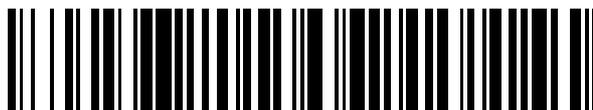


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 558 963**

51 Int. Cl.:

F16L 15/04 (2006.01)

E21B 17/042 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.12.2009** **E 09796976 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.10.2015** **EP 2370722**

54 Título: **Conexión tubular sellada utilizada en la industria petrolera**

30 Prioridad:

29.12.2008 FR 0807478

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
09.02.2016

73 Titular/es:

**VALLOUREC MANNESMANN OIL&GAS FRANCE
(50.0%)
54 rue Anatole France
59620 Aulnoye-Aymeries, FR y
NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL
CORPORATION (50.0%)**

72 Inventor/es:

**PATUREAU, CLAIRE y
TARTAR, OLIVIER**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 558 963 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 tubular sellada utilizada en la industria petrolera

5 La presente invención se refiere a una conexión tubular roscada sellada, que está bajo esfuerzos estáticos tales como tensión axial, compresión axial, flexión, presión interna o externa, y una combinación de los mismos.

10 Tales conexiones tubulares roscadas selladas, denominadas también en lo sucesivo conexiones, se pueden producir conectando un elemento macho en el extremo de un primer componente tubular, que puede ser, por ejemplo, un tubo de gran longitud, y un elemento hembra en el extremo de un segundo componente tubular, que puede ser, por ejemplo, un tubo de gran longitud o un acoplamiento, estando cada uno de dichos elementos provisto de un superficie de sellado metálica y estando apretado radialmente contra la superficie de sellado metálica del otro elemento.

15 Tales conexiones se usan, en particular, para producir ristras de tuberías de revestimiento selladas o ristras de tubos sellados para pozos de hidrocarburos o para pozos similares, tales como pozos geotérmicos, por ejemplo.

20 Las superficies de sellado metálicas (o de metal-metal) de los elementos macho y hembra de tales conexiones son zonas extremadamente críticas que garantizan la estanqueidad de la conexión.

25 En pozos de hidrocarburos, tales conexiones están sometidas a diversos esfuerzos tales como tensión, compresión, flexión y presión, que están generados por el entorno exterior, o generados por fluidos que se mueven en el interior de las conexiones. Tales esfuerzos distintos pueden variar con el tiempo durante, por ejemplo, la etapa para cementar tuberías de revestimiento (aumento de la presión externa) o durante la etapa de producción (aumento de la presión interna) o durante las operaciones de mantenimiento (detención, a continuación, comienzo de nuevo de la producción) y actúan solos o en combinación.

30 No solamente se espera que tales conexiones soporten tales esfuerzos mecánicos, sino también que permanezcan selladas tras la aplicación de los mismos. Por esta razón, se han realizado un gran número de desarrollos, en particular, en lo relativo a conexiones que emplean superficies de sellado de metal/metal. El concepto general de tales conexiones es tener dos superficies que cooperan por contacto de apriete, perteneciendo una al extremo macho de un primer componente tubular y la otra al extremo hembra de un segundo componente tubular. Cada uno de los extremos macho y hembra comprende una zona roscada que permite que sean conectados por empalme. Además, las superficies de sellado están dimensionadas de manera que pueden entrar en contacto de interferencia durante el empalme, dando como resultado el contacto de interferencia del apriete radial entre las dos superficie de sellado.

35 A modo de ejemplo, el documento FR-2 913 746 propone una conexión roscada, que comprende un primer y un segundo componente tubular, estando cada uno provisto de un extremo macho y uno hembra respectivos, comprendiendo el extremo macho, sobre su superficie periférica exterior, una zona roscada, una superficie de sellado y acabando en una superficie terminal que está orientada radialmente con respecto al eje de la conexión, comprendiendo el extremo hembra, sobre su superficie periférica interior, una zona roscada que coopera por empalme con la zona roscada del extremo macho, una superficie de sellado que coopera por apriete con la superficie de sellado del extremo macho y acabando en una superficie terminal que está orientada radialmente con respecto al eje de la conexión. La superficie de sellado del extremo hembra está dispuesta sobre la superficie periférica interior de dicho extremo de manera que se encuentra adyacente a la superficie terminal. Entre esta superficie de sellado y la zona roscada, está dispuesta una zona que tiene una rigidez radial reducida de manera que puede deformarse radialmente por una presión que se ejerce sobre la misma. Esta zona de rigidez radial reducida se obtiene disminuyendo la sección anular de la conexión en una parte que está situada entre la zona roscada y la superficie de sellado del extremo hembra. La reducción de la sección anular se obtiene realmente realizando por vaciado una acanaladura en la periferia interior. Por esta razón, dicha parte es capaz de deformarse radialmente cuando se aplica una presión externa y, por esta razón, genera energía elástica adicional que permite que las superficies de sellado primera y segunda sean presionadas juntas hasta un contacto de apriete. Se debe señalar también que las zonas que son más delgadas, debido a la presencia de una acanaladura rebajada en la periferia interior del extremo hembra, se puede considerar que constituyen una mejora en el caso en el que la zona roscada es del tipo "de autobloqueo". De hecho, ese tipo de roscado requiere el mecanizado de una acanaladura denominada acanaladura de "iniciación de pasada", cuyo grosor es preferiblemente al menos igual a la altura de los dientes a mecanizar y cuya longitud es preferiblemente al menos igual a la mitad del paso. La acanaladura de "iniciación de pasada" actúa para permitir el acoplamiento y desacoplamiento de las herramientas de corte durante el mecanizado de la zona roscada.

