

SUJETADOR ROSCADO EN HERRAMIENTAS MECÁNICAS

Referencia Cruzada a Solicitudes Relacionadas

Esta Solicitud reclama prioridad a, y/o es, una solicitud de patente de continuación o una solicitud de continuación en parte de las siguientes solicitudes de patente co-pendientes y de propiedad conjunta, copias enteras de las cuales se incorporan aquí por referencia: la Solicitud de los Estados Unidos N.º de serie 62/012,009, con fecha de presentación del 13 de junio de 2014, titulada "APARATO PARA APRETAR SUJETADORES ROSCADOS"; la Solicitud bajo el Tratado de Cooperación en Materia de Patentes N.º de serie PCT/US2014/035375, con fecha de presentación del 24 de abril de 2014, titulada "APARATO PARA APRETAR SUJETADORES ROSCADOS"; la Solicitud de los Estados Unidos N.º de serie 61/940,919, con fecha de presentación del 18 de febrero de 2014, titulada "APARATO PARA APRETAR SUJETADORES ROSCADOS"; la Solicitud de los Estados Unidos N.º de serie 61/916,926, con fecha de presentación del 17 de diciembre de 2013, titulada "APARATO PARA APRETAR SUJETADORES ROSCADOS"; la Solicitud de los Estados Unidos N.º de serie 13/577,995, con fecha de presentación del 9 de agosto de 2012, titulada "APARATO PARA APRETAR SUJETADORES ROSCADOS", la cual reclama prioridad a la Solicitud bajo el Tratado de Cooperación en Materia de Patentes N.º de serie PCT/IB2011/001019, con fecha de presentación del 9 de febrero de 2011, titulada "APARATO PARA APRETAR SUJETADORES ROSCADOS", la cual reclama prioridades a las Solicitudes de los Estados Unidos N.º de serie 61/430,105 y 61/302,598, con fechas de presentación del 5 de enero de 2011 y 9 de febrero de 2010, ambas tituladas "APARATO PARA APRETAR SUJETADORES ROSCADOS"; y la Solicitud de los Estados Unidos N.º de serie 13/113,693, con fecha de presentación del 23 de mayo de 2011, titulada "MÉTODO PARA APRETAR Y AFLOJAR SUJETADORES ROSCADOS", la cual es una división de la Solicitud de los Estados Unidos N.º de serie 12/429,040, con fecha de presentación del 23 de abril de 2009, titulada "ARANDELA PARA APRETAR Y AFLOJAR SUJETADORES ROSCADOS", la cual es ahora la Patente de los Estados Unidos N.º 8,079,795, con fecha de otorgamiento del 20 de diciembre de 2011, titulada "ARANDELA PARA

APRETAR Y AFLOJAR SUJETADORES ROSCADOS".

Estado del Arte Previo

Los sujetadores roscados, incluyendo pernos, espárragos, tuercas y arandelas, son conocidos y se utilizan en aplicaciones de atornillamiento tradicionales. El mantenimiento y reparación de las aplicaciones industriales comienzan con el aflojamiento y terminan con el apriete de estos sujetadores roscados.

Naturalmente, la industria busca reducir las pérdidas de producción durante el mantenimiento y/o la reparación rutinarios, imprevistos o de emergencia.

Existen dos métodos de apretar y/o aflojar un perno: torque y tensión. Hasta las innovaciones del Solicitante, sin embargo, era imposible realizar torqueo hidráulico (*hydraulic torqueing*) y tensionamiento hidráulico con la misma herramienta. Los operarios necesitaban herramientas separadas para torqurear (*to torque*) y tensionar los sujetadores roscados.

El torque tiene ventajas que consisten en: puede aplicarse a la mayoría de los sujetadores roscados existentes; es preciso dentro de un cinco por ciento (5%) de la resistencia de giro pre-calculada de la tuerca; evita el aflojamiento imprevisto; garantiza una carga del perno circunferencial más uniforme que la tensión; y supera las aplicaciones de lubricación desigual, particulados extraños debajo de la tuerca o encima de la brida, y menor daño a las roscas. El torque, sin embargo, tiene desventajas que consisten en: está sujeto a fricción de las roscas y a fricción facial, ambas desconocidos; requiere el uso de una llave de respaldo (*back-up wrench*) aplicada a la tuerca en el lado opuesto de la aplicación para mantener inmóvil la base del sujetador roscado; tiene como resultado una carga de perno residual desconocida; y está sujeto a torsión del perno y carga lateral, afectando ambos negativamente las aplicaciones de atornillamiento. El uso sostenible y preciso de torque en el atornillamiento requiere establecer fricciones faciales de apoyo y las roscas (*thread and bearing facial friction*) y eliminar la torsión y la carga lateral.

