



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 368 032**

51 Int. Cl.:  
**F16L 15/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **00972265 .3**

96 Fecha de presentación : **14.10.2000**

97 Número de publicación de la solicitud: **1332308**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **06.08.2003**

54 Título: **Conexión de rosca en cuña de tipo abierto.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**11.11.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**11.11.2011**

73 Titular/es: **Beverly Watts Ramos**  
**8301 Guthrie**  
**Austin, Texas 78750-7852, US**  
**John Dawson Watts**

72 Inventor/es: **Ramos, Beverly Watts y**  
**Watts, John Dawon**

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 368 032 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Conexión de rosca en cuña de tipo abierto

**Campo de la técnica**

5 El uso de roscas de tornillo para conectar juntas de conducto entre sí a fin de transportar fluido, es una técnica muy antigua que ha progresado durante cientos de años en un esfuerzo por satisfacer necesidades periódicas de conexiones de conducto selladas mejores y más resistentes. Los requisitos de rendimiento para conexiones de conducto roscadas aún varían ampliamente hoy en día, tal como para tuberías domésticas con una presión de fluido de menos de 551,58 kPa virtualmente sin cargas mecánicas, a tuberías de pozos petrolíferos que puede requerirse que contengan una presión de gas superior a 103,42 mPa y de forma simultánea, soporten cargas mecánicas extremas y resistan amplias fluctuaciones de temperatura.

10 Debido a la histórica debilidad de las conexiones de conducto roscado y su tendencia a aflojarse, tener fugas, y o romperse, su uso en plantas industriales y refinerías se ha visto limitado por los Códigos Industriales a tamaños de conducto muy pequeños y bajas presiones. No obstante, debido a que no hay una conexión de conducto alternativa razonable para su uso dentro de los tamaños de orificio muy limitados perforados para pozos petrolíferos y de gas, las conexiones de conducto roscado aún se usan hoy en día, de modo que la mayor parte de la investigación y del desarrollo acerca de las conexiones de conducto se ha orientado hacia tal uso.

15 En 1939 el API adoptó la conexión de rosca 8Rd para conectar las juntas de las tuberías y las tuberías de revestimiento de la API que aún se usan para conectar alrededor de un 80 % de los conductos petrolíferos de hoy en día. La patente del presente solicitante 5.427.418 presentada en 1992 explicaba por que las Conexiones 8Rd de la API se aflojan y tienen fugas y el "API Item 2239 Work Group" descubrió ese hecho en 1995 y recientemente adoptó algunos principios del documento 5.427.418 en el documento "SR17 Supplemental Requisites for API LTC Connections with Specified Performance" de la API.

20 En un esfuerzo para proporcionar conexiones de conducto que sellen mejor que las Conexiones 8Rd de la API, se desarrollaron conexiones de conducto "Mejoradas" especiales por otros numerosos grupos que adoptaron labios de sellado anulares finos en el extremo de sus roscas macho tal como se describe en la patente de los Estados Unidos 4.613.717 que era en sí misma, una variación de la patente de los Estados Unidos 2.766.998 que introdujo sellos de metal asistido por presión, de alta presión y de alta temperatura fiable probados en los sectores industriales nuclear y espacial así como en los sectores industriales petrolífero y de gas. No obstante, tales sellos cuando se usan en las conexiones de conducto de pozo petrolífero están plagados con diversos problemas graves tales como: fuga debida a daño en el labio; costes excesivos; y pérdida de la eficiencia de la conexión cuando se usan en conexiones a nivel debido a que el espesor de la pared del conducto para soportar cargas axiales se reduce para formar el labio y su superficie de sellado correspondiente. Hoy en día, la mayor parte de los expertos en el campo cree que se requiere un sello de labio "debido a que las roscas de conducto no pueden sellar presiones de gas por encima de 10.000 psi".

25 Ha habido una confusión considerable en el sector acerca de qué constituye una prueba de cualificación fiable para conexiones de conducto roscado, lo que ha dado como resultado demasiadas reivindicaciones de ventas que reflejan esperanzas más que hechos. La nueva norma ISO – 13679 promete terminar con ese problema porque permite elegir los índices de eficiencia en % en relación con los índices de conducto para los que una conexión va a probarse y para los que va a cualificarse, sometida a combinaciones de: presión interna; presión externa; tensión; compresión; flexión; temperatura; y la elección de agua o gas como el fluido de presurización. También especifica los procedimientos de prueba que miden de forma precisa la capacidad de rendimiento. Por lo tanto, se espera que el número de nuevas conexiones ofrecidas a la venta disminuya a la vista de tales normas restrictivas, pero que el progreso real debería aumentar debido a que los usuarios pueden por primera vez, dar comienzo a un uso inmediato de una nueva conexión cualificada por la ISO con confianza. La solicitud para la presente invención se hace con la comprensión de lo anterior en mente.

30 Para los fines de la presente invención, las siguientes definiciones se aplican. Ángulo de flanco = el ángulo agudo en un plano que coincide con el eje del conducto medido entre un flanco de rosca macho y un plano colocado a 90 grados con respecto al eje, siendo el ángulo positivo si el flanco está orientado en dirección opuesta al eje, siendo el ángulo negativo si el flanco está orientado hacia el eje.

Ángulo incluido = la suma algebraica del ángulo de flanco de inserción y del ángulo de flanco de carga.

50 Vuelta de rosca = una parte de 360 grados de una rosca de tornillo.

Macho = un extremo roscado de conducto macho, siendo la vuelta de rosca de diámetro más pequeño la primera vuelta de rosca.

Hembra = un extremo roscado de conducto hembra formado para hacerse corresponder con roscas macho, siendo la vuelta de rosca de diámetro más grande la primera vuelta de rosca.

55 Rosca en cuña = una forma de rosca de tornillo que tiene una cresta, una raíz, un flanco de inserción y un flanco de

carga, estando el flanco de carga formado en un ángulo helicoidal más grande de lo que lo es el flanco de inserción de tal modo que la longitud axial de la cresta es más pequeña en el inicio de la primera vuelta de rosca, aumentado la longitud de la cresta gradualmente hasta una longitud axial máxima en el extremo de la última vuelta de rosca, de tal modo que la hembra y el macho pueden enroscarse entre sí hasta una posición de ajuste completo deseada en la que, tanto los flancos de inserción como los flancos de carga entran en contacto y quedan calzados contra sus flancos correspondientes respectivos y de ese modo se evita un ajuste adicional de la conexión.

5 Rosca atrapada = una forma de rosca que tiene un ángulo incluido negativo. En el caso de que los flancos tuvieran perfiles diferentes a líneas rectas, se considerará que el ángulo de flanco efectivo es una línea recta que se extiende a partir de la cresta hasta la raíz de cada flanco respectivo.

10 Rosca abierta = una forma de rosca que tiene un ángulo incluido no menor que cero, al contrario que una rosca en cuña atrapada que tiene un ángulo incluido negativo que es menor que cero.

Sello de metal con metal = contacto continuo de una superficie no roscada formado completamente alrededor de una parte de una hembra o de un macho para su cooperación con una superficie correspondiente del otro, a fin de efectuar un sellado frente a fluido que va a transportarse por la conexión.

15 Espesor de pared macho = una magnitud medida de forma radial a la mitad de la longitud de las roscas enganchadas, que se extiende a partir del diámetro de paso de rosca macho al orificio macho.

Espesor de pared hembra = una magnitud medida de forma radial a la mitad de la longitud de las roscas enganchadas, que se extiende a partir del diámetro de paso de rosca hembra al diámetro exterior hembra.

Paso de inserción = longitud axial entre flancos de inserción separados una vuelta de rosca.

20 Paso de carga = longitud axial entre flancos de carga separados una vuelta de rosca.

Conexión de resistencia completa = una conexión de conducto que se sellará y no se romperá sometida a cualquier combinación de cargas a la que no se supere el límite elástico de la VME del cuerpo del conducto.

Magnitud de espesor de puente = la anchura de hueco máxima formada entre roscas ensambladas correspondientes, que sellará la grasa para enroscar usada en las roscas.

25 Área crítica macho = el área en sección transversal del macho en un plano perpendicular con respecto al eje, estando el plano colocado en el extremo de diámetro grande de enganche de rosca.

Área crítica hembra = el área en sección transversal de la hembra en un plano perpendicular con respecto al eje, estando el plano colocado en el extremo de diámetro pequeño del enganche de rosca.

### **Técnica anterior**

30 La patente de los Estados Unidos 1.474.375 a nombre de Moore da a conocer una forma primitiva de una rosca atrapada pero no de una rosca en cuña, que se sella después del ensamblaje comprimiendo un elemento maleable entre las roscas correspondientes.

35 La patente de los Estados Unidos 2.006.520 a nombre de Stone da a conocer una forma distinta de una rosca en cuña cuadrada y sellos en otras partes como en 39, 20 y 28, para una eficiencia de junta a nivel de la conexión que "puede ser de un 53 %", en la columna 8 línea 10. El documento de Stone no reivindica ningún sello de rosca como resulta evidente en la columna 3 líneas 5 a 9, en la columna 4 líneas 3 a 9 y en la columna 6 líneas 44 a 47. La rotación se detiene mediante el contacto de unos rebordes 20 y 34, no por el calzado de las roscas. En la columna 4 líneas 49 a 53 se indica que la "cara 39 (de sellado) que es complementaria en cuanto al ángulo con respecto de y está adaptada para asentarse en una relación estanca a fluidos con la cara 18" lo que impide su capacidad para formar un sello fiable debido a que la rotación del extremo inferior de la nariz 39 lo que dará lugar a que la misma entre en contacto con el asiento 18 sólo en la parte superior de la superficie 39 sobre la que, el extremo inferior de la cara 39 superficial girará y no estará más en contacto con la cara 18. En el caso de que superficie 39 se hubiera formado en un ángulo menor que la cara 18 como se enseña en el documento 2.766.998, entonces puede haberse formado un sello de superficie.

45 El documento con referencia n.º 30.647 a nombre de Blose da a conocer roscas en cuña atrapadas, que sugiere un sello de rosca en la columna 2 línea 7 a 11 pero no enseña cómo llevar a cabo un sello de rosca y de hecho, cita holguras entre las raíces y las crestas en la columna 3 línea 40 a 43. A la inversa, en la columna 1 comenzando en la línea 64, dicho documento cita, "Debido a que se pretende que el flanco posterior siempre sea negativo, las reacciones de deformación de rosca contra esta superficie darán lugar a que se tire del elemento hembra de forma radial hacia el interior y a que se tire del elemento macho de forma radial hacia el exterior". La fuerza de tal acción de tirar de las roscas hembra y macho en direcciones opuestas la una respecto de la otra se transmite a través de los flancos que tienen un pequeño ángulo incluido que genera una fuerza axial muy alta sobre los flancos que a su vez, da lugar a un par de fuerzas resistivo prematuro durante el ajuste de la conexión, que típicamente se detiene sin llegar a la posición de ajuste completo deseada. Por lo tanto tras el ensamblaje, se dejan la hembra y el macho

tirando en direcciones opuestas entre sí con sus raíces y crestas correspondientes separadas, de tal modo que las holguras excesivas dejadas por la detención sin llegar a la posición de ajuste ideal y por tolerancias de mecanizado complejas de las roscas en cuña atrapada en cola de milano, producirán con seguridad trayectorias de fuga. Es por ello que no hay que extrañarse de que, estando tales trayectorias de fuga aseguradas, el documento de Blose requiera de una “resistencia principal a la fuga – mediante un sello de metal a metal funcional por separado” en la columna 2 línea 12 a 15. Tales sellos ocupan un espacio radial de la pared del conducto que a su vez, reducen adicionalmente la resistencia de la conexión frente a cargas axiales y de fluido.

