una dirección de corte con relación a una vista de perfil);  
 La Figura 2B es una vista esquemática ampliada de una porción dentro de un círculo que se designa como IIB en la Figura 2A;
- 15 La Figura 3A es una vista similar a la Figura 2A, particularmente, una vista lateral esquemática de una parte de una porción de corte de la fresa universal en las Figuras 1A e 1B (que se giran ligeramente en una dirección de corte con relación a la vista de perfil en la Figura 1A);  
 La Figura 3B es una vista esquemática ampliada de una porción dentro de un círculo que se designa como IIIB en la Figura 3A;
- 20 La Figura 4A muestra una vista lateral de una parte de una porción de corte de una fresa universal de la técnica anterior (que incluye una vista de perfil del ángulo en el ángulo superior derecho);  
 La Figura 4B es una vista esquemática ampliada de una porción dentro de un círculo que se designa como IVB en la Figura 4A;
- 25 La Figura 5A es una vista de perfil esquemática de una esquina de una porción de corte de una fresa universal de la técnica anterior;  
 La Figura 5B es una vista esquemática ampliada de una porción dentro de un círculo que se designa como VB en la Figura 5A;
- 30 La Figura 6A es una vista de perfil esquemática de una esquina de una porción de corte de la fresa universal de las Figuras 1A, 1B, 3A y 3B; y  
 La Figura 6B es una vista esquemática ampliada de una porción dentro de un círculo que se designa como VIB en la Figura 6A.

## Descripción detallada

35 Se hace referencia a las Figuras 1A e 1B, que ilustran una fresa universal 10, típicamente hecha de un material extremadamente duro y resistente al desgaste, como el carburo cementado, y se configura particularmente para operaciones de mecanizado de acabado.

40 La fresa universal 10 se configura para girar alrededor de un eje de rotación 12, que puede extenderse longitudinalmente a través del centro del mismo y coincidir con un punto central CP1 de la fresa universal. En este ejemplo, una dirección de rotación de la fresa universal DA es en sentido contrario a las manecillas del reloj en la vista posterior frontal que se muestra en la Figura 1B. El eje de rotación 12 puede definir una dirección de avance D<sub>F</sub> y una dirección opuesta hacia atrás D<sub>R</sub> (observe que mientras estas direcciones son paralelas al eje de rotación 12, no necesitan ser coaxiales con el mismo).

45 La fresa universal 10 puede comprender un extremo frontal 14, un extremo trasero 16 que se ubica distalmente desde el extremo frontal 14 y una superficie periférica 18 que se extiende entre los extremos frontal y trasero 14, 16.

50 La fresa universal 10 puede comprender una porción de corte 20 y una porción del vástago 22 que se ubica detrás de la porción de corte 20.

55 La porción de corte 20 puede comprender un diámetro de porción de corte D<sub>c</sub> y puede extenderse hacia atrás desde el extremo frontal 14.

60 La porción de corte 20 puede comprender al menos un diente 24 (por ejemplo, los dientes primero, segundo y tercero 24A, 24B, 24C).

55 Cada diente 24 puede ser liso (es decir, no aserrado) para mejorar el acabado de la pieza de trabajo.

65 La porción de corte 20 puede comprender una ranura 26 que se ubica circunferencialmente entre los dientes adyacentes 24 (por ejemplo, la ranura 26A puede ubicarse circunferencialmente entre el primer y el segundo diente 24A, 24B). La porción de corte 20 puede comprender una pluralidad de ranuras 26 (por ejemplo, las ranuras primera, segunda y tercera 26A, 26B, 26C). Cada ranura 26 puede tener un ángulo de hélice H (por ejemplo, constante o variable) que se forma con el eje de rotación 12.

65 Con referencia también a la Figura 3B, cada diente 24 puede comprender una superficie de inclinación 28, una superficie de relieve radial convexa 30, un borde de corte 32 que se forma en una intersección de la superficie de inclinación 28 y la superficie de relieve radial convexa 30, y una superficie de relieve en las equinas 34 que se

conecta a la superficie de inclinación 28 y la superficie de relieve radial convexa 30.

