



No. 14-122505- -00002-0000

Fecha: 2014-12-05 15:20:42 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 608 MODIFICASOLICIT Folios: 27

DIRECCION DE NUEVAS CREACIONES
MODIFICACIONES Y/O CORRECCIONES

1. Identificación del solicitante

- ☐ Error Material ☒ Modificación a una solicitud
- ☒ Patente de Invención
- ☐ Patente de Modelo de Utilidad
- ☐ Registro de Diseño Industrial
- ☐ Esquema de Trazado de Circuitos Integrados

2. Datos del solicitante

Persona Natural

☐

Persona Jurídica

☒

TENARIS CONNECTIONS LIMITED

Nombre o Denominación / Nombre social

Nombre representante legal

Tipo de empresa

Micro

☐

Pequeña

☐

Mediana

☐

Otra

☐

Documento de identificación:

☐ C.C.

☐ C.E.

☐ NIT

☐ Otro

Número

Nacionalidad/País de constitución	Dirección del titular	Ciudad
SAN VICENTE Y LAS GRANADINAS	112 Bonadie Street	Kingstown
Dirección electrónica	No. Fax	Número telefónico

☐ Autorizo expresamente a la Superintendencia de Industria y Comercio para que todas las comunicaciones sean enviadas a través de la dirección de correo electrónico

3. Datos del representante o apoderado

MARGARITA CASTELLANOS ABONDANO

Apellidos y Nombre

39.779.654 de Bogotá

Document. de Identificación

70.819 de C.S.J.

Tarjeta Profesional

Dirección del representante		Ciudad
Calle 94 A No. 7 A - 09		Bogotá
Dirección electrónica	No. Fax	Número telefónico
sic@castellanosyco.co	7 550158	7 560770

En caso de haber presentado poder general para asuntos que se adelanten ante la Delegatura de Propiedad Industrial, sírvase indicar el número de su radicación.

4. Datos del trámite

Corrección:

Expediente No. 14 122505

Aparece _____

Debe ser _____

Modificación

☒ **Modificación al capítulo reivindicatorio**
Se presenta un nuevo capítulo reivindicatorio conformado por treinta y un (31) reivindicaciones
las cuales han sido modificadas según la última modificación aprobada por la Oficina de
Patentes y Marcas de Estados Unidos, de acuerdo con la patente US 8,668,232 B2.

☒ **Modificación al capítulo descriptivo**
Se presenta un nuevo capítulo descriptivo, en el cual se han modificado los párrafos 17, 25,
26, 44, 54, 64 y 72, de conformidad con la modificación introducida por el examinador de la
Oficina de Patentes y Marcas de Estados Unidos, según la patente US 8,668,232 B2.

☐ **Modificación al resumen**

☐ **Modificación a los dibujos**

☐ **Modificación al solicitante**

5. Anexos

☒ Comprobante de pago No. **14-120031** de Noviembre 11 de 2014, correspondiente a la tasa para la presentación de la corrección y/o modificación.

☒ Nuevo capítulo descriptivo

☒ Nuevo capítulo reivindicatorio

6. Firma

MARGARITA CASTELLANOS ABONDANO
Nombre y Apellidos

Margarita Castellanos
Firma

39.779.654 de Bogotá - 70.819 C.S.J.
C.C. T.P.

JS

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT : 800.176.089-2

- / -

Industria y Comercio

SUPERINTENDENCIA

RECIBO DE CAJA

No. 14 - 120031

Bogotá D.C., Noviembre 11 de 2014 - 15:03:42

RECIBIDO DE : CASTELLANOS Y Y CO

NI 800.174.641

*** Soporte del Pago ***

TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	VR PAGO
CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	616824025	11/11/2014	1.901.000.00

*** Conceptos Pagados ***

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	Vr. UNIDITARIO	Vr. CONCEPTO
1	50005-01-03 CAMBIO DE MODALIDAD Y MODIFICACIONES	EN N. CREACION CORRECCION A SOLICITUD EN TRAMITE / MODIFICA	128.000.00	128.000.00
				\$128.000.00

SON: **CIENTO VEINTIOCHO MIL PESOS MONEDA CORRIENTE**

Responsable: _____

Recibo de Caja Aplicado al Expediente No. _____

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 14-122505- -00002-0000

Fecha: 2014-12-05 15:20:42 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
 Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
 Act. 608 MODIFICASOLICIT Folios: 27

Sede Centro: Carrera 13 No. 27 - 00 Pisos 3,4,5 y 10 Bogotá, D.C. - Colombia

Web: www.sic.gov.co e-mail: info@sic.gov.co Conmutador: (571) 5870000 Fax: (571) 5870284 Línea: 018000-910165 Call Center: (571) 6513240

, Noviembre 11 de 2014 - 15:03:48

CONEXIÓN ROSCADA CON UN PERFIL DE ROSCA DE RAÍZ MEJORADO

Campo de la invención

[0001] La presente invención se refiere en general a las conexiones de tuberías, y en particular a una conexión roscada que tiene un diseño de perfil de rosca raíz mejorado
5 que mejora la resistencia a la fatiga.

Antecedentes

[0002] La búsqueda de petróleo o más en general de hidrocarburos es cada vez más exigente en términos de hardware y dispositivos en los últimos años ya que los campos de petróleo y gas (depósitos) se ubican más profundamente en la tierra o en lugares
10 difíciles de alcanzar.

[0003] Numerosas perforaciones en tierra y actividades de producción requieren conexiones tubulares que tienen altos niveles de resistencia a la fatiga, por ejemplo, aplicaciones de perforación y aplicaciones térmicas.

[0004] Además, la exploración y producción de yacimientos de hidrocarburos en
15 ambientes de aguas profundas (aplicaciones en alta mar) se ha incrementado y requiere conexiones tubulares que son más resistentes a los desafíos ambientales, tales como la fatiga y la corrosión.

[0005] Las plataformas off-shore tienen instalaciones de producción ubicadas por encima de la superficie del mar. Estas instalaciones se utilizan con frecuencia para la explotación
20 de yacimientos de hidrocarburos situados por debajo del lecho marino. Estas plataformas están ancladas al lecho y trenes tubulares se utilizan para transportar los hidrocarburos de los pozos perforados en los depósitos debajo del lecho marino. Los trenes tubulares se denominan a veces en la técnica como "elevadores".

[0006] Estos trenes elevadores están sumergidos en el mar y están sujetos a los
25 movimientos causados por las corrientes marinas y los movimientos de las olas superficiales. Debido a los movimientos continuos y periódicos del mar, los trenes tubulares no permanecen inmóviles, sino que están sujetos a movimientos laterales de pequeña magnitud que pueden producir deformaciones en ciertas partes de las conexiones tubulares. Estos trenes elevadores deben soportar cargas que inducen
30 tensiones de fatiga en los tubos y las conexiones tubulares, en particular con respecto a la zona de la conexión roscada. Estas tensiones tienden a causar rupturas en el tubo y / o la conexión en la proximidad de la rosca y hay una necesidad de mejorar la resistencia a la fatiga de las conexiones roscadas.

[0007] Algunas patentes de la técnica anterior, por ejemplo, la Patente Estadounidense
35 7.780.202 y la Patente Estadounidense 6.609.735 revelan conexiones con encastre del

tipo flanco a flanco ("FTF") que están sujetas a fatiga, incluyendo conectores de elevadores.

[0008] Otras conexiones roscadas con ajuste por interferencia convencionales del arte previo (incluyendo formas de rosca tipo buttress API), tienen perfiles en los que las roscas se acoplan a lo largo de un flanco al armarse. Este tipo de conexión debe descargar completamente el flanco de contacto, se someten a un movimiento relativo entre el perno y el acoplamiento hasta que los flancos opuestos entran en contacto, y luego transfieren la carga al flanco recién contactado. Las cargas laterales cíclicas y transferencias de carga repetidas hacen que estos tipos de conexiones sean especialmente susceptibles a fallas por fatiga.