La tensión tiene ventajas que consisten en que está libre de tensión y carga lateral. La tensión, sin embargo, tiene desventajas que consisten en que: requiere que el perno sobresalga (*to stick out*) en por lo menos su diámetro sobre y encima de la tuerca, de manera que pueda halarse hacia arriba por un tensionador, requiere a menudo el reemplazo del perno y la tuerca; es preciso únicamente dentro de un 25% de la resistencia de giro asumida; proporciona un asiento de la tuerca manual, impredecible; está sujeto a fricción de las roscas y fricción facial, ambos desconocidos; a menudo sobretensiona (*over pulls*), no tensiona (*stretches*) el sujetador; tiene como resultado una relajación del sujetador incontrolable, debida a la transferencia de carga del extractor; y tiene como resultado una carga del perno residual desconocida. El uso sostenible y preciso de la tensión en el atornillamiento requiere eliminar la tracción (*pulling*) del espárrago/perno y la transferencia de carga.

Las herramientas mecánicas de torque son conocidas en el arte e incluyen las de accionamiento neumático, eléctrico e hidráulico. Las herramientas mecánicas de torque producen una fuerza de rotación, para apretar y/o aflojar el sujetador roscado, y una fuerza de reacción igual y opuesta. Los tensionadores hidráulicos utilizan un extractor para aplicar presión hidráulica al perno, la cual resulta usualmente en un elongamiento del perno un 10%-20% más alto que el deseado, haciendo que el espárrago se sobretensione. A continuación, la tuerca se aprieta manualmente hasta quedar exactamente ajustada (*until snug*); la presión sobre el cilindro se libera; el espárrago se recupera; y la carga se transfiere del puente a la tuerca, comprimiendo así la junta con fuerza de clampeo.

En relación con el torque, los accesorios de reacción tradicionales se apoyan contra objetos estacionarios viables y accesibles, tales como sujetadores adyacentes, para impedir que la carcasa de la herramienta gire hacia atrás mientras el sujetador gira hacia adelante. Esta fuerza de apoyo aplica una fuerza de tracción, o carga lateral, perpendicular al eje del perno sobre la tuerca a apretarse o aflojar. La fuerza de reacción de las herramientas con mando de sección cuadrada (*square drive tools*) se propaga a través del brazo de reacción tratando de desatornillar el extremo del cilindro de la herramienta y/o doblar el mando. Nótese la innovación del fabricante en

la transferencia de la fuerza de reacción coaxial, que se encuentra en la HYTORC® AVANTI®. La evolución de los accesorios de reacción tradicionales del arte previo divulga, por ejemplo, en las Patentes de los Estados Unidos del Solicitante N°: 4,671,142; 4,706,526; 5,016,502; Re. 33,951; 6,152,243; D500060; y 7,765,895, copias enteras de las cuales se incorporan aquí por referencia.

La industria se ha venido dejando a un lado los tensionadores hidráulicos engorrosos y complicados, pero igualmente el torqueo (*torqueing*) debido a la torsión y a la carga lateral aplicadas al sujetador. Por supuesto, el tensionamiento mecánico se ha popularizado enormemente.

El Solicitante introdujo avances en el atornillamiento y resolvió muchos retos de atornillamiento con sus líneas de producto de tensionador mecánico HYTORC NUT™ y las unidades motrices y las herramientas para uso con las mismas.

Esta tuerca tensionadora tiene dos camisas, una dentro de la otra, con lo cual la camisa interna se conecta con una arandela estriada para permitir un movimiento axial de la camisa interna únicamente. La tuerca se enrosca en un espárrago o perno como una unidad. Una unidad motriz patentada sujeta (*holds onto*) la camisa interna y gira la camisa externa. El espárrago se hala hacia arriba junto con la camisa interna y se tensiona sin sobre-extensión y recuperación, como con un tensionador hidráulico. La tuerca interna nunca gira contra las roscas del espárrago bajo carga, eliminando la posibilidad de excoiación de las roscas del perno u otro daño.