La superficie de relieve radial convexa 30 puede comprender una porción convexa 30a inmediatamente adyacente al borde de corte 32 y una porción plana 30b que se separa del borde de corte 32 mediante la porción convexa 30a.

5 Aunque no se limita al mismo, el objeto en cuestión de la presente solicitud se considera particularmente beneficioso para una superficie de relieve radial convexa que tiene tal construcción de porción plana y convexa 30a, 30b.

10 Cada diente 24 puede extenderse desde el extremo frontal 14 hasta la superficie periférica 18.

15 En una intersección del extremo frontal 14 y la superficie periférica 18, cada diente 24 puede comprender una esquina 36.

20 En la vista de perfil que se muestra en la Figura 1A, durante la rotación de la fresa universal 10 alrededor del eje de rotación 12, el ángulo 36 presenta un perfil de arco circular 38 que define una porción de un círculo imaginario  $I_c$ .

25 Al dirigir la atención sobre la Figura 6A, el círculo  $I_c$  puede tener un punto central del círculo  $C_{P2}$ , líneas de tangencia axiales y radiales  $L_{AT}$ ,  $L_{RT}$ , puntos de tangencia axial y radial  $P_{AT}$ ,  $P_{RT}$  y una magnitud de radio  $M$  medible desde el punto central del círculo  $C_{P2}$  hasta el perfil de arco circular 38.

30 20 El punto tangente axial  $P_{AT}$  se ubica en una intersección del círculo  $I_c$  y la línea tangente axial  $L_{AT}$  se extiende hacia adelante desde el punto central del círculo  $C_{P2}$  y en una dirección paralela con el eje de rotación 12 de la fresa universal 10. El punto tangente radial  $P_{RT}$  se ubica en una intersección del círculo  $I_c$  y la línea tangente radial  $L_{RT}$  que se extiende desde el punto central del círculo  $C_{P2}$  y en una dirección radialmente hacia fuera perpendicular con el eje de rotación 12. Un plano tangente radial  $S_{RT}$  se define perpendicular al eje de rotación 12 e incluye la línea tangente radial  $L_{RT}$ . Dicho de otra manera, el plano tangente radial  $S_{RT}$  puede definirse como un plano que se extiende perpendicular al eje de rotación 12 e incluye tanto el punto central del círculo  $C_{P2}$  como el punto tangente radial  $P_{RT}$ . El plano tangente radial  $S_{RT}$  se separa del punto tangente axial  $P_{AT}$  mediante la magnitud del radio  $M$ .

35 30 Generalmente hablando, después de que se determine la ubicación de un punto central del círculo (o, más precisamente, una distancia axial entre el punto central del círculo y un punto tangente axial, que también será igual a la magnitud del radio) (por ejemplo, durante la rotación de una fresa universal y la observación desde una vista de perfil como la que se muestra en la Figura 6A), puede establecerse la posición de un plano tangente radial, que es un plano perpendicular a un eje de rotación de la fresa universal, y en el que se encuentra el punto central del círculo. Después de determinar la ubicación del plano tangente radial, puede girarse una fresa universal alrededor del eje de rotación y pueden determinarse otras características, como la extensión de la superficie de relieve en las esquinas con relación a la posición del plano tangente radial.

40 40 Al dirigir la atención sobre las Figuras 2A y 2B, se muestra una porción de corte 20' de una fresa universal de la técnica anterior con fines comparativos, con las características correspondientes que tienen los mismos caracteres de referencia también sufijados con un apóstrofe (').

45 45 En particular, un punto de relieve en las esquinas más trasero 34a' de la superficie de relieve en las esquinas 34' de la técnica anterior se ubica delante de un plano tangente radial  $S_{RT}'$ . Por el contrario, la superficie de relieve en las esquinas 34 en las Figuras 3A y 3B se extiende detrás del plano tangente radial  $S_{RT}$ .

