

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 412 883**

51 Int. Cl.:

**F16L 15/00** (2006.01)

**F16L 15/06** (2006.01)

**E21B 17/042** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.12.2009 E 09796619 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.04.2013 EP 2366075**

54 Título: **Conexión tubular con roscado de bloqueo automático utilizada en la industria del petróleo**

30 Prioridad:

**16.12.2008 FR 0807088**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**12.07.2013**

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:

**MARTIN, PIERRE y  
VERGER, ERIC**

74 Agente/Representante:

**ESPIELL VOLART, Eduardo María**

**ES 2 412 883 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 con roscado de bloqueo automático utilizada en la industria del petróleo.

La presente invención se refiere a una conexión roscada con roscado de bloqueo automático que comprende un primer y un segundo componente tubular, estando uno provisto de un extremo macho tubular y estando el otro provisto de un extremo hembra tubular, estando cada extremo provisto de una zona roscada la cual puede cooperar por ajuste de bloqueo automático a una posición de bloqueo cuando están ensamblados uno en el otro.

De manera conocida, es convencional conectar tubos por ensamblaje, estando dichos tubos destinados a constituir un revestimiento o una columna de entubación en el contexto de funcionamiento de un pozo de hidrocarburo. En general, dichos tubos comprenden un extremo provisto de una zona roscada macho y un extremo provisto de una zona roscada hembra destinados cada uno a estar ensamblados por ensamblaje con el extremo correspondiente de otro componente, definiendo el conjunto una conexión. La columna constituida de este modo puede estar girada cuando la perforación del pozo se ha llevado a cabo horizontalmente, con el fin de permitir que dicha columna avance hacia la parte inferior del pozo u horizontalmente cuando es un pozo perforado horizontalmente. Por esta razón, los componentes deben estar ensamblados juntos con un par elevado con el fin de ser capaces de transmitir un par rotativo el cual es suficiente para permitir que se pueda avanzar la columna dentro del pozo y también que no se pueda sacar. Para productos convencionales, el par de ensamblaje se alcanza generalmente gracias a la cooperación por ajuste de las superficies de apoyo proporcionadas en cada uno de los componentes los cuales se tienen que ensamblar. No obstante, puesto que la extensión de las superficies de apoyo es una fracción del grosor de los tubos, el umbral de plastificación crítico de las superficies de apoyo se alcanza rápidamente cuando se aplica un par de ensamblaje demasiado grande.

Por esta razón, se han realizado desarrollos dedicados, por ejemplo, a conexiones tales como las vendidas por el Solicitante con el nombre comercial VAM@HTF, en particular en lo que respecta a los roscados, con el fin de ser capaces de retirar de las superficies de apoyo al menos parte o todas las cargas las cuales no son capaces de acomodar. El objetivo se consiguió utilizando los roscados de bloqueo automático tal como se describe en la patente FR-2 855 587. En los roscados de bloqueo automático de ese tipo de conexión, tal como se describe en la técnica anterior US Re 30 647 y US Re 34 467, las roscas (también denominadas dientes) del extremo macho y las roscas (también denominadas dientes) del extremo hembra presentan un cable constante pero anchos de rosca variables. Más precisamente, los anchos de las crestas de las roscas (o dientes) se incrementan progresivamente para las roscas del extremo macho o extremo hembra respectivamente con incremento de distancia desde el extremo macho o extremo hembra respectivamente. De este modo, durante el ensamblaje, las roscas macho y hembra (o dientes) terminan por bloquearse entre sí en una posición correspondiente al punto de bloqueo. Más precisamente, el bloqueo se produce para los roscados de bloqueo automático cuando los flancos de las roscas macho (o dientes) se bloquean contra los flancos de las correspondientes roscas hembra (o dientes). Cuando se alcanza la posición de bloqueo, las zonas roscadas macho y hembra las cuales están ensambladas una dentro de otra presentan un plano de simetría en el que el ancho de altura media común en el centro de los dientes macho y hembra localizado en el extremo de la zona roscada macho corresponde al ancho de altura media común en el centro de los dientes macho y hembra localizado en el extremo de la zona roscada hembra.

Por esta razón, las superficies de contacto toman el par de ensamblaje entre los flancos, es decir, un área de superficie total la cual es sustancialmente de un tamaño mucho mayor que la constituida por las superficies de apoyo de la técnica anterior.

No obstante, las conexiones de roscado de bloqueo automático convencionales cumplen ciertas limitaciones en las solicitudes actuales donde los esfuerzos de tracción/compresión son particularmente altos. De hecho, en el extremo de la zona roscada macho donde los anchos de las roscas macho (o dientes) son los más inferiores, dichas roscas que cooperan con las roscas (o dientes) del extremo hembra las cuales, en contraste, presentan anchos grandes. Se ha observado que cuando la conexión funciona en compresión/tensión alterna, los flancos de las roscas (o dientes) del extremo de la zona roscada macho están sujetos a esfuerzos de cizalladura muy elevados, los cuales pueden causar que los dientes macho se rompan y respectivamente, cuando la conexión funcione en compresión/tensión alterna, los flancos de las roscas (o dientes) del extremo de la zona roscada hembra estarán sujetos a esfuerzos de cizalladura muy elevados los cuales podrán causar que los dientes hembra se rompan.

Con el fin de superar esos problemas, se ha considerado una solución que consiste en producir un roscado en el cual el ancho de las roscas (o dientes) del extremo de la zona roscada macho es de mayor tamaño y esto sin cambiar la longitud total de las zonas roscadas. No obstante, esa solución implica incrementar el cable del roscado. De este modo, esa solución sufre la desventaja de reducir el número de roscas y, por consiguiente, incrementar el riesgo de salida, el cual corresponde a las roscas macho y hembra que se separan cuando la conexión está sujeta a un amplio plegado o cargas de tracción. Además, esa solución sufre la desventaja de reducir el área de superficie de contacto en las roscas y, por consiguiente, reducir el par admisible en el roscado.

Se ha estudiado también otra solución, que consiste en incrementar el número de roscas sin cambiar la longitud total de la zona roscada. Esa solución presenta la ventaja de ofrecer una superficie de contacto total mayor entre los flancos

macho y hembra y, de este modo, reducir las cargas en cada rosca. No obstante, esa solución implica reducir la variación (también denominada la proporción de cuña) de los anchos de las roscas. Por esta razón, la característica de bloqueo automático del roscado se atenúa, lo cual significa que la posición de bloqueo del roscado se vuelve fluctuante teniendo en cuenta las inexactitudes de mecanización. Esto es particularmente problemático si se tiene que proporcionar una zona de sellado de metal/metal, donde dos superficies proporcionadas respectivamente en el extremo macho y en el extremo hembra de los componentes tubulares de la conexión tienen que cooperar con una unión a presión.

Por esta razón, el objetivo de la invención es reducir la desproporción particularmente marcada próxima al extremo de la zona roscada macho entre el ancho de los dientes de las zonas roscadas macho y hembra, sin modificar ni la longitud total de la zona roscada ni la proporción de cuña.