[0009] En las roscas (FTF) flanco a flanco, durante el armado, el contacto se establece entre los flancos de enchufe y carga. Hay un espacio entre las crestas y las raíces. El filete está diseñado con los dientes de rosca de un miembro más ancho que los dientes de acoplamiento del otro miembro (por ejemplo, interferencia flanco a flanco). Debido a la inclinación de los flancos, las fuerzas de contacto (normales a la superficie del flanco) colocan el componente principal en una dirección axial, presionando el material que forma los dientes de la rosca. Para lograr la interferencia flanco a flanco, las fuerzas de contacto trabajan principalmente sobre la elasticidad de los dientes. La elasticidad de los dientes es muy baja de modo que se alcanzan altas presiones de contacto durante el armado. Esto explica por qué las roscas FtF tienen una alta tendencia al desgaste durante el armado.

[0010] Entre las desventajas adicionales de las roscas FTF pueden mencionarse ángulos muy inclinados del flanco de ataque de la rosca, medidos respecto de una superficie perpendicular al eje de la tubería. La acción de compresión de la conexión es satisfactoria, porque este tipo de solución ayuda a la aparición del fenómeno denominado "salto" cuando las fuerzas de compresión exceden ciertos límites. El salto se produce cuando el segmento de tubo macho se desliza en el segmento femenino, superando la resistencia dada por el roscado de las dos piezas. Este fenómeno se produce con mayor frecuencia cuanto más inclinado es el ángulo de ataque.

[0011] Otras desventajas del tipo de rosca FtF es que está sujeta a un alto riesgo de agarrotamiento de la articulación con el consiguiente riesgo de no garantizar el cierre hermético de los fluidos en el interior del tubo. Debido al efecto de agarrotamiento, el par varía en gran medida que procede la operación de apriete (armado) del empalme. Este tipo de empalme tiene típicamente más vueltas. Esto introduce dificultades en la fabricación del empalme y crea la posibilidad de imprecisión en la aplicación de la fuerza de torsión de armado correcta.

[0012] En las roscas Cresta-a-Raíz (CTR) (que se utilizan en la conexión roscada de la presente exposición), durante el armado, se establece el contacto entre un par de flancos complementarios (flancos de carga de tensión o flanco de enchufe por compresión) y también el contacto entre cresta y raíces. La rosca CTR está diseñada con una interferencia entre la cresta y las raíces. En este caso, el componente principal de las fuerzas de contacto (normal a la superficie de la cresta / raíz) se coloca en una dirección radial, y así la interferencia se logra aprovechando la elasticidad de un cuerpo tubular por deformación geométrica de la tubería. Sólo una pequeña parte de la interferencia se logra mediante la elasticidad de los dientes de rosca, de modo que las presiones de contacto alcanzadas en los dientes son más bajas que en el caso de roscas FTF, y así la tendencia al desgaste durante el armado disminuye.

[0013] El diseño CTR de la presente descripción tiene un comportamiento a la fatiga óptimo y también una tendencia muy baja al desgaste durante el armado. Por lo tanto, la presencia de micro grietas (debido a desgaste) se reduce al mínimo.

[0014] La presente descripción se puede utilizar en conexiones integrales, conexiones roscadas y acopladas y en conectores roscados de diámetro exterior grande ("OD") para aplicaciones en agua y en tierra. Hay dos tipos principales de conectores roscados de diámetro exterior grande utilizados para los elevadores de producción. El primer tipo se conoce en la técnica como "soldado"; el perno y la caja se mecanizan por separado a partir de un material de pared gruesa y luego se sueldan al tubo. En el segundo tipo, denominado en la técnica "roscado y acoplado", el perno se suele mecanizar directamente sobre los extremos del tubo. La caja está mecanizada en cada extremo de un acoplamiento que se utiliza para unir los extremos de tubería.

[0015] Por otra parte, el diseño de la presente descripción pueden ser combinado con configuraciones de sellado metal con metal internas y/o externas y/o intermedias, sellos elastoméricos internos y externos, sellos metal con metal intermedios, y roscas de dos pasos. Para los conectores de gran diámetro, es posible emplear guías de penetración y dispositivos anti-rotación junto con el perfil de rosca de esta descripción.

Resumen

[0016] Se revela un diseño de conexión roscada que tiene una elipse doble en la raíz de la rosca para reducir la tensión por fatiga. En el diseño de la presente descripción el radio del concentrador de esfuerzos (situado en el empalme entre la raíz y el flanco de carga) se incrementa utilizando una configuración de doble elipse (superficie curva con un radio variable, no un arco de un círculo que tiene un radio constante). Esta configuración permite maximizar el radio del concentrador de esfuerzos pero también minimiza la pérdida de contacto entre los flancos de carga, y también minimiza la sección de la

conexión en la que la "sección crítica" se ve disminuida. Otra ventaja de este perfil es que el concentrador de esfuerzos se pone lejos de los puntos de contacto entre el perno y la caja de modo que el estado tensional en el concentrador de esfuerzos es más beneficioso para el comportamiento ante la fatiga del empalme. En el nuevo diseño descrito en este documento, el contacto máximo entre los flancos de carga y las crestas y raíces se asegura () de modo que el movimiento relativo entre las partes de la conexión se reduce al mínimo. En general, el perfil de la superficie de la raíz en la presente descripción se compone de una parte lineal y una parte curvada que tiene un perfil elíptico doble.

[0017] En particular, se revela un diseño para una rosca macho o hembra, que está dispuesta en un extremo de un elemento tubular. La rosca macho o hembra incluye: una superficie de raíz cónica que tiene un primer ángulo de conicidad (β), medido desde el eje longitudinal (aa) de la rosca, dicha superficie de raíz cónica se une tangencialmente a un primer extremo mediante una superficie curva cóncava de un radio de curvatura constante a un flanco de enchufe, dicha superficie de raíz cónica se une en un segundo extremo por una superficie curva convexa de radio de curvatura constante a un canal de raíz. El canal de raíz se extiende desde la superficie de raíz cónica hasta un flanco de carga.

[0018] El canal de raíz incluye: una primera parte que comprende una primera superficie elíptica que tiene un radio variable de curvatura, dicha primera superficie elíptica es parte de una elipse, y dicho canal de raíz incluye además una segunda porción que comprende una segunda superficie elíptica que tiene un radio de curvatura variable, dicha segunda superficie elíptica es parte de una segunda elipse, dicha segunda superficie elíptica se une tangencialmente en un primer extremo a la primera superficie elíptica en un punto de unión que define la parte inferior del canal de raíz, y dicha segunda superficie elíptica se une tangencialmente por un segundo extremo al flanco de carga. La parte inferior del canal de raíz está dispuesta en la pared lateral del elemento tubular por debajo del nivel de la superficie de raíz cónica

[0019] La superficie de raíz cónica (101) incluye un primer ángulo de conicidad (β) medido entre la superficie de raíz cónica 101 y un eje longitudinal (aa) de la de la rosca. En algunas implementaciones, el primer ángulo de conicidad (β) es de 0 grados, de tal manera que la superficie de raíz cónica (101, 301) es paralela al eje de roscado (aa). En otras implementaciones el primer ángulo de conicidad (β) es mayor que 0 pero menor que el valor de medición de un ángulo medido entre un flanco enchufe 220 de la rosca macho y el eje de rosca (aa).

[0020] En algunas implementaciones de un ángulo theta medido entre el eje de rosca (aa) y el eje longitudinal (dd) de la pared lateral del elemento tubular (11) oscila entre 1,5 grados y 12 grados.

[0021] En la presente descripción, un eje mayor (cc) de la segunda elipse está dispuesto perpendicular al flanco de carga, y el eje mayor (bb) de la primera elipse es perpendicular al eje principal (cc) de la segunda elipse. El eje mayor (bb) de la primera elipse es concurrente con un eje menor de la segunda elipse.

5 [0022] En algunas implementaciones la primera elipse y la segunda elipse son del mismo tamaño. Por ejemplo, la primera elipse tiene un primer diámetro predeterminado (D1) a lo largo de un eje mayor (bb), y un segundo diámetro predeterminado (D2) a lo largo de un eje menor, y la segunda elipse tiene un diámetro predeterminado (D3) a lo largo de la mayor eje (cc) que es igual al diámetro (D1) a lo largo del eje mayor (bb) de la primera elipse, y la segunda elipse tiene un segundo diámetro (D4) a lo largo de un eje menor que es igual al diámetro (D2) a lo largo el eje menor de la primera elipse.