La patente de los Estados Unidos 4.600.224 a nombre de Blose da a conocer una rosca en cuña atrapada y cita en la columna 1 líneas 56 a 60 que dicho documento de Blose proporciona una “holgura controlada entre las raíces y las crestas correspondientes”. En ninguna parte reivindica dicho documento de Blose un sello de rosca como Blose sugiere en el documento con referencia n.º 30.647, pero proporciona sellos de metal con metal como en 12 de la figura 1, como en 24 y 26 de la figura 2, y como en 32 y 34 de la figura 3 para las tres realizaciones que se dan a conocer. En la columna 4 líneas 52 a 54 indica que las crestas y las raíces no entran en contacto tras el ajuste completo pero no especifica una anchura de hueco límite que impida un sello de rosca fiable, y en ninguna parte reivindica dicho documento de Blose un sello de rosca que sea comprensible a la luz de la experiencia con su invención anterior. En la columna 5 líneas 6 a 8 se discute la tendencia de las roscas atrapadas a “engancharse” durante el desensamblaje. La acción de engancharse y el daño son unas deficiencias comunes de las roscas en cuña atrapada de borde afilado.

La patente de los Estados Unidos 4.600.225 a nombre de Blose añade una holgura adicional como en 43 entre roscas correspondientes lo que confirma adicionalmente que Blose no fue capaz de formar un sello de rosca en cuña. La patente de los Estados Unidos 4.671.544 a nombre de Ortloff confirma adicionalmente que las invenciones anteriores que tienen un cesionario común carecían de sellado por rosca, debido a que el documento de Ortloff proporciona un sello (26) elástico en un punto intermedio entre las roscas y los sellos de metal con metal correspondientes como en 22 y 24 de la figura 1. En la columna 2 línea 18 a 20 el documento de Ortloff menciona que las roscas se sellaron pero no enseña cómo. Si esas roscas se sellaron, entonces el sello elástico y los sellos de metal con metal dicho documento de Ortloff no serían necesarios. La realización que se muestra en la figura 4 no reivindica un sello de rosca, sino un sello de metal con metal como en 50.

La patente de los Estados Unidos 4.703.954 a nombre de Ortloff explica en la columna 1 línea 12 a 42 que las roscas en cuña atrapadas dan lugar a unas concentraciones de esfuerzos muy altas y los objetos de la invención de Ortloff son reducir esos esfuerzos. Aunque Ortloff reivindica un sello de rosca en la reivindicación 1, no enseña cómo obtenerlo.

La patente de los Estados Unidos 4.703.959 a nombre de Reeves da a conocer una conexión de rosca en cuña atrapada que se sella en un sello blando tal como politetrafluoroetileno en la columna 2 líneas 6 a 17. De nuevo, el documento de Reeves reivindica un sello de rosca pero no enseña cómo llevarlo a cabo. En la columna 2 línea 50 a 59 se explica que el material del sello no puede escapar de la ranura que ha llenado completamente, no obstante, las temperaturas elevadas que se encuentran en un pozo darán lugar a la expansión del sello lo que a su vez generará unas presiones extremas entre la hembra y el macho suficientes para inducir a un fallo de la conexión. Si las roscas sellaron el fluido contenido, el sello blando no sería necesario.

La patente de los Estados Unidos 4.822.081 a nombre de Blose da a conocer una rosca en cuña atrapada pero en ninguna parte reivindica dicho documento de Blose un sello de rosca, habiendo sin lugar a dudas presenciado pruebas en varias de sus invenciones enumeradas anteriormente. En su lugar, dicho documento cita sellos como en 51 y 54. En la columna 8 línea 36 a 37 dicho documento de Blose indica que la rosca debe ser de tipo atrapada para poder colocarla, pero Blose posteriormente presenció pruebas de colocación sobre la conexión O.D. de 30” (762 mm) del presente solicitante, y en la realización de la Patente 5.427.418 que tiene flancos positivos, en la que su empleador informó, “sin pérdida de energía”, lo que confirmó que en verdad pudieron colocarse. En la columna 8 línea 47 a 53 y en la columna 9 línea 5 a 8 se indica que el área crítica de la hembra se deformará cuando se están colocando lo que impide una conexión de conducto de alta resistencia en particular en tensión, en la columna 10 líneas 39 a 42. Tal deformación da lugar a una pérdida de energía que no es deseable para una conexión de tubería de conducción debido a que elimina parte del impacto necesario para colocar el conducto dentro del terreno. En la columna 8 línea 15 el documento de Blose afirma, “los flancos de rosca no se deslizan el uno contra el otro, y de hecho, los flancos de rosca no entran en contacto hasta el ajuste final de la junta” de tal modo que por lo tanto la gran junta de una longitud de 40 pies (12,19 m) de conducto de pesada pared debe de estar suspendida de forma monótona y hacerse descender con mucho cuidado mientras que se hace que gire para enganchar con cuidado las roscas correspondientes de esquinas afiladas antes de apretarse en la posición de ajuste completo, lo que se explica en la columna 4 línea 22 a 24 y en la columna 6 línea 44 a 52 y en la columna 7 línea 47 a 57

La patente de los Estados Unidos 5.454.605 a nombre de Mott muestra una rosca en cuña atrapada que se describe en la columna 2 líneas 48 a 61 y que se ilustra en la figura 3 y 4. El flanco de inserción se forma en la misma dirección, pero con un ángulo diferente que el flanco de carga a fin de atrapar la rosca al contrario que las roscas en cuña atrapada de cola de milano que se describen en las patentes anteriores. El documento de Mott describe adecuadamente los problemas de ensamblaje y de desensamblaje y la susceptibilidad al daño de las roscas en cuña de cola de milano de la columna 1 línea 51 a la columna 2 línea 2. Su mejora es una conexión en particular para su

5 uso en tuberías de perforación tal como se detalla en la columna 2 línea 18 a 23 y en la línea 48 a 55 que transporta lodo de perforación sólo durante la perforación del pozo, que típicamente dura menos de un mes. El lodo es un fluido mucho más fácil de sellar que el petróleo o el gas debido a que las partículas sólidas en el lodo se juntan para obstruir cualesquiera holguras que puedan existir entre las roscas correspondientes, mientras que las conexiones de las tuberías de revestimiento y de las tuberías deben sellarse contra agua, petróleo y/o gas por muchos años. En la columna 2 línea 60 a 65, de la columna 4 línea 61 a la columna 5 línea 14, el documento de Mott reivindica un sello de rosca pero de nuevo, no enseña cómo sellar ni siquiera frente al lodo. El documento de Mott afirma, "cuando están ajustadas, no hay holgura entre las roscas de tal modo que ni siquiera el lubricante para roscas queda atrapado entre las mismas" pero de forma desafortunada, tal perfecta confirmación está y estará siempre más allá de la capacidad de mecanizado, y en particular dentro de limitaciones de coste para las conexiones de conducto. El documento de Mott muestra dos realizaciones de su invención, una en la figura 3 para reducir el enganche de flanco durante el ensamblaje pero no durante el desensamblaje, y una segunda realización en la figura 4 para reducir el enganche de flanco durante el desensamblaje pero no durante el ensamblaje. Las conexiones de tubería de perforación se hacen y se deshacen típicamente cientos de veces, de tal modo que se deja al lector sin saber qué mitad de tal daño va a eliminarse mediante el uso de su invención. El documento de Mott ni elimina las esquinas afiladas en las que los flancos y la cresta se intersecan ni el daño que el mismo reivindica que está asociado con tales bordes afilados.

20 La patente de los Estados Unidos 2.766.998 a nombre de Watt enseña cómo formar un sello de labio metálico elástico y un asiento correspondiente a fin de efectuar un sellado frente a gas a alta presión por muchos años a la vez que se somete a condiciones de variaciones de presión y temperatura extremas.

La patente de los Estados Unidos 4.613.717 a nombre de Watts muestra cómo usar el sello del documento 2.766.998 en una conexión tubular roscada.

25 La patente de los Estados Unidos 4.813.717 a nombre de Watts enseña cómo formar una hembra de un conducto de extremo plano de un tamaño dado a fin de maximizar la resistencia de una conexión de conducto roscado, para su conexión con otro extremo del conducto que tiene una rosca macho según las reivindicaciones 18 y 19 o para su conexión mediante acoplamientos de doble macho según la reivindicación 2.

La patente de los Estados Unidos 5.143.411 a nombre de Watts enseña cómo formar tanto una hembra como un macho en un conducto de extremo plano a fin de maximizar la resistencia de una conexión de conducto de roscado a nivel integral.

30 La patente de los Estados Unidos 5.018.771 a nombre de Watts enseña cómo formar una hembra y un macho correspondientes a fin de facilitar el ensamblaje y evitar un daño a la rosca, con el fin de obtener una conexión más fiable y rentable.

35 La patente de los Estados Unidos 5.427.418 a nombre de Watt enseña cómo efectuar un sello de rosca que se ha probado que es capaz de un sellado frente a alta presión de gas, tan alta como la presión nominal del conducto. Cuando se forma en una tubería de conducción de pared de 30" x 1" (762 mm x 25,4 mm) que tiene unos flancos de inserción de 6 grados que se colocaron posteriormente dentro del terreno, una conexión según el documento 5.427.418 se probó con mucho éxito, "sin indicación de pérdida de energía".

40 La patente de los Estados Unidos 5.516.158 a nombre de Watts enseña una conexión de autoestampado de alta resistencia que tiene ventajas que aumentan con el valor del diámetro del conducto. No obstante, debido a que se estampa después de que se formen las roscas, no es particularmente adecuada para tamaños de conducto más pequeños que 5 pulgadas.

45 Las conexiones tubulares de acuerdo con algunas de las patentes de Watts enumeradas anteriormente se han usado con éxito sometidas a condiciones severas en las que ninguna otra conexión de conducto roscado conocida fue capaz de funcionar sometida a las mismas, no obstante, como la mayoría de las conexiones de conducto roscado, requieren un control del par de fuerzas preciso para un ajuste adecuado a fin de soportar las cargas, pero sin sobreesfuerzos a la hembra y/o al macho. La característica buena demostrada de las conexiones de rosca en cuña hasta este momento, es que pueden soportar una amplia variedad de pares de fuerzas de ajuste después de repetidos ensamblajes, no obstante, la experiencia ha demostrado también que presentan fugas, son difíciles de ensamblar, son altamente susceptibles al daño, son difíciles de manufacturar e inspeccionar, y carecen de resistencia contra cargas superpuestas.

55 Seis de las patentes de rosca en cuña que se citan anteriormente tienen un cesionario común y cuatro mencionan un inventor común lo que confirma que se ha concentrado un esfuerzo de mejora continuado, cuidadoso y duradero sobre las roscas en cuña por más de 25 años. No obstante, todos los esfuerzos que constan registrados se han dedicado a las roscas en cuña atrapadas y ninguno menciona o sugiere que una rosca en cuña abierta (no atrapada) puede hacerse funcionar, o ser factible para conectar y/o sellar una conexión de conducto.

La experiencia ha enseñado una característica de todas las roscas en cuña atrapadas enumeradas anteriormente, que los flancos correspondientes típicamente se enganchan antes de que se haya alcanzado la posición de ajuste ideal completo, lo que a su vez, genera de forma prematura un par de fuerzas muy alto suficiente para detener la

rotación sin llegar a un ajuste completo. Una condición de este tipo permite que la conexión presente fugas y se afloje, y tal aflojamiento reduce su capacidad de colocarse o de servir como un soporte mecánico. Tras una primera rotación de tales machos en el interior de tales hembras, el hueco cresta – raíz y el hueco de flanco de carga son muy anchos, de tal modo que la grasa en exceso fluye libremente hacia el exterior a partir de la conexión. El par de fuerzas prematuro se inicia cuando el espesor de la grasa para enroscar atrapada en el hueco entonces más ancho entre las superficies de rosca correspondiente se reduce hacia la magnitud de espesor de puente. Para ángulos incluidos en los que el hueco tiene lugar entre flancos, el par de fuerzas aplicado genera una presión de fluido muy alta sobre la grasa que a su vez, fuerza los flancos de inserción conjuntamente que ya están en contacto íntimo debido al peso de la junta de conducto que está insertándose, y la fricción entre flancos de inserción da lugar al par de fuerzas alto prematuro que detiene la rotación sin llegar a la posición de ajuste completo. Para ángulos incluidos más pequeños en los que dicho hueco tiene lugar entre las raíces y las crestas, la grasa presurizada evita un contacto raíz – cresta íntimo debido a que la presión de la grasa que actúa entre las crestas y las raíces las mantiene separadas a la vez que fuerza todos flancos correspondientes a un fuerte contacto para generar de ese modo un par de fuerzas extremadamente alto que detiene la rotación sin llegar a la posición de ajuste completo. La fuerza hidráulica de la grasa se multiplica en gran medida por un factor igual a:  $\cotangente(\text{ángulo incluido}/2 + \text{ángulo de fricción})$ . En el caso de que un ángulo incluido se elija de tal modo que tanto el hueco de flanco superior como la hueco raíz – cresta se reduzcan hacia el espesor de puente de forma simultánea, entonces el par de fuerzas prematuro sería de aproximadamente la suma de los dos pares de fuerzas que se citan anteriormente, y la tendencia al aflojamiento de la conexión sería incluso más grande.