50 50 Detrás del plano tangente radial  $S_{RT}$ , la superficie de relieve en las esquinas 34, cerca de un punto de relieve en las esquinas más trasero 34a de la superficie de relieve en las esquinas 34, puede tener una forma de extremidad de relieve en las esquinas 40. Como se muestra, la forma de extremidad 40 puede estrecharse. La forma de extremidad de relieve en las esquinas 40 puede considerarse triangular.

55 55 El punto de relieve en las esquinas más trasero 34a se ubica delante de un plano radial de extremidad trasera  $S_{RE}$ . Una distancia axial trasera  $L_{RA}$  que se define entre el plano tangente radial  $S_{RT}$  y el plano radial de extremidad trasera  $S_{RE}$  puede ser igual al 5 % o menos de la magnitud del radio  $M$  (Figura 6A).

60 60 Al dirigir la atención sobre las Figuras 4A y 4B, se muestra una porción de corte de una fresa universal de la técnica anterior 20" con fines comparativos, con las características correspondientes que tienen los mismos caracteres de referencia también sufijados con dos apóstrofes ("), y todos los demás caracteres de referencia en estas figuras también se sufjan con dos apóstrofes (").

65 65 El perfil de arco circular 38" deja notablemente de seguir el círculo  $I_c"$  en una discontinuidad que se designa como 44". En consecuencia, existe un espacio radial 46" entre el punto tangente radial  $P_{RT}"$  que se ubica en el círculo  $I_c"$  y la fresa universal 10". El espacio radial 46" puede tener una longitud radial  $L_R"$  medible desde el punto tangente radial  $P_{RT}"$  a la fresa universal 10" en una dirección perpendicular al eje de rotación 12.

65 Por el contrario, con referencia a la Figura 6A, el perfil de arco circular 38 sigue el círculo  $I_c$ , y una longitud radial  $L_R$

(no se muestra) no es superior al 0,04 % del diámetro de la porción de corte  $D_c$  (Figura 1A). En el ejemplo que se muestra una longitud radial  $L_R$  no se indica porque es tan pequeña que no es visible.

5 Al dirigir la atención sobre las Figuras 5A y 5B, se muestra una porción de corte de una fresa universal de la técnica anterior con fines comparativos, con las características correspondientes que tienen los mismos caracteres de referencia también sufijados con tres apóstrofes ("").

10 En la Figura 5B, se muestra un punto de conexión 33" donde una superficie de relieve en las equinas 34" se conecta a una superficie de relieve radial curvada 30" en el borde de corte 32". En particular, la superficie de relieve en las equinas 34" no se conecta tangencialmente a la superficie de relieve radial 30" en el borde de corte 32" significativamente por delante del punto tangente radial  $P_{RT}$ ". En consecuencia, las trayectorias de la superficie de relieve radial 30" y el círculo  $I_c$ " divergen detrás del punto de conexión 33".

15 Por el contrario, la Figura 6B muestra un punto de conexión 33 donde la superficie de relieve en las equinas 34 se conecta a la superficie de relieve radial 30 en el borde de corte 32. El punto de conexión 33 puede estar delante del plano tangente radial  $S_{RT}$ , pero aún debe estar detrás de un plano radial de extremidad frontal  $S_{FE}$  (que es un plano paralelo al plano tangente radial  $S_{RT}$ ). El plano radial de extremidad frontal  $S_{FE}$  no está más adelante del plano tangente radial  $S_{RT}$  que una distancia axial frontal  $L_{FA}$  igual al 5 % de la magnitud del radio  $M$  (Figura 6A). Con la máxima preferencia, como se muestra, la conexión tangencial está en el punto tangente radial  $P_{RT}$ . Adicionalmente, 20 la superficie de relieve en las equinas 34 se conecta tangencialmente a la superficie de relieve radial 30 en el borde de corte 32.

25 Como se muestra, las trayectorias de la superficie de relieve radial 30 y el círculo  $I_c$  se alinean detrás del plano tangente radial  $S_{RT}$ .

La descripción anterior incluye una modalidad y detalles ilustrativos, y no excluye del alcance de la reivindicación de la presente solicitud modalidades y detalles no ejemplificados.

