

RANURADORA DE LEVA

REFERENCIA CRUZADA CON SOLICITUDES RELACIONADAS

5 Esta solicitud se basa en y reclama el beneficio de prioridad a la Solicitud Provisional de Estados Unidos No. 62,260,922, presentada el 30 de noviembre de 2015; Solicitud Provisional de Estados Unidos No. 62/359,395, presentada el 7 de julio de 2016; Solicitud Provisional de Estados Unidos No. 62/363,892, presentada el 19 de julio de 2016; y la Solicitud Provisional de los Estados Unidos No. 62/395,747, presentada el 16 de septiembre de 2016, todas las cuales se incorporan aquí
10 como referencia.

CAMPO DE LA INVENCION

15 Esta invención se refiere a máquinas que usan levas para elementos de tubería de trabajo en frío.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

20 El trabajo en frío de elementos de tubería, por ejemplo, imprimiendo una ranura circunferencial en un elemento de tubería para aceptar un acoplamiento mecánico de tubería, se logra ventajosamente usando ranuradoras por laminación que tienen un rodillo interior que se acopla a una superficie interior del elemento de tubería y un rodillo externo que simultáneamente se acopla a una superficie exterior del elemento de tubería opuesto al rodillo interno. A medida que se gira la tubería alrededor de su eje longitudinal, a menudo accionando el rodillo interno, el rodillo externo se
25 fuerza progresivamente hacia el rodillo interno. Los rodillos tienen perfiles de superficie que están impresos en la circunferencia del elemento de tubería a medida que gira, formando así una ranura circunferencial.

30 Existen varios desafíos que enfrenta esta técnica si se trata de trabajar en frío elementos de tubería con las tolerancias requeridas con la precisión necesaria. Más apremiantes son las dificultades asociadas con la producción de una ranura del radio deseado (medida desde el centro del orificio del elemento de tubería hasta el piso de la ranura) dentro de un intervalo de tolerancia deseado. Estas consideraciones han dado como resultado dispositivos de la técnica anterior complicados que, por ejemplo, requieren accionadores para forzar a los rodillos a acoplarse con el elemento de tubería y la capacidad del operador de ajustar el recorrido del rodillo para
35 conseguir el radio de ranura deseado. Adicionalmente, las ranuradoras por laminación de la técnica

anterior tienen tasas de producción bajas, que a menudo requieren muchas revoluciones del elemento de tubería para lograr una ranura circunferencial acabada. Existe una clara necesidad de dispositivos, por ejemplo, aquellos que usan levas, para elementos de tubería de trabajo en frío que son simples pero producen resultados con una menor participación del operador.

5

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

La invención se refiere a una leva para trabajar en frío un elemento de tubería. En una modalidad de ejemplo, la leva comprende un cuerpo de leva que tiene un eje de rotación. Una superficie de leva se extiende alrededor del cuerpo de la leva. La superficie de la leva comprende una región de radio creciente y una discontinuidad de la superficie de la leva. La superficie de la leva también puede comprender una región de radio constante situada adyacente a la discontinuidad. Los radios se miden alrededor y desde el eje de rotación. Una superficie de tracción se extiende alrededor del cuerpo de la leva. La superficie de tracción comprende una pluralidad de proyecciones que se extienden transversalmente al eje de rotación. La superficie de tracción tiene un espacio en ella. El espacio se alinea axialmente con la discontinuidad de la superficie de la leva. En una modalidad de ejemplo, la superficie de tracción se superpone a la superficie de la leva. En otra modalidad de ejemplo, la superficie de tracción está posicionada en el cuerpo de leva en relación espaciada con la superficie de leva. A modo de ejemplo, la leva comprende además un engranaje montado en el cuerpo de leva coaxialmente con el eje de rotación. En una modalidad de ejemplo, la superficie de la leva está posicionada entre el engranaje y la superficie de tracción. Además, a modo de ejemplo, la superficie de la leva se coloca próxima a la superficie de tracción.

En una modalidad de ejemplo, la superficie de tracción tiene un radio constante medido alrededor y desde el eje de rotación.

En una modalidad de ejemplo adicional, la leva comprende un cuerpo de leva que tiene un eje de rotación. Una pluralidad de superficies de leva se extiende alrededor del cuerpo de leva. Cada superficie de leva comprende una región respectiva de radio creciente. Cada superficie de leva también puede comprender una región respectiva de radio constante. Los radios se miden desde y alrededor del eje de rotación. Todas las superficies de la leva están alineadas circunferencialmente entre sí. Las discontinuidades respectivas de las superficies de leva se posicionan entre cada una de las superficies de leva.

En una modalidad de ejemplo, las levas comprenden además una pluralidad de superficies de tracción que se extienden alrededor del cuerpo de la leva. Cada superficie de tracción comprende una pluralidad de proyecciones que se extienden transversalmente al eje de rotación. Un espacio respectivo en las superficies de tracción está posicionado entre cada una de las

superficies de tracción. Cada espacio está alineado axialmente con una discontinuidad respectiva de la superficie de la leva. En una modalidad de ejemplo, todas las superficies de tracción están alineadas circunferencialmente entre sí. En un ejemplo particular, las superficies de tracción se superponen a las superficies de leva. En otro ejemplo, las superficies de tracción están posicionadas en el cuerpo de leva en relación espaciada con respecto a las superficies de leva.

A modo de ejemplo, una leva comprende además un engranaje montado en el cuerpo de leva coaxialmente con el eje de rotación. En un ejemplo específico, las superficies de leva están posicionadas entre el engranaje y las superficies de tracción. En otro ejemplo, las superficies de leva se colocan próximas a las superficies de tracción. Una modalidad ejemplar específica comprende como máximo dos de las superficies de leva y dos de las discontinuidades de las superficies de leva. Otra modalidad ejemplar comprende como máximo dos de las superficies de leva, dos de las discontinuidades de las superficies de leva, dos de las superficies de tracción y dos de los espacios en las superficies de tracción.