[0023] En otras implementaciones en las elipses pueden tener diferentes formas. Por ejemplo, la primera elipse tiene un primer diámetro predeterminado (D1) a lo largo de un eje mayor (bb), y un segundo diámetro predeterminado (D2) a lo largo de un eje menor, y la segunda elipse tiene un diámetro predeterminado (D3) a lo largo de un eje mayor (cc) que es igual al diámetro (D1) a lo largo del eje mayor (bb) de la primera elipse, la segunda elipse tiene un segundo diámetro (D4) a lo largo de un eje menor que es mayor que el diámetro (D2) a lo largo el eje menor de la primera elipse. En otras implementaciones, el segundo diámetro (D4) a lo largo de un eje menor de la segunda elipse es mayor que el diámetro (D2) a lo largo del eje menor de la primera elipse, pero el diámetro de D1 puede no ser necesariamente igual al diámetro de D3. En otras implementaciones el segundo diámetro (D4) a lo largo de un eje menor es menor que el diámetro (D2) a lo largo del eje menor de la primera elipse. En otras implementaciones del diámetro (D3) a lo largo del eje mayor (cc) de la segunda elipse es menor que el diámetro D1 a lo largo del eje mayor (bb) de la primera elipse. En otras implementaciones, el diámetro (D3) a lo largo del eje mayor (cc) de la segunda elipse puede ser mayor que el diámetro (D1) a lo largo del eje mayor (bb) de la primera elipse. Se entenderá y se indica expresamente que cualquier combinación de una o más de las configuraciones de diámetro de las elipses precedentes se pueden combinar para llevar a la práctica presente invención.

30 [0024] En algunas implementaciones, el flanco de carga se inclina desde el canal de raíz y un ángulo medido entre el flanco de carga y una línea perpendicular a un eje de la rosca (aa) oscila entre 0 y 5 grados. Esto se conoce en la técnica como una rosca trapezoidal. En otras implementaciones, el flanco de carga se inclina hacia el canal de la raíz y un ángulo medido entre el flanco de carga y una línea perpendicular a un eje de la rosca (aa) oscila entre 0 y -9 grados. Esto se conoce en la técnica como un filete en gancho.

[0025] Las diversas implementaciones del perfil de raíz de doble elipse de la presente invención pueden ser utilizadas en una conexión roscada que tiene un elemento tubular macho que incluye una rosca macho cónica que tiene un eje de ahusamiento (aa), y un elemento tubular hembra que incluye rosca hembra cónica que tiene un eje de ahusamiento (aa), dicha rosca hembra coopera con la rosca macho cuando la conexión roscada se compone. La superficie de la raíz en al menos una de las roscas macho y hembra incluye una superficie de raíz cónica que tiene un primer ángulo de conicidad (β) medido entre la superficie de raíz cónica 101 y un eje longitudinal (aa) de la rosca, dicha superficie de raíz cónica se une tangencialmente en un primer extremo por una superficie curva cóncava de un radio de curvatura constante a un flanco de enchufe, dicha superficie de raíz cónica se une en un segundo extremo por una superficie curva convexa de radio de curvatura constante a un canal de raíz. El canal de raíz se extiende desde la superficie de raíz cónica hasta un flanco de carga. El canal de raíz incluye: una primera parte que comprende una primera superficie elíptica que tiene un radio variable de curvatura, dicha primera superficie elíptica es parte de una elipse, y dicho canal de raíz incluye además una segunda porción que comprende una segunda superficie elíptica que tiene un radio variable de curvatura, dicha segunda superficie elíptica es parte de una segunda elipse, dicha segunda superficie elíptica se une tangencialmente en un primer extremo a la primera superficie elíptica en un punto de unión que define la parte inferior del canal de raíz, y dicha segunda superficie elíptica se une tangencialmente por un segundo extremo al flanco de carga. La parte inferior del canal de raíz está dispuesta en la pared lateral del elemento tubular por debajo del nivel de la superficie de raíz cónica.

[0026] Se describe un método para cortar una rosca macho o hembra cónica del perfil de raíz de doble elipse de la presente invención. El método incluye: proporcionar un elemento tubular; cortar una rosca macho o hembra cónica en un extremo de dicho elemento tubular en el que dicha rosca macho o hembra cónica incluye una superficie de raíz cónica que tiene un primer ángulo de conicidad (β) medido entre la superficie de raíz cónica 101 y un eje longitudinal (aa) de la rosca, dicha superficie de raíz cónica se une tangencialmente en un primer extremo por una superficie curva cóncava de un radio de curvatura constante a un flanco de enchufe, dicha superficie de raíz cónica se une en un segundo extremo por una superficie curva convexa de radio de curvatura constante a un canal de raíz. El canal de raíz se extiende desde la superficie de raíz cónica hasta un flanco de carga. El canal de raíz incluye: una primera parte que comprende una primera superficie elíptica que tiene un radio variable de curvatura, dicha primera superficie elíptica es parte de una elipse, y dicho canal de raíz incluye además una segunda porción que comprende una segunda superficie elíptica que tiene un radio variable de curvatura,

dicha segunda superficie elíptica es parte de una segunda elipse, dicha segunda superficie elíptica se une tangencialmente en un primer extremo a la primera superficie elíptica en un punto de unión que define la parte inferior del canal de raíz, y dicha segunda superficie elíptica se une tangencialmente por un segundo extremo al flanco de carga. La parte inferior del canal de raíz está dispuesta en la pared lateral del elemento tubular por debajo del nivel de la superficie de raíz cónica.

[0027] Los detalles de una o más implementaciones de la invención se exponen en los dibujos adjuntos y la descripción que sigue. Otras características, objetos y ventajas de la invención serán evidentes a partir de la descripción y los dibujos, y de las reivindicaciones.

Descripción de los dibujos

[0028] La figura 1 es una sección transversal parcial de una primera implementación de un diseño de conexión roscada que tiene una elipse doble en la raíz de la rosca para reducir la tensión a la fatiga;

[0029] La figura 1A es una parte ampliada de la sección transversal de la figura 1, en la que el ángulo de ahusamiento de la rosca está más ampliado a efectos ilustrativos;

[0030] La figura 2 es una sección transversal parcial de una segunda implementación de un diseño de conexión roscada que tiene una elipse doble en la raíz de la rosca para reducir la tensión a la fatiga;

[0031] La figura 2A es una parte ampliada de la sección transversal de la figura 2, en la que el ángulo de ahusamiento de la rosca está más ampliado a efectos ilustrativos;

[0032] La figura 3 es una sección transversal parcial de una tercera realización de un diseño de conexión roscada que tiene una elipse doble en la raíz de la rosca para reducir la tensión a la fatiga;

[0033] La figura 3A es una parte ampliada de la sección transversal de la figura 3, en la que el ángulo de ahusamiento de la rosca está más ampliado a efectos ilustrativos;

[0034] Las figuras 4A a 4D son secciones transversales parciales que ilustran diferentes perfiles raíz de una rosca Cresta-a-Raíz ("CtR");

[0035] La figura 5 es una sección transversal parcial de una conexión tubular con un perfil de roscado de la figura 1;

[0036] La figura 6 es una sección transversal parcial de una conexión tubular con un perfil de roscado de la figura 2;

[0037] La figura 7 es una sección transversal parcial de una conexión tubular con un perfil de roscado de la figura 3;

- [0038] La figura 8A es una ilustración gráfica de los datos generados de un análisis de elementos finitos que indica los ciclos estimados hasta la falla por fatiga de una rosca CTR del arte previo convencional;
- 5 [0039] La figura 8B es una ilustración gráfica de los datos generados de un análisis de elementos finitos que indica los ciclos estimados hasta la falla por fatiga de una rosca elíptica doble de la presente descripción;
- [0040] La figura 9A es una ilustración gráfica de los datos generados de un análisis de elementos finitos que indica la distribución de tensiones para una rosca CTR del arte previo convencional, y
- 10 [0041] La figura 9B es una ilustración gráfica de los datos generados de un análisis de elementos finitos que indica la distribución de tensiones para una rosca elíptica doble de la presente descripción;
- [0042] Los símbolos de referencia en los diversos dibujos indican elementos similares.

