

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 392 807**

51 Int. Cl.:

F16B 29/00 (2006.01)

F16B 33/00 (2006.01)

F16B 39/22 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **09801637 .1**

96 Fecha de presentación: **24.12.2009**

97 Número de publicación de la solicitud: **2238361**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **13.10.2010**

54

Título: **Tuerca y tornillo avanzados**

30

Prioridad:

06.01.2009 US 142828

09.06.2009 US 185373

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:

14.12.2012

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:

14.12.2012

73

Titular/es:

ALCOA INC. (100.0%)

201 ISABELLA STREET

PITTSBURGH, PA 15212-5858, US

72

Inventor/es:

CORBETT, ROBERT J. y

WOLLARD, JAMES L.

74

Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 392 807 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

Tuerca y tornillo avanzados

Campo técnico de la invención

5 La presente invención versa acerca de un sistema de fijación y, más en particular, acerca de un sistema de fijación resistente a las vibraciones que incluye una tuerca y un tornillo de resistencia elevada a la fatiga.

Técnica antecedente

10 El documento GB 855.215 A da a conocer una tuerca autobloqueante de material plástico sintético elástico, por ejemplo, nailon, que tiene una extensión sin rosca de menor corte transversal que la de la dimensión interna de una porción roscada. La tuerca puede estar cerrada por una cúpula o puede estar abierta en ambos extremos, y el orificio no roscado puede tener una porción de corte transversal aún menor. La tuerca puede tener orejetas bien de metal o bien moldeadas integralmente con la misma.

15 Es conveniente utilizar los tornillos y tuercas convencionales, pero ambos son susceptibles a un aflojamiento bajo una carga de vibración intensa. Además, las roscas de los tornillos pueden crear puntos de concentración de tracciones y no tienen la resistencia necesaria a la fatiga para aguantar picos elevados de carga. Lo que se necesita es un sistema de fijación de tornillo y tuerca que resista un aflojamiento por vibraciones, tenga una resistencia superior a la fatiga para aguantar picos elevados de carga, y pueda ser instalado y quitado rápidamente con herramientas convencionales de instalación.

20 El documento DE 92 19 017 U1 describe un sistema de fijación para fijar una pluralidad de piezas de trabajo entre sí, en el que el sistema convencional de fijación comprende un tornillo que tiene un cuerpo alargado con una porción roscada, y una tuerca que tiene una pluralidad de roscas internas de la tuerca. El tornillo del sistema convencional de fijación tiene una rosca autobloqueante específica, de forma que se puede enroscar el tornillo en una tuerca que tiene una rosca estándar. La tuerca tiene una porción roscada con una pluralidad de roscas externas del tornillo, en el que cada uno de los flancos de las roscas del tornillo tiene una guía, debido a que un ángulo de flanco entre dos flancos adyacentes de las roscas colindantes del tornillo cambia de un primer valor en la raíz de las roscas colindantes del tornillo a un segundo valor en las crestas de las roscas del tornillo. Cuando se acoplan entre sí el tornillo que tiene tal perfil específico de rosca y una tuerca que tiene un perfil estándar de rosca, los picos o crestas de rosca de las roscas de la tuerca hacen contacto inevitablemente con los flancos de la rosca del tornillo y de forma que se produce una deformación elástica de los picos/crestas de rosca de las roscas de la tuerca.

Divulgación de la invención

30 Un sistema de fijación que incluye un tornillo de resistencia elevada a la fatiga fabricado de un primer material y una tuerca fabricada de un segundo material que es más blando que el primer material del tornillo. En una realización, el sistema de fijación incluye una relación aproximada de 4:3 o mayor de dureza del tornillo con respecto a la tuerca. El tornillo incluye roscas externas del tornillo y la tuerca incluye roscas internas de la tuerca aterrajadas de antemano que coinciden y se acoplan de forma roscada con las roscas externas del tornillo. En una realización, el sistema de fijación utiliza una combinación de geometría única de las roscas de la tuerca y del tornillo y la diferencia de dureza entre la tuerca y el tornillo para crear un sistema resistente a las vibraciones. En una realización, el sistema de fijación aporta la comodidad de una tuerca y de un tornillo, pero tiene la resistencia a la fatiga y la resistencia a las vibraciones de tornillos de retenida avanzados. Cuando se aprieta de forma giratoria con herramientas convencionales de par, los flancos de la rosca de la tuerca se ajustan a los flancos opuestos del tornillo. Después de que se han acoplado completamente los flancos de la tuerca y del tornillo, las crestas de las roscas del tornillo se embeben en flancos de soporte más blandos correspondientes de las roscas de la tuerca. De forma simultánea con el embebimiento mencionado anteriormente de la cresta del tornillo, las crestas más blandas de la rosca de la tuerca fluyen radialmente hacia dentro y al interior de los radios de raíz correspondientes de las roscas del tornillo. Este contacto completo entre la tuerca y el tornillo impide a la tuerca moverse en una dirección transversal con respecto al eje longitudinal del tornillo. Como resultado, el sistema de fijación tiene una buena resistencia a las vibraciones. Durante el procedimiento de apriete, el presente sistema de fijación genera un apriete parecido a un tornillo y una tuerca estándares. Sin embargo, el presente sistema de fijación difiere porque utiliza simultáneamente parte de la energía de apriete para crear una característica única de resistencia a las vibraciones.

50 Se puede utilizar la presente invención en una variedad de aplicaciones y entornos, tales como, por ejemplo, equipos militares, equipos agrícolas, aplicaciones de automoción y de camionaje, y aplicaciones de ferrocarril. Aparecerán características y ventajas adicionales de la invención más claramente tras una lectura de la descripción detallada de las realizaciones de la invención, que es dada a continuación únicamente a modo de ejemplo con referencia a los dibujos adjuntos.

Breve descripción de los dibujos

Para una mejor comprensión de la presente invención, se hace referencia a la siguiente descripción detallada de las realizaciones consideradas junto con los dibujos adjuntos, en los que:

- La **FIG. 1** es una vista lateral en alzado de un sistema de fijación según una realización de la presente invención;
- 5 la **FIG. 2** es una vista en corte transversal, tomada a lo largo de líneas A-A y mirando en la dirección de las flechas, del sistema de fijación mostrado en la **FIG. 1**;
- la **FIG. 3** es una vista ampliada en corte transversal de roscas de tuerca de una tuerca y roscas correspondientes de tornillo de un tornillo empleados por el sistema de fijación mostrado en la **FIG. 2**, mostrándose la tuerca y el tornillo en una posición aflojada, mostrándose la tuerca en la parte izquierda y mostrándose el tornillo en la parte derecha;
- 10 la **FIG. 4** es una vista ampliada en corte transversal de las roscas de tuerca de la tuerca y de roscas de tornillo del tornillo mostrados en la **FIG. 3**, pero mostrándose la tuerca y el tornillo en una posición apretada;
- las **FIGURAS 5A y 5B** son vistas ampliadas en corte transversal de detalles de la forma de la rosca de una realización de la tuerca y del tornillo, respectivamente, empleados por el sistema de fijación mostrado en la **FIG. 1**;
- 15 la **FIG. 5C** es una vista ampliada en corte transversal de detalles de la forma de la rosca de otra realización de la tuerca empleada por el sistema de fijación mostrado en la **FIG. 1**;
- la **FIG. 6** ilustra resultados de datos de pruebas de vibración de muestras del sistema de fijación mostrado en la **FIG. 1**;
- 20 la **FIG. 7** ilustra resultados de datos de pruebas de reutilización de muestras del sistema de fijación mostrado en la **FIG. 1**;
- la **FIG. 8** ilustra resultados de datos de pruebas comparativas de muestras del sistema de fijación mostrado en la **FIG. 1** en comparación con los sistemas de fijación de la técnica anterior;
- 25 la **FIG. 9** ilustra resultados adicionales de datos de pruebas de soporte para muestras del sistema de fijación mostrado en la **FIG. 1**;
- la **FIG. 10** muestra un gráfico de consistencia de apriete para el sistema de fijación mostrado en la **FIG. 1** en comparación con un sistema de fijación estándar;
- las **FIGURAS 11A y 11B** son vistas ampliadas de detalles de la forma de la rosca de otra realización de un tornillo y de una tuerca, respectivamente, empleados por el sistema de fijación mostrado en la **FIG. 1**;
- 30 las **FIGURAS 12A a 12C** muestran otra realización de una tuerca empleada por el sistema de fijación mostrado en la **FIG. 1**;
- las **FIGURAS 13A y 13B** son vistas ampliadas en corte transversal de roscas de tuerca de la tuerca mostrada en las **FIGURAS 12A a 12C** y roscas de tornillo del tornillo mostrado en la **FIG. 11A**, mostrándose la tuerca y el tornillo mostrados en una posición aflojada y en una posición apretada, respectivamente, mostrándose el tornillo en la parte izquierda y mostrándose la tuerca en la parte derecha en ambas **FIGURAS 13A y 13B**;
- 35 la **FIG. 14** ilustra resultados de datos de pruebas de fatiga de muestras de tornillos que tienen los detalles de la forma de la rosca mostrados en la **FIG. 11A** en comparación con un tornillo UNC estándar; y
- la **FIG. 15** ilustra datos de prueba de vibración transversal de muestras del sistema de fijación de tuerca y tornillo mostrado en las **FIGURAS 13A y 13B**.

40 **Mejor modo para llevar a cabo la invención**

Con referencia a las **FIGURAS 1 y 2**, un sistema **10** de fijación incluye un tornillo **12** y una tuerca **14** que se acoplan de forma roscada con el tornillo **12** para fijar entre sí dos piezas a trabajar, juntas o similares (no mostradas en las Figuras). En una realización, el tornillo **12** es un tornillo de resistencia elevada a la fatiga fabricado de un primer material, mientras que la tuerca **14** está fabricada de un segundo material que es más blando que el primer material del tornillo **12**. Los materiales utilizados para fabricar el tornillo **12** y la tuerca **14** están descritos con más detalle más adelante.

Con referencia todavía a las **FIGURAS 1 y 2**, en una realización, el tornillo **12** incluye un cuerpo alargado **16** que tiene un primer extremo **18** y un segundo extremo **20** opuesto al primer extremo **18**, y una cabeza agrandada **22** del tornillo colocada en el primer extremo **18**. En una o más realizaciones, la cabeza **22** del tornillo puede consistir en

cualquier tipo de tamaño y forma de cabeza de tornillo mostrada en la técnica (por ejemplo, cabeza hexagonal, cabeza de hongo y cuello cuadrado, cabeza reforzada, cabeza cilíndrica ranurada, etc.). El cuerpo **16** incluye una porción roscada **24** que tiene roscas externas **26** del tornillo. Las realizaciones de las roscas **26** del tornillo serán descritas con más detalle a continuación. En una o más realizaciones, las roscas **26** de tornillo del tornillo **12** son similares a las a las del sistema de fijación BOBTAIL® fabricado por Alcoa Fastening Systems (una empresa relacionada con el cesionario del presente documento), que se da a conocer en la patente estadounidense nº 7.293.339. Una realización del tornillo dado a conocer en la patente U.S. nº 7.293.339 incluye una rosca poco profunda y un radio grande de la raíz (no mostrado en las presentes Figuras). En otra realización, una rosca poco profunda y un radio grande de la raíz de las roscas **26** del tornillo crean un corte transversal mayor de tornillo y una concentración reducida de esfuerzo, dando de ese modo al tornillo **12** una resistencia mejorada a la fatiga y a la cizalladura en la porción roscada **24**.