La invención abarca además un dispositivo para trabajar en frío un elemento de tubería. En una modalidad de ejemplo, el dispositivo comprende una carcasa. Una pluralidad de engranajes está montada dentro de la carcasa. Cada uno de los engranajes es giratorio alrededor de uno respectivo de una pluralidad de ejes de rotación. Los ejes de rotación son paralelos entre sí. Los engranajes están posicionados alrededor de un espacio central para recibir el elemento de tubería. Una pluralidad de cuerpos de leva que están cada uno montado en uno de los engranajes respectivos. Cada una de una pluralidad de superficies de leva se extiende alrededor de un respectivo cuerpo de leva y puede acoplarse con el elemento de tubería recibido dentro del espacio central. Cada una de las superficies de leva comprende una región de radio creciente y una discontinuidad de la superficie de leva. Cada una de las superficies de leva también puede comprender una región de radio constante situada adyacente a la discontinuidad. Cada uno de los radios se mide alrededor y desde uno de los ejes de rotación respectivos. Al menos una superficie de tracción se extiende alrededor de uno de los cuerpos de leva. La al menos una superficie de tracción comprende una pluralidad de proyecciones que se extienden transversalmente al eje de rotación del cuerpo de una leva. La al menos una superficie de tracción tiene un espacio en la misma. El espacio se alinea axialmente con la discontinuidad de una de las superficies de leva que rodea el cuerpo de una leva. Un piñón está montado dentro del espacio central dentro de la carcasa. El piñón se engrana con la pluralidad de engranajes y es giratorio alrededor de un eje de piñón orientado en paralelo a los ejes de rotación.

Otra modalidad ejemplar comprende una pluralidad de superficies de tracción. Cada una de las superficies de tracción se extiende alrededor de uno respectivo de los cuerpos de leva. Cada una de las superficies de tracción comprende una pluralidad de proyecciones que se extienden

transversalmente a uno de los ejes de rotación respectivos. Cada una de las superficies de tracción tiene un espacio en ella. Cada espacio se alinea axialmente con una respectiva de las discontinuidades de una de las superficies de leva en cada uno de los cuerpos de leva.

En una modalidad de ejemplo, la al menos una superficie de tracción se superpone a una de las superficies de leva. En otra modalidad de ejemplo, la al menos una superficie de tracción está posicionada en el cuerpo de una leva en relación espaciada a la superficie de leva que se extiende alrededor del cuerpo de una leva. A modo de ejemplo, un dispositivo puede comprender, como máximo, tres engranajes. Cada engranaje comprende uno de los cuerpos de leva y las superficies de leva. Otra modalidad ejemplar puede comprender, como máximo, dos engranajes. Cada engranaje comprende uno de los cuerpos de leva y las superficies de leva.

En una modalidad de ejemplo, la única superficie de leva está posicionada entre el engranaje y la al menos una superficie de tracción del único cuerpo de leva. A modo de ejemplo adicional, la superficie de una leva se coloca próxima a la al menos una superficie de tracción del cuerpo de una leva.

Un dispositivo de ejemplo puede comprender además al menos una proyección unida al piñón. La al menos una proyección se extiende transversalmente al eje del piñón. Al menos un recorte está definido por la carcasa. El al menos un recorte se coloca en relación de enfrentamiento con la proyección. El piñón es móvil con respecto a la carcasa a lo largo del eje del piñón entre una primera posición, donde la proyección se acopla con el recorte evitando así la rotación del piñón, y una segunda posición, donde la proyección no está enganchada con el recorte permitiendo la rotación del piñón. En una modalidad de ejemplo, un resorte actúa entre el piñón y la carcasa para empujar el piñón hacia la primera posición.

Una modalidad ejemplar comprende además una copa que hace tope con el piñón. La copa recibe el elemento de tubería al insertar el elemento de tubería en el espacio central. En una modalidad de ejemplo, la copa puede estar unida al piñón.

A modo de ejemplo adicional, un primer dedo se extiende desde un primero de los cuerpos de leva en una dirección paralela y desviada de un primer eje de rotación sobre el que gira el primero de los cuerpos de leva. Un accionador está montado de forma móvil en la carcasa. El accionador se puede mover al acoplamiento con el primer dedo para girar el primero de los cuerpos de leva alrededor del primero de los ejes de rotación. En una modalidad de ejemplo, el accionador comprende una palanca montada de forma pivotante en la carcasa. La palanca tiene una primera superficie que se puede acoplar con el primer dedo para hacer girar el primero de los cuerpos de leva alrededor del primero de los ejes. En un ejemplo adicional, la palanca tiene una segunda superficie que se puede acoplar con el dedo para hacer pivotar la palanca en una posición de listo al girar el primer cuerpo de leva. En otro ejemplo, un segundo dedo se extiende desde un segundo

cuerpo de leva en una dirección paralela y desviada de un segundo eje de rotación sobre el cual gira el segundo de los cuerpos de leva. Un tope está montado de forma móvil en la carcasa. El tope se puede mover al acoplamiento con el segundo dedo para evitar la rotación del segundo de los cuerpos de leva alrededor del segundo de los ejes de rotación. Con el movimiento del accionador en
 5 acoplamiento con el primer dedo, el tope es movable fuera del acoplamiento con el segundo dedo para permitir la rotación del segundo de los cuerpos de leva.

En una modalidad de ejemplo, el tope comprende un gancho montado de forma pivotante en la carcasa. El gancho tiene un espolón que se extiende desde allí y se puede acoplar con el accionador para hacer que el gancho se desenganche del segundo dedo al moverse el
 10 accionador.

Un dispositivo de ejemplo comprende además un mandril para recibir el elemento de tubería. El mandril gira alrededor del eje del mandril. El eje del mandril está dispuesto coaxialmente con el eje del piñón. A modo de ejemplo, la carcasa está montada de manera pivotante y deslizable adyacente al mandril. En una modalidad de ejemplo, el dispositivo comprende además un motor
 15 eléctrico acoplado con el piñón. En una modalidad ejemplar específica, el motor eléctrico comprende un servomotor. El dispositivo comprende además un controlador en comunicación con el servomotor para controlar el número de rotaciones del servomotor y por lo tanto los cuerpos de leva.

Otra modalidad ejemplar comprende un embrague que funciona entre el motor eléctrico y el piñón para controlar el número de rotaciones del piñón y, por lo tanto, los cuerpos de
 20 leva. Una modalidad de ejemplo adicional comprende una manivela acoplada con el piñón. La manivela permite el giro manual del piñón y por lo tanto los engranajes. En una modalidad de ejemplo particular, la manivela se acopla directamente con el piñón.