Más concretamente, la invención proporciona una conexión roscada que comprende un primer y un segundo componente tubular, estando cada uno provisto de un extremo macho y hembra respectivos, comprendiendo el extremo macho, en su superficie periférica externa, al menos una zona roscada y finalizando en una superficie del terminal la cual está orientada radialmente con respecto al eje de la conexión, comprendiendo el extremo hembra, en su superficie periférica interna, al menos una zona roscada y finalizando en una superficie del terminal la cual está orientada radialmente con respecto al eje de la conexión, presentando la zona roscada macho una primera parte en la cual el ancho de los dientes,  $CWTp$ , se incrementa de un valor  $CWTpmin$  correspondiente al ancho del diente el cual está más cercano a la superficie del terminal del extremo macho a un valor  $CWTpmax$  correspondiente al ancho del diente el cual está más alejado de dicha superficie del terminal, mientras que el ancho de los dientes  $CWTb$  de la zona roscada hembra desciende de un valor  $CWTbmax$  correspondiente al ancho del diente el cual está más alejado de la superficie del terminal del extremo hembra a un valor  $CWTbmin$  correspondiente al ancho del diente el cual está más cercano a dicha superficie del terminal, de tal manera que las zonas roscadas cooperen de acuerdo con el ensamblaje de bloqueo automático, caracterizada porque:

$$\frac{CWTpmin}{CWTbmax} \geq 0,2$$

Y

$$\frac{CWTbmin}{CWTpmax} \leq \frac{CWTpmin}{CWTbmax}$$

A continuación se proporcionan características de la invención sustitutivas o complementarias opcionales.

La proporción entre el ancho,  $CWTpmin$ , del diente más cercana a la superficie del terminal del extremo macho y el ancho,  $CWTbmax$ , del diente más alejado de la superficie del terminal del extremo hembra está dentro del intervalo de 0,3 a 0,7.

La zona roscada macho está compuesta de una primera parte localizada en el lado de la superficie del terminal, en la cual el ancho de las raíces  $CWRp$  disminuye y una segunda parte localizada en el lado opuesto a la superficie del terminal, en la cual el ancho de las raíces  $CWRp$  permanece constante en un valor el cual es superior o igual a un valor de umbral  $CWRpumbral$ .

Preferiblemente de acuerdo con esta opción, el cable entre los flancos punzantes macho SFPP es constante en la primera parte y obtiene en la segunda parte un valor igual al del cable entre los flancos de carga macho LFPP el cual permanece constante en la primera y segunda parte.

Alternativamente de acuerdo con esta opción, el cable entre los flancos de carga macho LFPP es constante en la primera parte y obtiene en la segunda parte un valor igual al del cable entre los flancos punzantes SFPP el cual permanece constante en la primera y segunda parte.

La zona roscada macho está compuesta de una primera parte localizada en el lado de la superficie del terminal, en la cual el ancho de las raíces  $CWRp$  desciende a un valor  $CWRpumbral$  y de una segunda parte localizada en el lado opuesto a la superficie del terminal en la cual el ancho de las raíces  $CWRp$  se incrementa.

Preferiblemente de acuerdo con esta opción, el cable entre los flancos de carga macho LFPP es constante en la primera parte y obtiene en la segunda parte un valor  $LFP'p$  igual al del cable entre los flancos punzantes en la primera parte SFPP. Además el cable entre los flancos punzantes macho SFPP es constante en la primera parte y obtiene en la segunda parte un valor  $SFP'p$  igual al del cable entre los flancos de carga macho en la primera parte LFPP.

El valor  $CWRpumbral$  es 0,7 o más veces la altura del diente.

Las zonas roscadas macho y hembra presentan una generatriz de conicidad que constituye un ángulo con el eje de la conexión dentro del intervalo de 1 grado a 5 grados.

Los dientes de las zonas roscadas macho y hembra presentan un perfil de cola de milano.

5 Las crestas de los dientes y las raíces de las zonas roscadas macho y hembra están paralelas al eje de la conexión roscada.

Una holgura  $h$  está proporcionada entre la cresta de los dientes de la zona roscada macho y las raíces de la zona roscada hembra.

10 Los extremos macho y hembra comprenden cada uno respectivamente una superficie de sellado la cual puede cooperar entre sí en contacto de ajuste cuando las zonas roscadas cooperen después del ensamblaje de bloqueo automático.

Las superficies de sellado están constituidas respectivamente por una superficie abovedada en una y por una superficie cónica en la otra.

La superficie abovedada de una de las superficies de sellado presenta una generatriz con un radio de curvatura en el intervalo de 30 a 80 mm.

15 La tangente del semiángulo de pico de la superficie cónica de una de las superficies de sellado está dentro del intervalo de 0,025 a 0,075.

La zona de cooperación en contacto de ajuste de las superficies de sellado está localizada entre la superficie del terminal del extremo macho y las zonas roscadas.

20 Las características y ventajas de la invención se revelan con más detalle en la siguiente descripción realizada con referencia a los dibujos anexos.

la fig. 1 es una vista esquemática de una conexión que comprende un roscado de bloqueo automático de acuerdo con la técnica anterior.

la fig. 2 es una vista esquemática de una conexión que comprende un roscado de bloqueo automático pensado para un pozo de petróleo o gas de acuerdo con un modo de realización de la invención.

25 la fig. 3 es una vista detallada de un extremo macho de un componente tubular de una conexión de acuerdo con la técnica anterior.

la fig. 4 es una vista detallada de un extremo hembra de un componente tubular de una conexión de acuerdo con la técnica anterior.

30 la fig. 5 es una vista detallada de un extremo macho de un componente tubular de una conexión de acuerdo con la invención.

la fig. 6 es una vista detallada de un extremo hembra de un componente tubular de una conexión de acuerdo con la invención.

la fig. 7 es una vista detallada de dos zonas roscadas, macho y hembra, de una conexión de la invención que cooperan en el ajuste de bloqueo automático.

35 la fig. 8 es una vista detallada de un extremo hembra a lo largo de una variación de acuerdo con la invención.

la fig. 9 es un gráfico que muestra la evolución de los cables entre los flancos de carga y los flancos punzantes a lo largo de las roscas de los extremos macho y hembra de acuerdo con las figuras 5 y 6 tal como una función de la distancia desde la superficie delantera 7 en el extremo macho libre.

40 las figs. de 10 a 12 son gráficos los cuales son similares a los de la figura 8 para extremos macho que constituyen variaciones de la figura 5.

45 La conexión tubular roscada de la técnica anterior mostrada en la Figura 1 comprende un elemento tubular provisto de un extremo macho 1 y un elemento tubular provisto de un extremo hembra 2 y provisto de las respectivas zonas roscadas cónicas 3a, 4a las cuales cooperan juntas para una conexión mutua por ensamblaje de los dos elementos. Las zonas roscadas 3a, 4a son de un tipo de "bloqueo automático" conocido (también dicho que presenta una variación progresiva del ancho axial de las roscas y/o los intervalos entre las roscas) de tal manera que se produce un ajuste axial progresivo durante el ensamblaje hasta una posición de bloqueo final.