Con referencia todavía a las **FIGURAS 1 y 2**, en una realización, la tuerca **14** incluye una tuerca hexagonal externa **28** para facilitar el apriete y el aflojamiento giratorio de la tuerca **14** con respecto al tornillo **12**, respectivamente. En una o más realizaciones, la tuerca **14** puede incluir cualquier tipo de tuerca apropiada conocida en la técnica, tal como una tuerca hexagonal, una tuerca cuadrada, una tuerca ciega, una tuerca de orejetas, una tuerca de reborde, etc. La tuerca **14** incluye roscas internas **30** de tuerca aterrajadas de antemano (véase la **FIG. 2**) que coinciden con las roscas **26** de tornillo, y se acoplan a las mismas, del tornillo **12**. A continuación se describirán con más detalle las realizaciones de las roscas **30** de tuerca de la tuerca **14**.

En una realización, el tornillo **12** y la tuerca **14** están fabricados de materiales que permiten una relación aproximada de 4:3 o mayor de la dureza del tornillo con respecto a la tuerca. En una realización, el tornillo **12** es un tornillo de nivel de resistencia de calidad 8, y está fabricado de acero al carbono medio aleado, y la tuerca **14** está fabricada de acero bajo en carbono en un estado tal como ha sido dotado de cabeza o como se ha mecanizado. En otra realización, el tornillo **12** está fabricado de acero al carbono medio. En otras realizaciones, la tuerca **14** está fabricada de acero bajo en carbono aleado o de acero al carbono medio. En una realización, el tornillo **12** puede estar caracterizado por cualquier calidad conocida en la técnica, tal como, por ejemplo, Calidad 2, Calidad 5, Calidad 8, Clase 8.8, y Clase 10.9. En una realización, el sistema **10** de fijación puede conseguir un apriete fuerte (Calidad 8 o Clase 10.9) mientras se utiliza acero bajo en carbono (tal como ha sido dotado de cabeza o como se ha mecanizado) para la tuerca **14**. En otra realización, los estados tal como ha sido dotado de cabeza y como se ha mecanizado generan ahorros de coste cuando se comparan con una tuerca convencional. Típicamente, las tuercas convencionales requieren procedimientos secundarios costosos de tratamiento térmico para conseguir una dureza. La tuerca **14** del sistema **10** de fijación no requiere procedimientos secundarios de tratamiento térmico.

En otra realización, el sistema **10** de fijación está fabricado de titanio, aluminio o acero inoxidable o en una versión de acero de Calidad 2 de uso general o en una versión de Calidad 5, siempre que se mantenga una relación aproximada de 4:3 o mayor de dureza del tornillo con respecto a la tuerca. Una relación aproximada de 4:3 o mayor de dureza del tornillo con respecto a la tuerca garantiza que las roscas **26** del tornillo no se deformarán de forma significativa cuando se encuentren bajo carga. Si se aumenta la dureza del tornillo en la relación, las roscas **26** del tornillo no se deformarán de forma significativa cuando se encuentren bajo carga. Sin embargo, si se aumenta la dureza de la tuerca en la relación o si se reduce la dureza del tornillo en la relación, las roscas **26** del tornillo pueden deformarse, teniendo como resultado, de ese modo, una pérdida imprevisible de tracción.

En una realización, el intervalo de dureza para la tuerca **14** es Rb 75-95. En una realización, el intervalo de dureza para un tornillo **12** de Calidad 8 y Clase 10.9 es Rc 33-39. En una realización, el intervalo de dureza para un tornillo **12** de Calidad 5 y Clase 8.8 es Rc 24-34. En una realización, el intervalo de dureza para la tuerca **14** es Rb 53-75.

Con referencia a la **FIG. 3**, se muestran las roscas **30** de tuerca de la tuerca **14** (que son mostradas en la parte izquierda de la **FIG. 3**) y las roscas **26** de tornillo del tornillo **12** (que son mostradas en la parte derecha de la **FIG. 3**) en una posición mutua aflojada. Las roscas **26** del tornillo están definidas por una pluralidad de crestas **32**, una pluralidad de raíces **34**, y una pluralidad de flancos **36**. Cada uno de los flancos **36** une una cresta correspondiente de la pluralidad de crestas **32** con una raíz correspondiente de la pluralidad de raíces **34**. De forma similar, las roscas internas **30** de la tuerca están definidas por una pluralidad de crestas **38**, una pluralidad de raíces **40**. Cada uno de la pluralidad de flancos **42** une una cresta correspondiente de la pluralidad de crestas **38** con una raíz correspondiente de la pluralidad de raíces **40**.

Con referencia a la **FIG. 4**, se muestran las roscas **30** de la tuerca y las roscas **26** del tornillo en una posición apretada mutua. Cuando se acoplan entre sí el tornillo **12** y la tuerca **14**, uno de la pluralidad de flancos **42** de las roscas **30** de la tuerca se ajusta a uno correspondiente de la pluralidad de flancos **36** de las roscas **26** del tornillo. Después de que se los flancos **36**, **42** están acoplados completamente, tras el apriete de la tuerca **14** en el tornillo **12**, uno de una pluralidad de flancos **42'** de soporte de la rosca **30** de la tuerca fluye en torno a una correspondiente de las crestas **32** de las roscas **26** del tornillo. Es decir, las crestas **32** de las roscas **26** del tornillo se embeben en los flancos **42'** de soporte blandos de las roscas **30** de la tuerca. De forma simultánea con el embebimiento de las crestas **32** de las roscas **26** del tornillo en los flancos **42** de soporte de las roscas **30** de la tuerca, se obliga a cada una de las crestas **38** de las roscas **30** de la tuerca y fluye radialmente a una raíz correspondiente **34** de las roscas **26** del tornillo, específicamente el radio de la raíz **34**. Una vez apretada, la tuerca **14** no puede moverse en una

dirección transversal **D** con respecto a un eje **a-a** del tornillo **12** (véase la **FIG. 2**). Como resultado, se consigue un contacto coherente entre la rosca **26** del tornillo y la rosca **30** de la tuerca en toda la longitud de la tuerca **14**.

5 La vibración transversal es una causa reconocida de aflojamiento en tuercas y tornillos. En el caso del sistema **10** de fijación, la tuerca **14** no puede moverse en la dirección transversal **D** con respecto al tornillo **12**. Cuando se aprieta, los flancos **42** de las roscas **30** de la tuerca se ajusta a los flancos **36** de las roscas **26** del tornillo en toda la longitud de la tuerca **14**. Además, las superficies de contacto están formadas perpendicular a la dirección transversal **D** en las crestas **32** y las raíces **34** de las roscas **26** del tornillo, deteniendo completamente, de ese modo, un movimiento transversal de la tuerca **14** con respecto al tornillo **12**. Como resultado, se ofrece resistencia a un aflojamiento inducido por vibraciones. Durante el procedimiento de apriete, el sistema **10** de fijación genera un apriete parecido a un tornillo y una tuerca estándares, pero el sistema **10** de fijación difiere porque utiliza simultáneamente parte de la energía de apriete para crear su característica única de resistencia a vibraciones.

10 Se considera que el sistema **10** de fijación es de "movimiento libre", lo que significa que no se requiere ningún par para girar la tuerca **14** sobre el tornillo **12** hasta el límite de la hoja. Esta característica de "movimiento libre" difiere de muchos de los diseños más convencionales de sistemas de fijación resistentes a las vibraciones, denominados habitualmente tuercas de "par predominante". Estas tuercas de "par predominante" son tanto más lentas como más difíciles de montar.

15 En las FIGURAS 5A y 5B se muestra una realización de los detalles **30**, **26** de forma de rosca de la tuerca **14** y del tornillo **12**, respectivamente (que son utilizados en una prueba inicial del sistema **10** de fijación descrita a continuación), que es un sistema **10** de fijación de **16 mm**. En una realización, las dimensiones que no son mostradas en las FIGURAS 5A y 5B son como sigue:

Diámetro menor de la tuerca: $14,757 \pm 0,025$ mm

Diámetro menor del tornillo: $14,427$ mm

Diámetro mayor de la tuerca: $16,180 \pm 0,025$ mm

Diámetro mayor del tornillo: $15,800 \pm 0,051$ mm

20 Todos los radios de la tuerca y del tornillo son tangentes y progresivos.

25 Las anteriores dimensiones se corresponden con una realización de la tuerca **14** creada utilizando una barra de mandrinar en un torno. En otra realización, se aterraja la tuerca **14** utilizando una máquina de aterrajado de alta velocidad y una terraja. El procedimiento de aterrajado requiere un área en relieve en el diámetro menor de la tuerca **14**. La FIG. 5C muestra una realización de la rosca aterrajada **30** de la tuerca en detalle. Se llevaron a cabo diversas pruebas de vibración en muestras del sistema **10** de fijación de **16 mm** descrito anteriormente. En particular, se prueban muestras del sistema **10** de fijación en una máquina de Junker de vibración transversal, que tiene una capacidad de **5.649 N·m**, fabricada por SPS Unbrako. Se instalaron varias muestras del sistema **10** de fijación hasta una carga predeterminada y fueron cargadas transversalmente con una placa que produjo una deformación total de **3,048 mm** controlada con una leva que operaba a **12,5 Hz**. Se instaló la tuerca **14** del sistema **10** de fijación en la placa oscilante. Había una holgura de **2,794 mm** en el interior de la placa oscilante para permitir una flexión y para producir una carga transversal. Se llevó a cabo el siguiente procedimiento de prueba para las pruebas de vibración:

- (1) Se instala el sistema **10** de fijación en la máquina de Junker con la tuerca **14** visible en la parte superior de la máquina.
- (2) Se energiza la máquina de Junker y se monitorizó la carga de apriete de la prueba en un osciloscopio Nicolet.
- (3) Se interrumpe la prueba después de **5 minutos** o del fallo de la fijación, lo que ocurriese en primer lugar.