La invención abarca además un dispositivo de ejemplo para trabajar en frío un elemento de tubería que comprende una carcasa. Una pluralidad de engranajes está montada
 25 dentro de la carcasa. Cada uno de los engranajes es giratorio alrededor de uno respectivo de una pluralidad de ejes de rotación. Los ejes de rotación son paralelos entre sí. Los engranajes están posicionados alrededor de un espacio central para recibir el elemento de tubería. El dispositivo de ejemplo tiene una pluralidad de cuerpos de leva, cada cuerpo de leva está montado en uno de los engranajes respectivos. Una pluralidad de superficies de leva se extiende alrededor de cada cuerpo
 30 de leva. Cada superficie de leva es acoplable con el elemento de tubería recibido dentro del espacio central y comprende una región de radio creciente y una región de radio constante. Los radios se miden alrededor y desde uno de los ejes de rotación. Todas las superficies de leva en cada cuerpo de leva están circunferencialmente alineadas entre sí. Una respectiva discontinuidad de las superficies de leva está posicionada entre cada una de las superficies de leva en cada cuerpo de
 35 leva. Un piñón está montado dentro del espacio central dentro de la carcasa. El piñón se engrana

con la pluralidad de engranajes y es giratorio alrededor de un eje de piñón orientado en paralelo a los ejes de rotación.

Otra modalidad ejemplar comprende además una pluralidad de superficies de tracción que se extienden alrededor de cada cuerpo de leva. Cada superficie de tracción comprende una pluralidad de proyecciones que se extienden transversalmente a uno de los ejes de rotación. Un espacio respectivo en las superficies de tracción está posicionado entre cada una de las superficies de tracción en cada cuerpo de leva. Cada espacio se alinea axialmente con una discontinuidad de la superficie de la leva. A modo de ejemplo, las superficies de leva se colocan entre el engranaje y las superficies de tracción en cada cuerpo de leva. En una modalidad ejemplar específica, las superficies de leva se colocan próximas a las superficies de tracción en cada cuerpo de leva. En otra modalidad de ejemplo, cada uno de los cuerpos de leva comprende como máximo dos de las superficies de leva y dos de las discontinuidades. A modo de ejemplo adicional, cada uno de los cuerpos de leva comprende como máximo dos de las superficies de leva, dos de las discontinuidades de las superficies de leva, dos de las superficies de tracción y dos de las separaciones en las superficies de tracción.

La invención también abarca un método para formar una ranura en un elemento de tubería. En una modalidad de ejemplo, el método comprende:

poner en contacto el elemento de tubería con una pluralidad de superficies de leva simultáneamente en una pluralidad de ubicaciones en el elemento de tubería;
hacer girar el elemento de tubería, haciendo girar simultáneamente las superficies de leva, acoplando cada superficie de leva al elemento de tubería con un radio creciente y deformando así el elemento de tubería para formar la ranura.

Una modalidad ejemplar del método comprende además poner en contacto el elemento de tubería con al menos una superficie de tracción montada en al menos una leva que comprende una de las superficies de leva. Otra modalidad ejemplar que comprende poner en contacto el elemento de tubería con una pluralidad de superficies de tracción. En este ejemplo, una de las superficies de tracción está montada en una de las levas respectivas. Cada una de las levas comprende una de la pluralidad de superficies de leva.

Otra modalidad ejemplar comprende sincronizar la rotación de las superficies de leva entre sí. Una modalidad ejemplar adicional comprende usar un accionador para iniciar la rotación de una de las superficies de leva.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La figura 1 es una vista isométrica de una modalidad ejemplar de un dispositivo de

acuerdo con la invención;

La figura 2 es una vista isométrica en despiece ordenado de una parte del dispositivo que se muestra en la figura 1;

La figura 3 es una vista isométrica en despiece ordenado de los componentes del dispositivo mostrado en la figura 1;

La figura 4 es una vista isométrica en despiece ordenado de los componentes del dispositivo mostrado en la figura 1;

La figura 4A es una vista de un extremo de una leva de ejemplo de acuerdo con la invención;

La figura 4B es una vista lateral de una leva de ejemplo de acuerdo con la invención;

La figura 4C es una vista isométrica de una leva de ejemplo de acuerdo con la invención;

La figura 5 es una vista en sección transversal del dispositivo 10 tomada en la línea 5-5 de la figura 1;

Las figuras 6 a 9 y 9A son vistas adicionales en sección transversal que ilustran el funcionamiento del dispositivo 10;

Las figuras 10 a 12 son vistas en sección transversal que ilustran un modo inverso seguro del dispositivo 10 cuando un elemento de tubería se gira en la dirección incorrecta;

La figura 13 es una vista parcial de otra modalidad de ejemplo de un dispositivo de acuerdo con la invención;

La figura 14 es una vista de extremo de otra leva de ejemplo de acuerdo con la invención;

Las figuras 15 y 16 son vistas isométricas de modalidades de ejemplo de dispositivos de acuerdo con la invención; y

La figura 17 es una vista isométrica de otra modalidad de ejemplo de un dispositivo de acuerdo con la invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

La figura 1 muestra un dispositivo 10 de ejemplo para trabajar en frío un elemento de tubería, por ejemplo, formando una ranura circunferencial en la superficie exterior del elemento de tubería. El dispositivo 10 se muestra montado de manera pivotante en un mandril de potencia giratorio 12. Tales mandriles son bien conocidos, un ejemplo es el Ridgid 300 Power Drive comercializado por Ridgid de Elyria, Ohio.

La figura 2 muestra una vista en despiece ordenado del dispositivo 10 que

comprende una carcasa 14. La carcasa 14 está formada por un cuerpo de carcasa 16 y una cubierta 18. Una pluralidad de engranajes, en este ejemplo, tres engranajes 20, 22 y 24 están montados de manera giratoria en ejes respectivos 26, 28 y 30, soportándose los ejes por el cuerpo de carcasa 16 y la cubierta 18 y definiendo los respectivos ejes de rotación 32, 34 y 36. Los ejes 32, 34 y 36 están
5 dispuestos paralelos entre sí. En un diseño práctico, cada engranaje 20, 22 y 24 tiene un casquillo embridado 38 respectivo, y también puede tener una arandela de empuje 40 y un resorte de compresión 42. Los resortes de compresión 42 actúan entre los engranajes 20, 22 y 24 y la cubierta 18 para desviar los engranajes de la cubierta.