La Figura 7 muestra con más detalle la característica de “bloqueo automático” de las zonas roscadas. El término “zonas roscadas de bloqueo automático” significa zonas roscadas que comprenden las características detalladas a continuación. Las roscas macho (o dientes) 32, tal como las roscas hembra (o dientes) 42, presentan un cable constante aunque su ancho disminuye en la dirección de su respectiva superficie del terminal 7, 8 de tal manera que durante el ensamblaje, las roscas macho 32 y hembra 42 (o dientes) terminan por bloquearse una dentro de otra en una posición determinada. Más precisamente, el cable LFPb entre los flancos de carga 40 de la zona roscada hembra 4 es constante, al igual que el cable SFPb entre los flancos punzantes 41 de la zona roscada hembra, con la característica de que el cable entre los flancos de carga 40 es mayor que el cable entre los flancos punzantes 41. De manera similar, el cable SFPp entre los flancos punzantes macho 31 es constante, al igual que el cable LFPp entre los flancos de carga macho 30. Además, los cables respectivos SFPp y SFPb entre los flancos punzantes macho 31 y hembra 41 son iguales o más pequeños que los cables respectivos LFPp y LFPb entre los flancos de carga macho 30 y hembra 40, los cuales son iguales en sí mismos.

Tal como se puede ver en las Figuras 3 y 4, las zonas roscadas 3a y 4a de la técnica anterior presentan un plano de simetría 100 localizado a una distancia PDAP a partir de la superficie del terminal 7 del extremo macho. En este plano de simetría, el ancho de los dientes macho, CWTpref, y hembra, CWTbref, adyacentes al plano 100 es igual.

Tal como se puede ver en las Figuras 3 y 4 las cuales son detalles de la Figura 1, que muestran en la Figura 3 una vista en sección longitudinal del extremo macho y en la Figura 4 una vista en sección longitudinal del extremo hembra, el ancho CWTpmin del diente (o rosca) localizado más cercano a la superficie del terminal 7 del extremo macho 1 es por un lado el valor más pequeño de la zona roscada macho completa y por el otro lado corresponde al ancho de la raíz CWRpmin localizado más alejado de dicha superficie del terminal 7.

De manera similar, se puede ver que el ancho CWTbmin del diente (o rosca) localizado más cercano a la superficie del terminal 8 del extremo hembra es por un lado el valor más pequeño de la zona roscada hembra completa y por el otro lado corresponde al ancho de la raíz CWRbmin localizada más alejada de dicha superficie del terminal 8. Claramente, con el fin de obtener un ajuste radial de las zonas roscadas, el ancho CWTpmin del diente más estrecho de la zona roscada macho es igual al ancho CWRbmin de la raíz más estrecha de la zona roscada hembra.

Por esta razón, se puede ver que los dientes más estrechos de las zonas roscadas macho y hembra están fijados respectivamente entre los correspondientes dientes los cuales son los más anchos. El ancho estrecho de los dientes próximo a la superficie del terminal de los extremos macho y hembra así como el ancho grande de los dientes el cual los fija puede por separado o en combinación producir un riesgo de deterioración por cizalladura de estos dientes estrechos.

Se debería tener en cuenta que el riesgo de cizalladura es mucho más crítico para el diente con el ancho mínimo CWTpmin localizado en el extremo macho 1 que para el diente con el ancho mínimo CWTbmin localizado en el extremo hembra 2 dado que la zona roscada macho 1 es imperfecta cerca de los dientes machos los cuales fijan el diente de ancho mínimo CWTbmin. De hecho, cerca del diente con un ancho mínimo CWTbmin, los correspondientes dientes macho son de altura reducida para permitir una transición a las partes no roscadas y, de este modo, correr un riesgo mucho menor de causar que los correspondientes dientes hembra se rompan.

Se debería tener en cuenta que para una conexión resultante del ensamblaje de un componente tubular largo que lleva el extremo macho con un componente tubular corto (el último siendo denominado un acoplamiento) que lleva el extremo hembra, para el extremo macho, los dientes son más imperfectos cerca de la transición con las partes no roscadas. De este modo, el riesgo de que los dientes macho fijen el diente con un ancho mínimo CWTbmin en el extremo hembra es aún más reducido. De este modo, la invención es de aplicación particular a conexiones que comprenden roscas imperfectas o dientes que cooperan con los dientes de ancho mínimo del extremo hembra.

Con el fin de superar este problema, nuestra invención descrita en las Figuras 2, 5 y 6 propone fabricar una zona roscada macho 3 que coopere con una zona roscada hembra 4 con una longitud y cable los cuales sean idénticos a los de la técnica anterior. La mejora reside en el hecho de que la proporción entre el ancho, CWTpmin, del diente más cercano a la superficie del terminal 7 del extremo macho 1 y el ancho, CWTbmax, del diente más alejado de la superficie del terminal 8 del extremo hembra 2 está menos desproporcionada, es decir, más equilibrada. En particular, esta proporción está seleccionada para ser de 0,2 o más. Se obtiene la siguiente ecuación:

$$\frac{CWTpmin}{CWTbmax} \geq 0,2$$

Claramente, en términos de resistencia a esfuerzos de tracción/compresión alternos, en lo absoluto la proporción entre CWTpmin y CWTbmax es mejor cuando se aproxima a 1. Esta configuración resulta en el dibujo de la superficie del terminal 7 del extremo macho más cerca del eje de simetría 40 de la conexión de la técnica anterior eliminando la parte de la zona roscada macho donde los dientes son los más estrechos. De este modo, el ancho del diente más cercano a la superficie del terminal 7 se incrementa atribuyéndole un valor que se aproxima a CWTrefp el cual corresponde al ancho del diente adyacente al eje de simetría 40 de la conexión de la técnica anterior. Por esta razón, la distancia PDAP se reduce, la cual corresponde a la distancia entre el eje 100 y la superficie del terminal 7.

Además, con el objetivo de conservar la longitud total de las zonas roscadas de la técnica anterior con el fin de mantener el par de ensamblaje, la zona roscada del extremo opuesto a la superficie del terminal 7 se extiende igualmente. Por esta razón, en el lado de la superficie del terminal 8 del extremo hembra 2, la proporción entre el ancho  $CWT_{bmin}$  del diente más cercano a la superficie del terminal 8 del extremo hembra 2 y el ancho  $CWT_{pmax}$  del diente más alejado de la superficie del terminal 7 del extremo macho 1 tiende a reducirse. Esto da lugar a la siguiente desigualdad:

$$\frac{CWT_{bmin}}{CWT_{pmax}} \leq \frac{CWT_{pmin}}{CWT_{bmax}}$$

Se debería tener en cuenta que acentuar la desproporción entre el ancho  $CWT_{bmin}$  del diente más cercano a la superficie del terminal 8 del extremo hembra 2 y el ancho  $CWT_{pmax}$  del diente más alejado de la superficie del terminal 7 del extremo macho 1 es sólo ligeramente perjudicial dado que los dientes del extremo macho se denominan "imperfectos" en esta región. De hecho, éstos incluyen generalmente una oblicuidad la cual atenúa el riesgo de cizalladura para los dientes del extremo hembra correspondiente.