El documento EP 1 179 700 describe otra conexión roscada relevante.

65 Se debe optimizar el proceso de hacer más delgada una parte de una sección anular a fin de soportar esfuerzos de presión y de proveer a la parte adelgazada de un intervalo suficiente de deformación elástica. Este compromiso, no obstante, tiene limitaciones cuando la presión excede el umbral máximo de deformación elástica que puede admitir

la acanaladura. Esto se puede presentar en el caso en el que la superficie de sellado es externa, cuando la conexión pasa a través de cavidades de fluidos situadas a gran profundidad. De modo similar, cuando la superficie de sellado es interna, el valor de la presión máxima que puede admitir la acanaladura se puede exceder cuando el fluido comienza a moverse de nuevo a velocidad máxima después de una interrupción.

5 A fin de superar el problema de aplastamiento de la parte adelgazada bajo presión externa o reventón en el caso de una presión interna, la invención propone modificar la inclinación de las zonas de sellado, cuya inclinación es normalmente en la misma dirección que la de las zonas roscadas. Más particularmente, la invención propone invertir la orientación de la inclinación de las zonas de sellado de manera que esta nueva orientación se oponga al aplastamiento de la parte adelgazada.

10 En general, la invención propone asegurar la estabilidad del contacto de las zonas de sellado situadas próximas a la superficie terminal de los extremos de los componentes tubulares.

15 Con más precisión, la invención proporciona una conexión roscada sellada, que comprende un primer y un segundo componente tubular, estando cada uno provisto de un extremo macho y uno hembra respectivos, comprendiendo el extremo macho, sobre su superficie periférica exterior, al menos una zona roscada y al menos una superficie de sellado, y acabando en una superficie terminal que está orientada transversalmente con respecto al eje de la conexión, comprendiendo el extremo hembra, sobre su superficie periférica interior, al menos una zona roscada que coopera por empalme con la zona roscada del extremo macho, en la que las zonas roscadas cooperan en apriete de autobloqueo, estando dicha conexión desprovista de superficies de tope, en la que las zonas roscadas están inclinadas de acuerdo con una generatriz ahusada que forma un ángulo de ahusamiento α con el eje de la conexión, estando al menos una superficie de sellado situada para cooperar con dicha al menos una superficie de sellado, del extremo macho, a lo largo de una zona de contacto de interferencia radial, y acabando en una superficie terminal que está orientada transversalmente con respecto al eje de la conexión, en la que la tangente en la zona de contacto de dicha al menos una superficie de sellado está inclinada en una línea recta que forma un ángulo β en el intervalo de 1 a 30 grados, en valor absoluto, con el eje de la conexión roscada, siendo una de dichas al menos unas superficies de sellado una superficie ahusada; siendo tórica, con un radio R, la otra superficie correspondiente que mira a la superficie de sellado y formando la tangente en la zona de contacto entre la superficie ahusada y la superficie tórica el ángulo β con el eje de la conexión, en la que la inclinación definida por la generatriz ahusada con relación a las zonas roscadas es en un sentido opuesto a la inclinación definida por la tangente en la zona de contacto de dicha al menos una superficie de sellado.

35 Se proporcionan en lo que sigue características opcionales de la invención, que son complementarias o sustitutivas.

Dicha al menos una superficie de sellado del extremo macho está dispuesta sobre la superficie periférica exterior de dicho extremo macho, próxima a la superficie terminal de dicho extremo macho, estando la superficie de sellado del extremo hembra dispuesta mirando a la superficie de sellado del extremo macho.

40 Dicha al menos una superficie de sellado del extremo hembra está dispuesta sobre la superficie periférica interior de dicho extremo hembra, próxima a la superficie terminal de dicho extremo hembra, estando la superficie de sellado del extremo macho dispuesta mirando a la superficie de sellado del extremo hembra.

45 El radio R del toroide está en el intervalo de 30 a 100 mm.

Un bisel, adyacente a la superficie terminal, está dispuesto sobre la superficie periférica opuesta a la que incluye la superficie de sellado.

50 El bisel está inclinado con un ángulo γ y con respecto al eje de la conexión, que está en el intervalo de 1 a 30 grados.

El bisel forma un ángulo γ con el eje de la conexión, que es sustancialmente igual al ángulo formado por la tangente en la zona de contacto entre las superficies de sellado con el eje de la conexión.

55 Las zonas roscadas están constituidas, respectivamente, por unas zonas roscadas primera y segunda, estando la zonas roscadas primera y segunda escalonadas una respecto a la otra.

Las características y ventajas de la invención se describirán con más detalle en lo que sigue con referencia a los dibujos que se acompañan.