Los engranajes 20, 22 y 24 están posicionados alrededor de un espacio central 44
10 que recibe un elemento de tubería 136 para ser trabajado en frío por el dispositivo 10. Una abertura 46 en la cubierta 18 proporciona acceso al espacio central 44 y permite la inserción del elemento de tubería en el dispositivo 10. Como se muestra en las figuras 2 y 3, un piñón 48 está montado en el cuerpo 16 de la carcasa dentro del espacio 44 central. El piñón 48 engrana con los engranajes 20, 22 y 24 y comprende un eje de piñón 50 que define un eje de rotación del piñón 52 orientado
15 paralelo a los ejes 32, 34 y 36 de los engranajes 20, 22 y 24. El eje de piñón 50 está soportado por un casquillo de piñón embridado 54 fijado de manera fija al cuerpo de carcasa 16. En un diseño práctico, un cojinete de empuje 56 y arandelas de empuje 58 están interpuestos entre el piñón 48 y el cuerpo de carcasa 16.

Con referencia a la figura 3, el piñón 48 es móvil con relación a la carcasa 14 en una
20 dirección a lo largo del eje del piñón 52. Una proyección 60, en este ejemplo, una barra transversal 62 está unida al piñón 48 y se extiende transversalmente al eje del piñón 52. Un recorte 64, definido en el cuerpo de carcasa 16, está en relación de enfrentamiento con la proyección 60 (barra transversal 62). En este ejemplo, el recorte 64 está en el casquillo de piñón 54 que está unido
25 fijamente y se considera que forma parte del cuerpo de la carcasa 16. El movimiento axial del piñón 48 a lo largo del eje del piñón 52 mueve el piñón entre dos posiciones, una primera posición donde la barra transversal 62 (proyección 60) se acopla con el recorte 64, y una segunda posición donde la barra transversal 62 está fuera de acoplamiento con el recorte 64. Cuando la barra transversal 62 se acopla al recorte 64, se impide que el piñón 48 gire alrededor del eje del piñón 52; cuando la barra transversal 62 no se acopla con el recorte 64, el piñón 48 puede girar libremente alrededor del eje
30 del piñón 52. Uno o más resortes 66 actúan entre el piñón 48 y el cuerpo de la carcasa 16 para polarizar la barra transversal 62 en la primera posición en acoplamiento con el recorte 64. La rotación del piñón 48 está permitida cuando un elemento de tubería 136 se inserta a través de la abertura 46 en el espacio central 44 (ver figura 2) y se mantiene contra el piñón 48 para comprimir los resortes 66 y desenganchar la barra transversal 62 del recorte 64. Para proporcionar contacto
35 entre el piñón 48 y el elemento de tubería, una copa 68 se apoya en el eje de piñón 50 y se captura

entre los cuerpos de leva. En un diseño práctico, la copa 68 se puede unir al piñón o rueda libre. La copa 68 recibe y mantiene el elemento de tubería en alineación con el piñón 48, de modo que pueda girarse cuando trabaje en frío el elemento de tubería como se describe a continuación. La copa 68 también ayuda a limitar el destello del extremo del tubo durante el trabajo en frío.

5 Como se muestra en la figura 4, el dispositivo 10 comprende una pluralidad de levas 69, en este ejemplo, tres levas que tienen respectivos cuerpos de levas 70, 72 y 74. Cada cuerpo de leva 70, 72 y 74 está montado en un engranaje respectivo 20, 22 y 24. Cada cuerpo de leva 70, 72 y 74 comprende una superficie de leva respectiva 76, 78 y 80. Cada superficie de leva 76, 78 y 80 se extiende alrededor de su cuerpo de leva respectivo 70, 72 y 74. Las superficies de leva 76, 78 y 80 se pueden acoplar con un elemento de tubería recibido dentro del espacio central 44.

10 Como se muestra en detalle en la figura 4A, cada una de las superficies de leva 76, 78, 80 (76 mostrada) comprende una región 82 de radio creciente 82a y una discontinuidad 86. Cada una de las superficies de leva también puede incluir una región 84 de radio constante 84a colocada adyacente a la discontinuidad 86. Los radios 82a y 84a (cuando están presentes) se miden
15 alrededor y desde los respectivos ejes de rotación 32, 34 y 36 de los engranajes 20, 22 y 24 (mostrados para la superficie de leva 76, el eje 32 del engranaje 20). Como se muestra en la figura 5, las discontinuidades 86, cuando se enfrentan al espacio central, proporcionan una holgura que permite la inserción del elemento de tubería en la copa 68. Con referencia de nuevo a la figura 4A, el dispositivo de ejemplo 10 tiene tres cuerpos de leva 70, 72 y 74. Las regiones de radio constante
20 84 se extienden a lo largo de una longitud de arco que es al menos $1/3$ de la circunferencia de la ranura circunferencial terminada en el elemento de tubería, de modo que la ranura puede formarse con un radio uniforme alrededor de toda la circunferencia del elemento de tubería durante una revolución de cada cuerpo de leva 72, 74 y 76. En un ejemplo de diseño práctico (ver figura 4A), la región de radio creciente 82 puede subtender un ángulo 88 de aproximadamente 260° , y la región de radio constante (cuando está presente) puede subtender un ángulo 90 de aproximadamente 78° ,
25 la discontinuidad 86 que subtiende un ángulo 92 de aproximadamente 22° . Para dispositivos 10 que tienen un número de levas distintas de tres y la restricción de que la ranura se forme a un radio uniforme alrededor de toda la circunferencia del elemento de tubería en una revolución de cada una de las levas, la longitud del arco de la región de radio constante de cada cuerpo de leva es
30 ventajosamente $1/N$, donde "N" es el número de levas en el diseño. Sin embargo, es factible reducir o eliminar por completo la región de radio constante. La eliminación de esta región reducirá el torque requerido para formar la ranura.