Dado que nuestra invención está basada en las longitudes totales derivadas de las de la técnica anterior, queda claro que opuesto a la superficie del terminal 7 del extremo macho 1, el ancho de las raíces está muy por debajo del valor  $CWR_{pmin}$  correspondiente al ancho mínimo de las raíces de la técnica anterior. De este modo, puede surgir un problema con la mecanización mediante la conservación de una longitud dada de la zona roscada y la conservación del valor del cable entre los flancos de carga y entre los flancos punzantes. De hecho, el ancho  $CWR_{pmin}$  es tan pequeño que las herramientas de corte utilizadas se rompen durante el paso de las mismas. Por esta razón, la invención propone una mejora mediante la modificación de la zona roscada macho cuando el ancho de las raíces de la zona roscada macho alcanza un valor de umbral  $CWR_{pumbral}$ . Este valor  $CWR_{pumbral}$ , es 0,7 o más veces la altura del diente.

En una primera variación mostrada en la figura 5, cuando el ancho de las raíces de la zona roscada macho alcanza un valor de umbral  $CWR_{pumbral}$ , la zona roscada macho adopta un perfil el cual ya no es de bloqueo automático pero presenta un ancho de raíz y diente constante, respectivamente igual a  $CWT_{pmax}$  y  $CWR_{pmin}$ . De este modo, en la distancia  $VPEST$ , el valor  $CWR_{pmin} = CWR_{pumbral}$ . Esta transición ocurre a una distancia  $VPEST$  desde la zona del terminal 7 separando una primera parte de la zona roscada macho localizada en el lado de la superficie del terminal 7 de una segunda parte de la zona roscada macho localizada en el lado opuesto a la superficie del terminal 7. De este modo, las raíces están mecanizadas con un ancho constante  $CWR_{pumbral}$  y los dientes están mecanizados con un ancho constante  $LFPp - CWR_{pumbral}$ . El cable de la zona roscada macho se convierte en el cable el cual corresponde al cable entre los flancos de carga con el fin de ser compatible con la zona roscada hembra, el perfil de bloqueo automático de la cual no experimenta ninguna variación (véase la figura 6). Tal como se muestra en el gráfico de los cables de la figura 9, en el roscado macho, el cable entre los flancos punzantes  $SFPp$  se incrementa repentinamente desde la distancia  $VPEST$  de la superficie delantera 7 hasta un valor igual al cable entre los flancos de carga  $LFPp$  cuyo cable permanece constante en toda la longitud del roscado. Los cables entre los flancos de carga y los flancos punzantes de las roscas hembra permanecen constantes en toda la longitud del roscado hembra. Se debería tener en cuenta de este modo que el contacto entre los flancos de carga macho y hembra se conserva mientras que el contacto entre los flancos punzantes macho y hembra desaparece. No obstante, dado que ésta es una parte donde las roscas macho (o dientes) son imperfectas, esto es poco perjudicial en lo que respecta a la fuerza mecánica. Se debería tener en cuenta que el valor  $CWR_{pumbral}$  puede corresponder a un valor requerido de espacio axial para una herramienta de mecanización de los flancos bajo cuyo valor dicha mecanización requiere modificaciones en las herramientas.

Al igual que una sub-variación de esta primera variación y tal como se muestra en el gráfico de la figura 10, el cable entre los flancos de carga macho  $LFPp$  se reduce repentinamente a partir de la distancia  $VPEST$  de la superficie delantera 7 a un valor igual al cable entre los flancos punzantes macho  $SFPp$  cuyo cable permanece constante en toda la longitud del roscado. Los cables entre los flancos de carga y los flancos punzantes de las roscas hembra permanecen constantes en toda la longitud del roscado hembra. Tal como anteriormente, el ancho de las raíces macho permanece constante e igual a  $CWR_{pmin}$ . Se debería tener en cuenta que el contacto entre los flancos punzantes macho y hembra se conserva en esta alternativa mientras que el contacto entre los flancos de carga macho y hembra desaparece.

Tal como otra sub-variación de esta primera variación y tal como se muestra en la figura 8, desde la distancia  $VPEST$ , la zona roscada hembra puede adoptar también un perfil con un ancho de dientes y un ancho de raíz constantes y respectivamente iguales a  $CWT_{bmin}$  y  $CWR_{bmax}$ .

En una segunda variación, cuando el ancho de las raíces de la zona roscada macho alcanza un valor de umbral  $CWR_{pumbral}$ , la zona roscada macho adopta un perfil de bloqueo automático en el que el ancho de las raíces no se reduce más pero empieza a incrementarse mientras que el ancho de los dientes se reduce. Esta transición ocurre a una distancia  $VPEST$  desde la superficie del terminal 7. El cable entre los flancos de carga de la zona roscada macho  $LFPp$  no cambia. En contraste, el cable entre los flancos punzantes de la zona roscada macho adopta un valor elevado  $SFP'p$ . Más precisamente,  $LFPp$  es mayor que  $SFPp$  cuando el ancho de las raíces de la zona roscada macho es mayor que  $CWR_{pumbral}$  y  $LFPp$  es

menor que SFP'p cuando el ancho de las raíces de la zona roscada macho es menor que CWRpumbra (véase el gráfico de la figura 11). El especialista en la materia conocerá también cómo seleccionar un valor SFP'p el cual es compatible con la zona roscada hembra la cual no experimenta ninguna variación en lo que respecta a su propio perfil de bloqueo automático.

5 En una tercera variación mostrada en el gráfico de la figura 12, la zona roscada macho adopta desde la distancia VPEST a la superficie del terminal 7 un perfil de bloqueo automático en el que el ancho de las raíces de los dientes empieza de nuevo a incrementarse mientras que el ancho de los dientes se reduce en una variación dada denominada una "proporción de cuña", el cual en particular es por ejemplo igual al ancho de las raíces y de los dientes a una distancia VPEST de la superficie del terminal 7. El cable entre los flancos de carga macho LFPp se reduce entonces repentinamente a una distancia VPEST y obtiene un valor LFP'p igual al valor inicial (es decir, el valor a distancia VPEST) del cable entre los flancos punzantes macho SFPp mientras que simultáneamente el cable entre los flancos punzantes macho SFPp se incrementa repentinamente y obtiene un valor SFP'p igual al valor inicial (es decir, el valor a la distancia VPEST) del cable entre los flancos de carga LFPp. En esta tercera variación, el roscado hembra es del tipo de bloqueo automático sin ninguna variación en el cable entre los flancos en toda su longitud axial. Se debería tener en cuenta en lo que respecta a esta tercera variación que el contacto entre los flancos de carga macho y hembra y entre los flancos punzantes macho y hembra se pierde desde la distancia VPEST pero esta pérdida de contacto permanece en una longitud bastante corta de las roscas y en el nivel de las roscas macho imperfectas, lo cual limita los inconvenientes.