La HYTORC NUT™: utiliza mecánicamente la fuerza de acción y reacción de la herramienta durante el apriete y el aflojamiento; convierte torque en alargamiento del perno libre de torsión en lugar de halar como en la tensión; permite la calibración de precisión de la carga del perno con un ajuste y el logro del elongamiento del perno residual o carga, comparada con el torque; elimina la carga lateral, la torsión, la transferencia y la relajación de la carga, los brazos de reacción, las llaves de respaldo (*backup wrenches*), extractores y puentes; elimina las mediciones del elongamiento

del perno para aplicaciones críticas; aumenta la seguridad, el atornillamiento libre de errores, la confiabilidad de la junta y la velocidad; recorta los tiempos de atornillamiento en más del 50%; y funciona en todas las juntas sin alteración. Mejora el torque y la tensión alargando los pernos en lugar de halarlos, impidiendo el rebote mecánico poco seguro, que daña el sujetador y la junta. El operario fija y obtiene la carga del perno en cualquier punto desde 30% a 90% de la elasticidad (*the yield*).

La evolución de la HYTORC NUT™ se divulga, por ejemplo, en las Patentes de los Estados Unidos del Solicitante N^o: 5,318,397; 5,499,9558; 5,341,560; 5,539,970; 5,538,379; 5,640,749; 5,946,789; 6,152,243; 6,230,589; 6,254,323; 6,254,323; y 6,461,093, copias enteras de las cuales se incorporan aquí por referencia.

La HYTORC NUT™, sin embargo, tiene su catálogo de inconvenientes. Los usuarios finales tienen que reemplazar las tuercas estándar con unidades tratadas y lubricadas, maquinadas con precisión. Adicionalmente, la camisa interna necesita ser relativamente gruesa radialmente en el punto de conexión con la arandela. Algunas veces esta conexión puede soportar toda la fuerza de reacción aplicada a la camisa externa. Además, la HYTORC NUT™ es costosa de producir y a veces difícil de vender a usuarios finales de atornillamiento tradicional, empeñados en minimizar costos. Además, en algunas versiones de la HYTORC NUT™, la tuerca debe fabricarse con dos camisas cuyo diámetro exterior tiene que satisfacer el diámetro exterior de una tuerca regular, de modo que las dos camisas tienen menos material que una tuerca regular. Esto exige el uso de materiales de resistencia elevada, lo cual genera renuencia de parte de los clientes a cambiar materiales y el temor a lo desconocido. En otras versiones de la HYTORC NUT™, el perno necesita alterarse, lo cual es costoso y no aceptable fácilmente por la industria.

El Solicitante además hizo progresos en el atornillamiento industrial y solucionó muchos retos de atornillamiento con sus líneas de productos HYTORC WASHER™ y unidades motrices y herramientas para usar con las mismas. La HYTORC WASHER™ fue el primer ejemplo de arandelas de reacción usadas como puntos de reacción para aplicar torque a tuercas y pernos sobre sujetadores con rosca

helicoidal. Las arandelas de reacción se posicionan en la trayectoria de carga del perno o espárrago y, en consecuencia, experimentan siempre la misma e idéntica carga. En los sistemas de arandela de reacción se aplica torque rotacional a la tuerca superior o perno, mientras el torque de reacción opuesto se imparte sobre la arandela de reacción. La tuerca superior o perno y la arandela de reacción correspondiente experimentan los mismos e idénticos carga y torque. Por consiguiente, el momento relativo se rige únicamente por las fuerzas de fricción. El componente con el menor coeficiente de fricción tendrá una tendencia a moverse, mientras que el otro componente permanecerá relativamente anclado.

La arandela de carga de auto-reacción HYTORC WASHER™ tiene un segmento roscado interior conectado con la rosca de un perno tradicional. Esta ajusta bajo una tuerca regular e impide que el perno gire, proporcionando al mismo tiempo un punto de reacción para la herramienta impulsora (*the driving tool*). Se aprieta con una copa dual patentada. Una copa exterior sujeta (*holds on*) la arandela, y una copa interna gira la tuerca regular, halando así el espárrago a través de la arandela. La fuerza de reacción de la herramienta se convierte en una fuerza de sujeción que mantiene a la HYTORC WASHER™ estacionaria. Esto mantiene al segmento y, en consecuencia, al perno estacionario cuando la tuerca se está girando, hasta que el elongamiento del perno hace que un segmento axial se mueva al interior de la HYTORC WASHER™. Esto mejora el torque y la tensión alargando los pernos en lugar de halarlos. La ausencia de relajación de la transferencia de carga, o rebote mecánico, permite un alargamiento de 90% de la elasticidad.