Descripción detallada

- 15 [0043] Con referencia a la figura 1 se ilustra una primera implementación de un diseño de conexión roscada que tiene una elipse doble en la raíz de la rosca para reducir la tensión a la fatiga. Un elemento tubular tiene una rosca macho 100 dispuesta en un extremo del perno 12 del elemento tubular 11. La rosca macho 100 incluye una superficie de raíz cónica 101. En la primera implementación ilustrada en la Figura 1, la superficie de raíz
- 20 cónica 101 es paralela al eje de roscado (aa). El eje de roscado (aa) forma un ángulo θ de aproximadamente 2,4 grados con un eje longitudinal (dd) de la pared del tubo 11. El rango para θ en esta aplicación puede variar desde aproximadamente 1,5 grados a 12 grados, y más preferiblemente de 1,5 a 4,5 grados. Se entenderá que en esta forma de realización, puesto que la superficie de raíz cónica 101 es paralela al eje AA de la rosca,
- 25 un ángulo β entre la superficie de la raíz de la cónica 101 y el eje de rosca (aa) será igual a 0 grados. Sin embargo, en una modificación de esta realización, el ángulo β puede tener otros valores (por ejemplo, véase la Figura 2).
- [0044] La superficie de raíz cónica 101 se une tangencialmente en un primer extremo por una superficie cóncava curvada 102 de un radio de curvatura constante a un flanco de enchufe 120 y la superficie de raíz cónica 101 se une en un segundo extremo por una
- 30 superficie curva convexa 104 de radio de curvatura constante a un canal de raíz 103. El canal de raíz 103 se extiende desde la superficie de raíz cónica 101 hasta un flanco de carga 150.
- [0045] El canal de raíz 103 incluye una primera porción que comprende una primera
- 35 superficie elíptica 106 que tiene un radio variable de curvatura. La primera superficie elíptica 106 es parte de una elipse 107. El canal de raíz 103 incluye además una segunda

porción que tiene una segunda superficie elíptica 108 con un radio variable de curvatura. La segunda superficie elíptica es parte de una segunda elipse 110. La segunda superficie elíptica 108 se une tangencialmente en un primer extremo a la primera superficie elíptica 106 en un punto de unión 109 que define la parte inferior del canal de raíz 103. La
5 segunda superficie elíptica se une tangencialmente por un segundo extremo al flanco de carga 150.

[0046] La parte inferior del canal 103 se coloca por debajo del nivel de la superficie de raíz cónica 101.

[0047] El eje mayor (bb) de la primera elipse 107 se dispone perpendicular al eje principal
10 (cc) de la segunda elipse 110, y el eje mayor (bb) de la primera elipse 107 es concurrente con (está alineado y superpuesto) un eje menor de la segunda elipse 110. Esta configuración asegura que las elipses 107 y 110 se unan tangencialmente en el punto de unión 109.

[0048] En la primera implementación ilustrada en la Figura 1, el eje mayor (cc) de la
15 segunda elipse 110 está dispuesto perpendicular al flanco de carga 150. Esta configuración asegura que la segunda elipse 110 se una tangencialmente al flanco de carga 150.

[0049] En la primera implementación ilustrada en la Figura 1, la primera elipse 107 tiene un primer diámetro predeterminado (D1) a lo largo del eje mayor (bb), y un segundo
20 diámetro predeterminado (D2) a lo largo de un eje menor, y la segunda elipse 110 tiene un diámetro predeterminado (D3) a lo largo del eje mayor (cc) que es igual al diámetro (D1) a lo largo del eje mayor (bb) de la primera elipse 107, y la segunda elipse 110 tiene un segundo diámetro (D4) a lo largo de un eje menor que es igual al diámetro (D2) a lo largo del eje menor de la primera elipse 107. En esta configuración la primera elipse 107 y
25 la segunda elipse 110 son de forma idéntica. Alternativamente, se entenderá que en el diseño de rosca 100, la primera elipse 107 y la segunda elipse 110 pueden tener diferentes diámetros relativos. Por ejemplo, la primera elipse 107 puede ser más larga y más estrecha que la aplicación que se ilustra en la figura 1 (por ejemplo, la elipse puede tener una forma similar a la elipse 207 que se ilustra en la Figura 2).

30 [0050] Se entenderá que una conexión por caja hembra puede tener los mismos elementos y perfil que la rosca macho 100 ilustrada y expuesta anteriormente.

[0051] Con referencia a la figura 5 se ilustra una conexión tubular 10 que tiene un primer tubo 11 con un extremo de perno macho 12 con la rosca cónica macho 100 (tal como se ilustra en la Figura 1) montada a un extremo de la caja hembra 14 de un segundo tubo 13.

35 El extremo de caja hembra 14 se ilustra con el mismo perfil de roscado 100 que la rosca macho 100. Conforme se expondrá en lo sucesivo se entenderá que la rosca macho y la

rosca hembra no tienen que ser idénticas y, o bien la rosca macho o la rosca hembra pueden tener modificaciones tal como se indica a continuación.

[0052] En la primera aplicación que se ilustra en las Figuras 1, 1 A y 5, el flanco de carga 150 está inclinado de forma positiva fuera del canal de raíz 103. (Se observará que la Figura 1A tiene el ángulo de flanco de carga 150 exagerado con fines ilustrativos.) Tal configuración de la rosca se denomina en la técnica rosca trapezoidal. El ángulo del flanco de carga medido con una línea perpendicular al eje (aa) de la rosca está generalmente en el rango de 0 a 5 grados y más preferiblemente de 1,5 a 5 grados, y preferiblemente de aproximadamente 3 grados. Además, también es posible emplear ángulos de 0° (es decir, flanco de carga perpendicular al eje (aa) de la rosca). Además, también se pueden utilizar ángulos negativos de flanco de -9 ° a 0 (por ejemplo, véase la Figura 3a) para las variaciones de esta realización. Es decir, el ángulo del flanco de carga puede variar de -9 ° a 5 ° y un rango preferido para esta realización es de 1,5 ° a 5 ° y el valor preferido es de 3°

[0053] Con referencia a la figura 2 se ilustra una segunda realización de un diseño de conexión roscada que tiene una elipse doble en la raíz de la rosca para reducir la tensión a la fatiga. Un eje de roscado (aa) forma un ángulo theta preferido de aproximadamente 2,4 grados con un eje longitudinal (dd) de la pared del tubo 21. El rango para theta en esta aplicación puede variar desde aproximadamente 1,5 grados a 12 grados, y más preferiblemente de 1,5 a 4,5 grados.

[0054] En la segunda aplicación, una rosca cónica 200 incluye una superficie de raíz cónica 201 dispuesta a un ángulo de conicidad (β) medido entre la superficie de la raíz cónica 201 y el eje del cono (aa) de la rosca. El ángulo de conicidad (β) medido desde el eje del cono (aa) de la rosca es menor que un ángulo medido entre el flanco enchufe (220) y el eje AA de la rosca. La superficie de raíz cónica 201 se une tangencialmente en un primer extremo por una superficie cóncava curvada 202 de un radio de curvatura constante a un flanco de enchufe 220 y la superficie de raíz cónica 201 se une en un segundo extremo por una superficie curva convexa 204 de radio de curvatura constante a un canal de raíz 203. El canal 203 se extiende desde la raíz de la superficie de raíz cónica 201 a un flanco de carga 250.

[0055] El canal raíz 203 incluye una primera porción que tiene una primera superficie elíptica 206 con un radio variable de curvatura. La primera superficie elíptica 206 es parte de una elipse 207. El canal de raíz 203 incluye además una segunda porción que tiene una segunda superficie elíptica 208 con un radio variable de curvatura. La segunda superficie elíptica es parte de una segunda elipse 210. La segunda superficie elíptica 208 se une tangencialmente en un primer extremo a la primera superficie elíptica 206 en un

punto de unión 209 que define la parte inferior del canal de raíz 203. La segunda superficie elíptica se une tangencialmente por un segundo extremo al flanco de carga 250. La parte inferior del canal 203 se coloca por debajo del nivel de la superficie de raíz cónica 201.

5 [0056] El eje mayor (bb) de la primera elipse 207 se dispone perpendicular al eje principal (cc) de la segunda elipse 210, y el eje mayor (bb) de la primera elipse 207 es concurrente con (alineado y superpuesto) un eje menor de la segunda elipse 210. Esta configuración asegura que las elipses 207 y 210 se unan tangencialmente en el punto de unión 209.

10 [0057] En la segunda aplicación que se ilustra en la figura 2, el eje mayor (cc) de la segunda elipse 210 está dispuesto perpendicular al flanco de carga 250. Esta configuración asegura que la segunda elipse 210 se una tangencialmente al flanco de carga 250.

