

MÉTODO Y APARATO PARA CORTAR UNA ROSCA

La presente invención se refiere a un método para cortar una rosca y una herramienta y un sistema de corte para el uso en el método. Preferentemente, la presente invención se refiere a un método para cortar una rosca de anchura variable y a una herramienta y sistema de corte para cortar una rosca de anchura variable.

Las herramientas de corte son conocidas para su uso con tornos controlados por computadora para cortar roscas en los extremos del tubo para proporcionar tubos roscados para formar largas cadenas de tubos para su uso en la industria del petróleo y el gas.

Es un objeto de la presente divulgación proporcionar métodos y aparatos para mejorar la precisión de tales procesos de corte. A través de una extensa investigación, los inventores han descubierto que un método convencional de corte de una rosca implica imprecisiones causadas por la desalineación de las diversas herramientas de corte utilizadas para cortar la rosca y así han llegado a la presente invención.

En consecuencia, se proporciona, en un primer aspecto, una herramienta de corte para cortar una rosca helicoidal en un tubo, que comprende una herramienta de corte que tiene uno o más dientes de corte, en donde cada uno de los dientes de corte: tiene un filo de corte del flanco de emboque para cortar un flanco de emboque; y tiene un filo de corte del flanco de carga para cortar un flanco de carga.

Una herramienta de corte de este tipo puede utilizarse para cortar ambos flancos de la rosca y, por lo tanto, puede proporcionar una rosca más precisa porque no

es necesario sustituir la herramienta de corte por otra entre pasadas. En algunas formas de realización, diferentes herramientas de corte pueden llevar a cabo las pasadas iniciales, con la herramienta de corte aquí descrita para cortar las pasadas posteriores y, en algunos casos, la pasada final.

Preferentemente, la herramienta de corte tiene dos o más dientes, más preferentemente tres o más dientes, y más preferentemente cuatro o más dientes.

Preferentemente, cuando hay dos o más dientes, cada uno de los filos de corte del flanco de emboque tiene la misma altura; y cada uno de los filos de corte del flanco de carga tiene la misma altura.

Preferentemente, cuando se proporcionan dos o más dientes, cada uno de los filos de corte del flanco de emboque tiene la misma geometría; y cada uno de los filos de corte del flanco de carga tiene la misma geometría.

Preferentemente, cuando se proporcionan dos o más dientes, cada uno de los filos de corte del flanco de emboque está igualmente espaciado; y cada uno de los filos de corte del flanco de carga está igualmente espaciado.

Opcionalmente, cuando se proporcionan dos o más dientes, el espaciado entre los filos de corte del flanco de emboque es diferente del espaciado entre los filos de corte del flanco de carga. Preferentemente, el espaciado entre los filos de corte del flanco de emboque es menor que el espaciado entre los filos de corte del flanco de carga. Esta herramienta de corte puede utilizarse para cortar una rosca de anchura variable.

Como convencionalmente en el arte, un flanco inclinado negativamente es el que tiende a aumentar el ancho de la cresta de la rosca comparado con la base de

la rosca. Cuando ambos flancos están inclinados positivamente, la rosca es trapezoidal en su sección transversal. Cuando un flanco está inclinado negativamente y el otro inclinado positivamente, la rosca es una rosca en forma de gancho. Cuando ambos flancos están inclinados negativamente, la rosca tiene forma de cola de milano en su sección transversal. Ambas roscas en forma de gancho y en forma de cola de milano están consideradas en esta revelación. Opcionalmente, cada filo de corte del flanco de emboque está inclinado negativamente (que es el filo de corte para cortar un flanco de emboque inclinado negativamente). Opcionalmente, cada filo de corte del flanco de carga está inclinado negativamente (que es el filo de corte que se inclina para cortar un flanco de carga inclinado negativamente). Dicha herramienta de corte puede utilizarse para cortar una rosca, opcionalmente una rosca de anchura variable con uno o dos flancos en forma de gancho.