## REIVINDICACIONES

- Una fresa universal (10) que tiene un eje de rotación (12) que define direcciones hacia adelante ( $D_F$ ) y hacia atrás ( $D_R$ ), y que comprende:
  - los extremos frontal y trasero (14, 16) y una superficie periférica (18) que se extiende entre los mismos; una porción de corte (20) que se extiende hacia atrás desde el extremo frontal (14); y una porción del vástago (22) que se ubica detrás de la porción de corte (20);
  - la porción de corte (20) comprende un diente (24) que se extiende desde el extremo frontal (14) hasta la superficie periférica (18);
  - el diente (24) comprende:
    - una superficie de inclinación (28);
    - una superficie de relieve radial convexa (30);
    - un borde de corte (32) que se forma en una intersección de la superficie de inclinación (28) y la superficie de relieve radial convexa (30);
    - una esquina (36) que comprende un perfil de arco circular (38) que define una porción de un círculo imaginario ( $I_c$ ) que tiene:
      - un punto central del círculo ( $C_{P2}$ ),
      - una línea tangente axial ( $L_{AT}$ ) que se extiende hacia adelante desde el punto central del círculo ( $C_{P2}$ ) y en una dirección paralela al eje de rotación (12),
      - un punto tangente axial ( $P_{AT}$ ) que se ubica en una intersección del círculo ( $I_c$ ) y la línea tangente axial ( $L_{AT}$ ),
      - una línea tangente radial ( $L_{RT}$ ) que se extiende radialmente hacia fuera desde el punto central del círculo ( $C_{P2}$ ) y en una dirección perpendicular con el eje de rotación (12),
      - un punto tangente radial ( $P_{RT}$ ) que se encuentra en una intersección del círculo imaginario ( $I_c$ ) y la línea tangente radial ( $L_{RT}$ ),
      - un plano tangente radial ( $S_{RT}$ ) que se extiende perpendicular al eje de rotación (12) y en el que el punto central del círculo ( $C_{P2}$ ), el punto tangente radial ( $P_{RT}$ ) y la línea tangente radial ( $L_{RT}$ ) se encuentran, y
      - una magnitud de radio ( $M$ ) medible desde el punto central del círculo ( $C_{P2}$ ) hasta el perfil de arco circular (38); y
    - una superficie de relieve en las esquinas (34) que se conecta tanto a la superficie de inclinación (28) como a la superficie de relieve radial convexa (30), y se extiende detrás del plano tangente radial ( $S_{RT}$ ).
- La fresa universal (10) de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la superficie de relieve en las esquinas (34) se conecta tangencialmente a la superficie de relieve radial convexa (30) en el borde de corte (32).
- La fresa universal (10) de acuerdo con la reivindicación 2, en donde la conexión tangencial de la superficie de relieve en las esquinas (34) a la superficie de relieve radial convexa (30) en el borde de corte (32) está detrás de un plano radial de extremidad frontal ( $S_{FE}$ ) que se extiende perpendicular al eje de rotación (12), el plano radial de extremidad frontal ( $S_{FE}$ ) no está más adelante del plano tangente radial ( $S_{RT}$ ) que una distancia axial frontal ( $L_{FA}$ ) igual al 5 % de la magnitud del radio ( $M$ ).
- La fresa universal (10) de acuerdo con la reivindicación 3, en donde el plano radial de la extremidad frontal ( $S_{FE}$ ) no está más adelante del plano tangente radial ( $S_{RT}$ ) que una distancia axial frontal ( $L_{FA}$ ) igual al 3 % de la magnitud del radio ( $M$ ).
- La fresa universal (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la superficie de relieve en las esquinas (34) solo se conecta tangencialmente a la superficie de relieve radial convexa (30) en una intersección del borde de corte (32) y el plano tangente radial ( $S_{RT}$ ).
- La fresa universal (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la superficie de relieve radial convexa (30) comprende una porción convexa (30a) inmediatamente adyacente al borde de corte (32) y una porción plana (30b) que se separa del borde de corte (32) mediante la porción convexa (30a).
- La fresa universal (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la superficie de relieve en las esquinas (34) termina delante de un plano radial de extremidad trasera ( $S_{RE}$ ) que se extiende perpendicular al eje de rotación (12), el plano radial de extremidad trasera ( $S_{RE}$ ) no está más atrás del plano tangente radial ( $S_{RT}$ ) que una distancia axial trasera ( $L_{RA}$ ) igual al 5 % de la magnitud del radio ( $M$ ).
- La fresa universal (10) de acuerdo con la reivindicación 7, en donde el plano radial de extremidad trasera ( $S_{RE}$ ) no está más atrás del plano tangente radial ( $S_{RT}$ ) que una distancia axial trasera ( $L_{RA}$ ) igual al 3 % de la magnitud del radio ( $M$ ).