30 Como resultado, se recibieron datos de pruebas de vibraciones para el sistema **10** de fijación, que son mostrados en la FIG. 6. Se midió una precarga en kN con respecto al tiempo en segundos. Las muestras están marcadas como "Avanzada nº 1" a "Avanzada nº 3". Los resultados de las pruebas muestran que las muestras del sistema **10** de fijación tuvieron un buen rendimiento en la prueba de vibración de Junker. Al comienzo de la prueba, los sistemas **10** de fijación se colocan, luego se estabilizan en una precarga de aproximadamente **88,964 kN**, y prosiguen indefinidamente sin un aflojamiento adicional. Los valores de dureza de las tuercas **14** utilizadas en la prueba a la que se ha hecho referencia anteriormente eran desde (Rockwell) Rb **84** hasta **86**. Los tornillos **12** tenían una dureza entre Rc **35-38**.

35 La FIG. 7 ilustra datos de prueba de reutilización para el sistema **10** de fijación. Se midió la precarga en kN con respecto al tiempo en segundos. Se llevó a cabo la siguiente prueba utilizando de nuevo los mismos tornillos **12** y las mismas tuercas **14** utilizadas en la prueba de vibración inicial descrita anteriormente en conexión con la FIG. 6. Entonces, se volvieron a disponer las tuercas **14** y los tornillos **12**, de forma que cada uno de los tornillos **12** recibieron una tuerca distinta **14** que en la prueba inicial. Al comienzo de la prueba, los sistemas **10** de fijación se colocan, entonces se estabilizan en una precarga de aproximadamente **100,085 kN**, y continuar indefinidamente sin

un aflojamiento adicional. Esta prueba de reutilización muestra que se pueden volver a utilizar aleatoriamente las tuercas 14 y los tornillos 12 sin ningún menoscabo importante en la resistencia a las vibraciones.

La FIG. 8 muestra datos de prueba comparativa para muestras del sistema 10 de fijación. Se midió la precarga en kN con respecto al tiempo en segundos. Por lo tanto, el gráfico muestra los datos de la prueba inicial para el sistema 10 de fijación (marcado "Avanzado nº 1" a "Avanzado nº 3") en comparación con otros sistemas de fijación resistentes a las vibraciones (marcado sistema de tuerca de retenida "estoverizada", sistema de tuerca "de reborde", y sistema de "inserto de nailon"), al igual que el sistema BOBTAIL® descrito anteriormente (marcado "Bobtail"). Se midió la precarga en kN con respecto al tiempo en segundos. Como se muestra en la FIG. 8, las precargas para las muestras del sistema 10 de fijación (al igual que del sistema BOBTAIL®) decayeron ligeramente, luego permanecieron estables a aproximadamente 88,964 kN. En cambio, las precargas para los otros sistemas sufrieron un decaimiento inmediato y se aplanaron en cero, o cerca del mismo, durante un breve periodo de tiempo. En consecuencia, esto demuestra que el sistema 10 de fijación tiene una buena resistencia a las vibraciones.

La FIG. 9 muestra datos adicionales de prueba de soporte para el sistema 10 de fijación. Se midió la precarga en kN con respecto al tiempo en segundos. El gráfico ilustra el efecto de un diferencial de dureza entre el tornillo 12 y la tuerca 14, y la característica resultante de inmovilización. En esta prueba, se utilizó un tornillo UNC 12 estándar de Calidad 8 5/8"-11 junto con una tuerca 14 (Rb 89-91) que tiene un diámetro interno roscado aterrajado con una terraja estándar de 5/8"-11. Este gráfico muestra tres pruebas de tuercas aterrajadas UNC estándar 14 que tienen la misma dureza (Rb 89-91) que el sistema 10 de fijación (marcado "suplementario") superpuestas a tres pruebas de las tuercas 14 (marcado "Bobtail"). El gráfico muestra que durante una vibración, la característica de inmovilización de la tuerca UNC se degrada con el paso del tiempo, mientras que la característica de inmovilización de las tuercas 14 del presente sistema 10 de fijación no lo hace. Por lo tanto, estos datos de prueba muestran que la resistencia a las vibraciones de la característica de inmovilización del sistema 10 de fijación no es únicamente un resultado del aflojamiento de la tuerca 14.

La FIG. 10 muestra la consistencia de apriete del sistema 10 de fijación. Hay una consistencia de apriete inherente incorporada en el sistema 10 de fijación. En general, una tuerca y un tornillo estándares tienen una variación del apriete de aproximadamente 25-30% con un par establecido. La variación del apriete del sistema 10 de fijación puede ser de solo aproximadamente el 20%. Esto es debido al hecho de que el sistema 10 de fijación opera en el intervalo de deformación (límite elástico) del material de la tuerca 14. El material más blando actúa como un cojín y aplanar la curva de instalación. Dado que la tuerca más blanda 14 se encuentra en la parte plana de la curva de deformación, una gran diferencia en par provoca una pequeña diferencia en tracción del tornillo. En cambio, una tuerca dura no deformable tiene una pendiente muy acusada con respecto a la curva de par con respecto a la tracción. Como tal, una pequeña diferencia en par provoca una gran diferencia en tracción del tornillo.

En otra realización, cada una de las roscas 26, 30 del tornillo y de la tuerca incluye una rosca unidireccional. Esta rosca unidireccional requiere que la tuerca 14 esté orientada de forma que las roscas 26, 30 del tornillo y de la rosca coinciden. En otra realización, las roscas 26, 30 del tornillo y de la tuerca son bidireccionales. En una realización, se muestra la geometría resultante para un sistema 110 de fijación (es decir, la tuerca 114 y el tornillo 112) con un diámetro de 16 mm en las FIGURAS 11A y 11B. Las dimensiones no incluidas en las FIGURAS 11A y 11B son como sigue:

Diámetro menor del tornillo: 14,427 mm

Diámetro menor de la tuerca: $14,757 \pm 0,025$ mm

Diámetro mayor del tornillo: $15,799 \pm 0,051$ mm

Diámetro mayor de la tuerca: $16,180 \pm 0,025$ mm

Todos los radios de la tuerca y del tornillo son tangentes y progresivos.

En otra realización, se caracteriza una tuerca 114 como se muestra en las FIGURAS 12A a 12C. Más en particular, la tuerca 114 contiene un ángulo comprendido entre los lados de 80 grados que incluye la parte plana de la holgura del aterrajamiento. Por lo tanto, en conexión con el sistema 110 de fijación mostrado en las FIGURAS 13A y 13B, cuando la tuerca 114 y un tornillo correspondiente 112 (cuyas características de rosca se muestran en la FIG. 11B) están acoplados entre sí, las crestas 132 de las roscas 126 del tornillo hacen contacto con los flancos 142' de soporte correspondientes de las roscas 130 de la tuerca en primer lugar, lo que tiene como resultado que una punta del tornillo 112 (que está fabricado de un material más duro) se introduzca en la tuerca 114 (que está fabricada de un material más blando) con una menor carga. Esto proporciona una resistencia a las vibraciones con un par/una carga de apriete menores. Esta secuencia de formación (en la que las roscas 130 de la tuerca se forman inicialmente en torno a las crestas 132 de las roscas 126 del tornillo) crea la característica de resistencia a las vibraciones con una menor carga. En una realización, se consigue una resistencia a las vibraciones, por ejemplo, si se aprieta un tornillo de Calidad 8 hasta una carga de apriete de Calidad 5.

5 La FIG. 14 ilustra los resultados medios de prueba de una prueba de tracción-fatiga por tracción para el sistema 110 de fijación en comparación con un sistema estándar UNC de fijación. Se midió la carga máxima en kN con respecto al número de ciclos. El sistema 110 de muestra utilizado fue un sistema de Calidad 8 con un diámetro de 16 mm. Como puede verse en la FIG. 14, el sistema 110 de fijación tiene cinco veces la vida de fatiga de un sistema estándar UNC comparable. Además, se midió que la tracción máxima calculada para el sistema 110 de fijación fue de 979,06 MPa, mientras que la tracción máxima calculada para un sistema UNC convencional fue de 1.337,59 MPa, lo que tiene como resultado que el sistema 110 de fijación tiene un 27% menos de tracción que el sistema UNC.

10 La FIG. 15 ilustra datos de prueba de vibración transversal de cuatro muestras del sistema 110 de fijación. Se midió la precarga en kN con respecto al tiempo en segundos. Se utilizaron las muestras de un sistema 110 de fijación con un diámetro de 19,05 mm con una precarga de 169,032 kN. Como se muestra en la FIG. 15, las precargas decayeron ligeramente y luego permanecieron estables. En consecuencia, esto demuestra adicionalmente que el sistema 110 de fijación tiene una buena resistencia a las vibraciones.

15 Resumiendo, los sistemas 10, 110 tienen diversas características beneficiosas. Por ejemplo, debido a que los sistemas 10, 110 de fijación son resistentes a las vibraciones, requieren menos mantenimiento y el tiempo de funcionamiento de los equipos es mayor. La rosca de "movimiento libre" permite un montaje rápido y una operación de extracción sencilla. Esto también evita daños a cualquier revestimiento de los sistemas **10, 110**. Debido a que las roscas **26, 126** de los tornillos son poco profundas y tienen factores reducidos de rebaje, tienen una resistencia elevada a la fatiga y absorben picos elevados de carga. En una realización, los sistemas **10, 110** de fijación pueden tener una resistencia de Clase 8.8 o Clase 10.9 y, por lo tanto, permiten una actualización sencilla de las tuercas y los tornillos convencionales. Finalmente, los sistemas **10, 110** de fijación tienen una relación previsible de par/tracción. Como resultado, las juntas fijadas tienen una resistencia a fallos por deslizamiento, y los componentes mantienen el alineamiento y duran más.

25 Se debería comprender que las realizaciones descritas en el presente documento son simplemente ejemplares y que un experto en la técnica puede realizar muchas variaciones y modificaciones sin alejarse del alcance de las reivindicaciones. Por ejemplo, en una realización, los tornillos **12, 112** pueden incluir cualquier tipo de pasador roscado, tal como un tornillo de cabeza de hongo y cuello cuadrado, un tornillo de cabeza hexagonal, tornillos en U, tornillos en J, tornillos para maquinaria, etc. En una realización, las tuercas **14, 114** pueden incluir cualquier tipo de tuerca, tal como una tuerca hexagonal, una tuerca cuadrada, una tuerca ciega, una tuerca de orejetas, una tuerca de reborde, etc. En una realización, se puede utilizar cualquier tipo de arandela apropiado con los sistemas **10, 110** de fijación, tales como plana, cuadrada, de frenado, de latón, de protección, etc. (no mostradas en las Figuras). En una realización, los sistemas 10, 110 de fijación pueden incluir revestimientos apropiados, tales como galvanizado, galvanización, cromo, etc. En consecuencia, se pretende que todas las variaciones y las modificaciones de ese tipo estén incluidas dentro del alcance de las realizaciones descritas en el presente documento como se define en las
35 reivindicaciones adjuntas.