60 La figura 1 es una vista esquemática de una conexión en la que una superficie de sellado está dispuesta próxima a la superficie terminal del extremo hembra de acuerdo con una primera realización de la invención.

La figura 2 es una vista esquemática de una mejora para la conexión mostrada en la figura 1.

La figura 3 es una vista esquemática de una conexión en la que una superficie de sellado está dispuesta próxima a la superficie terminal del extremo macho de acuerdo con una segunda realización de la invención.

65 La conexión tubular roscada, mostrada en la figura 1, es una conexión roscada sellada que comprende un primer y

un segundo componente tubular, estando cada uno provisto de un extremo macho 1 y hembra 2 respectivos. Cada uno del extremo macho 1 y el extremo hembra 2 acaba en una superficie terminal, respectivamente 7 y 14, orientada transversalmente con respecto al eje de la conexión 10. La expresión "orientada transversalmente con respecto al eje de la conexión" significa que las superficies terminales 7 y 14 respectivas no son paralelas al eje de la conexión, sino que pertenecen a un plano que se cruza con el eje de la conexión, formando un ángulo con la normal al eje de la conexión, que es menor que 45 grados.

El extremo macho 1 comprende, sobre su superficie periférica exterior, una zona roscada 3; de modo similar, el extremo hembra 2 comprende, sobre su superficie periférica interior, una zona roscada 4, cooperando las zonas 3, 4 respectivas durante la conexión mutua de los dos extremos 1 y 2 por empalme. Las zonas roscadas 3 y 4 definen una generatriz ahusada 20 que forma un ángulo α con el eje 10 de la conexión roscada de manera que, tomando como referencia el eje 10 de la conexión 1 y usando una orientación trigonométrica inversa, el ángulo α es cero, o mayor. Este ángulo está usualmente en el intervalo de 1 a 45 grados.

La estanqueidad al fluido, tanto para la parte interior de la conexión tubular como para su parte exterior media, está proporcionada por dos superficies de sellado de metal/metal 5, 6, situadas próximas a la superficie terminal 14 del extremo hembra 2. Con más precisión, la superficie de sellado 6 está dispuesta sobre la superficie periférica interior del extremo hembra 2, próxima a la superficie terminal 14, orientada, a su vez, a lo largo de una línea que es sustancialmente perpendicular al eje 10 de la conexión. La superficie de sellado 5, dispuesta sobre la superficie periférica exterior del extremo macho 1, está mirando a la superficie de sellado 6. Las dos superficies de sellado están situadas para ponerse en contacto de interferencia cuando se empalma el extremo macho en el extremo hembra. La expresión "contacto de interferencia" significa que el diámetro exterior del extremo macho 1 en la superficie de sellado 5 es ligeramente mayor que el diámetro interior del extremo hembra 2 en la superficie de sellado 6. En la realización descrita en la figura 1, la superficie de sellado 6 es una superficie tórica, con un radio R. A cada lado de la superficie tórica, la periferia interior del extremo hembra lleva superficies ahusadas. Una parte ahusada 18 adelgazada está entre la superficie tórica 6 y la zona roscada 4. Realmente, esta parte 18 adelgazada se produce realizando por vaciado una acanaladura en la periferia interior del extremo hembra 2 en el extremo de la zona roscada 4 a fin de acoplar y desacoplar fácilmente herramientas durante el mecanizado del roscado. Por esta razón, dicha parte adelgazada tiene una rigidez radial reducida que deja la conexión vulnerable en esta zona cuando la presión externa aumenta hasta exceder el umbral admisible por la parte adelgazada. La superficie terminal 14 del extremo hembra 2 y la superficie tórica 6 están conectadas mediante una superficie ahusada 16 dispuesta sobre la periferia interior del extremo hembra y adyacente a dicha superficie terminal 14. La superficie ahusada 16, adyacente a la superficie terminal 14, forma con la misma un ángulo próximo a 90° y tiene una inclinación que está en la misma dirección que las zonas roscadas 3 y 4. Se debe señalar que las diversas superficies están usualmente conectadas entre sí mediante radios a fin de evitar ángulos agudos, que están usualmente proscritos por las reglas de mecanizado.

La superficie tórica 6 es una superficie tórica en forma de cúpula convexa, cuyo diámetro disminuye en la dirección de la superficie terminal 14. El radio R está preferiblemente en el intervalo de 30 a 100 mm. Un radio demasiado grande (> 100 mm) de la superficie tórica introduciría desventajas idénticas a las de un contacto de cono sobre cono. Un radio demasiado pequeño (< 30 mm) de esta superficie en forma de cúpula daría como resultado una anchura de contacto insuficiente.

Mirando a la superficie de sellado 6, el extremo macho tiene una superficie de sellado ahusada 5 cuyo diámetro disminuye también en la dirección de la superficie terminal 14 del elemento hembra. La superficie de sellado ahusada 5 tiene una generatriz ahusada que forma un ángulo β con el eje 10 de la conexión. De modo similar, la tangente 30 en la zona de contacto entre las superficies de sellado 5 y 6 define un ahusamiento que forma un ángulo β con el eje 10 de la conexión. De acuerdo con la invención, la tangente 30 en la zona de contacto de las superficies de sellado y la generatriz ahusada 20 con relación a las zonas roscadas 3, 4 están inclinadas en sentidos opuestos. Se debe señalar también que el valor absoluto de los ángulos α y β no es necesariamente el mismo.