9. La fresa universal (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la porción de corte (20) tiene un diámetro de porción de corte ( $D_c$ ) y una longitud radial ( $L_R$ ) que se define entre el punto tangente radial ( $P_{RT}$ ) y la fresa universal (10); el punto tangente radial ( $P_{RT}$ ) y la fresa universal (10) se alinean con la longitud radial ( $L_R$ ) sin ser superior al 0,04 % del diámetro de la porción de corte ( $D_c$ ) ( $L_R < 0,04 \% D_c$ ).  
5
10. La fresa universal (10) de acuerdo con la reivindicación 9, en donde la longitud radial ( $L_R$ ) no es superior al 0,02 % del diámetro de la porción de corte ( $D_c$ ) ( $L_R < 0,02 \% D_c$ ).  
10
11. La fresa universal (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el diente (24) es liso.  
15
12. La fresa universal (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la superficie de relieve en las equinas (34) tiene una forma de extremidad en relieve en las equinas (40) detrás de un plano tangente radial ( $S_{RT}$ ), la forma de extremidad en relieve en las equinas (40) se estrecha con el aumento de la distancia desde el plano tangente radial ( $S_{RT}$ ).  
13. La fresa universal (10) de acuerdo con la reivindicación 12, en donde la forma de extremidad en relieve en las equinas (40) es triangular.  
20
14. La fresa universal (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la porción de corte (20) comprende uno o más dientes adicionales (24A-24C) además de dicho diente (24), cada uno de dichos uno o más dientes adicionales (24A-24C) comprende las mismas características que dicho diente (24).