[0058] En la segunda aplicación, la primera 207 elipse tiene un primer diámetro predeterminado (D1) a lo largo de un eje mayor (bb), y un segundo diámetro predeterminado (D2) a lo largo de un eje menor, y la segunda elipse 210 tiene un diámetro predeterminado (D3) a lo largo de un eje principal (cc) que es igual al diámetro (D1) a lo largo del eje mayor (bb) de la primera elipse 207, y la segunda elipse 210 tiene un segundo diámetro (D4) a lo largo de un eje menor que es mayor que el diámetro (D2) a lo largo del eje menor de la primera elipse 207. Alternativamente, se entenderá que en el diseño de rosca 200, la primera 207 y la segunda elipse 210 pueden tener diferentes diámetros relativos. Por ejemplo, la segunda elipse 210 puede tener un primer diámetro (D3) a lo largo de un eje mayor que puede ser mayor que el diámetro (D1) a lo largo del eje mayor de la primera elipse.

25 [0059] Se entenderá que una conexión por caja hembra puede tener los mismos elementos y perfil que la rosca macho 200 ilustrada y expuesta anteriormente.

[0060] Con referencia a la figura 6 se ilustra una conexión tubular 20 que tiene un primer tubo 21 con un extremo de perno macho 22 con la rosca cónica macho 200 (tal como se ilustra en la Figura 2) montada a un extremo de la caja hembra 24 de un segundo tubo 23. El extremo de la caja hembra 24 se ilustra con una modificación de perfil de rosca 100 (como se ilustra en la figura 3). Se comprenderá que la rosca macho y la rosca hembra no tienen que ser idénticas, como se ilustra en la figura 6, siempre y cuando las superficies estén diseñadas para acoplarse correctamente. También se entenderá que la rosca macho y la rosca hembra pueden ser idénticas conforme lo ya expuesto en la presente memoria con respecto a las Figuras 1 y 5.

35 [0061] En la segunda aplicación (ver Figuras 2, 2A y 6), el flanco de carga 250 está inclinado de forma positiva desde el canal de raíz 203. (Se observará que la Figura 2A

tiene el ángulo del flanco de carga 150 exagerado con fines ilustrativos). Tal configuración de la rosca es denominada en la técnica rosca trapezoidal. El ángulo del flanco de carga 250 medido entre una línea perpendicular al eje de la tubería (aa) de la rosca está generalmente en el rango de 0 a 5 grados y más preferiblemente de 1,5 a 5 grados, y
5 preferiblemente de aproximadamente 3 grados. En variaciones de esta realización un ángulo de 0 ° (es decir, flanco de carga perpendicular al eje (AA) también se puede utilizar. Además, ángulos negativos de flanco de -9 ° a 0 (por ejemplo, véase la Figura 3) también pueden ser usados para esta realización. Es decir, el ángulo del flanco de carga puede variar de -9 ° a 5 ° con un intervalo preferido para esta forma de realización de 1,5 °
10 a 5 ° siendo el valor preferido de 3 °.

[0062] Con referencia a la figura 3 se ilustra una tercera realización de un diseño de conexión roscada 300 que tiene una elipse doble en la raíz de la rosca para reducir la tensión a la fatiga. La rosca macho cónica 300 incluye una superficie de raíz cónica 301. El eje de la rosca (aa) forma un ángulo theta preferido con el eje longitudinal del tubo (dd)
15 de aproximadamente 8 grados. El rango para theta en esta aplicación puede variar de aproximadamente 1,5 ° a 12 grados y más preferiblemente de 4,5 grados a 12 grados.

[0063] En la tercera implementación ilustrada en la figura 3, la superficie de raíz cónica 301 es paralela al eje de roscado (aa) como en la aplicación de la figura 1. Se entenderá que en esta forma de realización, puesto que la superficie de raíz cónica 301 es paralela
20 al eje AA de la rosca, el β ángulo entre la superficie de la raíz de la raíz cónica 301 y el eje de rosca (aa) será igual a 0 grados. Sin embargo, en una modificación de esta realización, el ángulo β puede tener otros valores (por ejemplo, véase la Figura 2).

[0064] La superficie de raíz cónica 301 se une tangencialmente en un primer extremo por una superficie 302 curvada cóncava de un radio de curvatura constante a un flanco de enchufe 320 y la superficie de raíz cónica 301 se une en un segundo extremo por una
25 superficie curva convexa 304 de radio de curvatura constante a un canal de raíz 303. El canal de raíz 303 se extiende desde la superficie de raíz cónica 301 hasta un flanco de carga 350.

[0065] El canal de raíz 303 incluye una primera porción que tiene una primera superficie elíptica 306 con un radio variable de curvatura. La primera superficie elíptica 306 es parte
30 de una elipse 307. La segunda superficie elíptica es parte de una segunda elipse 310. El canal de raíz 303 incluye además una segunda porción que tiene una segunda superficie elíptica 308 con un radio variable de curvatura. La segunda superficie elíptica 308 se une tangencialmente en un primer extremo a la primera superficie elíptica 306 en un punto de
35 unión 309 que define la base del canal de raíz 303. La segunda superficie elíptica se une

tangencialmente por un segundo extremo al flanco de carga 350. La parte inferior del canal 303 se coloca por debajo del nivel de la superficie de raíz cónica 301.

[0066] En la tercera implementación ilustrada en la figura 3, la primera elipse 307 tiene un primer diámetro predeterminado (D1) a lo largo del eje mayor (bb), y un segundo diámetro predeterminado (D2) a lo largo de un eje menor, y la segunda elipse tiene un diámetro predeterminado (D3) a lo largo del eje mayor (cc) que es igual al diámetro (D1) a lo largo del eje mayor (bb) de la primera elipse 307, y la segunda elipse 310 tiene un segundo diámetro (D4) a lo largo de un eje menor que es igual al diámetro (D2) a lo largo del eje menor de la primera elipse 307. Alternativamente, se entenderá que en el diseño de rosca 300, la primera elipse 307 y la segunda elipse 110 pueden tener diferentes diámetros relativos. Por ejemplo, la primera elipse 307 puede ser más larga y más estrecha que la aplicación que se ilustra en la figura 3 (por ejemplo, la elipse puede tener una forma similar a la elipse 207 ilustrada en la Figura 2).

[0067] El eje mayor (bb) de la primera elipse 307 se dispone perpendicular al eje principal (cc) de la segunda elipse 310, y el eje mayor (bb) de la primera elipse 307 es concurrente con (alineado y superpuesto) un eje menor de la segunda elipse 310. Esta configuración asegura que las elipses 307 y 310 se unan tangencialmente en el punto de unión 309.

[0068] En la tercera implementación ilustrada en la figura 3, el eje mayor (cc) de la segunda elipse 310 está dispuesto perpendicular al flanco de carga 350. Esta configuración asegura que la segunda elipse 310 se una tangencialmente al flanco de carga 350. Todas las orientaciones del otro eje se definen con respecto al eje cc de la segunda elipse 310.

[0069] Se entenderá que una conexión por caja hembra puede tener los mismos elementos y de perfil que la rosca macho 300 ilustrada y expuesta anteriormente.

[0070] Con referencia a la figura 7 se ilustra una conexión tubular 30 que tiene un primer tubo 31 con un extremo de perno macho 32 con la rosca cónica macho 300 (tal como se ilustra en la Figura 3) montada a un extremo de la caja hembra 34 de un segundo tubo 33. El extremo de la caja hembra 34 se ilustra con el mismo perfil de roscado 300 que la rosca macho 300. Como se ha discutido anteriormente en la presente memoria con respecto a las Figuras 2 y 6, se entenderá que la rosca macho y la rosca hembra no tienen que ser idénticas y, o bien la rosca macho o la rosca hembra pueden tener modificaciones, siempre que los perfiles concuerden entre sí.