De acuerdo con un segundo aspecto, se proporciona un sistema que comprende una herramienta de corte como se ha definido anteriormente, una máquina controlada por computadora, tal como un torno, y un controlador programado para controlar la máquina para cortar una rosca helicoidal en un tubo mediante el acoplamiento del tubo con la herramienta de corte durante el movimiento relativo del tubo y la herramienta de corte, el movimiento relativo incluye una rotación alrededor del eje longitudinal y un desplazamiento axial con respecto al eje longitudinal, en donde: el movimiento relativo es controlado por el controlador de tal manera que un diente de la herramienta de corte corta una rosca helicoidal en el tubo cortando un flanco de emboque con un filo de corte de flanco de emboque de un diente de corte y cortando un flanco de carga con un filo de corte

de flanco de carga del mismo diente de corte.

Este sistema puede utilizarse para cortar una rosca más precisa.

De acuerdo con un tercer aspecto, se proporciona un método de corte de una rosca helicoidal en un tubo, que comprende los pasos de: proporcionar un tubo que tiene un eje longitudinal; instalar una herramienta de corte en una máquina controlada por computadora, tal como un torno; cortar una rosca helicoidal en el tubo cortando al menos una porción de un flanco de emboque con un filo de corte de flanco de emboque de un diente de corte y cortar al menos una porción de un flanco de carga con un filo de corte de flanco de carga del mismo diente de corte. Este método puede utilizarse para cortar una rosca más precisa, ya que no es necesario desinstalar la herramienta de corte de la máquina después de cortar un flanco e instalar una nueva herramienta de corte para cortar el otro flanco. La sustitución de la herramienta de corte de esta manera convencional puede dar lugar a pequeñas desalineaciones como entre las dos herramientas. El método actualmente divulgado no implica ningún ajuste de la herramienta de corte relativa a la máquina y así puede permite un grado mucho más alto de registro como entre múltiples pasadas de corte.

Los métodos y las herramientas de corte previos son preferentemente usados para la fabricación de: una rosca helicoidal con una cresta plana (es decir, una cresta que forma una línea recta en la sección transversal); una rosca trapezoidal; una rosca helicoidal con una cresta plana que se une a los flancos por esquinas redondeadas; una rosca que tiene una cresta axialmente elongada (la cual puede estar en paralelo con el eje longitudinal o en forma cónica al eje longitudinal); y/o una rosca cola de milano.

Para una mejor comprensión y para mostrar cómo puede llevarse a la práctica, a continuación, se hará referencia, a modo de ejemplo únicamente, a los dibujos adjuntos en los que:

Figura 1A muestra una herramienta de corte del estado de la técnica;

Figura 1B muestra una rosca convencional de anchura variable;

Figura 2A muestra una herramienta de corte de una primera forma de realización de la invención, indicando las dimensiones;

Figura 2B muestra la misma herramienta de corte que la Figura 2A, indicando dimensiones diferentes;

Figura 2C muestra una vista en perspectiva de la herramienta de corte de la Figura 2A;

Figura 2D muestra un sistema que utiliza la herramienta de corte de la Figura 2A;

Figura 3 representa los pasos de un ejemplo de implementación de una primera forma de realización de la invención como un diagrama de flujo junto a ilustraciones esquemáticas de la trayectoria de una herramienta de corte;

Figura 4 muestra una comparación esquemática del resultado del enfoque de la técnica anterior y el de las formas de realización de la invención y

La Figura 5 muestra una comparación esquemática del resultado del enfoque de la técnica anterior y el de las formas de realización de la invención.

La Figura 1A muestra herramientas de corte del estado de la técnica para cortar una rosca de contrafuerte (rosca buttress). La forma simple de una rosca de contrafuerte puede cortarse utilizando una sola herramienta que tenga dientes progresivamente más altos, de modo que cada diente subsiguiente haga un corte

más profundo que el diente anterior. La Figura 1B muestra una conexión roscada.

Se conoce en la técnica el hecho de proporcionar herramientas de corte de la técnica anterior específicamente para cortar una rosca, y específicamente una rosca de ancho variable. Típicamente, se utilizan tres herramientas para cortar, respectivamente, el flanco de emboque, la raíz y el flanco de carga. Cada herramienta tendrá dientes progresivamente más altos a lo largo de su longitud, con cada diente subsiguiente dispuesto para hacer un corte más profundo que el diente anterior. Las herramientas de corte pueden utilizarse en secuencia para eliminar material del extremo de un tubo con el fin de formar una rosca.

La Figura 2A muestra una primera forma de realización de la herramienta de corte 100 de acuerdo con la invención. La Figura 2B muestra la misma herramienta de corte, pero con dimensiones diferentes.