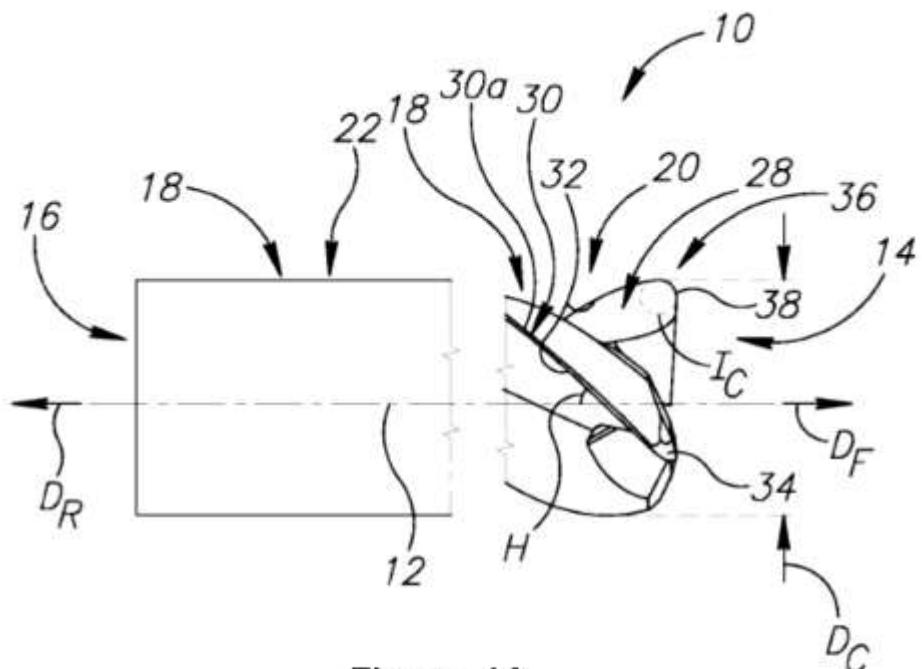


Figura. 1A

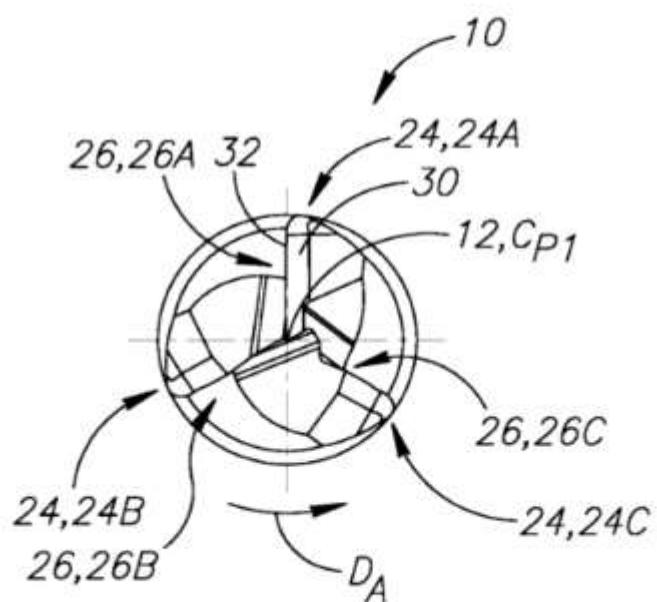
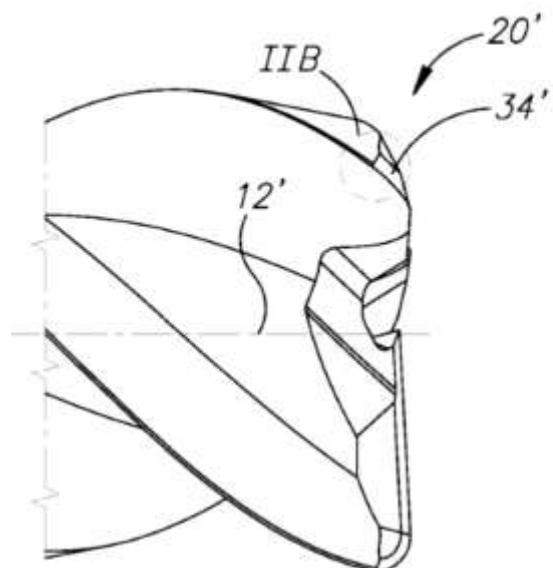
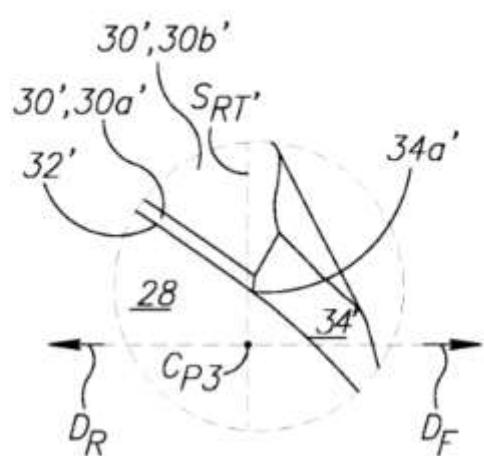