[0071] En la tercera aplicación ilustrada en las Figuras 3, 3 A y 7, el flanco de carga 350 está inclinado hacia el canal de raíz 303. (Se observará que la Figura 3A tiene el ángulo del flanco de carga 350 exagerado con fines ilustrativos.) Tal configuración de la rosca es denominada en la técnica rosca en gancho. El ángulo del flanco de carga medido con una

línea perpendicular al eje (aa) de la rosca está generalmente en el rango de -9 a 0 grados y más preferiblemente de -9 a -1,5 grados y preferiblemente es de alrededor -3 grados. Además, ángulos de 0 ° (es decir, flanco de carga perpendicular al eje (AA) también se puede utilizar. Además, ángulos positivos de flanco de 0 ° a 5 grados (por ejemplo, véase la Figura 1a) también pueden ser utilizados para variaciones de esta forma de realización. Es decir, el ángulo gama del flanco de carga puede variar de -9 ° a 5, más preferiblemente un ángulo puede variar entre -9--1.5 y un valor preferido para esta realización es -3 °.

[0072] La presente descripción también incluye un método de corte de una rosca macho o hembra 100, 200, 300 en un extremo de un elemento tubular. El método incluye:

proporcionar un elemento tubular 11, 21, 31, 13, 23, 33; cortar una rosca macho o hembra cónica en un extremo respectivo de perno 12, 22, 32 o extremo de caja 14, 24, 34 del elemento tubular en tanto la rosca cónica incluye una superficie de raíz 101, 201, 301. La superficie de raíz cónica 101, 201, 301 se une tangencialmente en un primer extremo por una superficie cóncava curvada 102, 202, 302 de un radio de curvatura constante a un flanco de enchufe 120, 220, 320. La superficie de raíz cónica 101, 201, 301 está unida en un segundo extremo por una superficie curva convexa 104 de radio de curvatura constante a un canal de raíz 103. El canal de raíz 103, 203, 303 se extiende desde la superficie de raíz cónica 101, 201, 301 a un flanco de carga 150, 250, 350. El canal de raíz 103, 203, 303 incluye: una primera parte que comprende una primera superficie elíptica 106, 206, 306 que tiene un radio variable de curvatura, dicha primera superficie elíptica 106, 206, 306 es parte de una elipse 107, 207, 307, y el canal de raíz 103, 203, 303 incluye además una segunda porción que comprende una segunda superficie elíptica 108, 208, 308 con un radio variable de curvatura, dicha segunda superficie elíptica es parte de la segunda elipse 110, 210, 310. La segunda superficie elíptica 108, 208, 308 se une tangencialmente en un primer extremo a la primera superficie elíptica 106, 206, 306 en un punto de unión que define la base del canal 109, 209, 309. La segunda superficie elíptica se une tangencialmente por un segundo extremo al flanco de carga 105, 205, 305. La segunda superficie elíptica tiene su eje mayor (cc) perpendicular al flanco de carga 150, 250, 350. El eje mayor bb es perpendicular al eje mayor cc. La orientación del eje se define teniendo en cuenta que cc debe ser perpendicular al flanco de carga y que bb y cc deben ser perpendiculares entre si.

Beneficios de la presente invención

[0073] El diseño de perfil de raíz de la presente descripción mejora la resistencia a la fatiga de la conexión roscada por una acción combinada de varias características que se manifiestan en el final de la operación de armado de la conexión:

a) el suministro de grandes cargas radiales ("cargas circunferenciales"), en función de la interferencia raíz a cresta. Las grandes cargas circunferenciales mejoran la resistencia a la fatiga;

b) el suministro de cargas de apoyo importantes que mejoran la resistencia a la fatiga, y

5 c) la provisión de un radio R_b alargado (del arco de la curva que conecta la raíz al flanco) disminuye la concentración de esfuerzos en las raíces de la rosca.

[0074] La configuración del presente diseño de dos elipses permite la maximización del radio del concentrador de esfuerzos en la unión entre el flanco de carga 150, 250, 350 y la superficie de la raíz 101, 201, 301, por lo que el efecto del concentrador de esfuerzo sobre
10 el comportamiento a la fatiga de la junta se reduce al mínimo. Además, el contacto eficaz entre los flancos de carga concordantes del elemento macho y hembra 12 y 14 de la conexión 10 también se maximiza y por lo tanto la eficacia de la conexión también se maximiza.

[0075] Las Figuras 4A, 4B, 4C y 4D ilustran los problemas y beneficios del cambio
15 incremental en la configuración de diseño de la técnica anterior CtR de la Figura 4A por un ejemplo de diseño de raíz de la presente descripción, como se ilustra en la figura 4D. En las Figuras 4A a 4D, R_b es el radio del arco de conexión de la raíz de la rosca macho al flanco de carga de la rosca macho. R_i es el radio del arco de conexión de la cresta de rosca y el flanco de carga de la rosca hembra. Véase la Figura 4A donde R_b y R_i son
20 iguales.

[0076] Con referencia a la figura 4A, se ilustra un contacto de flanco de carga completo. Problema: presiones de contacto sobre el concentrador de esfuerzos y bajo radio del concentrador de esfuerzos (R_b). Beneficio: alta eficiencia en tensión debido al contacto de flanco de carga maximizado L1.

[0077] Con referencia a la Figura 4B se ilustra un perfil modificado CTR (similar al diseño
25 de la técnica anterior de la Patente Estadounidense 20110042946 A1). Beneficio: El radio R_i se amplía para evitar puntos de contacto sobre el concentrador de esfuerzos. Problema: El estado de tensión cerca del concentrador de esfuerzos se ve muy afectado por el esfuerzo y las tensiones de contacto remotas. Otro problema de esta configuración
30 es el bajo radio del concentrador de esfuerzos (R_b). Esta configuración tiene el mismo R_b que en la Figura 4A.

[0078] Con referencia a la Figura 4C para maximizar el radio R_b del concentrador de esfuerzos R_b , se dispone el límite de (R_b), ya que es importante para evitar el contacto completo de flanco de carga. Además, al aumentar R_b el efecto de las tensiones de
35 contacto en el estado de tensión alrededor del concentrador de esfuerzos se hace más grande debido a que los puntos A y C están más cerca de B.

[0079] Con referencia a la Figura 4D, el radio de concentrador de esfuerzos (RI) de la rosca macho se ha ampliado para maximizar el contacto de flanco de carga y de la cresta de contacto de la raíz. Por otra parte, el estado de tensión en el concentrador de esfuerzos está menos influenciado por las tensiones de contacto y es sólo una función de las tensiones remotas, debido al hecho de que los puntos de contacto A y C están más separados del concentrador de esfuerzos. Con esta geometría, la superficie de contacto L1 se recupera pero sin contacto en el concentrador de esfuerzos.

[0080] Con referencia a la Figura 4B (un diseño del arte previo similar a la Patente Estadounidense 2011 0042946 A1) y la figura 4D (una implementación del diseño de raíz de la presente), otra ventaja de usar el canal elíptico doble como se ilustra en las Figuras 1, 2 y 3 de la presente descripción es que el estado de tensión alrededor del concentrador de esfuerzos (KT) se ve menos afectado por los componentes de los esfuerzos debidos a los puntos de contacto (σ_A σ_C +), y así los valores de las tensiones son más bajos que los obtenidos para una unión sin un canal y sólo se ven afectados por el estrés remoto (σ_B).

[0081] En algunas roscas CTR de la técnica anterior (véase la Figura 4B), el estado de tensión alrededor del concentrador de esfuerzos KT es una función de las tensiones de contacto (σ_A σ_C +) y los esfuerzos remotos (σ_B):

$$\sigma_{KT} = \sigma_A + + \sigma_B \sigma_C$$

[0082] Sin embargo, en el conjunto de la presente descripción (véase la Figura 4D), los puntos de contacto A y C están muy lejos del concentrador de esfuerzos, por lo que el estado de tensión alrededor del concentrador de esfuerzos KT es una función sólo de las tensiones remotas (σ_B):

$$\sigma_{KT} = \sigma_B$$

[0083] Es importante señalar que la elección de las elipses para formar el canal se basa en el hecho de que las elipses son funciones que permiten la unión de dos superficies perpendiculares con una superficie curva que tiene un radio que varía de punto a punto. Por lo tanto, los radios se pueden maximizar y minimizar. Por ejemplo, un arco de círculo que tiene el mismo radio que el radio de la elipse en el KT eliminará toda posibilidad de contacto entre los flancos de carga (véanse las Figuras 1 a 3).

[0084] El uso de una segunda elipse para ir desde el flanco de carga al KT tiene por objeto maximizar el radio del KT, entonces el diseño cambia a la primera elipse para restaurar rápidamente el contacto cresta-raíz. Este diseño proporciona una eliminación mínima de la superficie de contacto cresta-raíz. Por lo tanto, las presiones de contacto se mantiene bajas (véanse las Figuras 1 a 3).