La superficie ahusada 5 y la zona roscada 3 del extremo macho 1 están conectadas a través de otra superficie ahusada 15 que tiene una inclinación en la misma dirección que la de la zona roscada 3. Esta superficie 15 se denomina "superficie de guía" puesto que, durante el empalme del extremo macho en el extremo hembra, permite guiar el extremo hembra 2 y pasar sobre la intersección entre la superficie de sellado 5 del extremo macho 1 y dicha superficie de guía 15. De hecho, esta intersección tiene forma convexa y corresponde a un cambio de inclinación, lo que significa que la superficie ahusada 16, dispuesta sobre la periferia interior del extremo hembra adyacente a la superficie terminal 14, está guiada por la superficie de guía 15 durante el empalme, de manera que sube sobre la intersección. Así, la parte del extremo hembra 2 que lleva la superficie ahusada 16 se deforma elásticamente durante el paso de la intersección, de manera que el extremo macho 1 y el extremo hembra 2 se ajustan con salto elástico uno dentro del otro. Al final del empalme, las superficies de sellado están situadas en contacto de interferencia radial.

Tomando como referencia el eje 10 de la conexión 1, así como la orientación trigonométrica normal, el ángulo β está en el intervalo de 1 a 30 grados. Un ahusamiento demasiado pequeño para la superficie ahusada 5 conlleva un riesgo de desprendimiento superficial por abrasión tras el empalme y un ahusamiento demasiado alto reduce la

estabilidad del contacto. Los inventores han descubierto que una zona de contacto de este tipo entre una superficie
 ahusada y una superficie en forma de cúpula permite producir una gran anchura de contacto axial eficaz y una
 distribución sustancialmente parabólica de las presiones de contacto a lo largo de la zona de contacto eficaz, en
 5 contraste a las zonas de contacto entre dos superficies ahusadas que tienen dos estrechas zonas de contacto
 eficaces en los extremos de la zona de contacto. Una forma geométrica de las zonas de contacto que usa la
 realización descrita en la figura 1 permite conservar una buena anchura de contacto eficaz a pesar de las
 variaciones del posicionamiento axial de los elementos conectados debido a las tolerancias de mecanizado,
 pivotando la zona de contacto eficaz a lo largo de la cúpula de la superficie en forma de cúpula y conservando un
 perfil parabólico para la presión de contacto local.

10 Además, el experto en la técnica tendrá que establecer, en función de las dimensiones de la conexión 1, un valor
 mínimo para el ángulo β de manera que la inclinación de la zona de contacto genere suficiente energía elástica
 adicional, de modo que las superficies de sellado primera y segunda puedan ser presionadas juntas hasta un
 contacto de interferencia cuando la presión externa P tiende a flexar la parte 18 adelgazada. De modo similar, el
 15 experto en la técnica tendrá que establecer un valor mínimo para el ángulo β de manera que, durante el empalme o
 desenroscado, se elimine cualquier riesgo de desprendimiento superficial por abrasión.

Ventajosamente, a fin de poder empalmar, y desenroscar, el extremo macho en el extremo hembra y puesto que
 están invertidas la inclinación de las zonas roscadas 3, 4 y la inclinación de las zonas de sellado 5, 6, el experto en
 20 la técnica tendrá que adoptar un valor máximo para el ángulo β de manera que la deformación de la parte del
 extremo hembra 2 que lleva la superficie 16, causada por ajuste con salto elástico, permanezca un 2% cerca del
 dominio plástico del material utilizado.

Ventajosamente y como se describe en la figura 2, un bisel 9, adyacente a la superficie terminal 14 del extremo
 25 hembra 2, está dispuesto sobre la superficie periférica opuesta a la que incluye la superficie de sellado 6. Así, el
 bisel orienta los esfuerzos debidos a la presión externa P a fin de reforzar el contacto entre las dos superficie de
 sellado 5 y 6.

Preferiblemente, el bisel 9 forma un ángulo γ con el eje de la conexión, que es sustancialmente igual al ángulo β .

30 Las zonas roscadas 3, 4 son de tipo conocido y se denominan "de autobloqueo" (se denominan también variación
 gradual de la anchura axial de las roscas y/o los intervalos entre roscas y se describen en el documento de la técnica
 anterior US Re 344767), de manera que se presenta una interferencia progresiva durante el empalme hasta una
 posición de bloqueo final. En este caso, no se requieren superficies de tope.

35 En una variación como la descrita en la figura 2, cada una de las zonas roscadas de autobloqueo 3, 4 comprende,
 respectivamente, una primera 3a, 3b y una segunda 4a, 4b parte, estando dichas partes primera y segunda
 escalonadas una respecto a la otra, es decir, las generatrices ahusadas de las primeras partes, que pasan a través
 de las crestas o los fondos de las roscas, están distantes radialmente de los ahusamientos de las segundas partes.
 40 Esta configuración permite reducir la longitud total de las zonas roscadas 3 y 4, al tiempo que se conserva un gran
 par de empalme.