La herramienta de corte 100 está diseñada para cortar una rosca helicoidal en un tubo. En las formas de realización preferidas, la herramienta de corte 100 puede utilizarse para cortar una rosca helicoidal de anchura variable. Una rosca de anchura variable tiene una anchura (la distancia entre el flanco de emboque y el flanco de carga de la forma de rosca, medida a lo largo de la línea de paso) que varía a lo largo de la longitud de la rosca. Preferentemente, la rosca aumenta de anchura en dirección axial desde la punta del miembro respectivo. La herramienta de corte 100 puede alternativamente ser utilizada para cortar un ancho constante, sin variación, y/o una rosca de contrafuerte (buttress).

Aunque se representa con dos dientes 110 110A, 110B, la herramienta de corte puede tener solo un diente de corte 110. Sin embargo, se prefiere una pluralidad

de dientes de corte 110. Sin embargo, se prefiere una pluralidad de dientes de corte 110.

Se ha encontrado que dos dientes pueden proporcionar un corte más preciso que un diente, y tres dientes pueden proporcionar un corte más preciso que dos dientes. Mientras que cuatro dientes pueden proporcionar un corte más preciso que tres dientes, la mejora para una herramienta de corte de cinco dientes (o más de cinco) es menos significativa. Como tal, se prefiere que la herramienta de corte tenga dos o más dientes, preferentemente tres dientes, más preferentemente cuatro dientes.

El/cada uno de los dientes de corte 110 tiene un filo de corte de flanco de emboque 112A para cortar un flanco de emboque; y un filo de corte de flanco de carga 112B para cortar un flanco de carga. La parte superior del/de cada diente también define un filo de corte de cresta 112C para cortar la base de una ranura de una rosca.

Las Figuras 2A y 2B muestran una cara de rastrillo 100R de la herramienta de corte. Como puede observarse en la Figura 2C, los dientes 110A, 110B se estrechan preferentemente alejándose de la cara de rastrillo 100R de la herramienta de corte 100. La herramienta 100 comprende una cara de flanco 100F, que se encuentra con la cara de rastrillo 100R a lo largo de los filos de corte 112A, 112B, 112C de los dientes de corte 110A, 110B. La herramienta de corte comprende una cara posterior 100B opuesta a la cara de rastrillo 100R.

De esta manera, cada filo de corte 112A, 112B, 112C tiene un ángulo interno entre una cara de rastrillo 100R de la herramienta de corte 100 y una cara de flanco 100F en un plano perpendicular a los respectivos filos de corte 112A,

112B, 112C de menos de 90 grados.

Más preferentemente, cada filo de corte 112A, 112B, 112C tiene un ángulo interno entre una cara de rastrillo 100R de la herramienta de corte 100 y una cara de flanco 100F en un plano perpendicular a los respectivos filos de corte 112A, 112B, 112C de menos de 87 grados.

En otras palabras, el perfil de los dientes 110A, 110B en la cara de rastrillo 100R puede ser mayor que el perfil de los dientes 110A, 110B en la cara posterior 100B.

Como puede verse en las Figuras 2A y 2B, en contraste con las herramientas de corte de la técnica anterior, cada uno de los dientes 110 de la herramienta de corte 100 sobresale del cuerpo principal 115 de la herramienta de corte 100 en la misma altura de diente.

Para una rosca cónica, esto significa que los lados de los dientes 110 de la herramienta de corte 100 que forman los flancos de carga de la rosca resultante tienen todos una altura HL, mientras que los lados de los dientes 110 de la herramienta de corte 100 que forman los flancos de emboque de la rosca resultante tienen todos una altura Hs.

Además, también se prefiere que cada diente 110 de la herramienta de corte 100 tenga preferentemente la misma geometría. En relación con los dientes de corte 110, la geometría implica las inclinaciones relativas de los bordes de los dientes y las formas de las superficies adyacentes.

Es decir, los ángulos entre el filo de corte del flanco de emboque 112A y el filo de corte de la cresta 112C, y entre el filo de corte de la cresta 112C y el filo de corte del flanco de carga 112B son preferentemente iguales para cada diente

110.

Preferentemente, los radios de curvatura que unen el filo de corte 112A del flanco de emboque con el filo de corte 112C de la cresta y los radios de curvatura que unen el filo de corte 112C de la cresta con el filo de corte 112B del flanco de carga son los mismos para cada diente 110.