[0085] Para mejorar el efecto de la primera elipse, puede ser estrechada, como se ilustra en la segunda implementación de la presente descripción (véase la Figura 2).

[0086] Además con el aumento de la conicidad de la parte cónica de la superficie de la raíz como se ilustra en la segunda aplicación (Fig. 2), la superficie de contacto entre la cresta y la raíz es ampliada y así las presiones de contacto se reducen al mínimo y se minimiza la corrosión por frotamiento. La longitud de contacto cresta / raíz es aproximadamente el doble en la segunda aplicación, en comparación con el diseño ilustrado en la primera aplicación. Este diseño minimiza el desgaste. Además, el ángulo positivo (mayor que 0) de conicidad (β) medido desde el eje del cono (aa) de la rosca ayuda a mantener el filete bloqueado. El ángulo (β) también es útil en la ampliación de la superficie de contacto cresta / raíz y al mismo tiempo proporciona un espacio adicional para el canal para la reducción de la tensión en la raíz del perno (ver Figura 2).

[0087] Con referencia a las Figuras 8A, 8B, 9A y 9B, el análisis de elementos finitos ha sido empleado para generar los datos que comparan los parámetros para una rosca CtR convencional (como se ilustra en la Figura 4A) contra el ejemplo de diseño elíptico doble de la presente descripción (conforme la figura 4D). La Figura 8A ilustra los ciclos a falla por fatiga para el diseño CtR estándar. La Figura 8B indica los ciclos a falla por fatiga para el diseño elíptico doble de la presente descripción. Se puede observar en las Figuras 8A y 8B cómo el diseño elíptico doble de la presente invención influye directamente en el número de ciclos hasta la rotura en la zona donde se coloca el concentrador de esfuerzos. La primera capa de material (en la zona del concentrador de esfuerzos, es decir, la unión entre el flanco de carga y superficie de la raíz) en el diseño CTR estándar es el que tiene menos número de ciclos 1.120×10^3 a falla por fatiga (Fig. 8A), mientras que el área de puntos (área cerca del concentrador de esfuerzos) en el perfil elíptico doble (Fig. 8B) es el que tiene menos número de ciclos 1.0×10^4 . Se puede observar que la resistencia a la fatiga del componente se incrementa con el diseño elíptico doble de la presente invención.

[0088] Con referencia a las Figuras 9A y 9B, la distribución de la tensión y los valores de von Mises representativos para la rosca CtR estándar se ilustran en la figura 9A y el perfil de doble rosca elíptica de la presente descripción se ilustra en la figura 9B. Se pueden observar en la figura 9A (diseño CtR del arte previo) altos valores de Von Mises en todo el concentrador de esfuerzos y cerca de los puntos de contacto entre la rosca macho y hembra cerca del concentrador de esfuerzos. Sin embargo, la Figura 9B, (el perfil de doble rosca elíptica de las presentes invenciones) demuestra un nivel más bajo de los valores de tensión y una distribución más uniforme de la tensión cerca del concentrador de esfuerzos. Los puntos de contacto entre los miembros macho y hembra están deseablemente separados del concentrador de esfuerzos y por lo tanto no contribuyen al estado de la tensión de la zona cerca del concentrador de esfuerzos.

[0089] Se ha descrito cierto número de realizaciones de la invención. No obstante, se entenderá que diversas modificaciones pueden hacerse sin apartarse del espíritu y alcance de la invención. En consecuencia, otras realizaciones están dentro del alcance de las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un elemento tubular que tiene una rosca macho dispuesta en un extremo de dicho elemento tubular, dicha rosca macho comprende:
- 5 una superficie de raíz cónica que tiene un primer ángulo de conicidad (β) medido entre la superficie de raíz cónica y un eje longitudinal (aa) de la rosca, dicha superficie de raíz cónica se une tangencialmente en un primer extremo por una superficie curva cóncava de un radio constante de curvatura a un flanco de enchufe, dicha superficie de raíz cónica se une en un segundo extremo por una superficie curva convexa de radio de
- 10 curvatura constante a un canal de raíz;
- dicho canal de raíz se extiende desde la superficie de raíz cónica hasta un flanco de carga, dicho canal de raíz incluye:
- una primera parte que comprende una primera superficie elíptica que tiene un radio variable de curvatura, dicha primera superficie elíptica es parte de una elipse, y
- 15 dicho canal de raíz incluye además una segunda porción que comprende una segunda superficie elíptica que tiene un radio variable de curvatura, dicha segunda superficie elíptica es parte de una segunda elipse, dicha segunda superficie elíptica se une tangencialmente en un primer extremo a la primera superficie elíptica, y dicha segunda superficie elíptica se une tangencialmente por un segundo extremo al flanco de
- 20 carga.
2. El elemento tubular de la Reivindicación 1 en el cual el primer ángulo de conicidad (β) es de 0 grados, de tal manera que la superficie de raíz cónica es paralela al eje de roscado (aa).
- 25
3. El elemento tubular de la Reivindicación 1 en el cual el primer ángulo de conicidad (β) es menor que el valor de medición de un ángulo medido entre un flanco enchufe de la rosca macho y el eje de rosca (aa).
- 30
4. El elemento tubular de la Reivindicación 1 en el cual un ángulo theta medido entre el eje de rosca (aa) y el eje longitudinal (dd) de la pared lateral del elemento tubular oscila entre 1,5 grados y 12 grados.
5. El elemento tubular de la Reivindicación 1 en el cual un eje mayor (cc) de la segunda
- 35 elipse está dispuesto perpendicular al flanco de carga.

6. El elemento tubular de la Reivindicación 1 en el cual un eje mayor (bb) de la primera elipse es perpendicular al eje mayor (cc) de la segunda elipse.
7. El elemento tubular de la Reivindicación 1 en el cual un eje mayor (bb) de la primera elipse está alineado con un eje menor de la segunda elipse.
8. El elemento tubular de la Reivindicación 1 en el cual la primera elipse tiene un primer diámetro predeterminado (D1) a lo largo de un eje mayor (bb), y un segundo diámetro predeterminado (D2) a lo largo de un eje menor, y la segunda elipse tiene un diámetro predeterminado (D3) a lo largo del eje mayor (cc) que es igual al diámetro (D1) a lo largo del eje mayor (bb) de la primera elipse, la segunda elipse tiene un segundo diámetro (D4) a lo largo de un eje menor que es igual al diámetro (D2) a lo largo del eje menor de la primera elipse.
9. El elemento tubular de la Reivindicación 1 en el cual la primera elipse tiene un primer diámetro predeterminado (D1) a lo largo de un eje mayor (bb), y un segundo diámetro predeterminado (D2) a lo largo de un eje menor, y la segunda elipse tiene un diámetro predeterminado (D3) a lo largo de un eje mayor (cc) que es igual al diámetro (D1) a lo largo del eje mayor (bb) de la primera elipse, la segunda elipse tiene un segundo diámetro (D4) a lo largo de un eje menor que es mayor que el diámetro (D2) a lo largo del eje menor de la primera elipse.
10. El elemento tubular de la Reivindicación 1 en el cual la primera elipse tiene un primer diámetro predeterminado (D1) a lo largo de un eje mayor (bb), y un segundo diámetro predeterminado (D2) a lo largo de un eje menor, y la segunda elipse tiene un diámetro predeterminado (D3) a lo largo de un eje mayor (cc) y tiene un segundo diámetro (D4) a lo largo de un eje menor que es mayor que el diámetro (D2) a lo largo del eje menor de la primera elipse.
11. El elemento tubular de la Reivindicación 1 en el cual la primera elipse tiene un primer diámetro predeterminado (D1) a lo largo de un eje mayor (bb), y un segundo diámetro predeterminado (D2) a lo largo de un eje menor, y la segunda elipse tiene un diámetro predeterminado (D3) a lo largo de un eje mayor (cc) y tiene un segundo diámetro (D4) a lo largo de un eje menor que es menor que el diámetro (D2) a lo largo del eje menor de la primera elipse.