20 Aunque esto conduce a ventajas menores, las modificaciones en el cable entre los flancos presentados previamente pueden ser transferidas desde el roscado macho al roscado hembra, no presentando entonces el roscado macho ninguna variación en el cable sobre su longitud axial o también se pueden llevar a cabo tanto en el roscado macho como en el roscado hembra.

25 Con el fin de limitar la parte en la cual los dientes de la zona roscada macho 3 ya no se ajustan con interferencia radial, el experto en la materia tiene presente que la distancia VPEST no se debe reducir demasiado. Con este fin, se debe tener cuidado de no reducir la distancia PDAP demasiado. En otras palabras, si es necesario conservar una cierta longitud del roscado de bloqueo automático la cual permite garantizar un cierto valor de par de ensamblaje, la proporción CWTpmin/CWThmax no se debe incrementar demasiado, de lo contrario sería necesario extender la parte de la zona roscada macho 3 en la cual el ancho de las raíces CWRp está sujeto al valor CWRpumbra.

De acuerdo con un compromiso ventajoso, la proporción CWTpmin/CWTbmax debe estar dentro del intervalo de 0,3 a 0,7.

30 De este modo, para una zona roscada con una longitud total de 117 mm, es ventajoso colocar PDAP a una distancia de 50 mm desde la superficie del terminal 7 con valores para CWTpmin y CWTbmax de 2,7 mm y 5,3 mm, es decir, una proporción de 0,51. La distancia a la cual el perfil de la zona roscada macho se vuelve constante es a una distancia VPEST de 98 mm. El par de ensamblaje se mantiene a 26.000 ft lbs (35.000 N m).

35 De manera ventajosa y tal como se muestra en la Figura 7, las roscas macho y hembra (o dientes) presentan un perfil de cola de milano de tal manera que están ajustadas sólidamente entre sí después del ensamblaje. Esta garantía adicional permite evitar el riesgo de salida, el cual corresponde a que las roscas macho y hembra se separan cuando la conexión está sujeta a un plegado amplio o a esfuerzos de tracción. Más precisamente, la geometría de las roscas de cola de milano incrementa la rigidez radial de su conjunto en comparación con las roscas las cuales se denominan habitualmente roscas "trapezoidales" en las que el ancho axial se reduce desde la base a la cresta de las roscas.

40 De manera ventajosa y tal como se describe en la Figura 7, los roscados 3 y 4 están orientados en una generatriz de conicidad 20 de manera que se facilite el progreso del ensamblaje. En general, esta generatriz de conicidad constituye un ángulo con el eje 10 el cual está dentro del intervalo de 1 grado a 5 grados. La generatriz de conicidad en este caso se define como que pasa a través del centro de los flancos de carga.

45 De manera ventajosa y tal como se muestra en la Figura 7, el contacto está principalmente entre los flancos de carga macho 30 y hembra 40, al igual que entre los flancos punzantes macho 31 y hembra 41. En contraste, se puede producir una holgura h entre las crestas de rosca macho y las raíces de rosca hembra y también se puede proporcionar una holgura h entre las raíces de rosca macho y las crestas de rosca hembra con el fin de facilitar el progreso del ensamblaje y evitar cualquier riesgo de desgaste por el roce continuo.

De manera ventajosa y tal como se muestra en la Figura 7, las crestas de los dientes y las raíces de las raíces de las zonas roscadas macho y hembra están paralelas al eje 10 de la conexión roscada. Esto facilita la mecanización.

50 De manera ventajosa, la hermeticidad al fluido tanto al interior de la conexión tubular como al medio externo se proporciona por dos zonas de sellado 5, 6 localizadas cercanas a la superficie del terminal 7 del elemento macho.

La zona de sellado 5 puede presentar una superficie abovedada la cual mira radialmente hacia fuera con un diámetro el cual disminuye hacia la superficie del terminal 7. El radio de esta superficie abovedada está preferiblemente dentro del intervalo de 30 a 100 mm. Un radio demasiado grande (> 150 mm) para la superficie abovedada causa problemas los cuales son idénticos a los del contacto de cono en cono. Un radio demasiado pequeño (< 30 mm) para esta superficie abovedada

resulta en una superficie de contacto insuficiente.

5 Frente a esta superficie abovedada, el extremo hembra 2 presenta una superficie cónica la cual mira radialmente hacia dentro y un diámetro del cual también disminuye en la dirección de la superficie del terminal 7 del elemento macho. La tangente del semiángulo de pico de la superficie cónica está dentro del intervalo de 0,025 a 0,075, es decir, una conicidad en el intervalo del 5% al 15%. Una conicidad demasiado pequeña (<5%) para la superficie cónica induce un riesgo de desgaste por el roce continuo en el ensamblaje y una conicidad demasiado alta (>15%) necesita tolerancias muy próximas para la mecanización.

10 Los inventores han descubierto que una zona de contacto tal entre una superficie cónica y una superficie abovedada permite obtener un gran ancho de contacto axial efectivo y una distribución sustancialmente parabólica de presiones de contacto a lo largo de la zona de contacto efectiva, en contraste con las zonas de contacto entre dos superficies cónicas las cuales presentan zonas de contacto efectivas estrechas en los extremos de la zona de contacto.

15 Una geometría para la zona de contacto de acuerdo con la invención permite conservar un buen ancho de contacto efectivo a pesar de las variaciones en el posicionamiento axial de los elementos ensamblados debido a tolerancias de mecanización, girando la zona de contacto efectivo a lo largo de la parte abovedada de la superficie abovedada, conservando un perfil parabólico para la presión de contacto local.

De manera ventajosa, los flancos de carga de la rosca se conectan a la cresta de la rosca y a la raíz de rosca adyacente por cilindraciones de tal manera que estas cilindraciones reduzcan el factor de concentración de esfuerzo en el pie de los flancos de carga y, de esa manera, mejore el comportamiento a la fatiga de la conexión.