Como se ve en las Figuras 2A y 2B, cada uno de los filos de corte 112A del flanco de emboque están igualmente espaciados entre sí, y cada uno de los filos de corte 112B del flanco de carga están igualmente espaciados entre sí. Estos espaciados L_s y L_L pueden ser idénticos para algunas formas de rosca.

Sin embargo, para el propósito de cortar una rosca de ancho variable, los espaciamientos L_s entre los filos de corte del flanco de emboque son diferentes del espaciamiento entre los filos de corte del flanco de carga L_L . Si la herramienta 100 se utiliza para cortar una rosca de ancho constante, luego los espaciamientos L_s y L_L pueden ser idénticos.

Preferentemente, los filos de corte 112A del flanco de emboque y/o los filos de corte 112B del flanco de carga tienen una inclinación negativa.

Mientras que los dientes múltiples están provistos de diferentes geometrías (en particular, diferentes alturas), y se utilizan en la técnica anterior para cortar cortes progresivamente más profundos, en la presente invención, cada diente 110 de la herramienta de corte 100 tiene la misma geometría. El primer diente 110A corta el corte inicial, y los siguientes dientes 110B de la herramienta 100 aseguran la consistencia de la superficie de corte.

Además, dado que en la técnica anterior se utiliza una herramienta diferente para cortar el flanco de emboque y el flanco de carga, la calidad de la ranura resultante

depende de la precisión con la que se registraron los dos dientes con la ranura durante su pasada de corte. Esto puede observarse en la secuencia de representaciones esquemáticas A, B, C que se muestra en la Figura 5. Aquí se puede ver una pasada de una primera herramienta de corte A en el flanco de corte 10, una pasada de una segunda herramienta de corte B en el flanco de corte 20, y el resultado de ambas pasadas en C, dando lugar a un pequeño escalón 70 entre las dos partes de la base de la ranura 15. El registro impreciso de las dos herramientas de corte puede causar la presencia de tales discontinuidades. Por el contrario, el método inventivo da como resultado la ranura 15 en la imagen X, que no presenta ninguna discontinuidad resultante de la falta de registro, ya que se utiliza la misma herramienta de corte 100 para cortar los flancos de carga y de emboque 10, 20. Las discontinuidades entre el corte de los flancos de carga y de emboque también pueden deberse a la falta de registro de varias herramientas de corte instaladas en una misma máquina (como un torno), en donde una primera herramienta de corte corta el flanco de carga y una segunda herramienta de corte corta el flanco de emboque.

Tal como se muestra en la Figura 2D, la herramienta de corte 100 puede utilizarse en un sistema 200. El sistema comprende la herramienta de corte 100, una máquina controlada por computadora (tal como un torno) 220, y un controlador 210 programado para controlar la máquina 220 para cortar una rosca helicoidal en un tubo 50 engranando el tubo 50 con la herramienta de corte 100 durante un movimiento relativo del tubo 50 y la herramienta de corte 100, incluyendo el movimiento relativo una rotación alrededor del eje longitudinal del tubo 50 y un desplazamiento axial con respecto al eje longitudinal del tubo 50. El

controlador 210 está programado para determinar el movimiento relativo

Como es habitual, la máquina 220 se acopla preferentemente al tubo 50 y lo hace girar, mientras que la herramienta de corte 100 se desplaza para acoplarse al tubo 50 en rotación y desplazarse longitudinalmente a lo largo de su superficie exterior a una velocidad determinada en relación con la velocidad de rotación del tubo 50. Sin embargo, se puede prever cualquier forma de impartir movimiento relativo, como, por ejemplo, hacer girar la herramienta 100 alrededor del tubo 50 (que puede ser estático).

A efectos ilustrativos, antes de presentar la primera forma de realización en su forma más general, se expone una forma de realización puramente ejemplar de la misma, que se muestra en la Figura 3. Los pasos de la Figura 3 son junto a una representación gráfica del movimiento de un solo diente 110 de la herramienta de corte 100 (por ejemplo, el primer diente 110A).