12. El elemento tubular de la Reivindicación 1 en el cual la primera elipse tiene un primer diámetro predeterminado (D1) a lo largo de un eje mayor (bb), y un segundo diámetro predeterminado (D2) a lo largo de un eje menor, y la segunda elipse tiene un diámetro predeterminado (D3) a lo largo de un eje mayor (cc) y tiene un segundo diámetro (D4) a lo largo de un eje menor, y en el que el diámetro (D3) a lo largo del eje mayor (cc) de la segunda elipse es menor que el diámetro D1 a lo largo del eje mayor (bb) de la primera elipse.

13. El elemento tubular de la Reivindicación 1 en el cual la primera elipse tiene un primer diámetro predeterminado (D1) a lo largo de un eje mayor (bb), y un segundo diámetro predeterminado (D2) a lo largo de un eje menor, y la segunda elipse tiene un diámetro predeterminado (D3) a lo largo de un eje mayor (cc) y tiene un segundo diámetro (D4) a lo largo de un eje menor, y en el que el diámetro (D3) a lo largo del eje mayor (cc) de la segunda elipse es mayor que el diámetro (D1) a lo largo de la mayor eje (bb) de la primera elipse.

14. El elemento tubular de la Reivindicación 1 en el cual el flanco de carga está dispuesto en relación a un ángulo medido entre el flanco de carga y una línea perpendicular a un eje de la rosca (aa), en tanto dicho ángulo oscila entre -9 y 5 grados.

15. El elemento tubular de la Reivindicación 1 en el cual la segunda superficie elíptica se une tangencialmente en un primer extremo a la primera superficie elíptica en un punto de unión que define la parte inferior del canal de raíz.

16. El elemento tubular de la reivindicación 15 en el cual la base del canal está dispuesta en la pared lateral del elemento tubular por debajo del nivel de la superficie de raíz cónica.

17. Una conexión roscada tubular, que comprende:
un elemento tubular macho que incluye una rosca macho cónica que tiene un eje de ahusamiento (aa), y
un elemento tubular hembra que incluye una rosca hembra cónica que tiene un eje de ahusamiento (aa), dicha rosca hembra coopera con la rosca macho cuando la conexión roscada se compone;
en tanto la superficie de la raíz en al menos una de la rosca macho cónica y la rosca cónica hembra comprende: una superficie de raíz cónica que tiene un primer ángulo de conicidad (β) medido entre la superficie de raíz cónica y un eje longitudinal (aa) de la

rosca, dicha superficie de raíz cónica se une tangencialmente en un primer extremo por una superficie curva cóncava de un radio de curvatura constante a un flanco de enchufe, dicha superficie de raíz cónica se une en un segundo extremo por una superficie curva convexa de radio de curvatura constante a un canal de la raíz;

5 dicho canal de la raíz se extiende desde la superficie de raíz cónica hasta un flanco de carga, dicho canal de raíz incluye:

una primera parte que comprende una primera superficie elíptica que tiene un radio variable de curvatura, dicha primera superficie elíptica es parte de una elipse, y

10 dicho canal de raíz incluye además una segunda porción que comprende una segunda superficie elíptica que tiene un radio variable de curvatura, dicha segunda superficie elíptica es parte de una segunda elipse, dicha segunda superficie elíptica se une tangencialmente en un primer extremo a la primera superficie elíptica, y dicha segunda superficie elíptica se une tangencialmente por un segundo extremo al flanco de carga.

15

18. La conexión roscada tubular de la Reivindicación 17 en la cual el primer ángulo de conicidad (β) es de 0 grados, de tal manera que la superficie de raíz cónica es paralela al eje de roscado (aa).

20 19. La conexión roscada tubular de la Reivindicación 17 en la cual el primer ángulo de conicidad (β) es menor que el valor de medición de un ángulo medido entre un flanco enchufe de la rosca macho y el eje de rosca (aa).

25 20. La conexión roscada tubular de la Reivindicación 17 en la cual un ángulo theta medido entre el eje de rosca (aa) y el eje longitudinal (dd) de la pared lateral del elemento tubular oscila entre 1,5 grados y 12 grados.

30 21. La conexión roscada tubular de la Reivindicación 17 en la cual un eje mayor (cc) de la segunda elipse está dispuesto perpendicular al flanco de carga.

22. La conexión roscada tubular de la Reivindicación 17 en la cual un eje mayor (bb) de la primera elipse es perpendicular al eje mayor (cc) de la segunda elipse.

35 23. La conexión roscada tubular de la Reivindicación 17 en la cual un eje mayor (bb) de la primera elipse está alineado con un eje menor de la segunda elipse.

24. La conexión roscada tubular de la Reivindicación 17 en la cual la primera elipse tiene un primer diámetro predeterminado (D1) a lo largo de un eje mayor (bb), y un segundo diámetro predeterminado (D2) a lo largo de un eje menor, y la segunda elipse tiene un diámetro predeterminado (D3) a lo largo del eje mayor (cc) que es igual al diámetro (D1) a lo largo del eje mayor (bb) de la primera elipse, la segunda elipse tiene un segundo diámetro (D4) a lo largo de un eje menor que es igual al diámetro (D2) a lo largo del eje menor de la primera elipse.

25. La conexión roscada tubular de la Reivindicación 17 en la cual la primera elipse tiene un primer diámetro predeterminado (D1) a lo largo de un eje mayor (bb), y un segundo diámetro predeterminado (D2) a lo largo de un eje menor, y la segunda elipse tiene un diámetro predeterminado (D3) a lo largo de un eje mayor (cc) que es igual al diámetro (D1) a lo largo del eje mayor (bb) de la primera elipse, la segunda elipse tiene un segundo diámetro (D4) a lo largo de un eje menor que es mayor que el diámetro (D2) a lo largo del eje menor de la primera elipse.

26. La conexión roscada tubular de la Reivindicación 17 en la cual la primera elipse tiene un primer diámetro predeterminado (D1) a lo largo de un eje mayor (bb), y un segundo diámetro predeterminado (D2) a lo largo de un eje menor, y la segunda elipse tiene un diámetro predeterminado (D3) a lo largo de un eje mayor (cc) y tiene un segundo diámetro (D4) a lo largo de un eje menor que es mayor que el diámetro (D2) a lo largo del eje menor de la primera elipse (207).

27. La conexión roscada tubular de la Reivindicación 17 en la cual la primera elipse tiene un primer diámetro predeterminado (D1) a lo largo de un eje mayor (bb), y un segundo diámetro predeterminado (D2) a lo largo de un eje menor, y la segunda elipse tiene un diámetro predeterminado (D3) a lo largo de un eje mayor (cc) y tiene un segundo diámetro (D4) a lo largo de un eje menor que es menor que el diámetro (D2) a lo largo del eje menor de la primera elipse.

28. La conexión roscada tubular de la Reivindicación 17 en la cual la primera elipse tiene un primer diámetro predeterminado (D1) a lo largo de un eje mayor (bb), y un segundo diámetro predeterminado (D2) a lo largo de un eje menor, y la segunda elipse tiene un diámetro predeterminado (D3) a lo largo de un eje mayor (cc) y tiene un segundo diámetro (D4) a lo largo de un eje menor, en tanto el diámetro (D3) a lo largo del eje mayor (cc) de

la segunda elipse es menor que el diámetro D1 a lo largo del eje mayor (bb) de la primera elipse.

5 29. La conexión roscada tubular de la Reivindicación 17 en la cual la primera elipse tiene un primer diámetro predeterminado (D1) a lo largo de un eje mayor (bb), y un segundo diámetro predeterminado (D2) a lo largo de un eje menor, y la segunda elipse tiene un diámetro predeterminado (D3) a lo largo de un eje mayor (cc) y tiene un segundo diámetro (D4) a lo largo de un eje menor, en tanto el diámetro (D3) a lo largo del eje mayor (cc) de la segunda elipse es mayor que el diámetro (D1) a lo largo del eje mayor (bb) de la
10 primera elipse.

30. La conexión roscada tubular de la Reivindicación 17 en la cual el flanco de carga está dispuesto en relación a un ángulo medido entre el flanco de carga y una línea perpendicular a un eje de la rosca (aa), en tanto dicho ángulo oscila entre -9 y 5 grados.
15

31. La conexión roscada tubular de la Reivindicación 17 en la cual la segunda superficie elíptica se une tangencialmente en un primer extremo a la primera superficie elíptica en un punto de unión que define la parte inferior del canal de raíz.