## 20 Sumario de la invención

De acuerdo con un aspecto de esta invención se proporciona una conexión de conducto roscado para su ensamblaje con el uso de grasa para enroscar a fin de conectar juntas de conducto para transportar fluidos presurizados, teniendo la conexión una hembra y un macho formados con roscas en cuña correspondientes, teniendo las roscas hembra crestas, raíces, flancos de inserción, flancos de carga, teniendo las roscas macho crestas, raíces, flancos de inserción y flancos de carga, y un ángulo incluido medido entre el flanco de carga y el flanco de inserción, en la que las roscas son roscas en cuña abiertas, de tal modo que el ángulo incluido no es menor que cero grados.

De acuerdo con otro aspecto de esta invención se proporciona una conexión de conducto roscado que además comprende un ángulo incluido medido en el hueco entre cada conjunto de flancos de carga y de inserción, en la que raíz hembra y la cresta macho comprenden un conjunto exterior de superficies cooperantes, y la cresta hembra y la raíz macho comprenden un conjunto interior de superficies cooperantes, estando las roscas recubiertas con grasa para enroscar adecuada para sellar y lubricar entre las roscas correspondientes, y existiendo una magnitud de espesor de puente que define el hueco más ancho que la grasa sellará entre las roscas correspondientes; estando la conexión dimensionada de tal modo que cuando se obtiene una posición de ajuste completo todos los flancos están en contacto con sus flancos correspondientes; estando los diámetros de las raíces y las crestas dimensionados de tal modo que antes de que se obtenga la posición de ajuste completo durante el ensamblaje, se inicia una interferencia radial íntima entre un par de superficies cooperantes de tal modo que en la posición de ajuste completo, existe una magnitud deseada de interferencia radial entre las mismas a fin de mantener el contacto íntimo entre las mismas, y existe un hueco entre el otro par de superficies cooperantes, siendo el hueco de una magnitud no más grande que la magnitud de espesor de puente.

Las realizaciones de la presente invención son para su uso en diversas configuraciones tales como con: acoplamientos de conducto de doble hembra convencionales que tienen un diámetro exterior más grande que el conducto; acoplamientos de doble macho; juntas integrales; juntas a nivel; extremos de conducto recalcados; para conectar un conducto a recipientes de pared pesada, y para conectar de forma reversible puntales tubulares o de barra a su base de montaje.

Las roscas en cuña abiertas de acuerdo con la presente invención pueden formarse con una disminución en la sección o alternativamente, pueden formarse de forma cilíndrica. La fiable acción de calzado de la rosca en cuña abierta del presente solicitante proporciona una posición y par de fuerzas firmes y que pueden repetirse en el ajuste completo debido a que no existen flancos negativos mientras que hasta este momento, las roscas en cuña atrapadas a menudo atrapaban grasa en exceso entre flancos negativos lo que evitaba su ajuste a su posición de ajuste ideal completo, tal como el presente solicitante ha explicado anteriormente. Las roscas cilíndricas anteriores requerían un reborde tal como una tuerca de seguridad para proporcionar una posición de ajuste completo firme y que puede repetirse. El uso de las realizaciones preferidas de la presente invención para roscas cilíndricas en cuña requiere que la anchura radial del flanco de carga sea igual a la anchura radial del flanco de inserción, mientras que la anchura radial de un flanco de inserción de rosca en cuña de sección decreciente es más grande que la anchura radial de flanco de carga.

Las realizaciones de la presente invención no padecen un enclavamiento de flanco prematuro tal como se describe anteriormente para las roscas en cuña atrapadas, debido a que no se usan ángulos incluidos negativos. Cuando se forman la hembra y el macho sin diferencia en la disminución en la sección, la rosca en cuña abierta del presente solicitante permite que el macho y la hembra se desvíen radialmente de forma momentánea durante el ajuste alejándose lo suficiente para que la grasa en exceso escape, a diferencia de las roscas en cuña atrapadas que dan

lugar a un enclavamiento cuando la presión de grasa engancha de forma prematura los flancos. Para ajustes muy rápidos, para condiciones de muy baja temperatura, y para otras condiciones de las que la grasa puede no ser capaz de escapar de entre las roscas correspondientes del presente solicitante lo bastante rápidamente durante el ajuste, las roscas macho pueden formarse con una disminución en la sección ligeramente menor que la disminución en la sección hembra, para asegurar que la primera vuelta de rosca macho entrará en contacto con las roscas hembra antes de que lo hagan las otras roscas macho, y entonces durante el ajuste, las otras roscas macho sucesivamente entran en contacto con las roscas hembra lo que progresivamente extruye la grasa en exceso hacia el extremo de rosca de mayor diámetro a medida que el ajuste continúa, y de ese modo se evita atrapar la grasa en exceso entre las roscas correspondientes. Cuando van a usarse roscas sustancialmente cilíndricas y esta característica de extrusión de grasa se desea, las roscas macho pueden formarse cilíndricas y las roscas hembra formarse con una disminución en la sección muy ligera o, las roscas hembra pueden formarse de forma cilíndrica y las roscas macho pueden formarse una disminución en la sección negativa muy ligera. Como un ejemplo de una diferencia de disminución en la sección factible, el presente solicitante ha usado con éxito una diferencia en interferencia de rosca entre los extremos de enganche de rosca de acuerdo con la fórmula del presente solicitante a continuación para el valor "PTS". Se conoce en general que atrapar la grasa en exceso entre roscas correspondientes de cualquier tipo puede dar lugar a problemas importantes. Por lo tanto, a menos que se proporcione un procedimiento para extruir la grasa en exceso, cualquier rosca de sellado que use grasa para enroscar estará sometida a los problemas para atrapar la grasa.

Las patentes de Watts que se citan anteriormente enseñan determinadas características que se combinan en las realizaciones de la presente invención en diversas combinaciones con una nueva rosca en cuña de tipo abierto que se ensamblará fácilmente con una amplia gama que puede seleccionarse de pares de fuerzas de ajuste final, detendrá la rotación de las roscas correspondientes en la posición de ajuste completo deseada, efectuará un sellado frente a fluido de alta presión, y efectuará una conexión rígida de alta resistencia a diferencia de las roscas en cuña atrapadas que constan registradas.

Los expertos en el sector han mantenido durante largo tiempo que para evitar que la rosca se salga de su sitio, sería necesario un ángulo de flanco de rosca negativo y han por lo tanto concebido muchos diseños de rosca complicados, caros y difíciles de inspeccionar, como dan a conocer las patentes anteriormente citadas de rosca en cuña atrapada. No obstante, las pruebas efectuadas para el presente solicitante por un laboratorio de pruebas independiente refutan esa creencia ampliamente mantenida y se explican tal como sigue. Cuando un macho convencional que tiene una pared relativamente delgada se ajusta en el interior de una hembra que tiene una pared mucho más gruesa, entonces puede existir una tendencia a salirse de su sitio debido a que tras la aplicación de cargas de tensión axial alta, la delgada pared macho tiende a contraerse de forma radial de acuerdo con el coeficiente de Poisson más de lo que se contrae la gruesa pared hembra, debido a que los esfuerzos axiales en la hembra son menores que el esfuerzos axiales en el macho que en la ausencia de una fuerza de contención radial que actúe sobre el macho, puede darse lugar a una separación de las roscas correspondientes, una fuga, y entonces posiblemente salirse de su sitio a medida que las cargas aumentan. Si su forma de rosca tiene un ángulo de flanco positivo alto tal como el ángulo de flanco de 30 grados que se usa en las roscas 8Rd de la API, la tendencia a salirse de su sitio se aumenta por fuerzas vectoriales en proporción a la tangente (ángulo de flanco – ángulo de fricción), un hecho que se conoce en general. No obstante, un hecho en general no conocido hasta que lo enseñó la patente del presente solicitante 4.613.717, es que cuando el espesor de pared hembra se encuentra razonablemente cerca del espesor de pared macho, la hembra se contraerá de forma radial con el macho cuando la conexión se someta a una carga de tensión axial, y se expandirá de forma radial con el macho cuando la conexión se someta a una carga de compresión axial, lo suficiente para evitar la separación de las roscas correspondientes si los ángulos de flanco de carga son pequeños. Las realizaciones preferidas de la presente invención definen unos valores factibles "M" para la interferencia de rosca diametral para permitir que esta característica se use de forma segura en combinación con la rosca abierta de tipo en cuña del presente solicitante para evitar la separación de rosca.

Para conexiones que tienen paredes hembra y macho de espesores sustancialmente diferentes, las cargas axiales de compresión impuestas pueden dar lugar a que una hembra más delgada se expanda de forma radial alejándose del macho a fin de perder la interferencia de rosca deseada. De forma similar, una carga axial de tensión impuesta sobre un macho delgado puede dar lugar a que se contraiga de forma radial alejándose de la hembra a fin de dar lugar a que pierda la interferencia de rosca deseada. Por lo tanto, las cargas axiales deben limitarse de forma independiente para evitar una pérdida de este tipo, de acuerdo con las fórmulas del presente solicitante dadas a continuación para valores BCS y PTS.

Las esquinas afiladas de las roscas en cuña atrapadas que constan registradas están extremadamente sometidas a daño y enganche como Mott describe en el documento 5.454.605 anterior e incluso de forma más importante, su inserción y su ajuste en el campo es difícil y consume mucho tiempo lo que malgasta tiempo de la torre de perforación que puede superar un coste de 500.000 dólares estadounidenses al día. También aumentan la tendencia al daño, al gripado y a la aparición de fugas lo que puede requerir unas labores de tratamiento extremadamente caras en condiciones peligrosas que a menudo dañan el entorno. La presente invención proporciona una rosca en cuña abierta que tiene radios generosos que conectan flancos y crestas a fin de evitar tales dificultades.

Las pruebas han confirmado históricamente que un par de fuerzas de ajuste de una conexión que no es de rosca en cuña varía con muchos factores tales como el acabado de la superficie de la rosca, la interferencia de rosca radial hembra – macho, la grasa usada, la disminución en la sección, la velocidad de giro de ajuste, la temperatura y los ángulos de flanco etc. de tal modo que por lo tanto, un par de fuerzas de ajuste independiente de tales características es deseable para reducir el tiempo, coste y esfuerzo que se requieren para garantizar una repetibilidad de ajuste adecuada de la conexión y lo más importante, para evitar un sobreesfuerzo de la hembra y el macho. La presente invención utiliza una nueva rosca en cuña abierta que tiene una configuración más sencilla y más fiable que la que tienen las roscas en cuña atrapadas, a fin de garantizar unos ajustes repetibles para la posición de ajuste completo deseada con un par de fuerzas dado y no estar sometidos a tantas variaciones de par de fuerzas.