Como se muestra en las figuras 4 y 4B, es ventajoso incluir al menos una superficie de tracción 94 en uno de los cuerpos de leva tal como 70. En el dispositivo de ejemplo 10, cada
35 cuerpo de leva 70, 72 y 74 tiene una superficie de tracción respectiva 94, 96 y 98. Las superficies

de tracción 94, 96 y 98 se extienden circunferencialmente alrededor de sus respectivos cuerpos de leva 70, 72 y 74 y tienen un radio constante medido alrededor y desde los respectivos ejes de rotación 32, 34 y 36. Las superficies de leva 76, 78, 80 están situadas entre los engranajes 20, 22 y 24 y las superficies de tracción 94, 96 y 98, estando posicionadas las superficies de leva cerca de las superficies de tracción. Como se muestra en la figura 4B, cada superficie de tracción (94 mostrada) comprende una pluralidad de proyecciones 100 que se extienden transversalmente a los respectivos ejes de rotación 32, 34 y 36. Las proyecciones 100 proporcionan un acoplamiento mecánico y un anclaje entre los cuerpos de leva 70, 72 y 74 y el elemento de tubería en el que se acoplan las superficies de tracción. Cada superficie de tracción 94, 96 y 98 también tiene un espacio 102. Cada espacio 102 en cada superficie de tracción 94, 96 y 98 se alinea sustancialmente axialmente con una discontinuidad 86 respectiva en cada superficie de leva 76, 78, 80 para proporcionar una holgura que permite la inserción y extracción del elemento de tubería en y desde la copa 68. En otra modalidad de leva 69a, que se muestra en la figura 4C, la superficie de tracción 94 se superpone a la superficie de leva 76. El espacio 102 en la superficie 94 de tracción está de nuevo alineado con la discontinuidad 86 en la superficie de leva 76.

Como se muestra en la figura 5, es más ventajoso incluir un accionador 106 para iniciar el movimiento de los cuerpos de leva 70, 72 y 74. En esta modalidad de ejemplo, el accionador 106 comprende una palanca accionadora 108 montada de forma pivotante en el cuerpo de la carcasa 16. La palanca accionadora 108 tiene una primera superficie 110 que se aplica a un dedo 112 en el cuerpo de leva 74 para iniciar la rotación del cuerpo de leva. El dedo 112 está desplazado del eje de rotación 36 del cuerpo de leva 74 y se extiende desde el cuerpo de leva 74 en una dirección paralela al eje 36 (véase también la figura 2). El desplazamiento del dedo 112 permite que la palanca accionadora 108 gire alrededor de su eje de pivote 108a (alineado en paralelo al eje del piñón 52), para aplicar un torque al cuerpo de leva 74 (engranaje 24) y girarlo alrededor del eje 36. Esto hace girar todos los cuerpos de leva 70, 72 y 74 porque sus respectivos engranajes 20, 22 y 24 engranan con el piñón 48, por lo que el acto de girar cualquier engranaje o girar el piñón hace girar todos los engranajes. La palanca accionadora 108 también tiene una segunda superficie 114 que se acopla mediante el dedo 112 cuando gira el cuerpo de leva 74. La segunda superficie 114 está curvada en este ejemplo y permite que el cuerpo de leva giratorio 74 restablezca las posiciones relativas del dedo 112 y la palanca accionadora 108 de modo que tras una rotación del cuerpo de leva 74, la palanca accionadora 108 gire a una posición "lista" como se muestra en la figura 6, lista para aplicar un torque al cuerpo de la leva e iniciar la rotación.

Es más ventajoso incluir un tope 116, montado de forma móvil sobre el cuerpo de carcasa 16 para evitar el movimiento de los cuerpos de leva. En esta modalidad de ejemplo, el tope 116 comprende un gancho 118 montado de manera pivotante en el cuerpo de la carcasa 16 con un

eje de pivote 118a alineado paralelo al eje del piñón 52. El gancho 118 se aplica a un dedo 120 en el cuerpo de leva 70 (engranaje 20). El dedo 120 está desviado del eje de rotación 32 del cuerpo de leva 70 y se extiende desde el cuerpo de leva 70 en una dirección paralela al eje 32 (véase también la figura 2). El desplazamiento permite que el gancho 118 detenga el movimiento en sentido contrario a las manecillas del reloj del cuerpo de leva 70 como se describe a continuación. Las superficies tangentes 122 y 124 están posicionadas en el extremo del gancho 118 para el acoplamiento con el dedo 120 durante el funcionamiento del dispositivo como se describe a continuación. Un muelle de torsión 126 (véase también la figura 2) actúa entre el gancho 118 y el cuerpo de la carcasa 16 para desviar el gancho en un sentido contrario a las manecillas del reloj alrededor del eje de pivote 118a. El gancho 118 también tiene una espuela 128 que se extiende hacia el lado opuesto del eje de pivote 118a desde el gancho (véanse también las figuras 2 y 4). La palanca accionadora 108 tiene un pie 130 que se acopla con el espolón 128 para pivotar el gancho 118 fuera del acoplamiento con el dedo 120 al mover la palanca accionadora 108 para acoplarse con el dedo 112, forzando la leva 74 en sentido contrario a las manecillas del reloj para iniciar el movimiento de los cuerpos de leva 70, 72 y 74 como se describe a continuación.

El funcionamiento del dispositivo 10 comienza con los cuerpos de leva 70, 72 y 74 alineados como se muestra en la figura 6 de manera que las discontinuidades 86 en las superficies de leva 76, 78 y 80 (ver también la figura 4) y los espacios 102 en las superficies de tracción 94, 96 y 98 se enfrentan simultáneamente al eje del piñón 52. Como se muestra en la figura 1, el dispositivo 10 está montado en tubos 132 que se extienden desde un extremo del plato giratorio 12. La abertura 46 en la cubierta 18 de la carcasa está de cara al mandril 12 (véase la figura 2). El eje de piñón 52 está coaxialmente alineado con el eje de rotación 134 del mandril 12. Un elemento de tubería 136 se inserta en el extremo opuesto del mandril 12 de manera que el extremo del elemento de tubería se extiende hacia fuera desde el mandril hacia el dispositivo 10. El mandril 12 se aprieta para asegurar el elemento de tubería y el dispositivo 10 se mueve entonces a lo largo de los tubos 132 hacia y en acoplamiento con el elemento de tubería.

Con referencia a las figuras 2 y 4, el elemento de tubería pasa a través de la abertura 46 y al espacio central 44. Las discontinuidades 86 y huecos alineados 102 proporcionan la holgura necesaria para permitir que el elemento de tubería pase por las superficies de leva 76, 78 y 80 y las superficies de tracción 94, 96 y 98 para ser recibidas en la taza 68. El elemento de tubería está así alineado con el eje de piñón 52. El dispositivo 10 se mueve hacia el mandril 12 (véase la figura 1) para hacer que el piñón 48 se mueva axialmente a lo largo del eje del piñón 52 y comprima resortes 66 lo suficiente para mover la barra transversal 62 de la primera a la segunda posición fuera del recorte 64 en el casquillo de piñón 54 (véase la figura 9A) para permitir la rotación del piñón 48 y, en consecuencia, la rotación de los engranajes 20, 22 y 24 que engranan con él. El mandril 12 se

acciona entonces, lo que hace girar el elemento de tubería en el sentido de las manecillas del reloj como se ve en las figuras 5 y 6. Alternativamente, puede iniciarse la rotación del elemento de tubería y luego el dispositivo 10 puede deslizarse para acoplarse con el elemento de tubería.