La representación gráfica muestra la trayectoria helicoidal desenvuelta de la rosca resultante de la operación de corte. La rosca resultante incluye un flanco de emboque 10 y un flanco de carga 20. En este ejemplo, la rosca a cortar es una rosca de anchura variable, en donde la separación entre el flanco de emboque 10 y el flanco de carga 20 se reduce en la dirección helicoidal 30 (al contrario que en una rosca de marcha libre, en donde el flanco de emboque 10 y el flanco de carga 20 serían paralelos). Las líneas horizontales discontinuas 40 representan una separación de 360 grados de rotación alrededor del tubo 50. Aunque se muestren desenrollados, el flanco de emboque 10 y el flanco de carga 20 del tubo 50 estarían alineados en la dirección longitudinal pero desplazados longitudinalmente (por los cables del flanco de emboque y de carga,

respectivamente) en cada línea discontinua.

Mientras que un enfoque convencional para cortar un perfil de rosca consistiría en utilizar una herramienta de corte diferente para cortar cada flanco, el método representado en la Figura 3 comprende los pasos de: proporcionar un tubo 50 que tiene un eje longitudinal; instalar una herramienta de corte 100 en una máquina controlada por computadora 220 (como un torno); cortar una rosca helicoidal en el tubo 50 cortando al menos una parte de un flanco de emboque 10 con un filo de corte de flanco de emboque 112A de un diente de corte 110 y cortando al menos una parte de un flanco de carga 20 con un filo de corte de flanco de carga 112B del mismo diente de corte 110.

En algunas formas de realización, la rosca puede incluir una salida en uno o ambos extremos. Puede darse el caso de que los flancos de salida se corten utilizando una herramienta de corte diferente. Sin embargo, incluso en ese caso, la porción del flanco 10 de emboque se cortará con un diente de corte 110 de la herramienta de corte 100, y la porción del flanco 20 de carga se cortará con el mismo diente de corte 110 de la herramienta de corte 100. Preferentemente, la porción estará en un extremo de la rosca y el flanco de carga se cortará con un diente de corte 110 de la herramienta de corte 100. Preferentemente, la porción será de al menos el 80 % de la longitud de la rosca. En otras formas de realización, el flanco de emboque 10 y el flanco de carga 20 se extenderán a toda la longitud de la rosca.

En la Figura 3, se expone un método de corte de una rosca helicoidal en un tubo 50, que comprende: en un primer paso 310, instalar una herramienta de corte 100 en una máquina controlada por computadora (tal como un torno) 220; en un

segundo paso 320, cortar una rosca helicoidal en el tubo cortando al menos una porción de un flanco de emboque 10 con un filo de corte de flanco de emboque de un diente de corte 110; en un tercer paso 330, cortar al menos una porción de un flanco de carga 20 con un filo de corte de flanco de carga 112B del mismo diente de corte 110; y en un cuarto paso 340, retirar la herramienta de corte de la máquina.

Preferentemente, el método es para cortar una sola rosca helicoidal a lo largo de la cual pasan todos los dientes de la herramienta de corte única 100 (en contraste con el corte de dientes de una herramienta única que corta diferentes roscas helicoidales).

El cuarto paso 340 es opcional. Lo importante es que la herramienta de corte 100 no se retira de la máquina controlada por computadora hasta que ambos flancos, el de carga 20 y el de emboque 10, se hayan cortado completamente. Es decir, no es necesario sacar la herramienta de corte 100 de la máquina controlada por computadora 220 cuando se corta el flanco de carga después de cortar el flanco de emboque (o viceversa) porque, debido a la presencia de los filos de corte 112A, 112B tanto para el flanco de emboque como para los flancos de carga 10, 20, la herramienta de corte 100 puede simplemente desplazarse axialmente desde una primera posición para cortar el flanco de emboque 10 a una segunda posición para cortar el flanco de carga 20.

Preferentemente, como en la Figura 3, la porción del flanco de emboque 10 se corta antes de cortar la porción del flanco de carga 20. Sin embargo, es posible hacer lo contrario. Es decir, los pasos 320 y 330 pueden invertirse de manera que primero se corte al menos una parte del flanco de carga 20 y después se

corte al menos una parte del flanco de emboque 10.

En la forma de realización preferida, pero no limitante, de la Figura 3: en el paso 320, el tubo 50 se acopla con la herramienta de corte 100 durante el movimiento relativo del tubo 50 y la herramienta de corte 100 para cortar un flanco de emboque 10 continuo en una sola pasada; y, en el paso 330, el tubo 50 se acopla con la herramienta de corte 100 durante el movimiento relativo del tubo 50 y la herramienta de corte 100 para cortar un flanco de carga 20 continuo en una sola pasada.