Las realizaciones de la presente invención proporcionan una nueva rosca en cuña abierta que es más fácil y menos cara de fabricar, inspeccionar y ensamblar que las roscas en cuña atrapadas que tienen esquinas afiladas y ángulos de flanco negativos. Las roscas en cuña atrapadas tienen muchas magnitudes que deben controlarse tal como la longitud axial de la cresta, la longitud axial de la raíz, la anchura radial de flanco de carga, la anchura radial de flanco de inserción, el ángulo de flanco de inserción, el ángulo de flanco de carga, el acabado de la superficie del flanco de inserción casi oculto, el acabado de la superficie del flanco de carga casi oculto, los radios diminutos casi ocultos en las raíces que inducen una concentración de esfuerzos severa, los radios de cresta diminutos que inducen a daño y a gripado, la parte delantera del flanco de carga, la parte delantera del flanco de inserción, los diámetros de las crestas, los diámetros de las raíces, etc. y todas las magnitudes deben tener unos límites de tolerancia precisos que no pueden superar con el fin de atornillar de manera uniforme la hembra y el macho conjuntamente. La dificultad de mantener las tolerancias durante la manufactura aumenta con el cuadrado del número de tolerancias relacionadas. Por lo tanto, es evidente el porqué Bloise y otros previeron múltiples sellos independientes en lugar de depender de roscas en cuña atrapadas para el sellado. Si las roscas en cuña atrapadas que constan registradas se sellaran, unas pocas vueltas de rosca sellarían y todos los otros tipos de sellos no serían necesarios. Las realizaciones de la presente invención proporcionan una nueva forma de rosca en cuña abierta que tiene unos flancos colocados en o cerca de 90 grados con respecto al eje del conducto, lo que permite una entrada fácil de herramientas de corte y una retirada fácil de fragmentos durante la manufactura. También, tales roscas evitan que partes de los flancos de rosca, raíces o radios estén ocultos, y permiten una entrada fácil de calibres y dispositivos de verificación visual para una inspección de rosca simple. Por lo tanto, la presente invención permite que las roscas se mecanicen de una forma más convencional, más sencilla, más fiable y menos cara, de tal modo que las roscas pueden efectuar un sello para fluidos. Para medir la forma de rosca precisa durante la manufactura de las conexiones de conducto, es una práctica de inspección común hoy en día trazar las roscas como en una escala de cincuenta a uno, y/o hacer un molde en caucho duro de la forma de rosca para verificar en un comparador óptico. No obstante, ninguna de esas prácticas es adecuada para verificar una forma de rosca en cuña atrapada, lo que limita adicionalmente la capacidad de fabricar tales conexiones de conducto de forma precisa, y explica los motivos adicionales para sus problemas de ensamblaje y de sellado que se han experimentado tan ampliamente.

Los flancos de inserción relativamente anchos y los radios generosos de la realización preferida que usa roscas de sección decreciente se hacen posibles por la abrupta relativamente disminución en la sección del presente solicitante. Cuando se hacen descender en el interior de la hembra para su ensamblaje, los flancos de inserción descansan sobre un flanco de inserción complementario de la hembra para soportar la junta de conducto que está instalándose, lo que también coloca el macho a más de medio camino en el interior de la hembra tal como enseña la patente 5.018.771 del presente solicitante, de tal modo que el alineamiento es automático, de tal modo que no puede producirse daño a la rosca tal como Mott describe en el documento 5.454.605. El presente solicitante prefiere en general que tales disminuciones en la sección sean de 1/8 a 1/4 de cambio en diámetro de cualquier longitud de rosca axial dada por ejemplo, un cambio de diámetro de 3/16 pulgadas (4,76 mm) en una longitud axial de una pulgada (25,4 mm) no obstante, otras disminuciones en la sección están dentro del alcance de la presente invención. Típicamente, la disminución en la sección puede aumentarse en etapas, con un aumento del espesor de pared según sea necesario para evitar unas longitudes de rosca excesivas. Para evitar el enclavamiento de disminución en la sección entre las crestas macho y las crestas hembra cuando el macho se inserta en el interior de la hembra, se prefiere que las crestas y las raíces se coloquen en paralelo al eje del conducto.

Para las roscas de sección decreciente en cuña, el flanco de inserción debe tener una anchura radial más grande que el flanco de carga, y los valores preferidos se definen en las fórmulas dadas a continuación como "S" y "B". La diferencia en el paso axial de flanco de carga y el paso axial de flanco de inserción para un diámetro dado define el ángulo de calzado entre vueltas de rosca adyacentes y si es demasiado grande las roscas pueden no sellar, pero si es demasiado pequeña la posición de ajuste completo deseada puede no alcanzarse. La diferencia en paso axial preferida del presente solicitante puede determinarse por la fórmula dada a continuación para el valor "J", y valores preferidos para el paso axial de flanco de carga y el paso axial de flanco de inserción pueden determinarse por las fórmulas para "LF" y "SF" respectivamente.

Las realizaciones de la presente invención también proporcionan una rosca en cuña abierta que es muy resistente a daño por manejo durante la manufactura, el envío y la instalación, en que no existen esquinas afiladas entre las caras de metal que forman las esquinas, sino que tienen crestas colocadas sustancialmente a 90 grados con respecto a los flancos conectadas por radios generosos a fin de sobrevivir de ese modo a un manejo razonable sin un daño significativo. Para minimizar aún más los efectos de daño a la cresta localizado demasiado pequeño como



para percibirlo visualmente durante el ensamblaje, la presente divulgación enseña que las anchuras de flanco de rosca se dimensionen y se diseñen sus tolerancias de tal modo que las raíces macho entren en contacto con las crestas hembra tras el ensamblaje pero mantienen las crestas macho que están más sometidas a daño, separadas de las raíces hembra a fin de evitar interferencia y gripado entre las mismas. Está dentro del alcance de la presente divulgación que las raíces hembra entren en contacto con las crestas macho y que las raíces macho se mantengan separadas de las crestas hembra, pero esta característica de evitación de daño se perdería junto con la mejor configuración de sellado, explicada tal como sigue: En el extremo de diámetro pequeño del enganche de rosca, la longitud axial del contacto raíz macho – cresta hembra de una rosca en cuña es necesariamente mucho más larga que la longitud axial del contacto cresta macho – raíz hembra, de tal modo que la realización preferida del presente solicitante proporciona que las más largas longitud de raíz macho – longitudes de cresta hembra estén en contacto íntimo exacto para minimizar la tendencia a fuga allí donde la presión de fluido es típicamente la mayor, y que las más cortas longitudes de cresta y de raíz definen un hueco no más grande que la magnitud de puente, que va a sellarse mediante grasa para enroscar.

Para ayudar a mantener el contacto íntimo raíz macho – cresta hembra anteriormente discutido después del ajuste de la conexión, una cantidad de interferencia radial predeterminada debe existir entre las roscas hembra y macho suficiente para generar un esfuerzo circunferencial de tensión óptimo en la hembra y un esfuerzo circunferencial de compresión en el macho. En el caso de que el esfuerzo circunferencial de ajuste de la hembra sea excesivo, entonces el índice de conexiones frente a la presión de fluido interna puede reducirse, o en el caso de que el esfuerzo circunferencial de ajuste macho sea excesivo, entonces el índice de conexiones frente a la presión externa de fluido puede reducirse debido a que tales esfuerzos son aditivos a los esfuerzos circunferenciales generados por las presiones de fluido. Por lo tanto, la presente invención enseña que la interferencia diametral preferida entre las roscas hembra y macho correspondientes debería aproximarse a la cantidad:  $1/3$  multiplicado por el O.D. de conducto multiplicado por el límite elástico de material del conducto, dividido por los módulos de elasticidad de material del conducto. Para el mejor rendimiento, la interferencia de rosca debe extenderse a todo lo largo de la longitud helicoidal de rosca a ambos extremos de las roscas enganchadas, lo que debe considerarse cuando se especifican el diámetro y la disminución en las tolerancias de la sección. Una interferencia controlada de este tipo debería permitir un servicio fiable cerca de los índices máximos. No obstante, para un servicio en índices de carga inferior, otras magnitudes de interferencia radial pueden usarse sin alejarse de las enseñanzas de la presente divulgación.

Para unos requisitos de servicio extremos o debido a que una especificación de usuario lo requiera, los sellos de metal con metal pueden proporcionarse junto a uno o ambos extremos de las roscas enganchadas. La mayoría de las veces, una superficie de sellado de este tipo se coloca junto al extremo macho para su cooperación con una superficie de sellado correspondiente que se forma dentro de la hembra junto al extremo de diámetro pequeño de las roscas hembra a fin de reducir el diámetro de sellado frente a la presión de fluido interna y de ese modo, reduce la presión de carga de fluido en la conexión. Ocasionalmente, esto puede requerirse para proporcionar un sello de metal con metal junto al extremo de diámetro grande de las roscas correspondientes formando una superficie de diámetro interior de la hembra junto a su extremo para su cooperación con una superficie de sellado correspondiente que se forma alrededor del macho junto al extremo de diámetro grande de las roscas macho. Un sello externo de este tipo proporcionará una resistencia máxima contra presiones de fluido externas. Tales sellos de metal con metal pueden también requerirse para evitar corrosión de las roscas en casos extremos.

Cuando los sellos de metal con metal se requieren en una conexión de junta a nivel pura, entonces parte del espesor de pared requerido para el espesor de labio de sello puede perderse por resistencia mecánica de la conexión, no obstante mediante el uso del estampado durante el procedimiento del presente solicitante que se enseña tal como sigue, puede proporcionarse una conexión casi a nivel de resistencia completa que tiene roscas enganchadas correspondientes selectivamente, que atravesarán tanto como todo el espesor de pared del conducto. Los extremos de conducto hembra y/o macho se forman plásticamente después de un mecanizado preliminar pero antes de la finalización, a fin de mantener la forma de rosca precisa que se requiere para que las roscas enganchen con precisión. Un ejemplo puede ser mecanizar una rectificación adecuada de una configuración predeterminada dentro del extremo de una junta de conducto de extremo plano, insertar un mandril adecuado en el interior de la rectificación y forzarlo axialmente en el interior de la rectificación a fin de alargar el diámetro exterior de ese extremo del conducto a un diámetro más grande que el diámetro exterior de conducto original a la vez que se amplía la superficie interior de la rectificación hasta una configuración deseada, y entonces mecanizar la hembra deseada dentro de ese extremo del conducto. Para formar el extremo macho, una parte de la pared de conducto exterior en ese extremo puede retirarse a fin de formar una configuración deseada alrededor del orificio de conducto, colocar una herramienta que tiene una superficie interior de una configuración deseada contra el extremo del conducto, forzar la herramienta axialmente alrededor del extremo del conducto a fin de estampar el orificio de conducto en ese extremo a un diámetro más pequeño que el orificio de conducto original a la vez que se forma la superficie exterior para aproximar la configuración deseada, y entonces se mecaniza el macho deseado en ese extremo del conducto. Debe entenderse que formar parcialmente tales extremos de paredes más delgadas y para longitudes más cortas que las longitudes de hembra o de macho, requiere sólo una pequeña fracción de la fuerza o tiempo que llevaría todo el espesor de recalcado o estampado de la pared del conducto sobre toda la longitud de hembra o macho de tal modo que por lo tanto, tal conformación puede tener lugar en la máquina herramienta que rosca el extremos de conducto, lo que reduce en gran medida el tiempo y coste para la colocación de juntas de conducto roscado de alta

resistencia. Dependiendo de las dimensiones del conducto y del material del conducto, tal conformación puede hacerse a temperatura ambiente, o después de calentar a la temperatura crítica inferior del material como con una bobina de inducción.

5 Otra característica de las realizaciones preferidas, para mejorar la resistencia de la conexión y capacidad de sellado es dimensionar la longitud axial del hueco que va a sellarse en un mínimo práctico, y maximizar el número de vueltas de rosca dentro de la longitud del enganche de rosca deseado para una longitud de inicio mínima dada de la cresta, lo que se consigue dimensionando la longitud de cresta axial más pequeña de la primera vuelta de rosca macho para ser sustancialmente igual a la longitud de cresta axial más pequeña de la primera vuelta de rosca hembra. Las fórmulas del presente solicitante dadas a continuación para el paso axial medio etiquetadas "A" 10 permitirán a diseñadores futuros determinar tales dimensiones para una conexión de cualquier de tamaño. Entonces, basándose en el valor de "A", la parte delantera del flanco de inserción y la parte delantera del flanco de carga pueden determinarse por las fórmulas del presente solicitante para "SF" y "LF" que se muestran respectivamente a continuación. Por lo tanto, otros factores no factibles, con gran desperdicio de recursos y/o peligrosos pueden evitarse durante el diseño y la realización de pruebas de campo de conexiones de nuevo tamaño.