## REIVINDICACIONES

1. Una conexión roscada que comprende un primer y un segundo componente tubular, estando cada uno provisto de un extremo macho (1) y hembra (2) respectivos, comprendiendo el extremo macho (1), en su superficie periférica externa, al menos una zona roscada (3) y finalizando en una superficie del terminal (7) la cual está orientada radialmente con respecto al eje (10) de la conexión, presentando la zona roscada macho (3) una primera parte en la cual el ancho de los dientes,  $CWTp$ , se incrementa de un valor  $CWTpmin$  correspondiente al ancho del diente el cual está más cercano a la superficie del terminal (7) del extremo macho (1) a un valor  $CWTpmax$  correspondiente al ancho del diente el cual está más alejado de dicha superficie del terminal (7), mientras que el ancho de los dientes  $CWTb$  de la zona roscada hembra (4) desciende de un valor  $CWTbmax$  correspondiente al ancho del diente el cual está más alejado de la superficie del terminal (8) del extremo hembra (2) a un valor  $CWTbmin$  correspondiente al ancho del diente el cual está más cercano a dicha superficie del terminal (8), de tal manera que las zonas roscadas (3, 4) cooperen de acuerdo con el ensamblaje de bloqueo automático, **caracterizada porque:**

$$\frac{CWTpmin}{CWTbmax} \geq 0,2$$

y

$$\frac{CWTbmin}{CWTpmax} \leq \frac{CWTpmin}{CWTbmax}$$

2. Una conexión roscada de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada porque** la proporción entre el ancho,  $CWTpmin$ , del diente más cercana a la superficie del terminal (7) del extremo macho (1) y el ancho,  $CWTbmax$ , del diente más alejado de la superficie del terminal (8) del extremo hembra (2) está dentro del intervalo de 0,3 a 0,7.
3. Una conexión roscada de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** la zona roscada macho (3) está compuesta de una primera parte localizada en el lado de la superficie del terminal (7), en la cual el ancho de las raíces  $CWRp$  disminuye y una segunda parte localizada en el lado opuesto a la superficie del terminal (7), en la cual el ancho de las raíces  $CWRp$  permanece constante en un valor el cual es superior o igual a un valor de umbral  $CWRpumbral$ .
4. Una conexión roscada de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizada porque** el cable entre los flancos punzantes macho SFPP es constante en la primera parte y obtiene en la segunda parte un valor igual al valor del cable entre los flancos de carga macho LFPP el cual permanece constante en la primera y segunda parte.
5. Una conexión roscada de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizada porque** el cable entre los flancos de carga macho LFPP es constante en la primera parte y obtiene en la segunda parte un valor igual al valor del cable entre los flancos punzantes SFPP el cual permanece constante en la primera y segunda parte.
6. Una conexión roscada de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, **caracterizada porque** la zona roscada macho (3) está compuesta de una primera parte localizada en el lado de la superficie del terminal (7), en la cual el ancho de las raíces  $CWRp$  desciende a un valor  $CWRpumbral$  y de una segunda parte localizada en el lado opuesto a la superficie del terminal (7) en la cual el ancho de las raíces  $CWRp$  se incrementa.
7. Una conexión roscada de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizada porque** el cable entre los flancos de carga macho LFPP es constante en la primera parte y obtiene en la segunda parte un valor  $LFPp$  igual al valor del cable entre los flancos punzantes en la primera parte SFPP y **porque** el cable entre los flancos punzantes macho SFPP es constante en la primera parte y obtiene en la segunda parte un valor  $SFPp$  igual al valor del cable entre los flancos de carga macho en la primera parte LFPP.
8. Una conexión roscada de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones de 3 a 7, **caracterizada porque** el valor  $CWRpumbral$  es 0,7 o más veces la altura del diente.
9. Una conexión roscada de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** las zonas roscadas macho y hembra (3, 4) presentan una generatriz de conicidad que constituye un ángulo con el eje (10) de la conexión dentro del intervalo de 1 grado a 5 grados.
10. Una conexión roscada de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** los dientes de las zonas roscadas macho y hembra (3, 4) presentan un perfil de cola de milano y/o las crestas de los dientes y las raíces de las zonas roscadas macho y hembra (3, 4) están paralelas al eje (10) de la conexión roscada.
11. Una conexión roscada de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque**

una holgura  $h$  está proporcionada entre la cresta de los dientes de la zona roscada macho (3) y las raíces de la zona roscada hembra (4).

- 5 12. Una conexión roscada de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** los extremos macho (1) y hembra (2) comprenden cada uno respectivamente una superficie de sellado (5; 6) capaz de cooperar entre sí en contacto de ajuste cuando las zonas roscadas (3, 4) cooperen después del ensamblaje de bloqueo automático.
13. Una conexión roscada de acuerdo con la reivindicación anterior, **caracterizada porque** las superficies de sellado (5; 6) están constituidas respectivamente por una superficie abovedada en una y por una superficie cónica en la otra.
- 10 14. Una conexión roscada de acuerdo con la reivindicación anterior, **caracterizada porque** la superficie abovedada presenta una generatriz con un radio de curvatura dentro del intervalo de 30 a 100 mm y/o la tangente del semiángulo de pico de la superficie cónica está dentro del intervalo de 0,025 a 0,075.
- 15 15. Una conexión roscada de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones de 12 a 14, **caracterizada porque** la zona de cooperación en contacto de ajuste de las superficies de sellado (5; 6) está localizada entre la superficie del terminal (7) del extremo macho (1) y las zonas roscadas (3, 4).