40

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (10) de fijación para fijar una pluralidad de piezas a trabajar entre sí, que comprende:

5 un tornillo (12) que tiene un cuerpo alargado (16) adaptado para estar colocado en aberturas alineadas en las piezas a trabajar, terminando el cuerpo (16) en un extremo en una cabeza aumentada (22) e incluyendo una porción roscada (24) que tiene una pluralidad de roscas externas (26) del tornillo, estando definidas las roscas (26) de tornillo del tornillo (12) por una pluralidad de crestas (32) y una pluralidad de raíces (34), estando unida una de la pluralidad de crestas (32) a una correspondiente de la pluralidad de raíces (34) por medio de un flanco (36) de soporte, estando fabricado el tornillo (12) de un primer material; y

10 una tuerca (14) que tiene una pluralidad de roscas internas (30) de la tuerca, estando definidas las roscas (30) de la tuerca por una pluralidad de crestas (38) y una pluralidad de raíces (40), estando unida una de la pluralidad de crestas (38) de las roscas (30) de la tuerca a una correspondiente de la pluralidad de raíces (40) de las roscas (30) de la tuerca por medio de un flanco (42) de soporte, estando dimensionadas y formadas las roscas (30) de la tuerca para acoplarse de forma roscada a las roscas (26) del tornillo, estando fabricada la tuerca (14) de un segundo material que es más blando que el primer material del tornillo (12), por lo que, cuando se gira la tuerca (14) en el tornillo (12), las roscas (26) del tornillo y las roscas (30) de la tuerca están en una posición mutua desapretada con y los flancos (42) de las roscas (30) de la tuerca se ajustan a los flancos opuestos (36) de las roscas (26) del tornillo, de forma que no se requiere ningún par para girar la tuerca (14) en el tornillo (12), y

20 por lo que, cuando los flancos (36) de las roscas (26) del tornillo y los flancos (42) de las roscas (30) de la tuerca están acoplados completamente y la tuerca (14) es apretada sobre el tornillo (12), cada una de la pluralidad de crestas (32) de las roscas (26) del tornillo se embebe en uno correspondiente de la pluralidad de flancos (42) de soporte de las roscas (30) de la tuerca y cada una de la pluralidad de crestas (38) de las roscas (30) de la tuerca se deforma y fluye al interior de una raíz correspondiente de la pluralidad de raíces (34) de las roscas (26) del tornillo para crear un contacto completo entre las roscas (30) de la tuerca y las roscas (26) del tornillo, de forma que se impide que la tuerca (14) se mueva en una dirección transversal a un eje longitudinal del tornillo (12).

2. El sistema (10) de fijación como se reivindica en la Reivindicación 1, en el que el primer material del tornillo (12) es acero al carbono medio aleado.

- 30 3. El sistema (10) de fijación como se reivindica en la Reivindicación 2, en el que el segundo material de la tuerca (14) está seleccionado del grupo que consiste en acero bajo en carbono, acero bajo en carbono aleado, acero al carbono medio, y acero al carbono medio aleado.

4. El sistema (10) de fijación como se reivindica en la Reivindicación 1, en el que el primer material del tornillo (12) es acero al carbono medio.

- 35 5. El sistema (10) de fijación como se reivindica en la Reivindicación 1, en el que la relación de la dureza del tornillo (12) con respecto a la dureza de la tuerca (14) es aproximadamente 4:3.

6. El sistema (10) de fijación como se reivindica en la Reivindicación 5, en el que la tuerca (14) incluye una dureza en el intervalo desde aproximadamente Rb 75 hasta aproximadamente Rb 95.

- 40 7. El sistema (10) de fijación como se reivindica en la Reivindicación 5, en el que el tornillo (12) es un tornillo (12) de Calidad 8 que tiene una dureza en el intervalo desde aproximadamente Rc 33 hasta aproximadamente Rc 39.

8. El sistema (10) de fijación como se reivindica en la Reivindicación 5, en el que el tornillo (12) es un tornillo (12) de Clase 10.9 que tiene una dureza en el intervalo desde aproximadamente Rc 33 hasta aproximadamente Rc 39.

- 45 9. El sistema (10) de fijación como se reivindica en la Reivindicación 5, en el que el tornillo (12) es un tornillo (12) de Calidad 5 que tiene una dureza en el intervalo desde aproximadamente Rc 24 hasta aproximadamente Rc 34.

10. El sistema (10) de fijación como se reivindica en la Reivindicación 5, en el que el tornillo (12) es un tornillo (12) de Clase 8.8 que tiene una dureza en el intervalo desde aproximadamente Rc 24 hasta aproximadamente Rc 34.

- 50 11. El sistema (10) de fijación como se reivindica en la Reivindicación 5, en el que la tuerca (14) incluye una dureza en el intervalo desde aproximadamente Rb 53 hasta aproximadamente Rb 75.

12. El sistema (10) de fijación como se reivindica en la Reivindicación 1, en el que las roscas (30) de la tuerca incluyen una rosca unidireccional y las roscas (26) del tornillo incluye una rosca unidireccional.

13. El sistema (10) de fijación como se reivindica en la Reivindicación 1, en el que las roscas (30) de la tuerca incluyen una rosca bidireccional y las roscas (26) del tornillo incluyen una rosca bidireccional.
14. El sistema (10) de fijación como se reivindica en la Reivindicación 13, en el que las roscas (30) de la tuerca incluyen un ángulo comprendido entre los lados de aproximadamente 50 grados y, preferentemente, un ángulo comprendido entre los lados de aproximadamente 80 grados.