El acoplamiento entre el elemento de tubería y la copa 68, cuando la copa no está
 5 fijada al piñón, puede hacer que la copa gire en el sentido de las manecillas del reloj con la tubería. Cuando la copa 68 está girando libremente con respecto al piñón 48, el torque transmitido por fricción entre la copa 68 y el piñón 48 puede intentar hacer girar el piñón, y consecuentemente engrana 20, 22 y 24. El movimiento de los engranajes se evita fácilmente mediante el acoplamiento entre el gancho 118 y el dedo 120 que se extiende desde el cuerpo de leva 70 (engranaje 20).
 10 Además, no hay acoplamiento significativo entre el elemento de tubería y los cuerpos de leva porque las discontinuidades 86 en las superficies de leva 76, 78 y 80 (véase también la figura 4) y los espacios 102 en las superficies de tracción 94, 96 y 98 enfrentan simultáneamente el eje del piñón 52 y no tenga contacto significativo con la tubería en este momento. Si la copa 68 está unida fijamente al piñón 48, entonces el acoplamiento entre el gancho 118 y el dedo 120 impide de nuevo
 15 el movimiento de los engranajes y el piñón, el elemento de tubería simplemente gira dentro de la copa.

Para iniciar la rotación del engranaje y del cuerpo de la leva, la palanca accionadora 108 se presiona, haciendo que gire en sentido contrario a las manecillas del reloj alrededor de su eje 108a como se ve en la figura 6. Como se muestra en la figura 7, el pivotamiento de la palanca
 20 accionadora 108 hace que su primera superficie 110 se acople con el dedo 112 que se extiende desde el cuerpo de leva 74, y también provoca que el pie 130 se acople con la espuela 128 del gancho 118. El gancho 118 hace movimiento de pivote en el sentido de las manecillas del reloj alrededor de su eje 118a y enrolla su resorte de desviación 126 (véase también la figura 2). La geometría de la palanca accionadora 108, el gancho 118 y su espuela 128 está diseñada de tal
 25 manera que el dedo 120 en el cuerpo de leva 70 se libera del gancho 118 cuando se aplica un torque de torsión para girar el cuerpo de leva 74 mediante acoplamiento de la primera superficie 110 de la palanca accionadora 108 con el dedo 112. La figura 7 muestra el dedo 120 en el borde de la liberación del gancho 118 y el cuerpo de leva 74 justo antes del acoplamiento con el elemento de tubería. Como se muestra en las figuras 8 y 4, un pivotamiento adicional de la palanca accionadora
 30 108 hace pivotar el gancho 118 y libera el dedo 120 del gancho, (permitiendo así el movimiento del engranaje 20) mientras aplica un torque al cuerpo de leva 74 (engranaje 24) para iniciar rotación del piñón 48 y engranajes 20, 22 y 24 y sus cuerpos de leva asociados 70, 72 y 74. Los cuerpos de leva giran en sentido contrario a las manecillas del reloj y sus superficies de leva 76, 78 y 80 y las superficies de tracción 94, 96 y 98 se acoplan con la superficie exterior del elemento de tubería. Los
 35 cuerpos de leva 70, 72 y 74 son accionados entonces por el elemento de tubería giratorio. Las

regiones de radio creciente 82 (véase la figura 4A) de las superficies de leva 76, 78 y 80 se acoplan primero al elemento de tubería y comienzan a formar una ranura circunferencial en el mismo cuando los cuerpos de leva 70, 72 y 74 giran. Las superficies de tracción 94, 96 y 98 (véase la figura 4B) también se acoplan con el elemento de tubería y proporcionan un acoplamiento mecánico que evita el deslizamiento entre las superficies de leva 76, 78 y 80 y el elemento de tubería. A medida que el radio en el punto de contacto entre las superficies de leva y el elemento de tubería aumenta, el radio de ranura se hace más pequeño hasta que el punto de contacto pasa a la región de radio constante 84 (figura 4A) de cada superficie de leva 76, 78 y 80. Para un dispositivo 10 que tiene tres cuerpos de leva con regiones respectivas de radio constante, cada región de radio constante 84 se extiende sobre al menos 1/3 de la circunferencia de la ranura circunferencial terminada en el elemento de tubería. El radio de la región de radio constante está diseñado para impartir el radio de ranura final deseado a la ranura circunferencial en el elemento de tubería en un radio uniforme alrededor de toda la circunferencia del elemento de tubería con una revolución de los tres cuerpos de leva. Alternativamente, cuando las regiones de radio constante no están presentes en las levas, el radio de la ranura no es uniforme, sino que forma espirales parciales separadas, una para cada leva. Aunque no es uniforme, el radio de la ranura cae dentro de las tolerancias necesarias para el uso previsto de la ranura.

Como se muestra en las figuras 9 y 9A, el cuerpo de leva 74 casi completa su revolución única y el dedo 112 entra en contacto con la segunda superficie (curva) 114 de la palanca accionadora 108. La interacción entre el dedo 112 y la superficie 114 hace que la palanca accionadora 108 gire en el sentido de las manecillas del reloj alrededor de su eje de pivotamiento 108a y regrese a la posición inicial mostrada en la figura 6. El gancho 118 sigue, desviado por el resorte 126 para pivotar en sentido contrario a las manecillas del reloj en una posición lista para recibir el dedo 120. Cuando se produce una rotación continua del cuerpo de leva 70, mueve el dedo 120 al gancho 118 que detiene el movimiento de los engranajes 20, 22 y 24. También es factible diseñar el resorte 126 para que tenga suficiente rigidez de modo que haga movimiento de pivote tanto el gancho 118 como la palanca accionadora 108 de vuelta a la posición inicial mostrada en la figura 6 cuando se suelta la palanca accionadora. Una vez completada la formación de surcos, el mandril 12 se detiene y el elemento de tubería, ahora ranurado, puede retirarse del dispositivo 10.