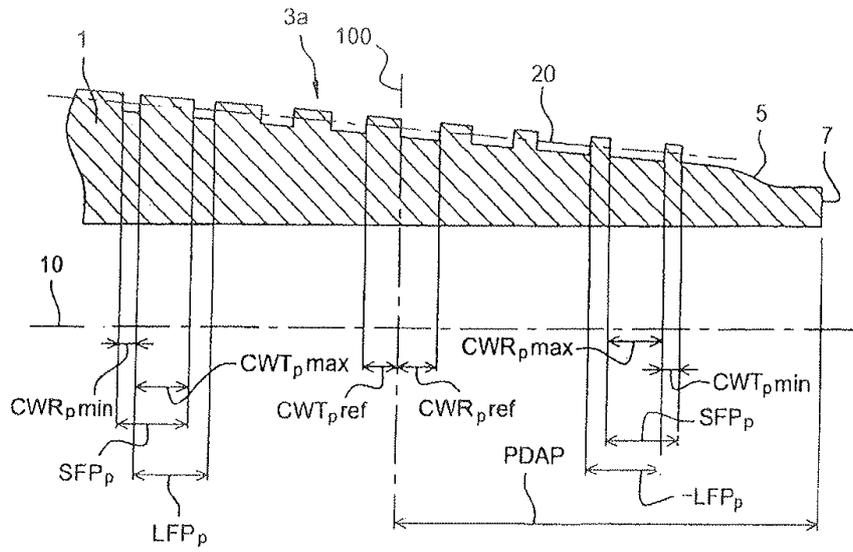


Fig. 3

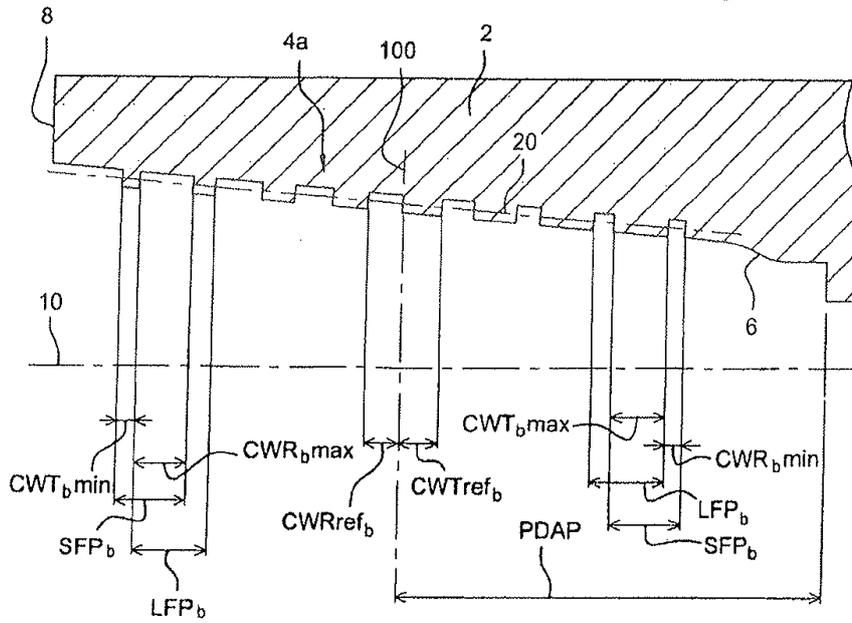
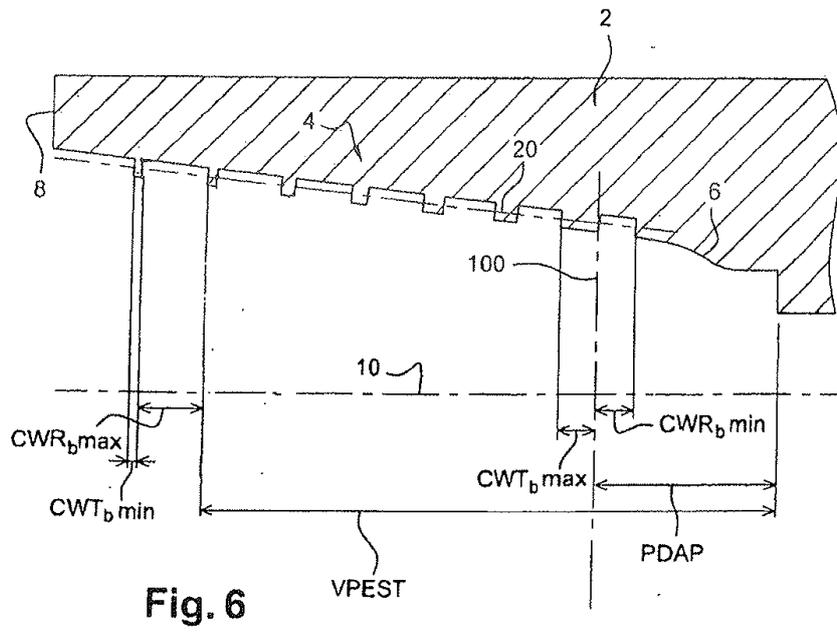
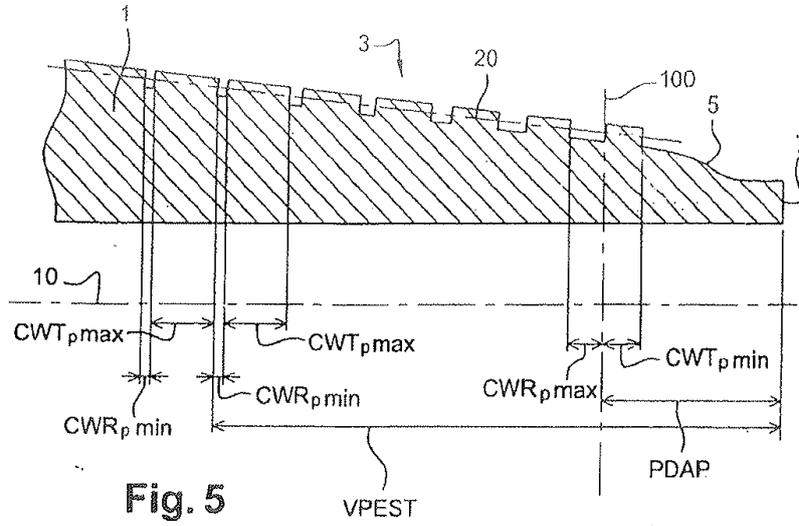