45 En otra realización mostrada en la figura 3, la conexión tubular roscada es una conexión roscada sellada que
 comprende un primer y un segundo componente tubular, estando cada uno provisto de un extremo macho 1 y un
 extremo hembra 2 respectivos. Cada uno del extremo macho 1 y el extremo hembra 2 acaba en una superficie
 terminal 7 y 14 respectiva que está orientada transversalmente con respecto al eje de la conexión 10. La expresión
 "orientada transversalmente con respecto al eje de la conexión" significa que las superficies terminales 7 y 14
 50 respectivas no son paralelas con el eje de la conexión, sino que pertenecen a un plano que se cruza con el eje de la
 conexión, formando un ángulo con la normal al eje de la conexión menor que 45 grados.

El extremo macho 1 comprende una zona roscada 3 sobre su superficie periférica exterior; de modo similar, el
 extremo hembra 2 comprende una zona roscada 4 sobre su superficie periférica interior, cooperando juntas las
 zonas roscadas 3, 4 respectivas para conexión mutua por empalme de los dos extremos 1 y 2. Las zonas roscadas 3
 y 4 definen una generatriz ahusada 20 que forma un ángulo α con el eje 10 de la conexión roscada de manera que,
 55 tomando como referencia el eje 10 de la conexión 1 y una orientación trigonométrica inversa, el ángulo α es cero, o
 mayor. Este ángulo está usualmente en el intervalo de 1 a 45 grados.

Las zonas roscadas 3, 4 son de tipo conocido y se conocen como "de autobloqueo" (se denominan también
 60 variación gradual de la anchura axial de las roscas y/o los intervalos entre las roscas), de manera que se obtiene un
 apriete progresivo durante el empalme, hasta una posición de bloqueo final. En este caso, no se requieren
 superficies de tope.

Ventajosamente y como se describe en la figura 3, cada una de las zonas roscadas de autobloqueo 3, 4 comprende,
 65 respectivamente, una primera parte 3a, 3b y una segunda parte 4a, 4b, estando dichas partes primera y segunda
 escalonadas una respecto a la otra. Esta configuración permite reducir la longitud total de las zonas roscadas 3 y 4,
 al tiempo que se conserva un gran par de empalme.

El sellado al fluido, tanto para la parte interior de la conexión tubular como para su parte exterior media, está proporcionado por dos superficies de sellado de metal/metal 11, 12 situadas próximas a la superficie terminal 7 del extremo macho 1. Con más precisión, la superficie de sellado 12 está dispuesta sobre la superficie periférica interior del extremo hembra 2, próxima a la superficie terminal 7 del extremo macho 1, orientada, a su vez, a lo largo de una línea sustancialmente perpendicular al eje 10 de la conexión. La superficie de sellado 11, dispuesta sobre la superficie periférica exterior del extremo macho 1, está mirando a la superficie de sellado 6. Las dos superficies de sellado están situadas para ponerse en contacto de interferencia cuando se empalma el extremo macho en el extremo hembra. La expresión "contacto de interferencia" significa que el diámetro exterior del extremo macho 1 en la superficie de sellado 11 es ligeramente mayor que el diámetro interior del extremo hembra 2 en la superficie de sellado 12. En la realización descrita en la figura 3, la superficie de sellado 11 es una superficie ahusada que está conectada a otras superficies de la periferia interior del extremo hembra mediante radios para evitar ángulos agudos. Una parte ahusada 13 adelgazada está entre la superficie tórica 11 y la zona roscada 3. Realmente, esta parte 13 adelgazada se debe al hecho de que se ha realizado por vaciado una acanaladura en la periferia exterior del extremo macho 1 en el extremo de la zona roscada 3 de manera que pueden acoplarse o desacoplarse fácilmente herramientas durante el mecanizado del roscado. Por esta razón, dicha parte adelgazada tiene una rigidez radial reducida, que deja la conexión vulnerable en esta zona cuando la presión interna P aumenta hasta exceder el umbral admisible por la parte adelgazada. La superficie terminal 7 del extremo macho 1 y la superficie ahusada 11 están conectadas mediante una superficie ahusada 17 dispuesta sobre la periferia exterior del extremo macho 1 y adyacente a la superficie terminal 7. Esta superficie de conexión 17 forma, con la superficie terminal 7, un ángulo próximo a 90° y tiene una inclinación en la misma dirección que las zonas roscadas 3 y 4. Se debe señalar que las diversas superficies están usualmente conectadas entre sí mediante radios a fin de evitar ángulos agudos, que están usualmente proscritos por las reglas de mecanizado.

La superficie 11 es una superficie ahusada que tiene una generatriz ahusada que forma un ángulo β con el eje 10 de la conexión.

Mirando a la superficie de sellado 11, el extremo hembra tiene una superficie de sellado ahusada 12, que no es parte de la invención, con una generatriz ahusada que forma también un ángulo β con el eje 10 de la conexión. La tangente 30 a la zona de contacto entre las superficies de sellado 11 y 12 define también un ahusamiento con un ángulo β respecto al eje 10 de la conexión. La tangente 30 en la zona de contacto de las superficies de sellado y la generatriz ahusada 20 con relación a las zonas roscadas 3, 4 están inclinadas en sentidos opuestos. Se debe señalar también que el valor absoluto de los ángulos α y β no es necesariamente el mismo.