Las figuras 10 a 12 ilustran una condición anómala en la que el elemento de tubería se gira inadvertidamente en sentido contrario a las manecillas del reloj. Esto puede ocurrir debido a un error del operador, ya que los mandriles de potencia como el Ridgid 300 son capaces de aplicar un torque significativo en ambas direcciones.

Si se aplica un torque (es decir, torque que girará el elemento de tubería en sentido contrario a las manecillas del reloj como se ve en la figura 10) antes de que el elemento de tubería

haya sido ranurado, el elemento de tubería rotará meramente con respecto a los cuerpos de leva 70, 72 y 74 y sus engranajes asociados 20, 22 y 24 porque las discontinuidades 86 en las superficies de leva 76, 78 y 80 (véase también la figura 4) y los espacios 102 en las superficies de tracción 94, 96 y 98 encaran simultáneamente el eje de piñón 52 y por lo tanto ninguna superficie entra en contacto con el elemento de tubería. Adicionalmente, los extremos de las discontinuidades en las superficies de leva, que están en el extremo de la región de radio constante 84, son demasiado pronunciados para que el elemento de tubería trepe a través del contacto de fricción incluso si el elemento de tubería y las superficies de leva entran en contacto. La depresión de la palanca accionadora 108 no tendrá un efecto significativo, ya que esta acción intentará girar las levas y engranajes en la dirección opuesta a la forma en que el elemento de tubería, girando bajo torque inverso, intentará girar los cuerpos de leva mediante fricción entre la copa 68 y el piñón 48 cuando la copa no está fijamente unida al piñón.

Sin embargo, si el torque inverso se aplica inadvertidamente después de que un elemento de tubería ha sido ranurado, las regiones de radio constante 84 de las superficies de leva 76, 78 y 80 tienen aproximadamente el mismo radio que el piso de la ranura y así ganarán el anclaje y rotarán los cuerpos de leva 70, 72 y 74 en el sentido de las manecillas del reloj. El torque sobre los cuerpos de leva (y sus engranajes asociados 20, 22 y 24) aumentará cuando el elemento de tubería contacte adicionalmente con las superficies de tracción 94, 96 y 98. Como se aplica un torque significativo al elemento de tubería, se toman medidas para evitar daños al dispositivo 10.

Las figuras 10 a 12 ilustran la condición en la que se aplica un torque inverso a un elemento de tubería que ya ha sido ranurado. Como se muestra en la figura 10, los cuerpos de leva 70, 72 y 74 son accionados en el sentido de las manecillas del reloj. El dedo 120 en el cuerpo de leva 70 se aleja del gancho 118, pero el dedo 112 del cuerpo de leva 74 se acciona contra la palanca accionadora 108. La palanca accionadora 108 es libre de pivotar en el sentido de las manecillas del reloj en respuesta a esta fuerza aplicada, el movimiento pivotante permite que el dedo 112 se caiga de la primera superficie 110 de la palanca accionadora 108 y se acople a la segunda superficie (curva) 114, evitando así cualquier daño al dispositivo 10. Como se muestra en la figura 11, los cuerpos de leva continúan girando en el sentido de las manecillas del reloj y el dedo 120 del cuerpo de leva 70 entra en contacto con la primera de las dos superficies tangentes 122 y 124 en el extremo del gancho 118. Como se muestra en la figura 12, la primera superficie de la tangente 122 está orientada angularmente de modo que permite que el dedo 120 gire el gancho 118 en el sentido de las manecillas del reloj contra su resorte de desviación 126 en respuesta a la fuerza aplicada por el dedo 120. El movimiento pivotante del gancho 118 previene además el daño al dispositivo 10. Cuando el dedo 120 pasa a la segunda superficie de la tangente 124, se permite que el gancho haga pivote en sentido contrario a las anecillas del rloj bajo la fuerza de su resorte de desviación 126 y se

mueva de nuevo a la posición de listo mostrada en la figura 10, al igual que el dedo 112 en el cuerpo de leva 74. Este movimiento se repetirá hasta que se detenga el movimiento del elemento de tubería.

La figura 13 muestra otra modalidad de ejemplo de un dispositivo 138 de acuerdo con la invención que tiene como máximo dos engranajes 140, 142. Los engranajes 140, 142 están montados dentro de una carcasa 144 para rotación alrededor de los respectivos ejes 146, 148. Los ejes 146, 148 están orientados paralelos entre sí. Un piñón 150 está montado en la carcasa 144 dentro de un espacio central 152 que recibe un elemento de tubería para el procesamiento. El piñón 150 engrana con los engranajes 140, 142 y gira alrededor de un eje de piñón 154 orientado en paralelo a los ejes 146 y 148.

Los cuerpos de leva 156, 158 están montados respectivamente en los engranajes 140, 142. Como se muestra en la figura 14, cada cuerpo de leva (156 mostrado) comprende una pluralidad de superficies de leva, en este ejemplo, dos superficies de leva 160 y 162. También son factibles otras modalidades de leva, que incluyen levas que tienen una única superficie de leva o levas que tienen más de dos superficies de leva. Las superficies de leva 160 y 162 se extienden alrededor de los respectivos cuerpos de leva 156 y 158 y se pueden acoplar con el elemento de tubería recibido dentro del espacio central 152. Las superficies de leva 160 ad 162 están alineadas circunferencialmente entre sí. Cada superficie de leva 160, 162 comprende una región respectiva de radio creciente 164 y una región de radio constante 166. Los radios se miden respectivamente alrededor y de los ejes de rotación 146 y 148. Las discontinuidades respectivas 168, 170 están situadas entre cada superficie de leva 160, 162 en cada cuerpo de leva 156, 158.

Como se muestra adicionalmente en la figura 14, una pluralidad de superficies de tracción, en este ejemplo dos superficies de tracción 172, 174, se extienden alrededor de cada cuerpo de leva 156, 158 (156 mostrado). Las superficies de tracción 172, 174 están alineadas circunferencialmente entre sí en este ejemplo. Las superficies de tracción 172, 174 comprenden cada una, una pluralidad de proyecciones 176 que se extienden transversalmente a los respectivos ejes de rotación 146, 148. Los espacios respectivos 178, 180 están situados entre cada superficie de tracción 172, 174 en cada cuerpo de leva 156, 158. Los espacios 178, 180 están alineados respectivamente con las discontinuidades 168, 170 en las superficies de leva 160, 162. Como en la modalidad discutida anteriormente, las superficies de leva 160, 162 en cada cuerpo de leva 156, 158 pueden estar posicionadas, entre los respectivos engranajes 140, 142 y las superficies de tracción 172, 174, y las superficies de leva pueden ubicarse cerca de las superficies de tracción en cada cuerpo de la leva.