5

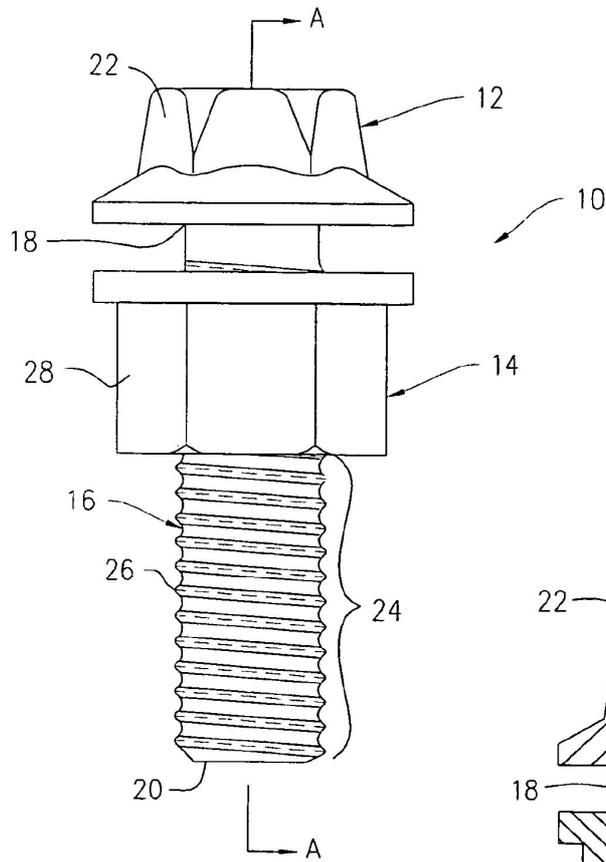


FIG. 1

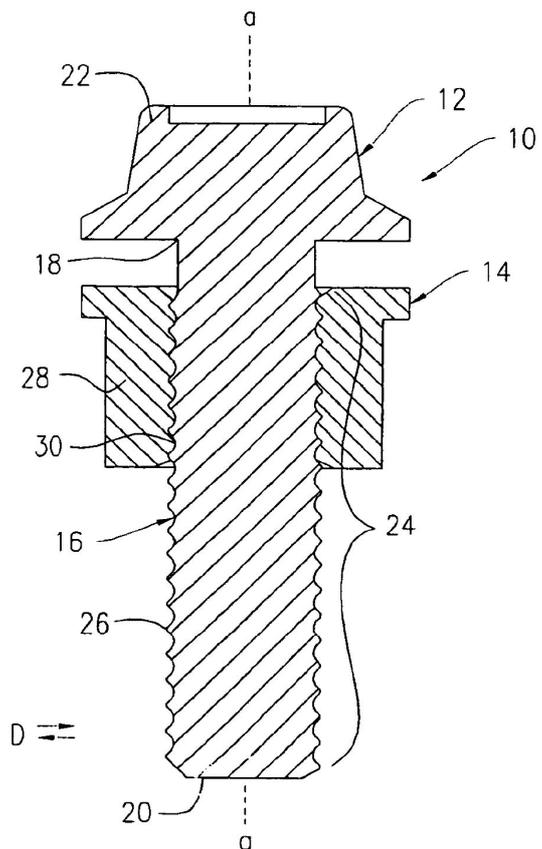


FIG. 2

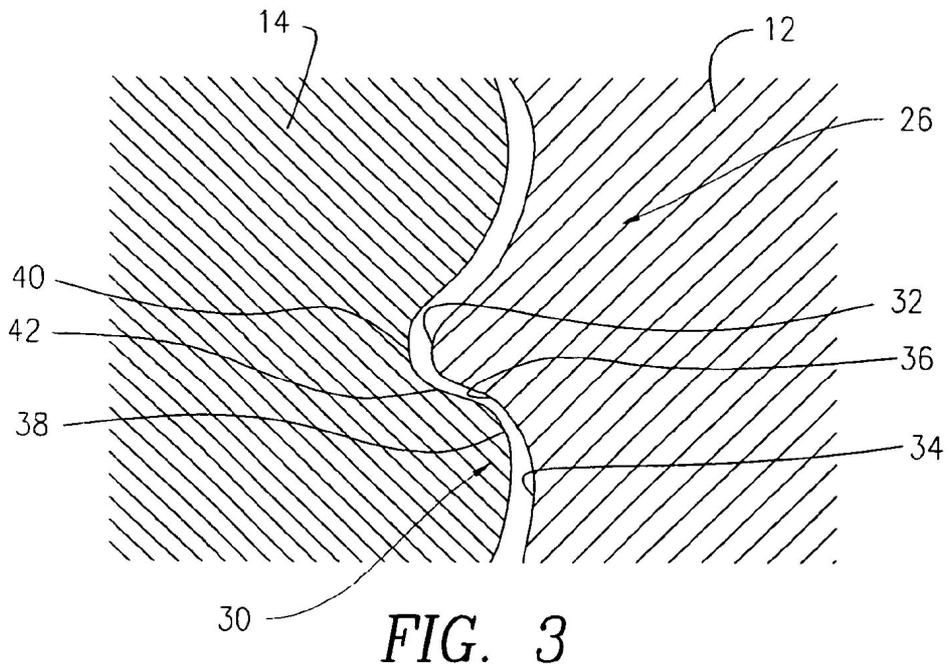


FIG. 3

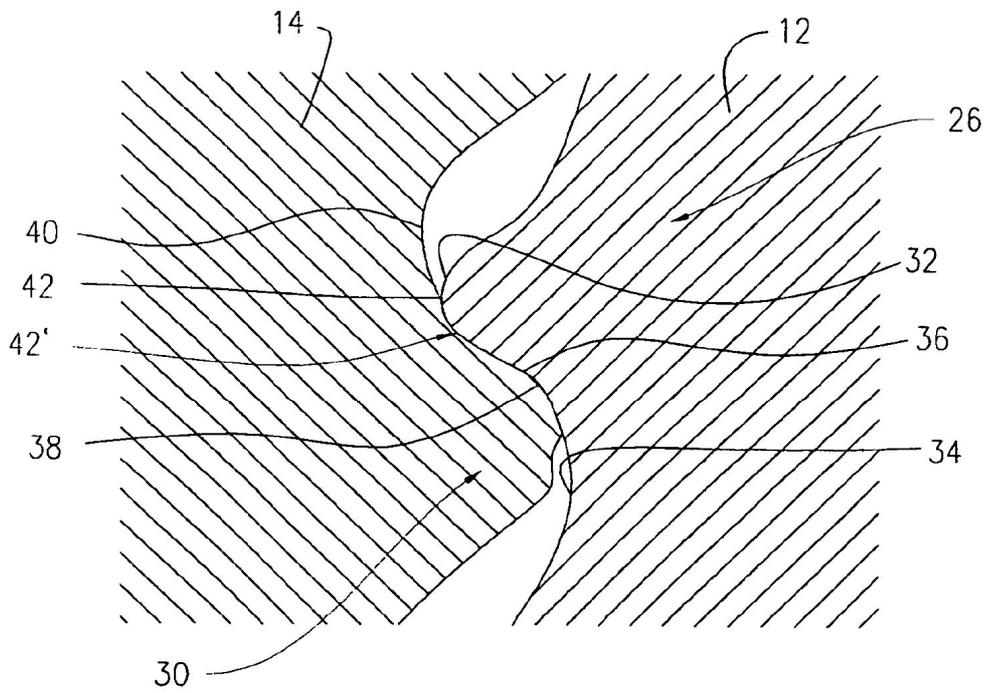


FIG. 4

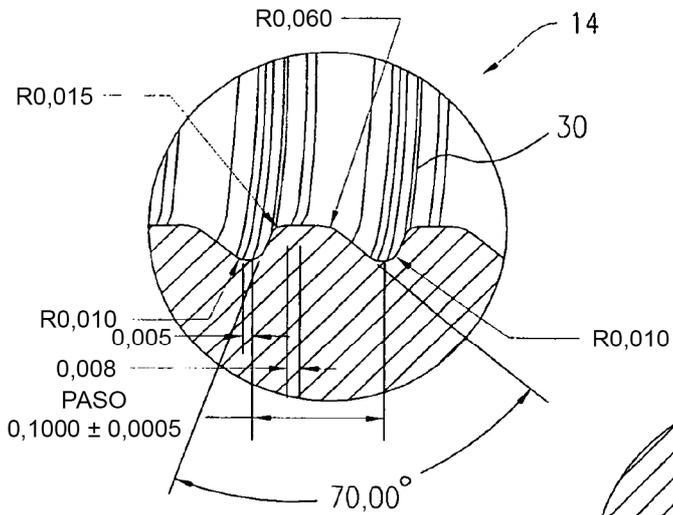


FIG. 5A

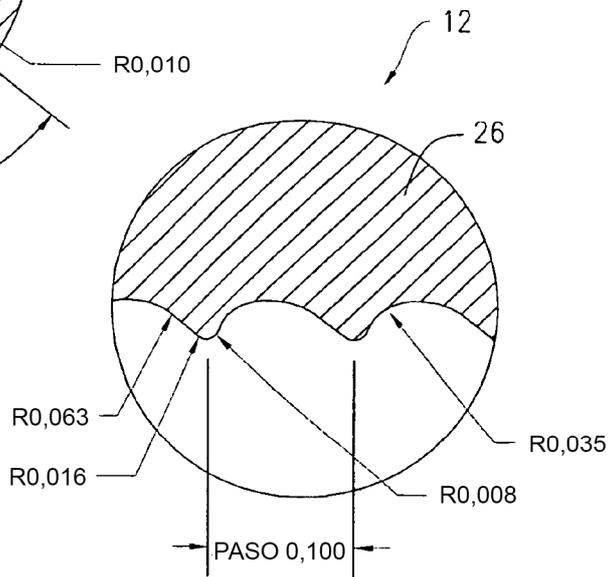


FIG. 5B

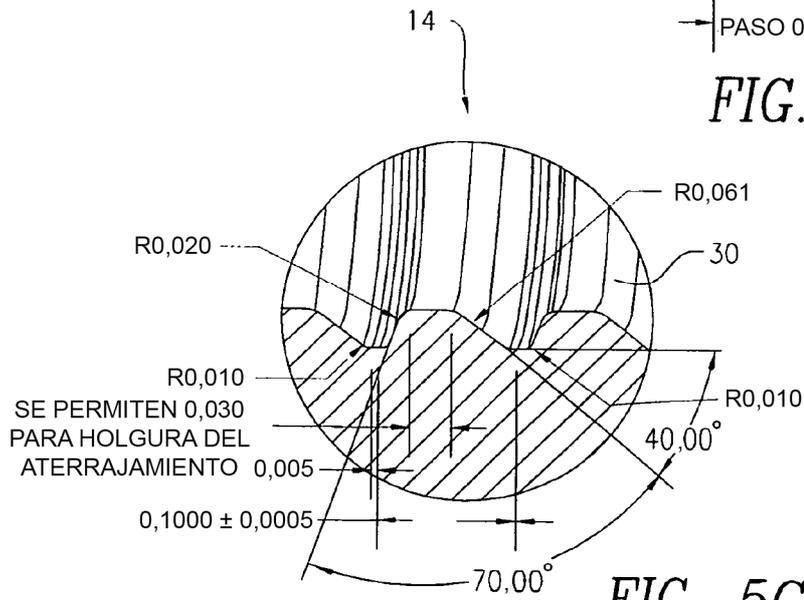
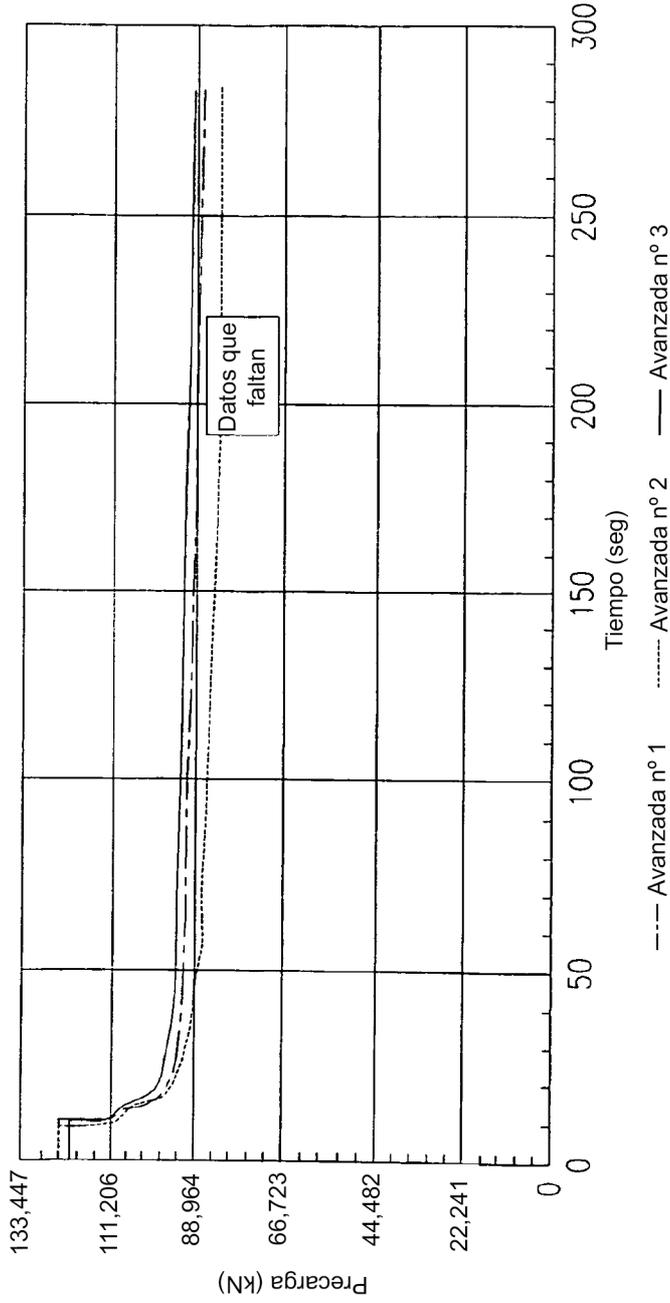


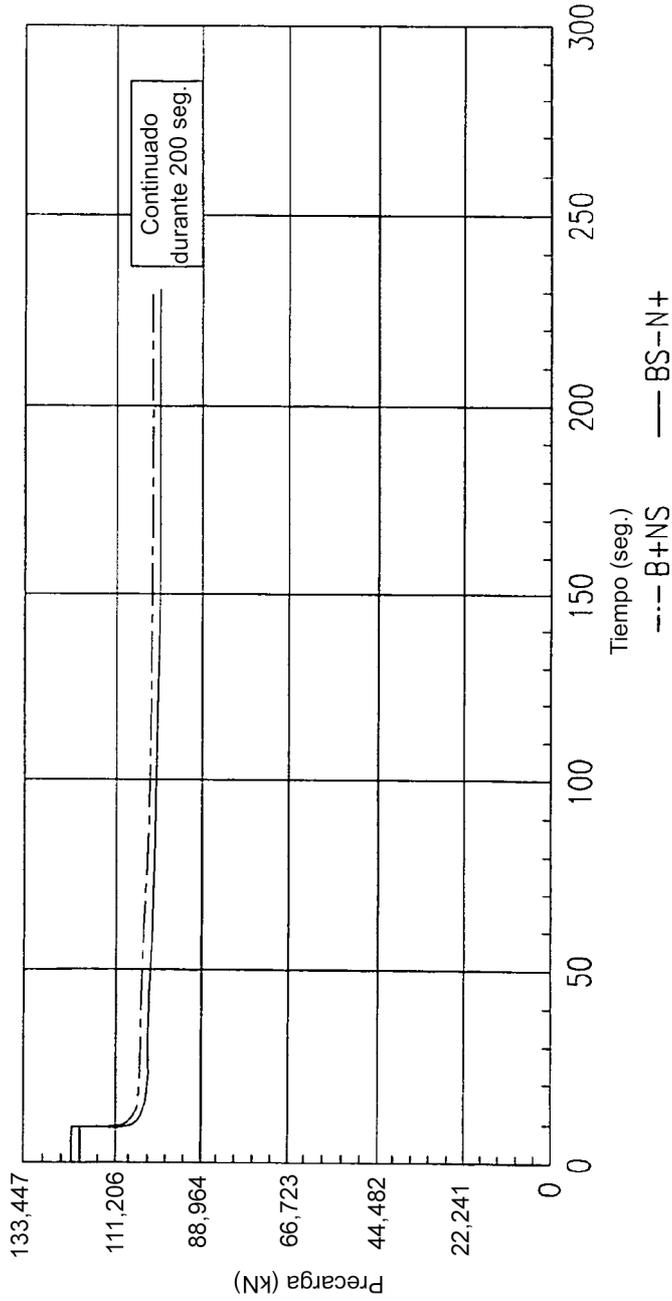
FIG. 5C



Datos de prueba tuerca de reborde hexagonal y cabeza hexagonal de 16 mm

Prueba nº	Precarga máxima instalación (kN)	Precarga en cero seg. (kN)	Precarga en 30 seg. (kN)	Precarga en 60 seg. (kN)	Precarga en 120 seg. (kN)	Precarga en 180 seg. (kN)	Precarga en 240 seg. (kN)	Precarga final (kN)	Rotación total (grados)
1	122,549	120,222	92,283	90,971	89,658	88,853	88,124	87,977	5
2	123,527	121,975	90,165	91,553	84,841	83,747		82,652	5
3	123,402	121,757	93,377	93,377	92,194	91,407	90,971	90,753	2
Media	123,158	121,316	91,940	90,486	88,898	88,004	89,547	87,127	4