La superficie ahusada 12 y la zona roscada 4 del extremo hembra 2 están conectadas a través de otra superficie ahusada 8 que está inclinada en la misma dirección que la de la zona roscada 4. Esta superficie 8 se denomina "superficie de guía" puesto que, durante el empalme del extremo macho en el extremo hembra, permite guiar el extremo macho 1 y pasar sobre la intersección entre la superficie de sellado 12 del extremo hembra 2 y dicha superficie de guía 8. De hecho, esta intersección tiene forma convexa y corresponde a un cambio de inclinación, lo que significa que la superficie ahusada 17, dispuesta sobre la periferia exterior del extremo macho adyacente a la superficie terminal 7, está guiada por la superficie de guía 8 durante el empalme a fin de pasar sobre la intersección. Así, la parte del extremo macho 1 que lleva la superficie ahusada 17 se deforma elásticamente durante el paso de la intersección, de manera que los extremos macho 1 y hembra 2 se ajustan con salto elástico uno dentro del otro. Al final del empalme, las superficies de sellado están situadas en contacto de interferencia radial.

Tomando como referencia el eje 10 de la conexión 1, así como una orientación que está de acuerdo con la dirección trigonométrica, el ángulo β está en el intervalo de 1 a 30 grados. Un ahusamiento demasiado bajo para las superficies ahusadas 11 y 12 correría el riesgo de desprendimiento superficial por abrasión tras el empalme y un ahusamiento demasiado alto reduciría la estabilidad del contacto.

Además, el experto en la técnica debe establecer, en función de las dimensiones de la conexión 1, un valor mínimo para el ángulo β de manera que la inclinación de la zona de contacto genere suficiente energía elástica adicional que permita que las superficies de sellado primera y segunda sean presionadas juntas hasta un contacto de interferencia cuando la presión interna P tiende a flexar la parte 13 adelgazada. De modo similar, el experto en la técnica debe establecer un valor mínimo para el ángulo β de manera que, durante el empalme o desenroscado, se elimine cualquier riesgo de desprendimiento superficial por abrasión.

Ventajosamente, a fin de poder empalmar, y desenroscar, el extremo macho en el extremo hembra y puesto que están invertidas la inclinación de las zonas roscadas 3, 4 y la inclinación de las zonas de sellado 11, 12, el experto en la técnica debe adoptar un valor máximo para el ángulo β de manera que la deformación de la parte del extremo macho 1 que lleva la superficie de sellado 17, causada por ajuste con salto elástico, permanezca un 2% cerca del dominio plástico para el material utilizado.

Ventajosamente y como se describe en la figura 3, un bisel 9', adyacente a la superficie terminal 7 del extremo macho 1, está dispuesto sobre la superficie periférica opuesta a la que incluye la superficie de sellado 11. Así, el bisel orienta los esfuerzos debidos a la presión interna P a fin de reforzar el contacto entre las dos superficies de

sellado 11 y 12.

Preferiblemente, el bisel 9' forma un ángulo γ con el eje de la conexión, que es sustancialmente igual al ángulo β .

- 5 El valor del ángulo β se determina en función de las características geométricas de la conexión y los esfuerzos mecánicos detallados en las realizaciones descritas anteriormente.

10 Claramente, la invención es aplicable a configuraciones diferentes en las que las superficies de sellado pueden tener formas complejas. Así, en uno de los extremos, dicha al menos una superficie de sellado está ahusada y, en el otro extremo, la superficie de sellado correspondiente es una superficie compleja constituida por una superficie ahusada (adyacente a la superficie terminal) y tangencial a una superficie tórica (lado de roscado).

15 Se debe señalar también que la invención es de aplicación particular a conexiones en las que las superficies de sellado están situadas en el lado de las superficies terminales del extremo hembra. Es en este tipo de configuración (descrita en la figura 1 y la figura 2) en el que son más difíciles de contrarrestar las variaciones de presión, en este caso externas.

20 Finalmente, se debe señalar que la invención es de aplicación particular a conexiones en las que las zonas roscadas son del tipo de autobloqueo. Es en este tipo de configuración en el que las partes adelgazadas se encuentran debido a la presencia de acanaladuras de iniciación de pasada.