15 La anchura de hueco radial que existe entre las crestas y las raíces después de que flancos correspondientes se calcen en contacto firme, no debe superar la magnitud de espesor de puente si se desea un sello de rosca. En la realización preferida de la presente invención, esta anchura de hueco se controla por la anchura radial de los flancos de inserción y la anchura radial de los flancos de carga, manteniéndose la interferencia radial raíz macho – cresta hembra antes mencionada. Es fácil decir que la cresta macho entra en contacto con la raíz hembra de forma 20 simultánea a medida que la cresta hembra entra en contacto con la raíz macho, pero el desgaste de herramienta y las tolerancias de mecanizado evitan que eso ocurra, e incluso aproximarse a esa condición ideal sería excesivamente caro para la manufactura de las conexiones de conducto. Por lo tanto, debe definirse y no excederse en la práctica una anchura de hueco máxima, para que las roscas sean capaces de sellarse. Tal como el presente solicitante explica en el documento 5.427.418, el máximo hueco admisible cuando se usa la grasa modificada 5A2 de la API se midió como de sustancialmente 0,006" (0,15 mm). Las dimensiones y tolerancias para las anchuras de flanco de la presente invención están ajustadas de la mejor manera para mantener una anchura de hueco no más grande que 0,006" (0,15 mm) cuando los flancos correspondientes están en contacto calzado firme en la posición de ajuste completo cuando va a usarse la grasa modificada 5A2 de la API para enroscar para el ensamblaje de la conexión. Conforme a la práctica de producción convencional, la anchura de hueco objetivo está preferentemente en 30 un punto intermedio entre cero y la magnitud de espesor de puente.

Otra característica de las realizaciones preferidas de la presente invención se explica tal como sigue. En la posición de ajuste completo, las roscas en cuña correspondientes que tienen un ángulo incluido cero se calzan fuertemente entre sí y no hay tendencia a que las roscas se fueren fuera de sus ranuras correspondientes por un par de fuerzas excesivo. Lo mismo es cierto si el ángulo incluido es menor que dos veces el ángulo de fricción resultante para una 35 grasa para enroscar dada. Si se formaran roscas no en cuña con un ángulo incluido pequeño de este tipo, se produciría un enclavamiento de flanco cuando los flancos engancharan por primera vez, mucho antes de que se alcanzara la posición de ajuste completo para efectuar la interferencia radial deseada entre roscas correspondientes y por lo tanto no se obtendría la resistencia deseada de la conexión. Con las roscas en cuña abiertas del presente solicitante, la interferencia radial se efectúa por la interferencia raíz – cresta antes de y de forma independiente de la 40 magnitud de par de fuerzas final que puede producirse sólo cuando los flancos se calzan en la posición de ajuste completo.

Hay aplicaciones de servicio para roscas en cuña que no requieren la resistencia de par de fuerzas máxima y/o los hembra y macho sometidos a esfuerzos altos que permiten las realizaciones descritas anteriormente del presente solicitante, y para éstas la siguiente realización tiene determinadas ventajas, tales como mejorar la geometría de 45 herramienta de corte de rosca en determinados casos. Los flancos pueden formarse con un ángulo incluido que es más grande que dos veces el ángulo de fricción. La presión de calzado axial sobre los flancos es muchas veces más grande que la presión entre las raíces y las crestas debido al ángulo de calzado configurado de forma helicoidal muy pequeño, entre flancos de inserción y de carga. El vector de fuerza radial de la fuerza de calzado que tiende a separar las roscas, es igual la fuerza de calzado multiplicada por la tangente (ángulo incluido/2 – ángulo de fricción). Es por lo tanto evidente que no existe tal fuerza si el ángulo incluido positivo no superar dos veces el ángulo de 50 fricción entre los flancos. En el caso de que se desee que el ángulo incluido superara dos veces el ángulo de fricción, entonces cálculos de ingeniería deben confirmar que las paredes hembra y macho son lo bastante gruesas como para retener esa fuerza sin sobreesforzarse, antes de que se use un ángulo incluido de este tipo. Un ángulo incluido de cero grados se prefiere para eliminar cualquier preocupación de tal tendencia de separación, pero las roscas en cuña que tienen ángulos incluidos positivos más grandes que cero están claramente dentro del alcance de 55 la presente invención.

Por lo tanto, queda claro ahora que la presente divulgación enseña cómo formar una conexión de conducto de Rosca en cuña abierta de alta resistencia rentable que puede ensamblarse fácil y repetidamente en una posición de 60 ajuste completo deseada dentro de una amplia gama de pares de fuerzas, a fin de sellar gas o líquidos a alta presión, a la vez que soporta de forma simultánea cargas mecánicas extremas.

**Breve descripción de los dibujos**

La figura 1 muestra una sección en corte parcial de una hembra y un macho de la conexión en la posición de inserción.

La figura 2 muestra la conexión de la figura 1 en la posición de ajuste completo.

5 La figura 3 muestra una sección de rosca en corte parcial ampliada tomada a partir de la figura 1.

La figura 4 muestra una sección en corte parcial de otra realización que usa un acoplamiento de doble macho.

La figura 5 muestra una sección en corte parcial que muestra una variación de los ángulos de flanco.

La figura 6 muestra una sección en corte parcial de otra variación de los ángulos de flanco.

La figura 7 muestra una sección de unos macho y hembra estampados después del ensamblaje.

10 La figura 8 muestra una sección en corte parcial que se forma con roscas cilíndricas en cuña abiertas.

La figura 9 muestra una sección de una hembra y un macho después del mecanizado preliminar, antes de la conformación.

La figura 10 muestra la hembra y el macho de la figura 9 después de la conformación pero antes del roscado.

La figura 11 muestra la hembra y el macho de la figura 9 después del roscado.

15 **Descripción detallada de las realizaciones preferidas**

Las roscas en cuña de inicio múltiple están dentro del alcance de la presente invención pero por motivos de concisión, sólo se describe una rosca de un inicio. La figura 1 muestra el Macho 1 en la posición de inserción dentro de la Hembra 2 de tal modo que el flanco 3 de inserción de macho configurado de forma helicoidal y el peso de la junta de conducto sobre la que se forma, se soporta mediante el flanco 4 de inserción hembra configurado de forma helicoidal. El flanco 5 de carga macho y flanco 6 de carga hembra no están entonces en contacto entre sí. La posición de inserción se obtiene haciendo descender el macho en el interior de la hembra sin rotación, situación en la que las vueltas de rosca del macho pasan hacia debajo a través de las vueltas de rosca de la hembra hasta que el flanco de inserción de macho de cada vuelta entra en contacto con una vuelta de flanco de inserción hembra de diámetro demasiado pequeño para que pase a través de la misma, de tal modo que el flanco de inserción de macho descansa sobre el flanco de inserción hembra sobre el que la cresta 7 macho está en alineamiento horizontal con la raíz 8 hembra. Tanto la raíz como la cresta se forman preferentemente en paralelo al eje de la conexión a fin de evitar el enclavamiento de la disminución en la sección durante la inserción. La longitud 9 axial y el diámetro 10 de la cresta de rosca macho son más pequeños en sus inicios inferiores, aumentado gradualmente a la longitud 11 axial máxima y al diámetro 12 máximo en su extremo superior. En la posición de inserción, la longitud 13 axial de la raíz 14 hembra es una cantidad constante de una longitud más grande que la de la entonces adyacente longitud 9 axial de la cresta 7 macho de tal modo que cuando tiene lugar la rotación relativa de la hembra y el macho para efectuar el ajuste de la conexión, tiene lugar un deslizamiento entre los flancos de inserción, y la cresta de rosca macho se mueve de forma helicoidal hacia debajo y hacia la raíz hembra y hacia la posición de ajuste completo que se muestra en la figura 2 en la que, flancos de rosca macho se calzan entre los flancos de rosca hembra debido a que entonces, junto a las longitudes 9 de las crestas de rosca macho y 13 de raíces hembra se hace sustancialmente igual, y el flanco 5 de carga macho hace tope con el flanco 6 de carga hembra para detener la rotación en la posición de ajuste completo deseada. Poco antes de que tal calzado tenga lugar, la interferencia radial entre la raíz 20 de rosca macho y la cresta 21 hembra tiene lugar para asegurar que no existe hueco entre las mismas tras el ajuste, pero el hueco 22 de anchura predeterminada se forma de forma simultánea entre la cresta 7 macho y la raíz 8 hembra. La anchura radial de los flancos de inserción y de carga tanto de hembra como de macho debe dimensionarse y diseñarse las tolerancias de tal modo que la anchura 22 de hueco tal como se muestra en la figura 2 en la posición de ajuste completo no es más grande que la magnitud de espesor de puente. El contacto raíz macho – cresta hembra recién descrito tiene ventajas sobre el contacto cresta macho – raíz hembra debido a que: la cresta macho está mucho más sometida a daño que cualquier otra superficie de las roscas y por lo tanto para la realización preferida, el gripado durante el ajuste y fuga después de la instalación es mucho menos probable debido a que la cresta macho se mantiene fuera de contacto con la raíz hembra; y debido a que la longitud axial del contacto raíz macho – cresta hembra íntimo determinada en el mínimo diámetro de enganche de rosca es más grande que la longitud axial del contacto cresta macho – raíz hembra, la capacidad de sellado se mejora en gran medida.

50 Tal como puede verse en la figura 2 a la mitad de la longitud del enganche 23 de rosca, el espesor 24 hembra se mide de forma radial entre el diámetro de paso de rosca y el O.D. hembra y el espesor macho 25 se mide de forma radial entre el diámetro de paso de rosca y el I.D. macho. El espacio axial puede formarse donde sea necesario como en 26 y 27 para relajar las tolerancias de longitud de extremo a la vez que se asegura de que los rebordes no harán tope antes de las roscas se calcen para establecer la posición de ajuste completo. Para maximizar la resistencia de la conexión como se conoce bien en la técnica, pueden extenderse unas roscas parciales más allá de los extremos de un enganche de rosca a toda la profundidad a fin de aumentar el área crítica de la hembra y/o macho, no obstante tales roscas parciales no se sellan.

Aunque la rosca en cuña abierta completamente enganchada del presente solicitante se sellará frente a gas a alta presión, cuando las especificaciones de un usuario especial lo requieren o cuando es necesario para optimizar el área de sellado, unas superficies de sellado de metal con metal correspondientes enseñadas por la patente 2.766.998 del presente solicitante pueden proporcionarse selectivamente como en 28 y 29 de la figura 2, o en 93 y 97 de la figura 7 o de forma similar, para la realización mostrada en la figura 4. Tales sellos pueden comprender

superficies cilíndricas o cónicas en las que la superficie 93 de sellado macho de la figura 7 es de un diámetro ligeramente más grande que se corresponde con la superficie 95 de sellado hembra a fin de efectuar un ajuste de interferencia tras el ensamblaje, y/o una superficie 97 macho es de forma similar de un diámetro ligeramente más grande que se corresponde con la superficie 98 hembra cuando se elige la interferencia radial para efectuar la presión de sellado. Con los sellos de metal con metal, el sellado por rosca puede ser opcional.

El detalle de la forma de rosca ampliada de la figura 3 muestra unos radios 30 cóncavos generosos que unen la raíz macho a los flancos, y radios 31 similares de la hembra que tienen típica pero no necesariamente alrededor de un 15 % de la anchura radial de flanco de carga, para reducir la concentración de esfuerzos. También se muestran los radios 32 convexos continuamente crecientes que unen la cresta macho a los flancos y radios 33 similares de la hembra lo que en gran medida reduce el daño durante el manejo, el transporte, el almacenamiento y el ensamblaje, en comparación con la susceptibilidad al daño de las roscas en cuña atrapadas de bordes afilados. Las roscas que se forman según la figura 3 también proporcionan un soporte estable mediante el contacto de los flancos de inserción como en 34 para la junta de conducto que está insertándose, lo que evita el monótono manejo que se requiere durante el ensamblaje de conexiones de rosca en cuña atrapada, y también proporcionan un alineamiento axial y concéntrico automático de la conexión para colocar automáticamente las crestas macho junto a las raíces hembra a fin de asistir a un ensamblaje adecuado que se requiere para garantizar una conexión fiable. El ángulo 35 incluido medido en los huecos entre flancos de rosca puede ser igual a cero grados o puede ser un ángulo positivo menor que dos veces el ángulo de fricción, o puede ser un ángulo positivo más grande que dos veces el ángulo de fricción.