FIG. 6



Datos de prueba de tuerca de reborca hexagonal y cabeza hexagonal de 16 mm (continuado)

Prueba nº	Precarga máxima instalación (kN)	Precarga en cero seg. (kN)	Precarga en 30 seg. (kN)	Precarga en 60 seg. (kN)	Precarga en 120 seg. (kN)	Precarga en 180 seg. (kN)	Precarga en 240 seg. (kN)	Precarga final (kN)	Rotación total (grados)
4 en 5	122,993	120,587	104,320	103,225	102,278	101,535	101,548	101,473	0
5 en 4	124,363	122,046	102,643	101,255	99,871	99,213	98,848	98,848	0
Media	123,678	121,316	103,483	102,242	101,077	100,454	100,201	100,161	0

FIG. 7

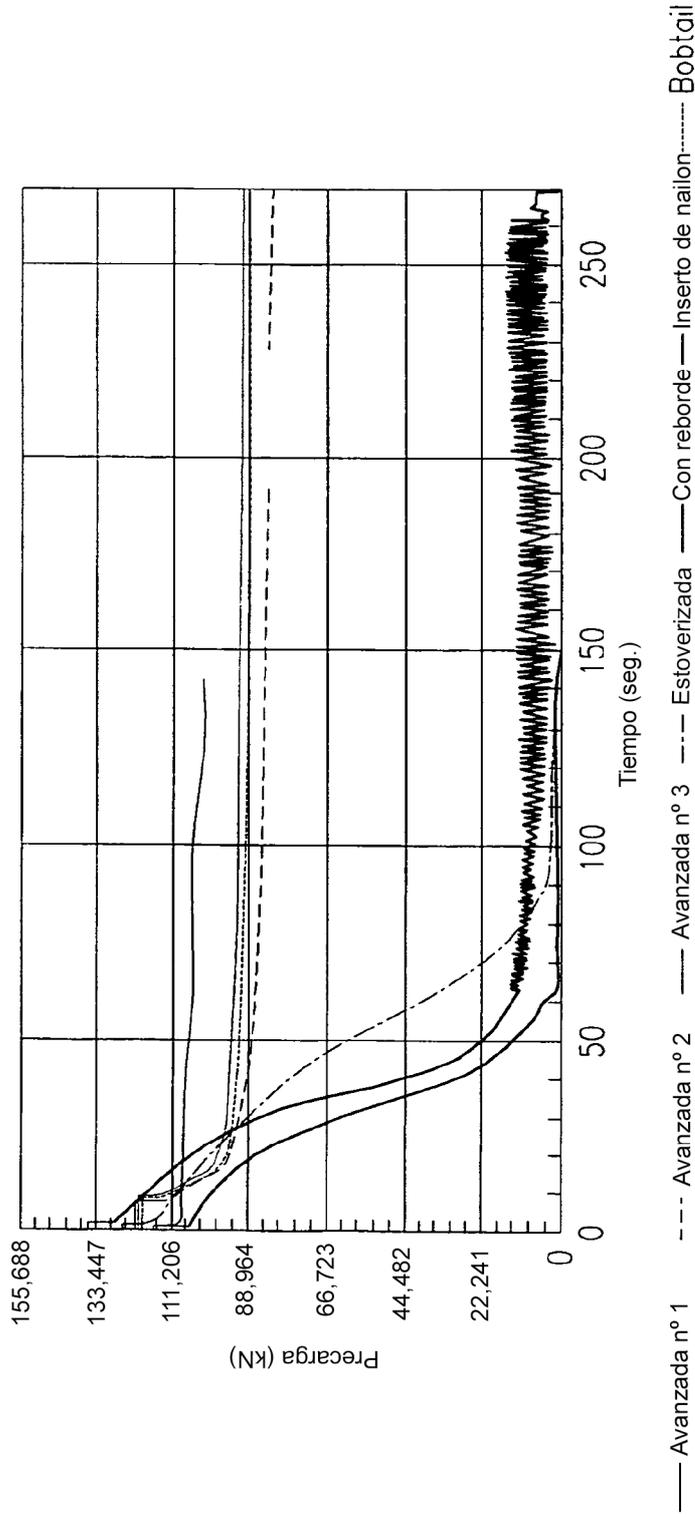


FIG. 8

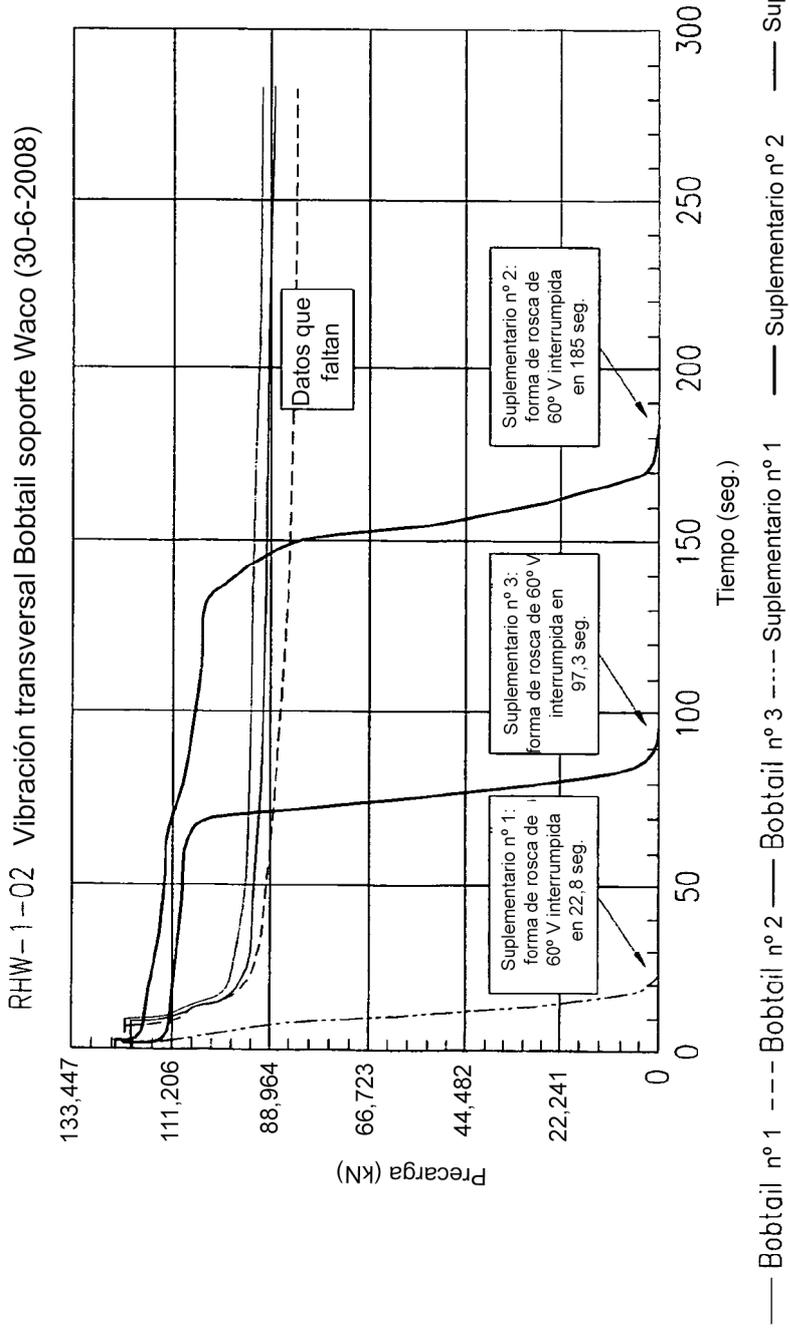


FIG. 9

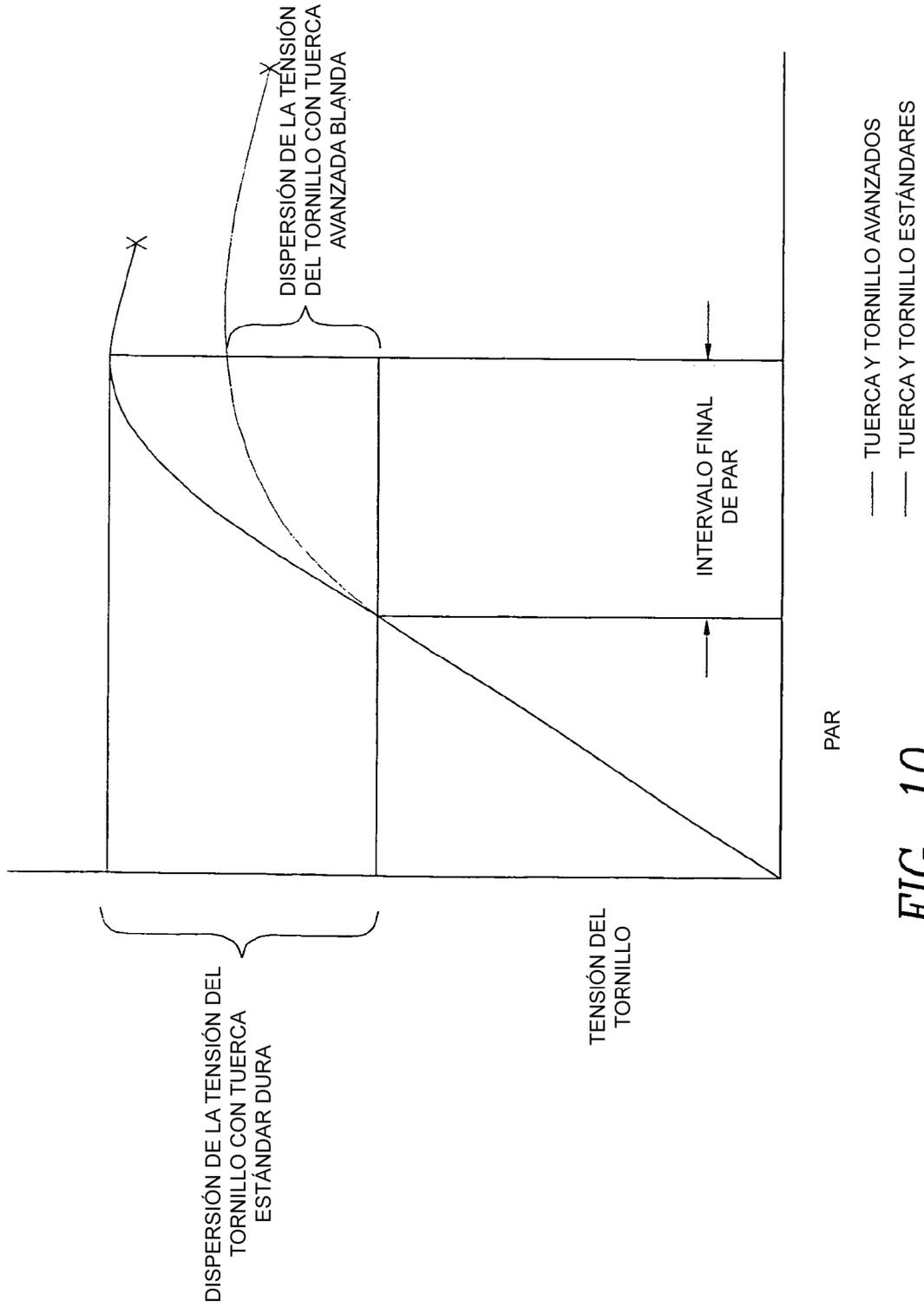


FIG. 10

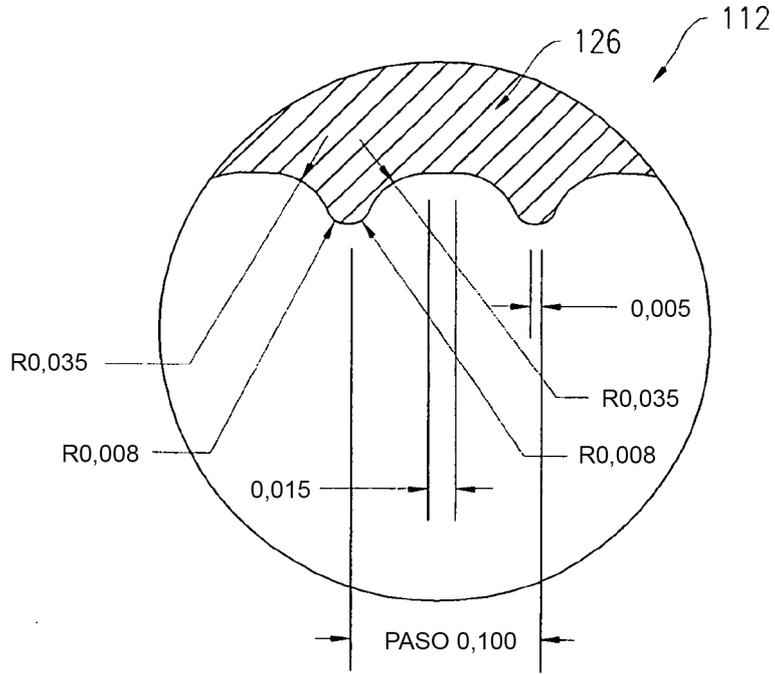


FIG. 11A

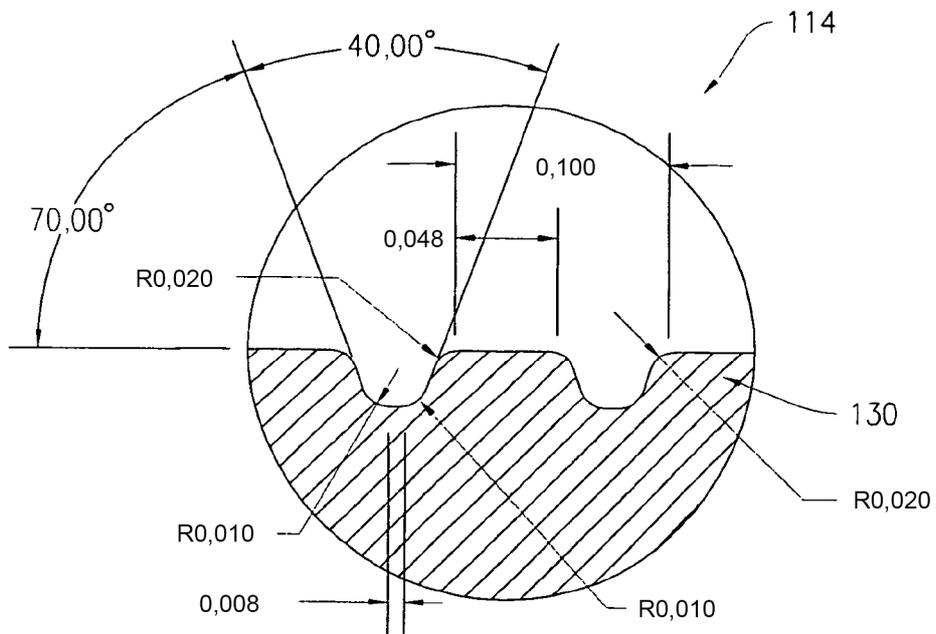


FIG. 11B

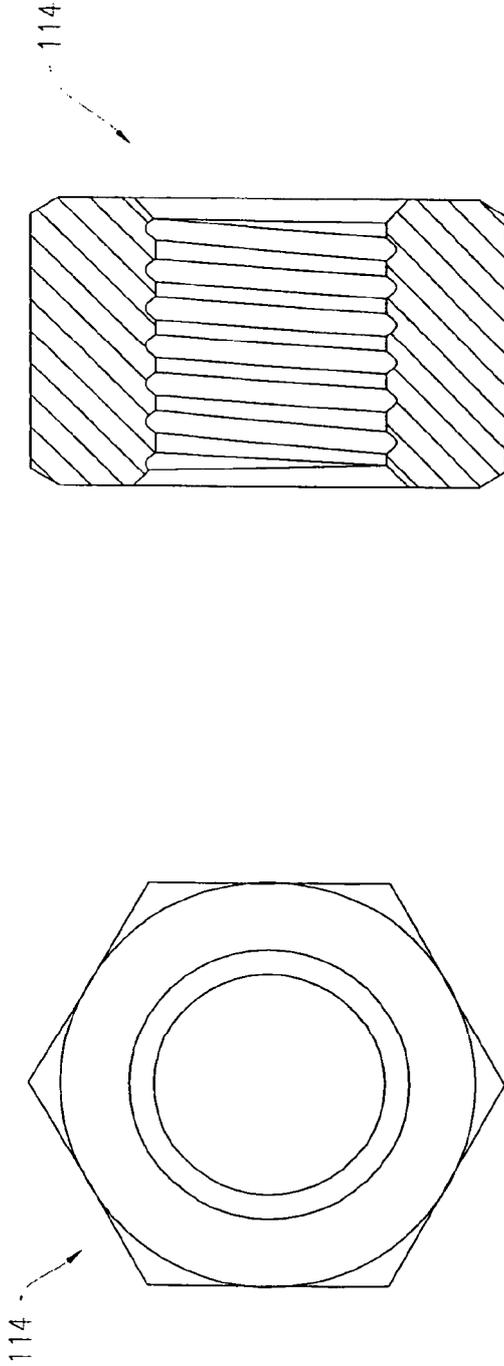