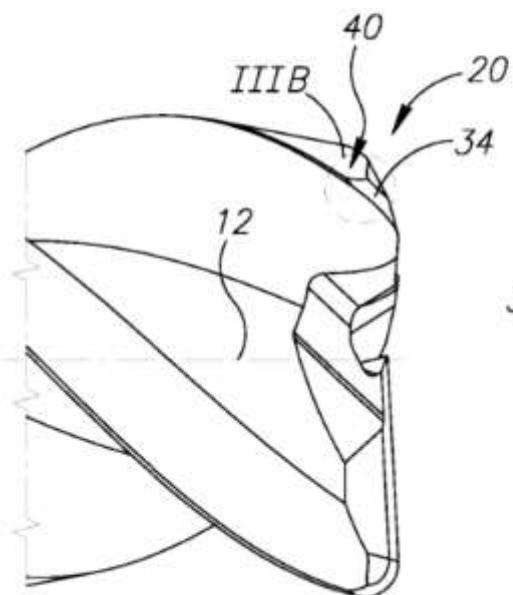
Figura. 1B



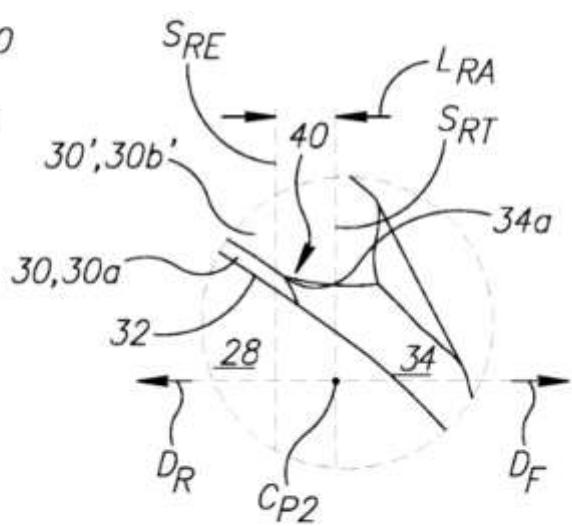
**Figura. 2A**  
(TÉCNICA ANTERIOR)



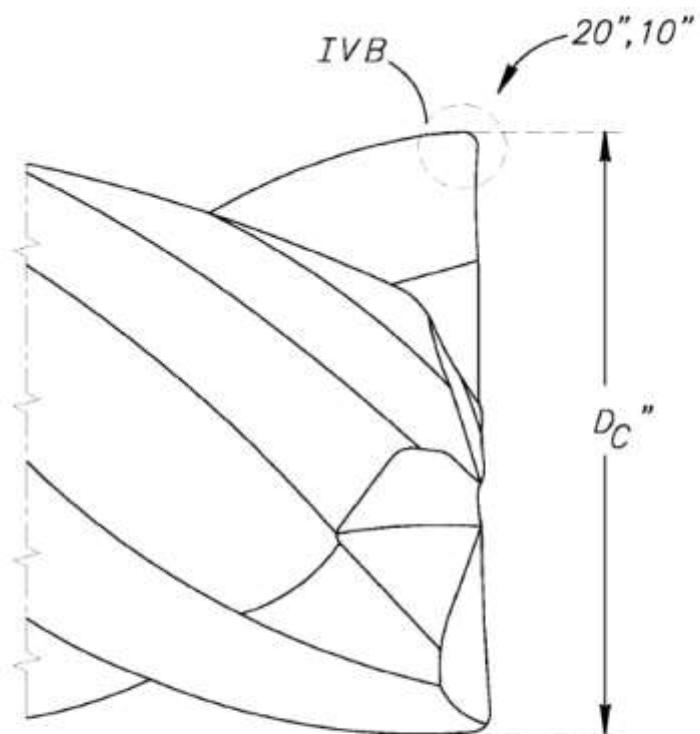
**Figura. 2B**  
(TÉCNICA ANTERIOR)