REIVINDICACIONES

1. Una conexión roscada sellada, que comprende un primer y un segundo componente tubular, estando cada uno provisto de un extremo macho (1) y un extremo hembra (2) respectivos, comprendiendo el extremo macho (1), sobre su superficie periférica exterior, al menos una zona roscada (3) y al menos una superficie de sellado (5, 11), y acabando en una superficie terminal (7) que está orientada transversalmente con respecto al eje (10) de la conexión, comprendiendo el extremo hembra (2), sobre su superficie periférica interior, al menos una zona roscada (4) que coopera por empalme con la zona roscada (3) del extremo macho (1), en la que las zonas roscadas (3, 4) cooperan en apriete de autobloqueo, en la que las zonas roscadas (3, 4) están inclinadas de acuerdo con una generatriz ahusada (20) que forma un ángulo de ahusamiento α con el eje (10) de la conexión, estando al menos una superficie de sellado (6, 12) situada para cooperar con dicha al menos una superficie de sellado (5, 11), del extremo macho (1), a lo largo de una zona de contacto de interferencia radial, y acabando en una superficie terminal (14) que está orientada transversalmente con respecto al eje (10) de la conexión, estando dicha conexión desprovista de superficies de tope, en la que la tangente en la zona de contacto de dicha al menos una superficie de sellado (5, 6; 11, 12) está inclinada en una línea recta (30) que forma un ángulo β en el intervalo de 1 a 30 grados, en valor absoluto, con el eje (10) de la conexión roscada, siendo una de dichas al menos unas superficies de sellado (5, 6; 11, 12) una superficie ahusada; siendo tórica, con un radio R, la otra superficie correspondiente que mira a la superficie de sellado (6, 5; 12, 11) y formando la tangente en la zona de contacto entre la superficie ahusada y la superficie tórica el ángulo β con el eje (10) de la conexión, en la que la inclinación definida por la generatriz ahusada (20) con relación a las zonas roscadas (3, 4) es en un sentido opuesto a la inclinación definida por la tangente (30) en la zona de contacto de dicha al menos una superficie de sellado (5, 6; 11, 12).
2. La conexión roscada según la reivindicación 1, **caracterizada por que** dicha al menos una superficie de sellado (11) del extremo macho (1) está dispuesta sobre la superficie periférica exterior de dicho extremo macho (1), próxima a la superficie terminal (7) de dicho extremo macho, estando la superficie de sellado (12) del extremo hembra (2) dispuesta mirando a la superficie de sellado (11) del extremo macho (1).
3. La conexión roscada según la reivindicación 1, **caracterizada por que** dicha al menos una superficie de sellado (6) del extremo hembra (2) está dispuesta sobre la superficie periférica interior de dicho extremo hembra (2), próxima a la superficie terminal (14) de dicho extremo hembra, estando la superficie de sellado (5) del extremo macho (1) dispuesta mirando a la superficie de sellado (6) del extremo hembra (2).
4. La conexión roscada según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** el radio R del toroide está en el intervalo de 30 a 100 mm.
5. La conexión roscada según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** un bisel (9; 9'), adyacente a la superficie terminal (7; 14), está dispuesto sobre la superficie periférica opuesta a la que incluye dicha al menos una superficie de sellado (11; 6).
6. La conexión roscada según la reivindicación 5, **caracterizada por que** el bisel (9; 9') está inclinado con un ángulo y con respecto al eje (10) de la conexión, que está en el intervalo de 1 a 30 grados.
7. La conexión roscada según la reivindicación 5 ó la reivindicación 6, **caracterizada por que** el bisel (9; 9') forma un ángulo y con el eje (10) de la conexión, que es sustancialmente igual al ángulo formado por la tangente en la zona de contacto entre las superficies de sellado con dicho eje (10) de la conexión (1).
8. La conexión roscada según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** las zonas roscadas (3, 4) están constituidas, respectivamente, por una primera zona roscada (3a, 4a) y una segunda zona roscada (3b, 4b), estando las zonas roscadas primera y segunda escalonadas una respecto a la otra.