No obstante, la Figura 3 no es limitativa, y los flancos pueden cortarse en cualquier orden.

Como puede observarse en la Figura 3, preferentemente, la rosca es de anchura variable, con una anchura (medida en la dirección longitudinal, paralela al eje longitudinal del tubo 50) que disminuye alejándose del extremo terminal más próximo del tubo 50.

La Figura 4 muestra cómo el método de la Figura 3 puede también ser aplicado para producir una rosca de ancho constante. El esquema de la Figura 4 puede también ser cortado de acuerdo con el diagrama de flujo mostrado en la Figura 3, es decir: en un primer paso 310, se instala una herramienta de corte 100 en una máquina controlada por computadora (tal como un torno) 220; en una segunda etapa 320, se corta una rosca helicoidal en el tubo mediante el corte de al menos una parte del flanco de emboque 10 con el filo de corte del flanco de emboque de la herramienta de corte 110; en una tercera etapa 330, se corta al menos una parte de un flanco de carga 20 con el filo de corte del flanco de carga 112B del mismo diente de corte 110; y en una cuarta etapa, 340, se retira la

herramienta de corte de la máquina.

Como puede verse en la Figura 4, la rosca puede ser una rosca de ancho constante, con un ancho (medido en la dirección longitudinal, paralelo al eje longitudinal del tubo 50) que permanece constante.

Se prevén formas de realización preferidas tal como se definen en las cláusulas siguientes:

Cláusula 1. Una herramienta de corte para cortar una rosca helicoidal en un tubo, que comprende uno o más dientes de corte, en donde cada uno de los uno o más dientes de corte tiene un filo de corte del flanco de emboque para cortar un flanco de emboque; y tiene un filo de corte del flanco de carga para cortar un flanco de carga.

Cláusula 2. Una herramienta de corte de acuerdo con la cláusula 1, en donde la herramienta de corte comprende una pluralidad de dientes de corte.

Cláusula 3. Herramienta de corte de acuerdo con la cláusula 2, en donde cada uno de los filos de corte del flanco de emboque tiene la misma altura; y cada uno de los filos de corte del flanco de carga tiene la misma altura.

Cláusula 4. Herramienta de corte de acuerdo con la cláusula 2 o la cláusula 3, en donde

cada uno de los filos de corte del flanco de emboque tiene la misma geometría; y cada uno de los filos de corte del flanco de carga tiene la misma geometría.

Cláusula 5. Una herramienta de corte de acuerdo con cualquiera de las cláusulas 2 a 4, en donde: los filos de corte del flanco de emboque están igualmente espaciados; y los filos de corte del flanco de carga están igualmente espaciados.

Cláusula 6. Herramienta de corte de acuerdo con la cláusula 5, en donde el

espaciado entre los filos de corte del flanco de emboque es diferente, y preferentemente menor, que el espaciado entre los filos de corte del flanco de carga.

Cláusula 7. Una herramienta de corte de acuerdo con cualquier cláusula anterior, en donde el/cada filo de corte del flanco de emboque está inclinado negativamente.

Cláusula 8. Herramienta de corte de acuerdo con cualquier cláusula anterior, en donde cada filo de corte del flanco de carga tiene una inclinación negativa.

Cláusula 9. Una herramienta de corte de acuerdo con cualquier cláusula anterior, en donde cada uno de los uno o más dientes de corte tiene un filo de corte de cresta para cortar una raíz de la rosca helicoidal.

Cláusula 10. Una herramienta de corte de acuerdo con cualquier cláusula anterior, en donde cada uno de los uno o más dientes de corte tiene un filo de corte de cresta con un ángulo interno de menos de 90 grados, preferentemente menos de 87 grados.

Cláusula 11. Una herramienta de corte de acuerdo con cualquier cláusula anterior, en donde cada uno de los uno o más dientes de corte tiene un filo de corte de flanco de carga con un ángulo interno de menos de 90 grados, preferentemente menos de 87 grados.

Cláusula 12. Una herramienta de corte de acuerdo con cualquier cláusula anterior, en donde cada uno de los uno o más dientes de corte tiene un filo de corte en el flanco de emboque con un ángulo interno inferior a 90 grados, preferentemente inferior a 87 grados.