Los flancos de carga se forman preferentemente en paralelo a los flancos de inserción de tal modo que el ángulo 35 incluido en la figura 3 es igual a cero, principalmente con el fin de mejorar la precisión dimensional para asegurar un sello para fluidos y para reducir los costes de fabricar e inspeccionar la conexión. La precisión dimensional mejorada enseña un sello de rosca en cuña rentable no conseguido hasta el momento. Ambos flancos se forman preferentemente a 90 grados con respecto al eje, pero no necesariamente. Por ejemplo, cuando el espesor 24 de pared hembra, y el espesor 25 de pared macho están razonablemente cerca en magnitud, entonces la fuerza de calzado y la interferencia diametral darán lugar a que la hembra y el macho se contraigan y se expandan conjuntamente cuando se someten a cargas superpuestas sin necesidad de una reserva radial de contención de resistencia del elemento tubular sobre el que las roscas se forman para evitar la separación de las roscas correspondientes lo que a su vez, evita la aparición de fugas y/o que se salgan de su sitio. En el caso de que la diferencia en espesor de hembra y de macho sea extrema y la carga axial esté tan cerca de la carga nominal que la interferencia de rosca radial en el elemento de pared más delgado sea superada por la fuerza radial dando lugar a una deformación diametral diferencial, entonces los flancos 50, 51 de inserción y los flancos 52, 53 de carga pueden inclinarse hacia arriba alejándose del eje según la figura 5 si las cargas de tensión son de la mayor importancia para una aplicación dada, o si los flancos 60, 61 de inserción y los flancos 62, 63 de carga pueden inclinarse hacia abajo alejándose del eje según la figura 6 si las cargas de compresión son de la mayor importancia para otra aplicación. En uno u otro caso, deben inclinarse en un ángulo suficiente para resistir las fuerzas mecánicas radiales que de otro modo darían lugar a una deformación diferencial, para evitar de ese modo una separación de las roscas correspondientes.

Aunque el valor preferido del ángulo 35 incluido es cero para uso general, un pequeño ángulo incluido positivo puede desearse en determinadas casos, tal como para mejorar la geometría de la herramienta de corte de rosca para su uso en máquinas que no tienen todas las capacidades de las máquinas de roscado modernas. En tales casos, el ángulo incluido puede ser tanto como 2 grados con apenas temor a que se produzca una separación de rosca cuando se usa la grasa para enroscar mod 2 de la API debido a que se considera en general que tiene un ángulo de fricción de 1,2 grados entre las roscas de conducto. En el caso de que el par de fuerzas de ajuste y el índice de carga requeridos de una conexión fuera lo bastante bajo como para que tanto la hembra como el macho tengan suficiente resistencia en exceso para resistir la separación de rosca, entonces puede formarse un ángulo incluido más grande que 2 grados con la condición de que los cálculos de ingeniería y/o las pruebas de resistencia mecánica confirmen ese hecho antes de que se ponga una conexión de este tipo en servicio. La API considera que el coeficiente de fricción para la grasa para enroscar mod 2 de la API es de 0,021, y el arco tangente de 0,021 es 1,2 grados, que es el ángulo de fricción admitido entre las roscas de conducto. Por lo tanto, si los ángulos incluidos son no más grandes que dos veces 1,2 grados, entonces el par de fuerzas aplicado a la conexión no tenderá a dar lugar a que las roscas se fuercen de forma radial fuera de sus ranuras correspondientes. Cuando el ángulo incluido es mayor de dos veces el ángulo de fricción, la tendencia de la fuerza de calzado a forzar las roscas fuera de sus ranuras correspondientes aumenta directamente con la tangente (ángulo incluido/ 2 – ángulo de fricción). Por ejemplo, si se usa un ángulo incluido de 10 grados, la fuerza que tiende a separar las roscas = tangente (10/2 – 1,2) x la fuerza de calzado = 1/16 de la fuerza de calzado. Entonces, en un caso de este tipo, el espesor de paredes de hembra y de macho debe necesariamente proporcionar una fuerza de contención de reserva más grande que 1/16 de la fuerza de calzado a fin de evitar la separación y soportar todas las otras cargas de funcionamiento, a la vez que no someten a sobreesfuerzos las paredes tubulares sobre las que se forman las roscas. Por lo tanto, para tales conexiones, los cálculos de ingeniería y/o las pruebas de resistencia mecánica que consideren la resistencia de pared de hembra y de macho, las dimensiones de rosca, el par de fuerzas de ensamblaje y las cargas de servicio, deben confirmar que el diseño es fiable antes de su uso.

La figura 8 muestra una realización de la presente invención en la que el macho 101 y la hembra 102 están

formados con roscas sustancialmente cilíndricas, la raíz 131 hembra de diámetro similar a la de la raíz 132 hembra adyacente, y siendo la anchura 141 de flanco de carga hembra la misma que la del flanco 142 de inserción hembra. No obstante, en el caso de que se deseara extruir positivamente toda la grasa en exceso durante el ajuste, entonces las roscas hembra pueden formarse con una disminución muy ligera en la sección teniendo el mayor diámetro en la cara hembra, o las roscas macho pueden formarse con una disminución negativa muy ligera en la sección del mayor diámetro en la cara macho, estando en cualquiera de los dos casos una interferencia de rosca radial total bien dentro de la cantidad de interferencia de rosca radial deseada para la conexión definida en este momento.

Otro objeto de la presente invención es proporcionar conexiones de rosca en cuña a un conducto de extremo plano de cualquier tamaño, teniendo roscas enganchadas que pueden atravesar selectivamente tanto como todo el espesor de la pared del conducto a fin de proporcionar unas conexiones de muy alta resistencia, con o sin sellos de metal con metal. La figura 9 muestra extremos de conducto mecanizados antes de la conformación del plástico en la que la superficie 70 interior de la rectificación, y la disminución 76 en la sección que aproxima la disminución en la sección de rosca hembra deseada entre la superficie 70 y el orificio de conducto, se mecanizan dentro del extremo del conducto 71 a fin de formar una longitud 72 conformada que tiene una configuración deseada más delgada que la pared 74 del conducto después de lo cual, el mandril 80 tal como se muestra en la figura 10 puede empujarse axialmente en su interior, a fin de formar un diámetro 81 exterior mayor y la parte 82 frustró – cónica en la que la superficie 70 se ha formado en sustancialmente una continuación de la disminución 76 en la sección. Otro extremo puede mecanizarse para formar la superficie 75 junto al extremo del conducto y la disminución 73 en la sección puede mecanizarse en la zona intermedia 75 y en el diámetro exterior de conducto para producir unas deseadas configuración y longitud que es más delgada que la pared 74 del conducto después de lo cual, la herramienta 83 que se muestra en la figura 10 se fuerza axialmente a su alrededor a fin de reducir plásticamente el orificio 84 para ser más pequeño que el orificio del conducto 85 original, y para reformar la superficie 75 para ser sustancialmente una continuación de la disminución 73 en la sección que aproxima la disminución deseada en la sección de la rosca. Debe entenderse que pueden usarse medios diferentes de mandril 80 y de herramienta 83 para formar los extremos, tales como rodillos de arrastre, lo que puede ser ventajoso en extremos de conducto de diámetro grande. Tal conformación del plástico puede hacerse a temperatura ambiente o después de calentarse por encima de la temperatura crítica inferior del material del conducto. La figura 11 muestra los extremos después del roscado en el que la rosca 90 hembra puede extenderse a partir del diámetro 93 sustancialmente tan grande como el diámetro exterior de conducto, y puede terminar en un diámetro tan pequeño como el orificio de conducto original como en 95. La rosca 91 macho puede extenderse a partir del diámetro 94 igual al orificio 85 de conducto original y terminar en un diámetro igual al diámetro exterior de conducto como en 92. A fin de permitir que las roscas cerca de los extremos del conducto porten su cuota proporcional de las cargas, la proporción de la resistencia de pared en el inicio de la expansión 96 en comparación con toda la resistencia de la pared del conducto, debería ser al menos tan grande como, la proporción de la longitud de rosca enganchada externa a 96 con respecto a la longitud de rosca enganchada total. De forma similar, la proporción de la resistencia de la pared en el inicio de la reducción de orificio 99 en comparación con toda la resistencia de la pared del conducto, debería ser al menos tan grande como la proporción de la longitud de rosca enganchada externa a 99 con respecto a la longitud de rosca enganchada total. Por lo tanto queda claro ahora que la longitud del enganche de rosca puede atravesar tanto como todo el espesor de la pared del conducto y de ese modo proporcionar selectivamente una conexión tan fuerte como el conducto. La longitud y la configuración de las superficies 70 y 75 puede dimensionarse para proporcionar una longitud de rosca sólo, o puede dimensionarse más larga para proporcionar sellos de metal con metal como en 95 y en 97 en la figura 7.

Magnitudes preferidas para las roscas en cuña del presente solicitante no enseñadas hasta este momento por la técnica anterior, pueden determinarse mediante el siguiente ejemplo, no obstante, no se pretende que el alcance de la presente invención esté limitado de ese modo.

$D = \text{O.D. de diseño de conducto} = \text{el diámetro medio dentro de las tolerancias de O.D. para extremos de conducto.}$

$\text{PPF} = \text{libras por pie de longitud nominales para el conducto que va a conectarse.}$

$d = \text{I.D. de diseño de conducto} = (D^2 - \text{PPF}/2,67)^{0,5}$

$t = \text{espesor de pared de diseño de conducto} = (D - d) / 2$

$W = \text{Anchura radial de flanco de carga macho} = < t / 6 = < \text{Longitud de inicio axial de la cresta de rosca}$

$\text{BL} = \text{P.D. de rosca hembra deseado en el más grande diámetro de enganche.}$

$\text{BS} = \text{P.D. de rosca hembra deseado en el más pequeño diámetro de enganche.}$

$T = \text{Disminución en la sección de la rosca cónica} = \text{cambio de diámetro} / \text{longitud axial} = 0,1875 \text{ preferido}$

$L = \text{Longitud de las roscas enganchadas} = (\text{BL} - \text{BS}) / T, \text{ (excepto cuando se eligen roscas cónicas)}$

$J = \text{Paso axial de flanco de carga} - \text{Paso axial de flanco de inserción} = 0,0025 + 0,00036 \times D = \text{(ajuste a 1 vuelta de RC5 de ANSI)}$

## ES 2 368 032 T3

A = Paso axial medio =  $W + (W^2 + J \times L)^{0,5}$

LF = Paso axial de flanco de carga =  $A + J/2$

SF = Paso axial de flanco de inserción =  $A - J/2$

N = Número de Vueltas de rosca =  $L / A$

5 S = Anchura radial de flanco de inserción de macho =  $W + A \times T/2$ , (+ / - 0,001" tolerancia)

B = Anchura radial de flanco de carga hembra =  $W + 0,003"$ , (+ / - 0,002" tolerancia), con Grasa 5A2 mod de la API.

C = Anchura radial de flanco de inserción hembra =  $S + 0,003"$ , (+ / - 0,002" tolerancia), con Grasa 5A2 mod de la API.