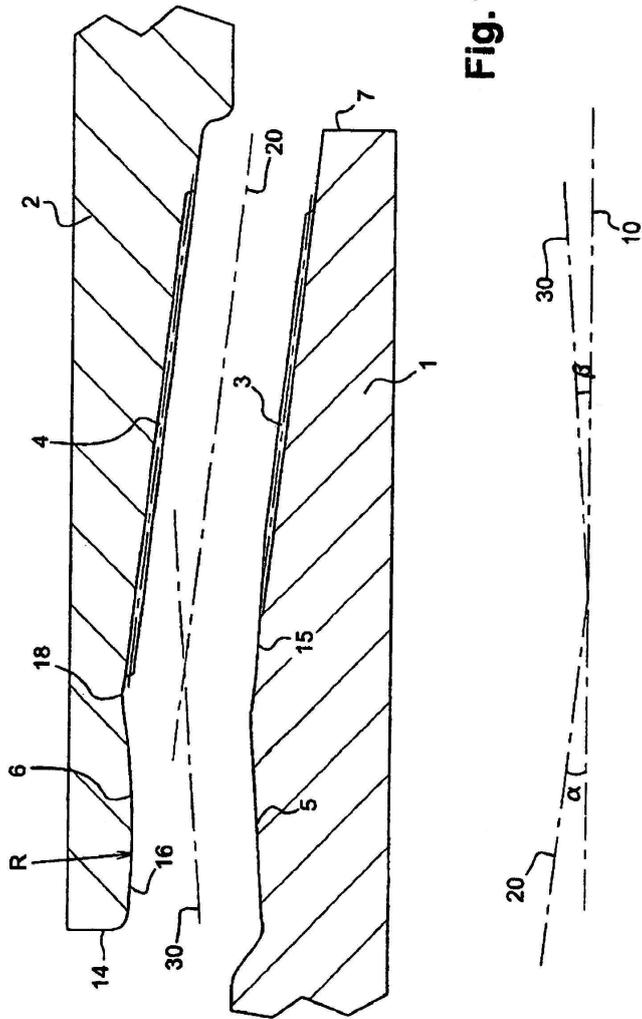


Fig. 1

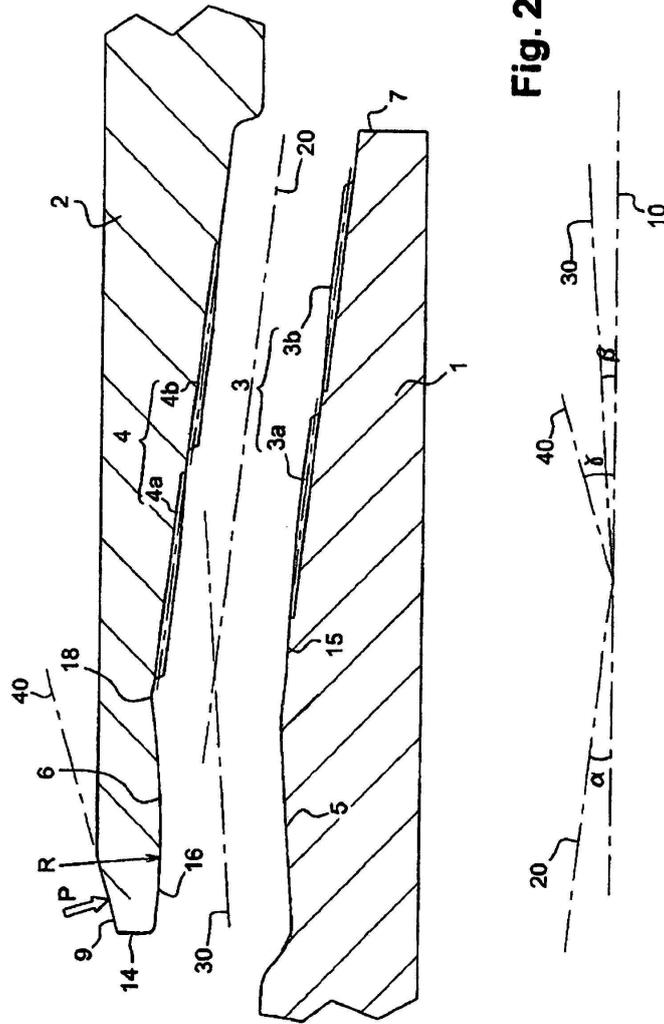


Fig. 2

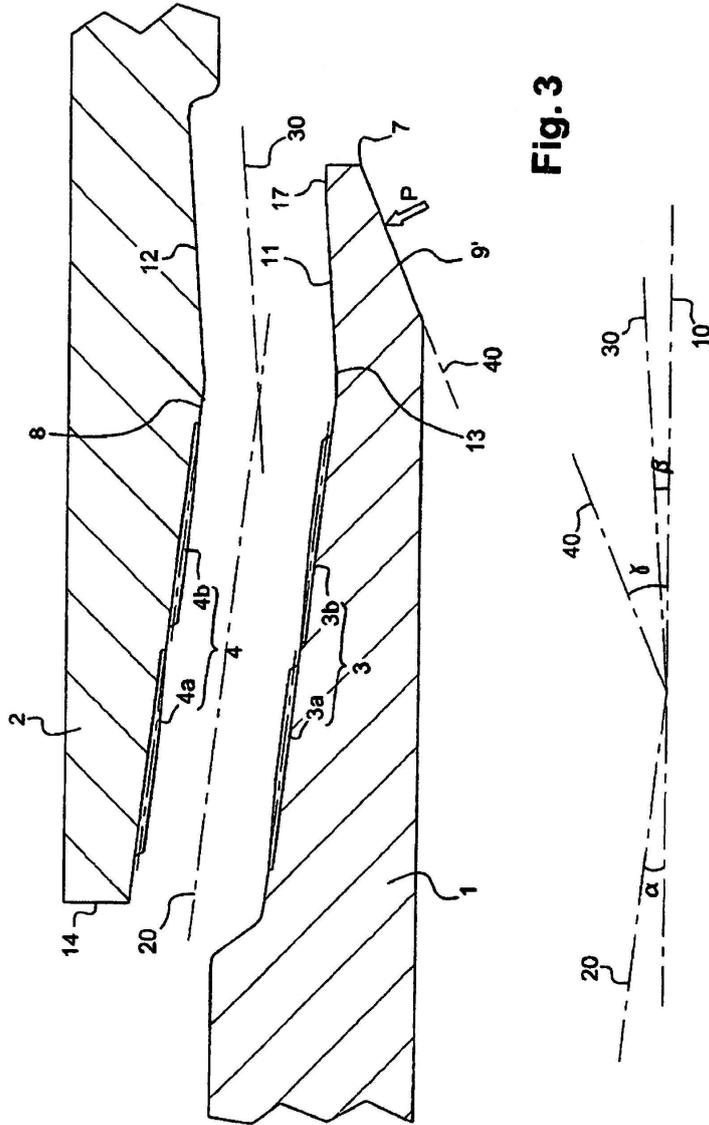


Fig. 3