FIG. 12B

FIG. 12A

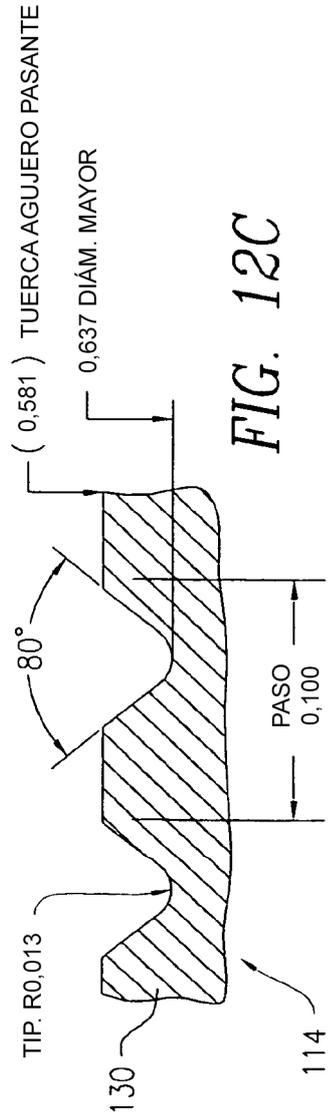


FIG. 12C

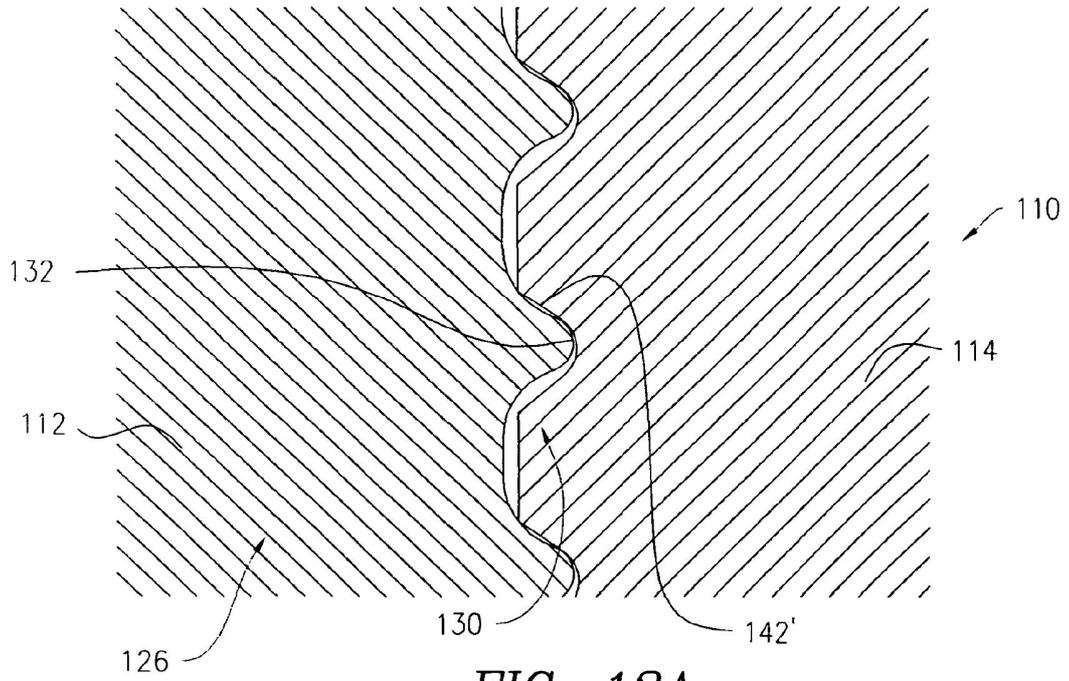


FIG. 13A

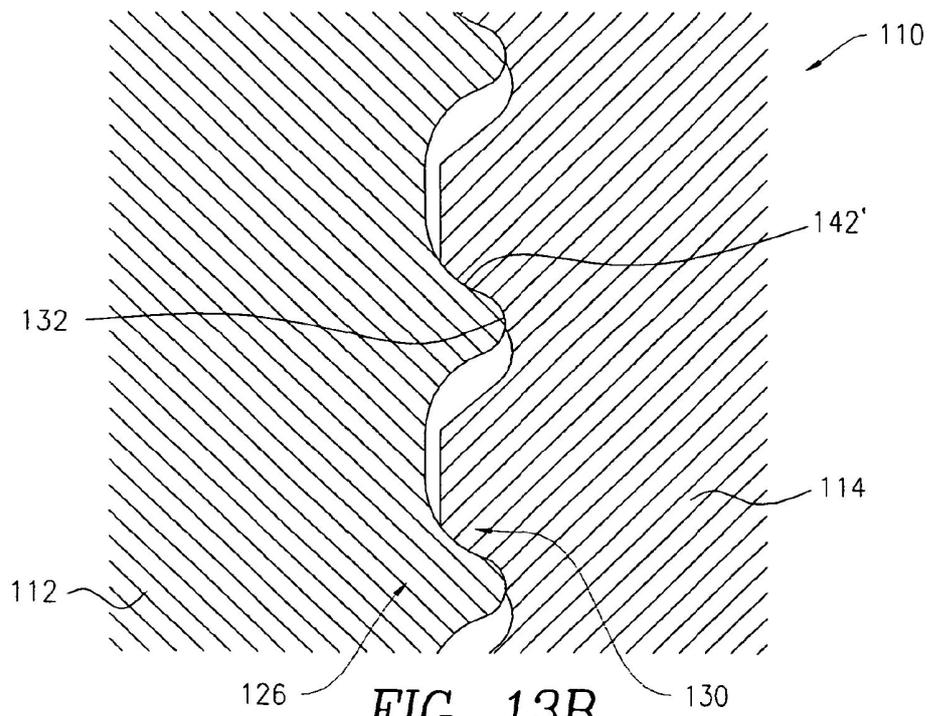


FIG. 13B

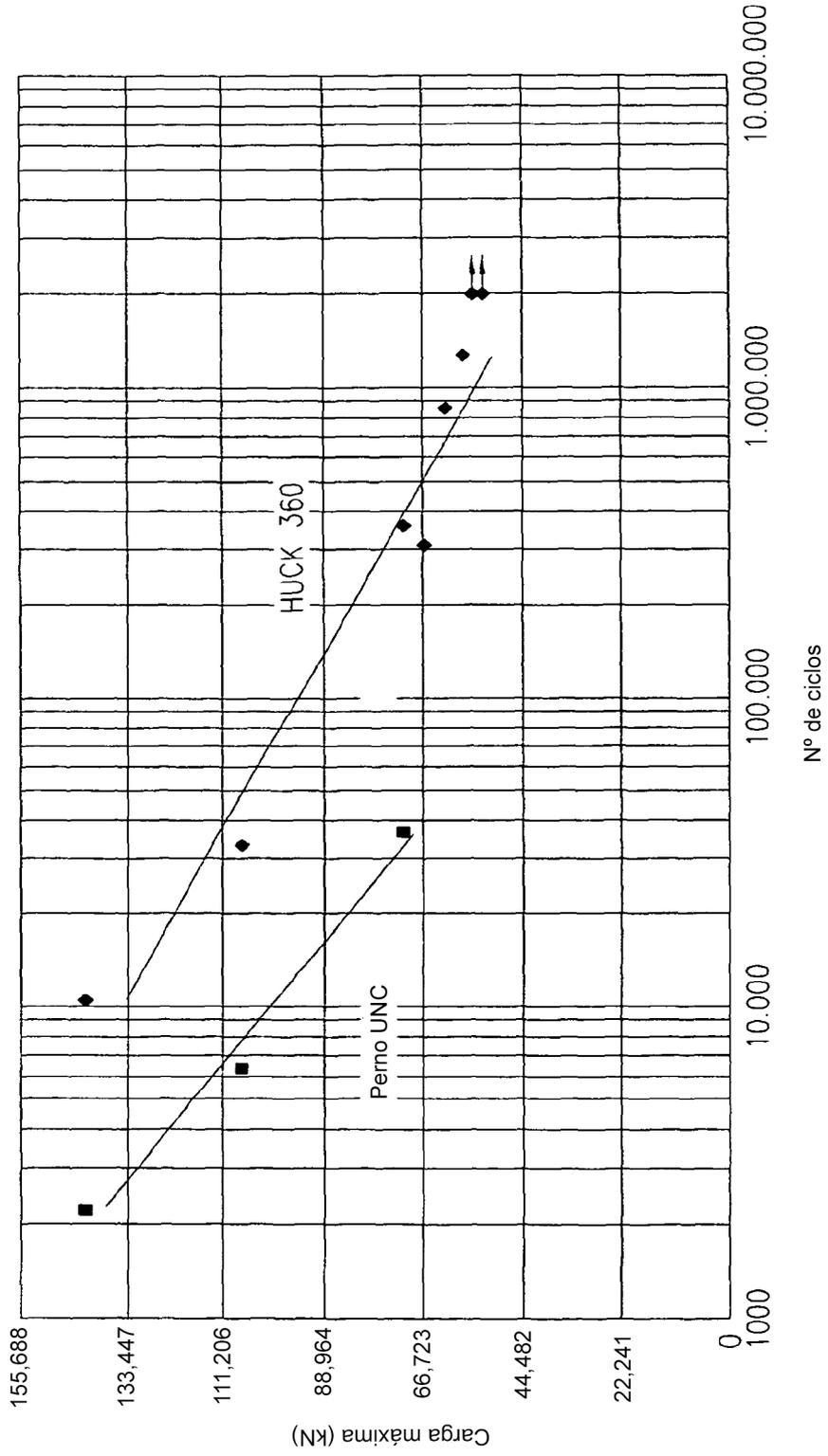


FIG. 14

RT-698 Comparación de rendimiento de vibraciones transversales con una precarga de 169,032 kN
 Grupo B de prueba Huck 360 (19 mm sin reborde movimiento libre)

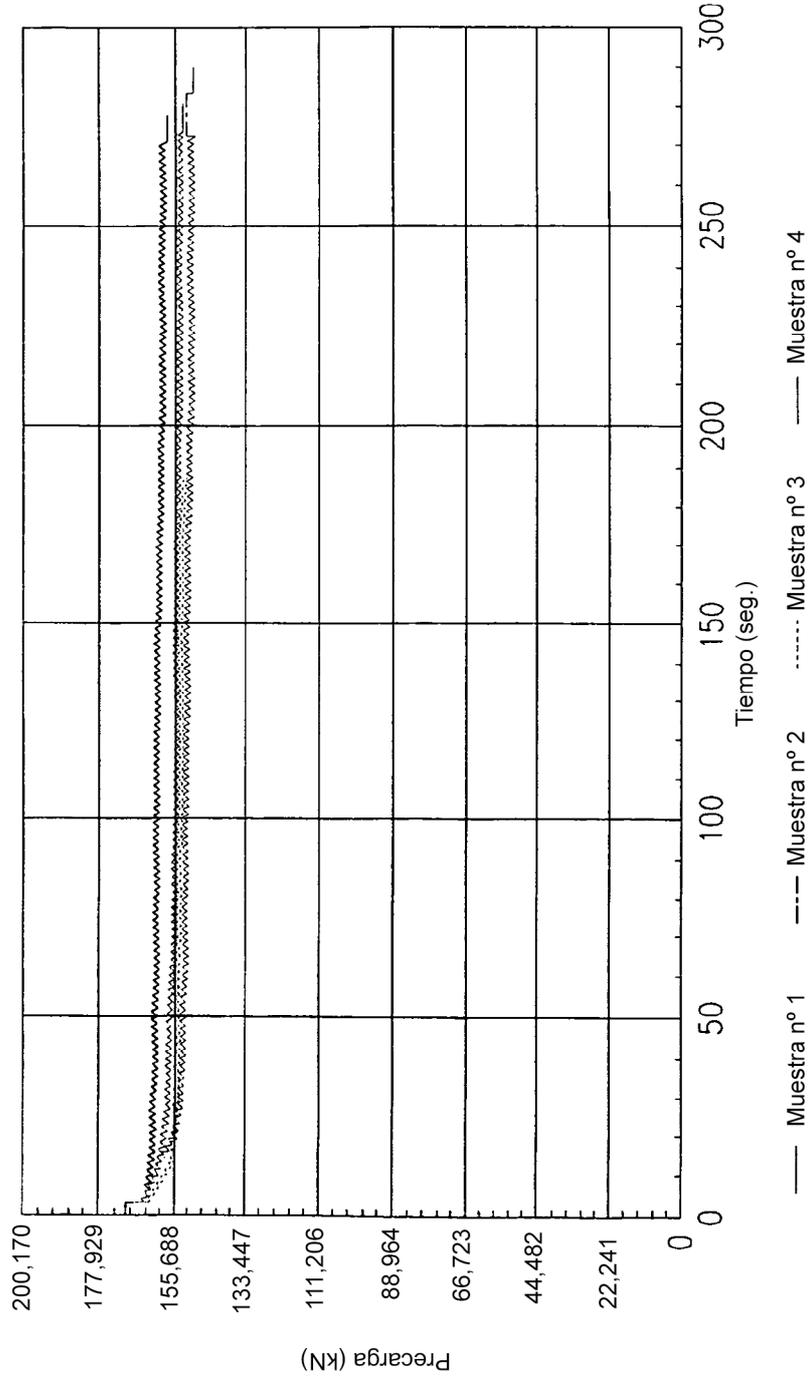


FIG. 15