Las levas que tienen una pluralidad de superficies de leva y superficies de tracción están dimensionadas de manera que formen una ranura circunferencial completa durante una

fracción de una rotación. Por ejemplo, las levas 182 como se ilustra en las figuras 13 y 14 que tienen como máximo dos superficies de leva y dos superficies de tracción forman una ranura circunferencial completa en media revolución de las levas.

Aunque los dispositivos que tienen 2 y 3 levas se ilustran aquí, los diseños que tienen más de tres levas son ventajosos para formar ranuras que tienen un radio consistente, especialmente en elementos de tubería que tienen un tamaño nominal de tubería de 5.1 cm o más, o para elementos de tubería de cualquier tamaño una variedad de espesores de pared.

La figura 15 muestra otra modalidad 184 de un dispositivo para tuberías de trabajo en frío. La modalidad 184 comprende una carcasa 14 en el que las levas 69 (mostradas) o las levas 182 están montadas giratoriamente y engranan con un piñón 48. En esta modalidad, un motor eléctrico 186 está acoplado al piñón, directamente o a través de una caja de engranajes. En esta disposición, es ventajoso si el motor eléctrico 186 es un servomotor. Un servomotor permite un control preciso del número de revoluciones de las levas 69, de modo que las discontinuidades en las superficies de leva y los espacios en las superficies de tracción se alinean al principio y al final del procedimiento de ranurado para que el elemento de tubería pueda insertarse y eliminarse fácilmente. El control del servomotor se efectúa usando un controlador lógico programable 188 u otro ordenador similar basado en un microprocesador.

La figura 16 ilustra otra modalidad de dispositivo 190 en la que un embrague 192 funciona entre el motor eléctrico 186 y el piñón 48. En este ejemplo, el motor 186 está acoplado al embrague 192 a través de un engranaje de reducción 194. El embrague 192 se aplica al piñón 48 a través de un acoplamiento de eje de cadena de enlace 196 que compensa la desalineación entre el embrague y el piñón. El embrague 192 es un tipo de resorte envuelto, ejemplos de los cuales están disponibles en el mercado en Inertia Dynamics de New Hartford, CT. Los embragues de resorte envueltos son fácilmente ajustables para acoplarse y desacoplarse automáticamente según sea necesario para producir un número deseado de revoluciones del piñón 48 para lograr un número de revoluciones de las levas 69 requeridas para formar una ranura circunferencial y tener las discontinuidades de las superficies de leva y espacios en las superficies de tracción frente al piñón al final del procedimiento de ranurado.

La figura 17 ilustra otra modalidad de dispositivo de ejemplo 198 en donde el dispositivo se soporta directamente sobre el elemento de tubería 136 que se está trabajando en frío. El elemento de tubería 136 está, a su vez, soportado sobre una prensa de tubería 200 u otros medios de soporte convenientes que evitarán que el elemento de tubería gire cuando se aplique un torque alrededor de su eje 202. El dispositivo 198 es sustancialmente similar al dispositivo 10 descrito anteriormente, pero tiene una manivela 204 acoplada con el piñón 48 para girar manualmente el piñón, y por lo tanto engranajes 20, 22 y 24 y sus cuerpos de leva asociados 70, 72,

74, superficies de leva 76, 78, 80 y las superficies de tracción 94, 96, 98 (véase también la figura 2) para formar una ranura de radio uniforme en toda la circunferencia del elemento de tubería 136. La manivela 204 puede acoplarse al piñón 48 acoplando directamente el eje del piñón 52 (un acoplamiento "directo" entre la manivela y el piñón), o puede interponerse un tren de engranajes (no mostrado) entre la manivela y el eje del piñón para reducir el torque requerido para la operación manual.

En funcionamiento (véanse las figuras 2 y 17), el elemento de tubería 136 está fijado al tornillo de la tubería 200 y la abertura 46 en la cubierta 18 de la carcasa 14 está alineada con el eje del tubo 202. La abertura 46 se acopla luego con el elemento de tubería 136 y la carcasa 14 se desliza sobre el elemento de tubería, que entra en el espacio central 44 y se aloja dentro de la copa 68 para asentar el extremo del elemento de tubería 136 a la profundidad adecuada dentro del dispositivo 198 de modo que la ranura se forma a la distancia deseada desde el extremo del elemento de tubería. Opcionalmente, para asegurar un asiento apropiado del elemento de tubería, el dispositivo 198 puede estar equipado con el piñón móvil axialmente 48 como se describió anteriormente. Cuando esta característica está presente, la carcasa 14 es forzada adicionalmente hacia el elemento de tubería para mover el piñón 48 axialmente y desacoplar la barra transversal 62 del recorte 64 para permitir que el piñón gire relativamente la carcasa 14, asegurando así el asiento apropiado de el elemento de tubería 136 dentro del dispositivo 198. El giro de la manivela 204 girará entonces el piñón 48, que hará girar las levas 69 a través de los engranajes 20, 22 y 24 engranando con el piñón 48. La rotación de los engranajes se aplica a las superficies de leva 76, 78 y 80 y las superficies de tracción 94, 96 y 98 con el elemento de tubería y el dispositivo 198 gira alrededor del elemento de tubería 136 para formar una ranura circunferencial de radio uniforme. Tras una rotación de las levas 69, se completa la ranura, y esta condición se señala al operador mediante una disminución abrupta en el torque requerido para girar la manivela 204. Con los espacios 102 en las superficies de tracción y las discontinuidades 86 en las superficies de leva que encaran con el elemento de tubería 136, se proporciona una holgura y el dispositivo 198 puede retirarse del elemento de tubería. El elemento de tubería ranurado puede entonces retirarse de la prensa de tornillo 200.

Se espera que los dispositivos de acuerdo con la invención funcionen eficazmente y trabajen en frío los elementos de tubería a las tolerancias dimensionales deseadas con precisión mientras se opera más rápida y simplemente sin la necesidad de intervención del operador.