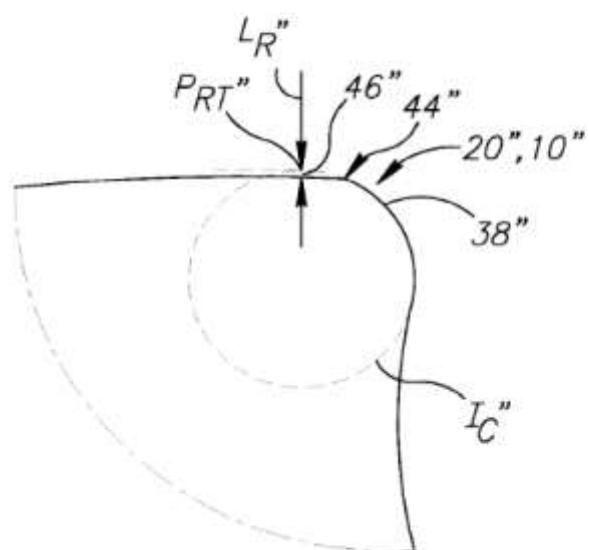
**Figura. 3A**



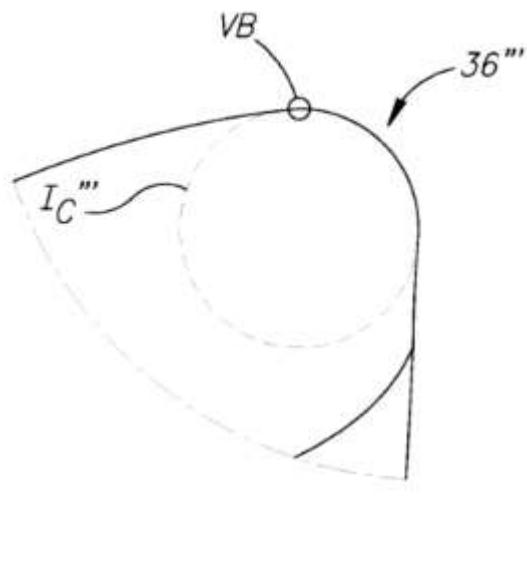
**Figura. 3B**



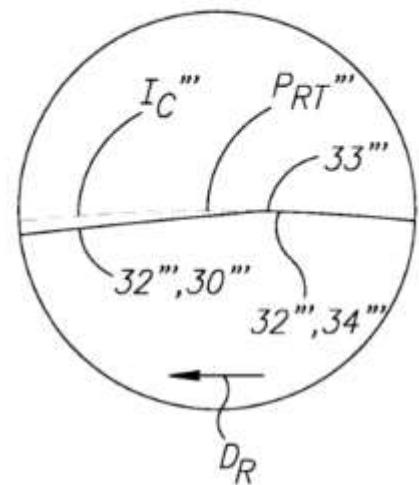
**Figura. 4A**  
(TÉCNICA ANTERIOR)



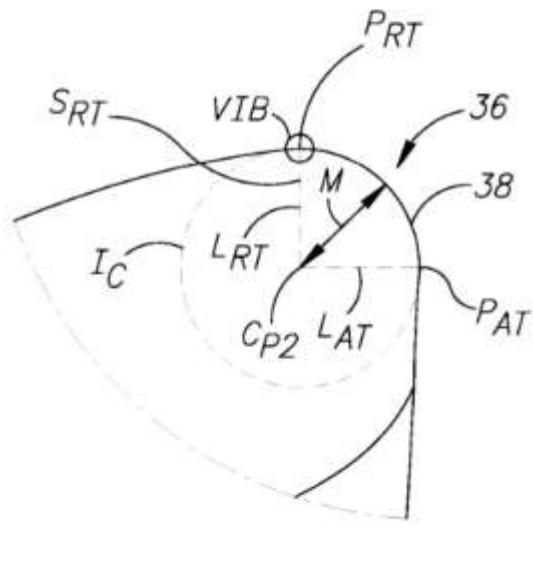
**Figura. 4B**  
(TÉCNICA ANTERIOR)



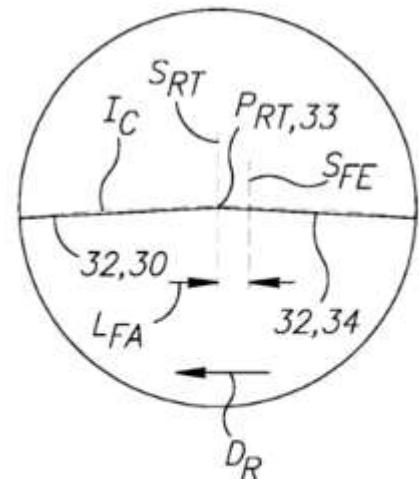
**Figura. 5A**  
(TÉCNICA ANTERIOR)



**Figura. 5B**  
(TÉCNICA ANTERIOR)



**Figura. 6A**



**Figura. 6B**