Fig. 4



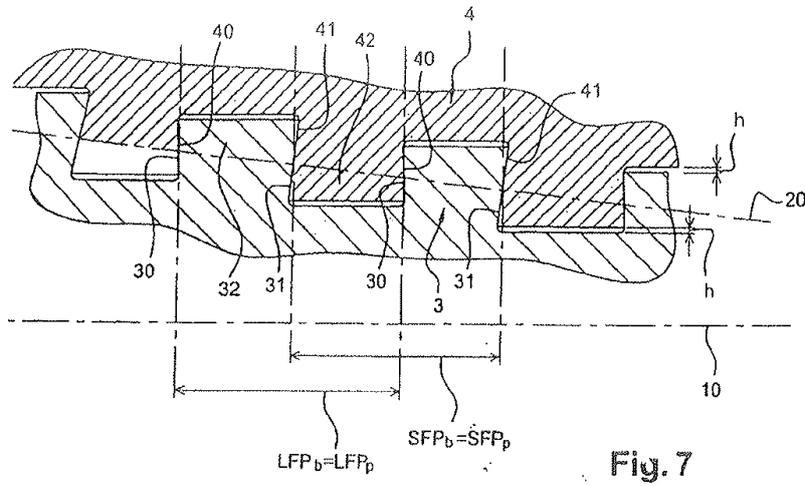


Fig. 7

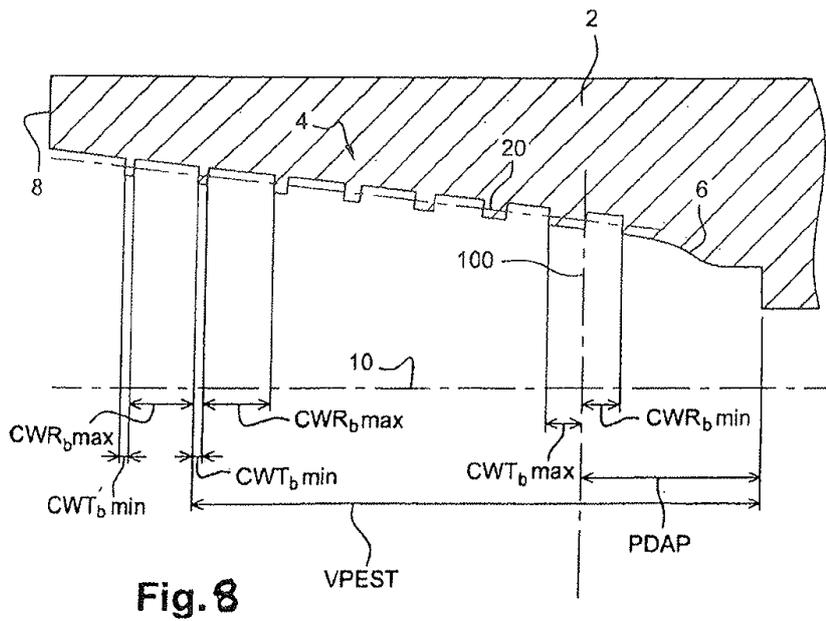


Fig. 8

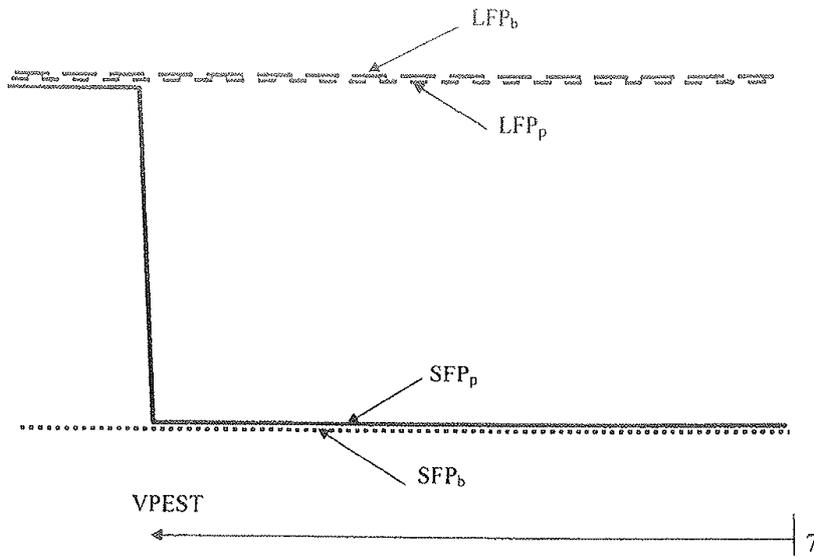


Fig. 9

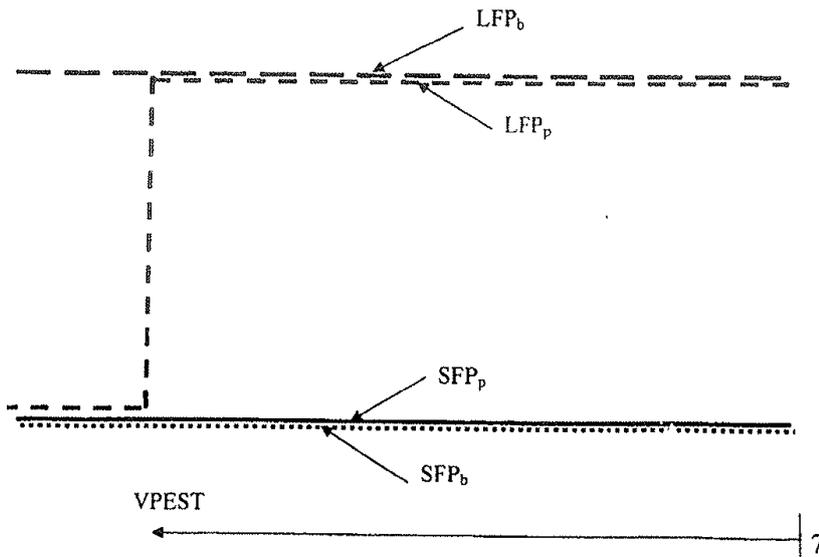


Fig. 10

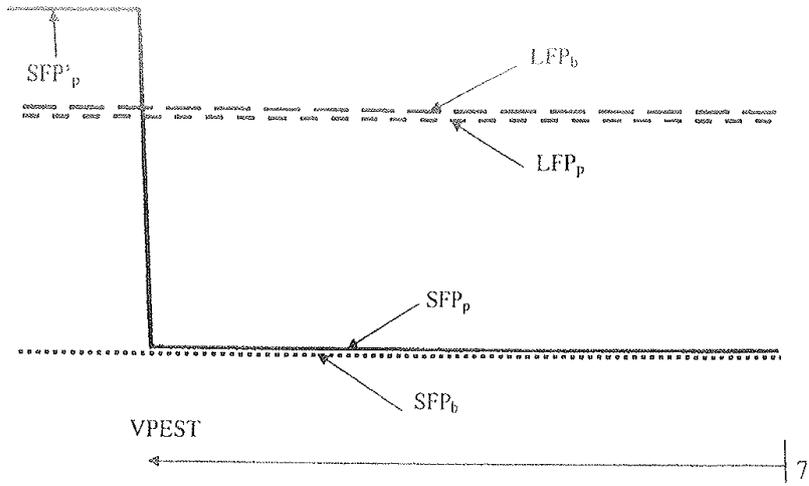


Fig. 11

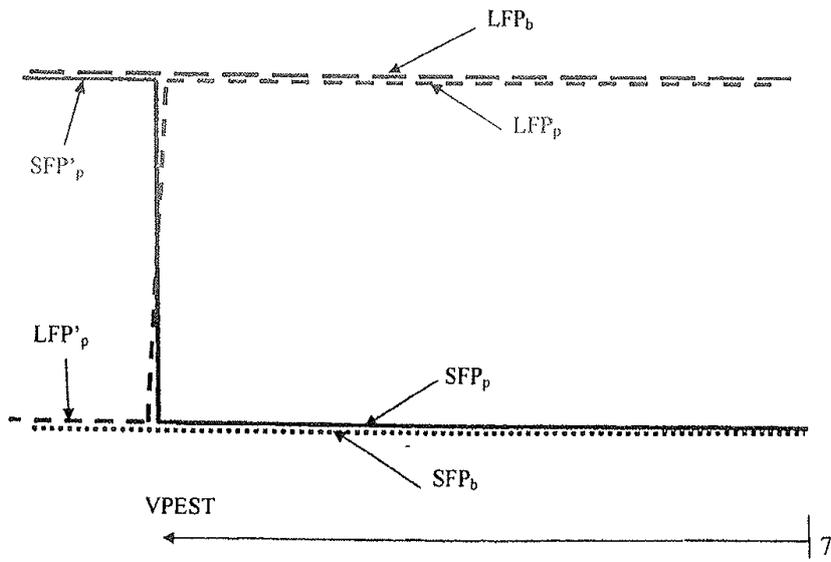


Fig. 12

**DOCUMENTOS INDICADOS EN LA DESCRIPCIÓN**

En la lista de documentos indicados por el solicitante se ha recogido exclusivamente para información del lector, y no es parte constituyente del documento de patente europeo. Ha sido recopilada con el mayor cuidado; sin embargo, la EPA no asume ninguna responsabilidad por posibles errores u omisiones.

**5 Documentos de patente indicados en la descripción**

- FR 2855587 [0003]
- US RE34467 E [0003]
- US RE30647 E [0003]