Y = Límite elástico unitario del material del conducto

10 E = Módulos de elasticidad del material del conducto

M = interferencia de rosca preferida en el diámetro =  $2/3 \times D \times Y/E$

PS = P.D. de Rosca macho en extremo de enganche de rosca pequeño =  $BS + M$

PL = P.D. de Rosca macho en extremo de enganche de rosca grande =  $BL + M$

PB = Orificio macho

15 PE = % eficiencia de Macho =  $100 \times [PL + W \times (AW)/A]^2 - PB^2 / (D^2 - d^2)$

BE = % eficiencia de Hembra =  $100 \times [D^2 - (BS - W \times (A - W)/A)^2] / (D^2 - d^2)$

PR = coeficiente de Poisson para material del conducto

R = Proporción de Espesor de pared hembra con respecto a Espesor de pared macho

BCS = límite de esfuerzo de compresión axial hembra =  $M \times E / [PR \times D \times (R + 1)]$

20 PTS = límite de esfuerzo axial de tensión macho =  $R \times BCS$

TID = Interferencia de rosca en extremo pequeño menos interferencia en extremo grande =  $0,002" \times (BL + BS)/2$

## REIVINDICACIONES

1. Una conexión de conducto roscado para su ensamblaje con el uso de grasa para enroscar a fin de conectar y sellar juntas de conducto para transportar fluidos presurizados, teniendo la conexión una hembra (2) y un macho (1) formados con roscas en cuña correspondientes, teniendo las roscas hembra crestas (21), raíces (8), flanco (4) de inserción, flancos (6) de carga, teniendo las roscas macho crestas (7), raíces (20), flancos (3) de inserción y flancos (5) de carga, y un ángulo (35) incluido medido entre el flanco de carga y el flanco de inserción, en la que las roscas son roscas en cuña abiertas, de tal modo que el ángulo incluido no es menor que cero grados.
2. Una conexión de conducto roscado tal como se reivindica en la reivindicación 1, en la que el ángulo (35) incluido se mide en el hueco entre cada conjunto de flancos de carga y de inserción, en la que la raíz (8) hembra y la cresta (7) macho comprenden un conjunto exterior de superficies cooperantes, y la cresta (21) hembra y la raíz (36) macho comprenden un conjunto interior de superficies cooperantes, estando las roscas recubiertas con grasa para enroscar adecuada para sellar y lubricar entre las roscas correspondientes, y existiendo una magnitud (22) de espesor de puente que define el hueco más ancho que la grasa sellará entre las roscas correspondientes; estando la conexión dimensionada de tal modo que cuando se obtiene una posición de ajuste completo todos los flancos están en contacto con sus flancos correspondientes; estando los diámetros de las raíces y las crestas dimensionados de tal modo que antes de que se obtenga la posición de ajuste completo durante el ensamblaje, se inicia una interferencia radial íntima entre un par de superficies cooperantes de tal modo que en la posición de ajuste completo, existe una magnitud deseada de interferencia radial entre las mismas a fin de mantener el contacto íntimo entre las mismas, y existe un hueco entre el otro par de superficies cooperantes, siendo el hueco de una magnitud no más grande que la magnitud de espesor de puente.
3. Una conexión de conducto roscado tal como se reivindica en la reivindicación 1 o 2, en la que las roscas son roscas de sección decreciente.
4. Una conexión de conducto roscado tal como se reivindica en la reivindicación 1 o 2, en la que las roscas son roscas cilíndricas.
5. Una conexión de conducto roscado de acuerdo con la reivindicación 3, en la que el ángulo (35) incluido es de cero grados.
6. Una conexión de conducto roscado tal como se reivindica en la reivindicación 3, en la que el ángulo incluido no es mayor de dos veces el ángulo de fricción que actúa entre las roscas correspondientes.
7. Una conexión de conducto roscado tal como se reivindica en la reivindicación 3, en la que, tras el ajuste, los flancos correspondientes de las roscas en cuña ejercen una fuerza de calzado contra sus flancos correspondientes, teniendo la fuerza de calzado tanto una componente axial como una componente radial, y en la que el ángulo (35) incluido es mayor de dos veces el ángulo de fricción que actúa entre las roscas correspondientes; teniendo la pared (24) hembra y la pared (25) macho suficiente resistencia de reserva, además de la resistencia que se requiere para soportar el par de fuerzas de ajuste deseado y todas las otras cargas de funcionamiento, no sometándose las paredes a un esfuerzo más alto que el esfuerzo de diseño límite, a fin de evitar la separación de las roscas correspondientes sobre las que hace presión la componente radial de la fuerza de calzado.
8. Una conexión de conducto roscado tal como se reivindica en la reivindicación 3, en la que las roscas se recubren con grasa para enroscar adecuada para sellar y lubricar entre las roscas correspondientes, y no hay hueco entre las roscas correspondientes más ancho que la magnitud (22) de espesor de puente.
9. Una conexión de conducto roscado tal como se reivindica en la reivindicación 3, en la que una interferencia (M) diametral entre las roscas correspondientes en un punto (23) intermedio de enganche de rosca, cuando se encuentra en la posición de ajuste completo, es sustancialmente igual a dos tercios del diámetro (D) de conducto exterior multiplicado por el límite elástico unitario de material del conducto (Y), todo ello dividido por el módulo de elasticidad (E) del material del conducto,  $(M = 2/3 \times D \times Y/E)$ .
10. Una conexión de conducto roscado tal como se reivindica en la reivindicación 3 en la que las roscas en cuña correspondientes tienen una longitud axial predeterminada de enganche de rosca, teniendo las roscas una cresta (7), raíces (8), flancos (3) de inserción y flancos (5) de carga, una longitud de paso axial de flanco de inserción y una longitud de paso axial de flanco de carga, y la longitud (9) axial más pequeña de la primera cresta (7) de rosca macho es sustancialmente igual a la longitud (11) axial más pequeña de la primera cresta (16) de rosca hembra, a fin de maximizar el número de vueltas de rosca dentro de la longitud del enganche de rosca para esa longitud de cresta axial más pequeña.
11. Una conexión de conducto roscado tal como se reivindica en la reivindicación 3, en la que la disminución en la sección de la rosca no es más de 0,25.
12. Una conexión de conducto roscado tal como se reivindica en la reivindicación 3, en la que las crestas (7) y las raíces (8) están colocadas en paralelo al eje de la conexión.

- 5 13. Una conexión de conducto roscado tal como se reivindica en la reivindicación 3, en la que las roscas se recubren con grasa para enroscar, para sellar y lubricar entre las roscas correspondientes; existiendo una magnitud (22) de espesor de puente que define el hueco más ancho que la grasa sellará entre las roscas correspondientes; la anchura radial del flanco (6) de carga hembra es más grande que la anchura radial del flanco (5) de carga macho, pero no por más que la magnitud de espesor de puente; la anchura radial del flanco (4) de inserción hembra es más grande que la anchura radial del flanco (3) de inserción macho, pero no por más que la magnitud de espesor de puente.
- 10 14. Una conexión de conducto roscado tal como se reivindica en la reivindicación 3, en la que las roscas se recubren con grasa para enroscar, para sellar y lubricar entre las roscas correspondientes; la rosca hembra está formada en una disminución en la sección ligeramente más grande que la disminución en la sección de la rosca macho de tal modo que cuando se inicia el ensamblaje de la conexión, la primera vuelta de rosca de la rosca macho (10) entrará en contacto con una vuelta de rosca hembra alrededor de su periferia antes de que cualquier otra vuelta de rosca macho lo haga, después de lo cual a medida que el ajuste continúa, otras roscas macho entrarán en contacto sucesivamente con las roscas hembra alrededor de su periferia y de ese modo dará lugar a que sustancialmente toda la grasa en exceso se extruya progresivamente hacia el extremo de diámetro grande, de entre las roscas correspondientes tras alcanzar la posición de ajuste completo para la conexión.
- 15 15. Una conexión de conducto roscado tal como se reivindica en la reivindicación 3, en la que los flancos de inserción tienen una longitud de paso axial constante, los flancos de carga tienen una longitud de paso axial constante más grande en magnitud que la longitud de paso axial de flanco de inserción, siendo una longitud de paso axial media igual al promedio matemático de las longitudes de paso axial del flanco de inserción y del flanco de carga, siendo la longitud axial (9) de la cresta de rosca en el inicio de la primera vuelta de rosca (10) una primera magnitud, siendo la longitud de paso axial de flanco de carga menos la longitud de paso de flanco de inserción axial igual en magnitud a una segunda magnitud y en la que: la longitud de paso axial media es sustancialmente igual al cuadrado de la primera magnitud, más la segunda magnitud multiplicada por la longitud de las roscas enganchadas, todo ello elevado a la potencia 0,5, más la primera magnitud.
- 20 16. Una conexión de conducto roscado tal como se reivindica en la reivindicación 3, en la que la anchura radial del flanco (3) de inserción es sustancialmente igual a la mitad de la longitud de paso axial media multiplicada por la disminución en la sección de la rosca, más la anchura radial del flanco (5) de carga.
- 25 17. Una conexión de conducto roscado tal como se reivindica en la reivindicación 3, en la que el paso axial del flanco (5) de carga menos el paso axial del flanco (3) de inserción, es sustancialmente igual a la suma de, 0,0025 pulgadas (0,0635 mm) más, 0,00036 multiplicado por el diámetro exterior del conducto.
- 30 18. Una conexión de conducto roscado tal como se reivindica en la reivindicación 15, en la que la longitud de paso axial del flanco (5) de carga es sustancialmente igual a la longitud de paso axial media más la mitad de la segunda magnitud; y la longitud de paso axial de flanco de inserción es sustancialmente igual a la longitud de paso axial media menos la mitad de la segunda magnitud.
- 35 19. Una conexión de conducto roscado tal como se reivindica en la reivindicación 3, en la que el ángulo de flanco de inserción es positivo, y el ángulo de flanco de carga es negativo.
20. Una conexión de conducto roscado tal como se reivindica en la reivindicación 3, en la que el ángulo de flanco de inserción es negativo; y el ángulo de flanco de carga es positivo.
- 40 21. Una conexión de conducto roscado tal como se reivindica en la reivindicación 3, en la que el macho tiene una superficie (97) de sellado externa formada alrededor de su periferia junto al extremo de diámetro pequeño de la rosca a fin de cooperar con una superficie (98) de sellado correspondiente formada dentro de la hembra correspondiente junto al extremo de diámetro pequeño de la rosca a fin de formar de ese modo forma un sello de metal con metal frente a la presión de fluido desde el interior de la conexión.
- 45 22. Una conexión de conducto roscado tal como se reivindica en la reivindicación 3, en la que el macho tiene una superficie (93) de sellado externa formada alrededor de su periferia junto al extremo de diámetro grande de la rosca a fin de cooperar con una superficie (95) de sellado correspondiente que se forma dentro de la hembra correspondiente junto al extremo de diámetro grande de la rosca a fin de formar de ese modo un sello de metal con metal frente a la presión de fluido desde el exterior de la conexión.
- 50 23. Una conexión de conducto roscado tal como se reivindica en la reivindicación 14, en la que la interferencia de rosca diametral en el extremo (10) de diámetro pequeño de las roscas enganchadas es más grande que la interferencia de rosca diametral en el extremo (12) de diámetro grande de las roscas enganchadas en una cantidad sustancialmente igual al diámetro (23) medio de rosca multiplicado por dos milésimas de una pulgada.