Cláusula 13. Un sistema que comprende una herramienta de corte de acuerdo

con cualquier reivindicación anterior, una máquina controlada por computadora (tal como un torno), y un controlador programado para controlar la máquina para cortar una rosca helicoidal en un tubo mediante el acoplamiento del tubo con la herramienta de corte durante el movimiento relativo del tubo y la herramienta de corte, el movimiento relativo incluye una rotación alrededor del eje longitudinal y un desplazamiento axial con respecto al eje longitudinal, en donde:

el movimiento relativo es controlado por el controlador de tal manera que un diente de la herramienta de corte corta una rosca helicoidal en el tubo cortando un flanco de emboque con un filo de corte de flanco de emboque de un diente de corte y cortando un flanco de carga con un filo de corte de flanco de carga del mismo diente de corte.

Cláusula 14. El sistema de acuerdo con la cláusula 13, en donde el movimiento relativo es controlado por el controlador de tal manera que un diente de la herramienta de corte corta una rosca helicoidal de ancho variable en el tubo.

Cláusula 15. El sistema de acuerdo con la cláusula 13 o la cláusula 14, en donde: el movimiento relativo es controlado por el controlador de tal manera que la herramienta de corte realiza dos pasadas;

en una de las dos pasadas, la herramienta de corte corta el flanco de emboque; y en la otra de las dos pasadas, la herramienta de corte corta el flanco de carga.

Cláusula 15a. El sistema de la cláusula 15, en donde el movimiento relativo está controlado por un controlador tal que las dos pasadas se alejan axialmente una de otra.

Cláusula 15b. El sistema de cualquiera de las cláusulas 13 a 15, en donde el movimiento relativo está controlado por un controlador tal que: al menos una

parte del flanco de emboque se corta primero y luego se corta al menos una parte del flanco de carga; o

Al menos una parte del flanco de carga se corta primero y luego se corta al menos una parte del flanco de emboque.

Cláusula 16. Un método para cortar una rosca helicoidal en un tubo, que comprende los pasos de:

proporcionar un tubo que tiene un eje longitudinal;

instalar una herramienta de corte en una máquina controlada por computadora (como un torno);

cortar una rosca helicoidal en el tubo cortando al menos una porción de un flanco de emboque con un filo de corte de flanco de emboque de un diente de corte y cortando al menos una porción de un flanco de carga con un filo de corte de flanco de carga del mismo diente de corte.

Cláusula 16a. El método de la cláusula 16, en donde el método produce uno o más de:

Una rosca helicoidal con una cresta plana;

Una rosca trapezoidal;

Una rosca helicoidal con una cresta plana que se une a los flancos por medio de esquinas redondeadas; y/o

Una rosca de cola de milano.

Cláusula 17. El método de acuerdo con la cláusula 16, en donde la herramienta de corte no se retira de la máquina controlada por computadora hasta que se hayan cortado el flanco de carga y el flanco de emboque.

Cláusula 18. El método de acuerdo con la cláusula 16 o la cláusula 17, en donde:

primero se corta al menos una parte del flanco de emboque y después se corta al menos una parte del flanco de carga; o bien

primero se corta al menos una parte del flanco de carga y después se corta al menos una parte del flanco de emboque.

Cláusula 19. El método de acuerdo con cualquiera de las cláusulas 16 a 18, en donde la rosca helicoidal se corta mediante:

enganche del tubo con la herramienta de corte durante el movimiento relativo del tubo y la herramienta de corte para cortar un flanco de emboque continuo en una sola pasada del flanco de emboque; y

enganche del tubo con la herramienta de corte durante el movimiento relativo del tubo y la herramienta de corte para cortar un flanco de carga continuo en una sola pasada de flanco de carga.

Cláusula 20. El método de acuerdo con cualquiera de las cláusulas 16 a 19, en donde la rosca es una rosca de anchura variable.

Cláusula 21. El uso de la herramienta de corte de acuerdo con cualquiera de las cláusulas 1 a 12 para cortar una rosca de anchura variable.

Cláusula 22. El uso de la herramienta de corte de acuerdo con cualquiera de las cláusulas 1 a 12 para cortar una única rosca de anchura variable.

Cláusula 23. El método de acuerdo con cualquiera de las cláusulas 16 a 20, en donde la herramienta de corte es la herramienta de corte de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12.