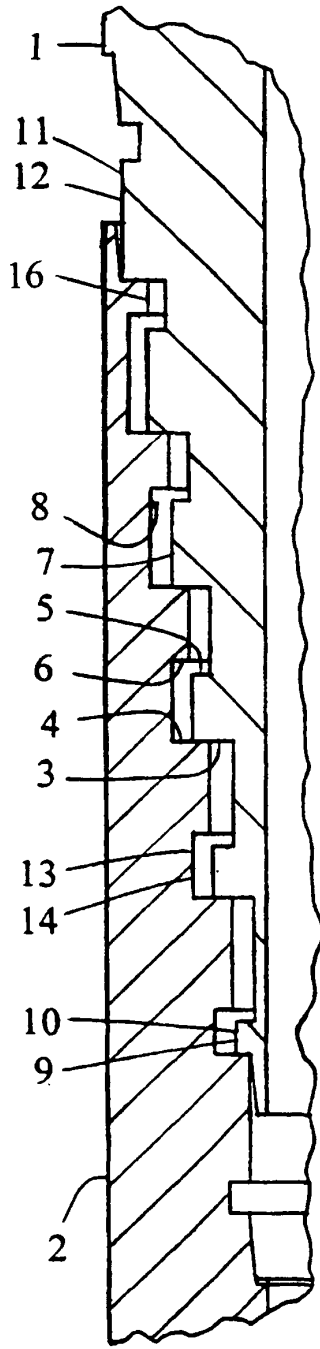


FIG. 1

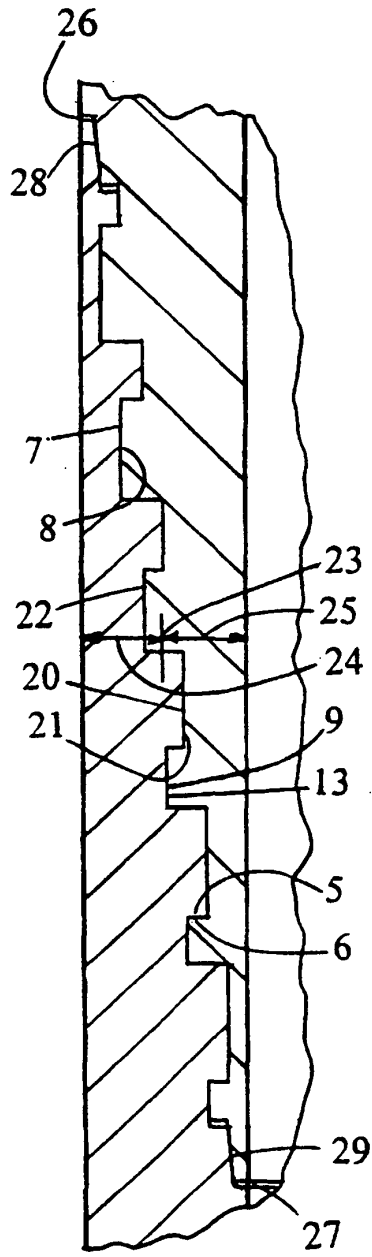


FIG. 2

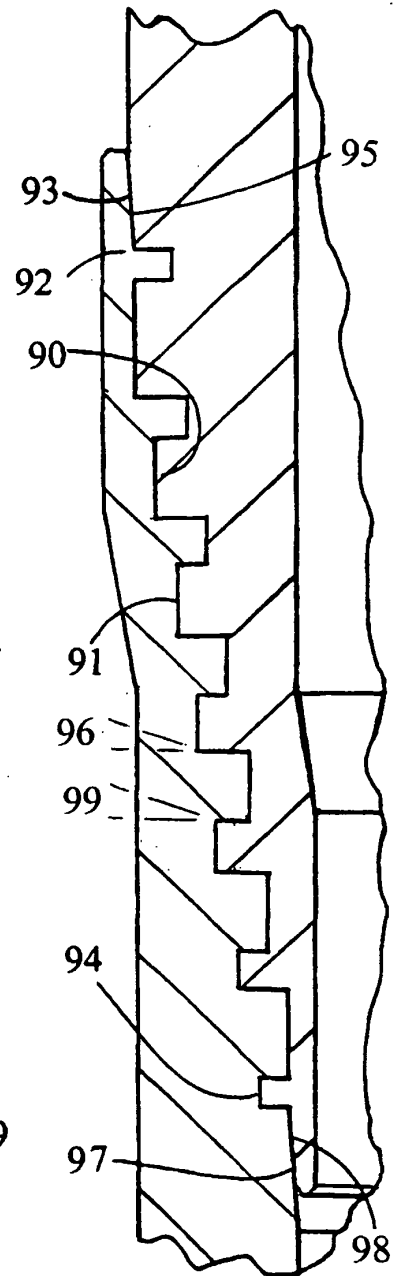


FIG. 7

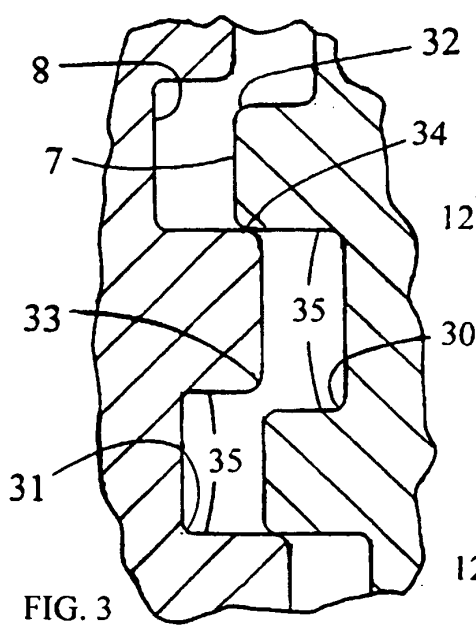


FIG. 3

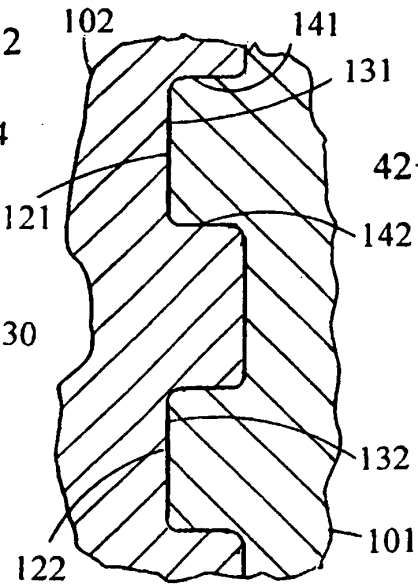


FIG. 8

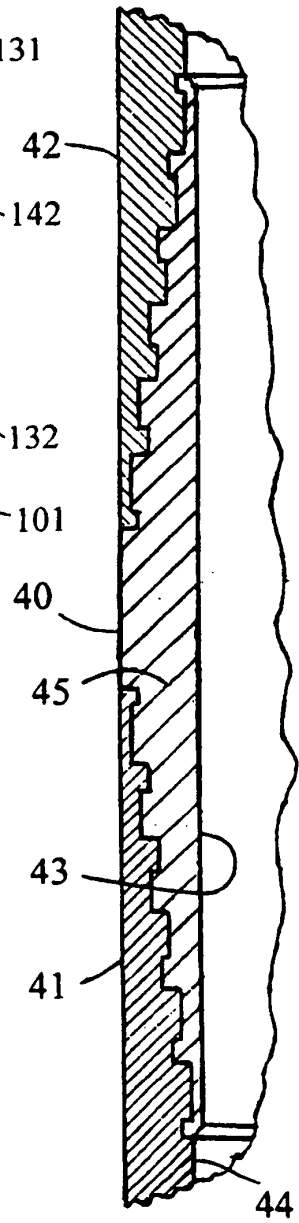


FIG. 4

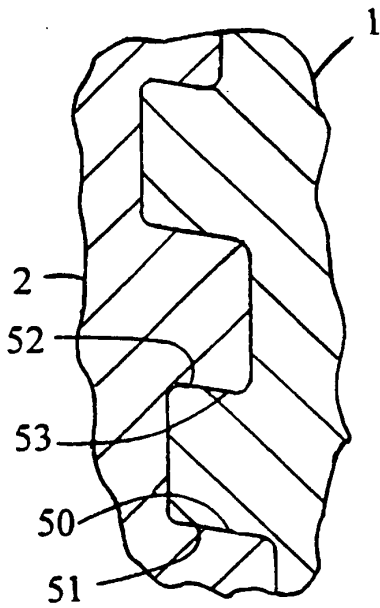


FIG. 5

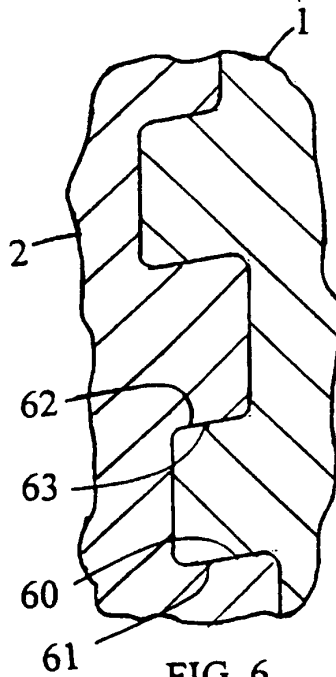


FIG. 6

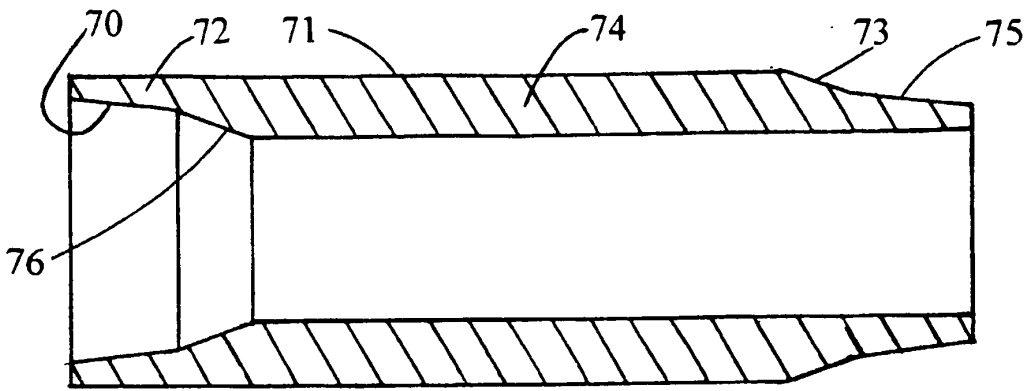


FIG. 9

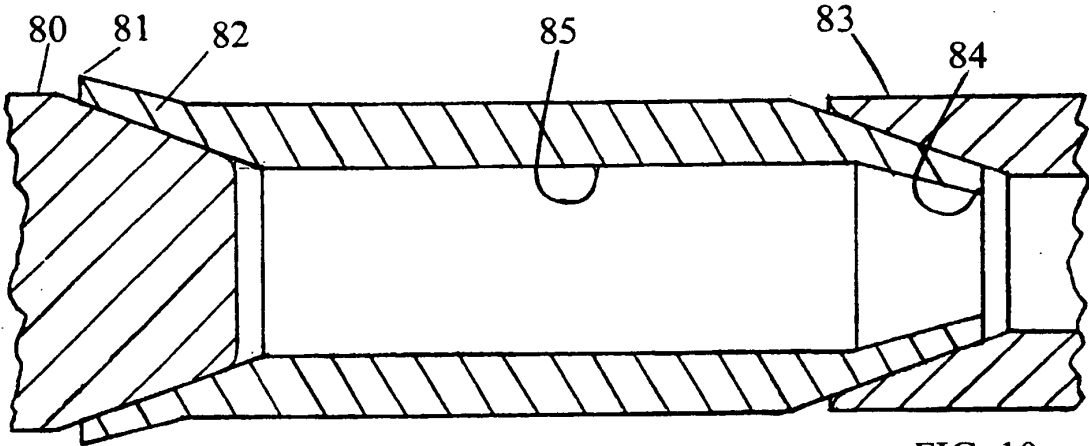


FIG. 10

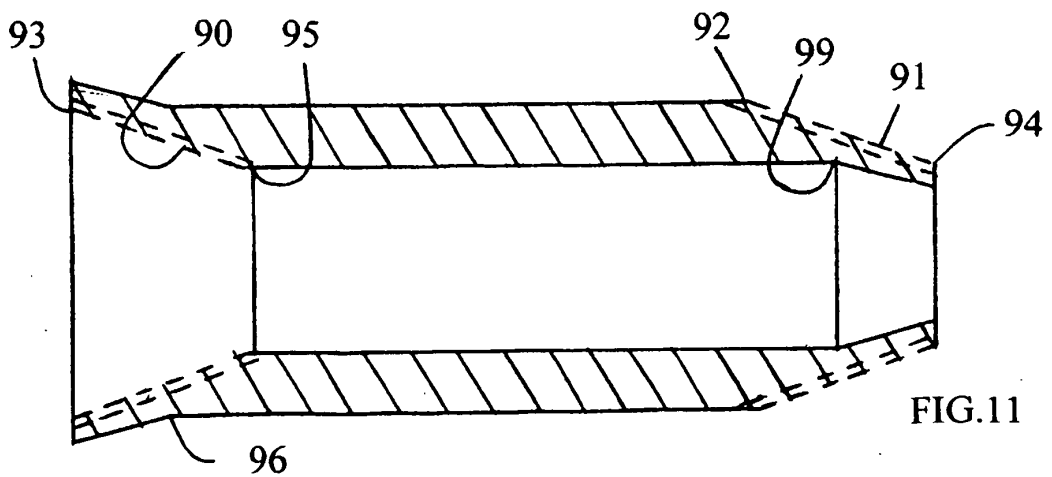


FIG. 11