La HYTORC WASHER™: provee una fricción facial de apoyo (*bearing facial friction*) conocida para una carga de perno residual más uniforme; no requiere maquinado de precisión de la cara de asiento (*spot face*); minimiza la torsión y la carga lateral del procedimiento de atornillamiento; impide que el perno gire junto con la tuerca; crea estiramiento del perno axial recto sin la necesidad de brazos de reacción y llaves de respaldo; incrementa la carga del perno residual y la uniformidad de la comprensión de la junta circunferencial; reduce el tiempo de preparación; aumenta la velocidad de atornillamiento; permite que el atornillamiento se oriente axialmente y se opere a manos libres incluso en aplicaciones invertidas; eleva la seguridad de atornillamiento;

y minimiza el riesgo de un daño al sujetador y a la junta.

La evolución de las líneas de producto HYTORC WASHER™ y las unidades motrices y las herramientas para uso con las mismas se divulga, por ejemplo, en las Patentes de los Estados Unidos del Solicitante N°.: 6,490,952; 6,609,868; 6,929,439; 6,883,401; 6,986,298; 7,003,862; 7,066,053; 7,125,213; 7,188,552; 7,207,760; y 7,735,397, copias enteras de las cuales se incorporan aquí por referencia.

La HYTORC WASHER™, no obstante, tiene su catálogo de inconvenientes. Añade una altura innecesaria a las aplicaciones de atornillamiento. Con frecuencia, los usuarios finales tienen que reemplazar los espárragos y pernos estándar con versiones más largas debido a las regulaciones que exigen que dos o más roscas sobresalgan de la tuerca luego del apriete. Además, la HYTORC WASHER™ es más costosa de producir que las arandelas tradicionales y, a menudo, difícil de vender a usuarios finales de atornillamiento tradicional, empeñados en minimizar costos. Además, la HYTORC WASHER™ gira libremente y en la dirección opuesta si la fricción de la tuerca es más alta. Durante la operación, la HYTORC WASHER™ tiene dos fricciones faciales y la tuerca tiene una fricción facial y de rosca, de manera que la fricción total de cada una es casi idéntica, lo cual significa que la HYTORC WASHER™ puede girar o la tuerca puede girar. Para evitar esto, se requiere una pre-carga que no puede lograrse si ambas, la HYTORC WASHER™ y la tuerca se enroscan (*are turned down*) simultáneamente. Finalmente, a pesar de la eliminación de la carga lateral y la torsión, la corrosión se acumula aun así en las roscas no eliminando la excoiación de las roscas.

El Solicitante realizó además avances en el atornillamiento industrial y resolvió muchos retos de atornillamiento con sus líneas de producto HYTORC SMARTWASHER™ y las unidades motrices y las herramientas para uso con las mismas. Esta arandela multi-propósito de auto-reacción, usada para apretar y aflojar sujetadores roscados, que incluyen una tuerca, un perno con un eje, y se introducen en un objeto con interposición de la arandela entre la tuerca y el objeto, de manera que una primera superficie facial de apoyo de la arandela en un lado axial coopera

con una tuerca, y una segunda superficie facial de apoyo de la arandela en un lado axial opuesto coopera con el objeto. La arandela incluye: un cuerpo radialmente exterior que tiene un agujero radialmente interior, adaptado para ser mayor que un diámetro del perno, y una superficie radialmente exterior adaptada para absorber una fuerza de reacción de una herramienta; un segmento radialmente interior enganchable con una rosca del perno, localizado radialmente dentro del cuerpo exterior en el agujero radialmente interior, y conectable al cuerpo exterior con un movimiento friccional axial limitado relativo al cuerpo; y un distanciador adaptado para localizarse entre el segmento radialmente interior y la tuerca y localizado también radialmente dentro del cuerpo exterior en el agujero radialmente interior y distanciador axialmente del segmento radialmente interior. El cuerpo exterior, el segmento radialmente interior, y el distanciador se pueden ensamblar y desensamblar uno de otro y se usan conjunta o individualmente.

El Solicitante utilizó el cuerpo radialmente exterior y el segmento radialmente interior interpuestos entre sí entre la tuerca y el objeto para aplicaciones cuando era necesario un elongamiento uniforme y preciso del perno. Cuando la tuerca se gira por la herramienta en la fuerza dada, el cuerpo radialmente exterior recibe la fuerza dada en una dirección opuesta de la herramienta. El cuerpo radialmente exterior permanece estacionario mientras que el segmento radialmente interior, que engrana con la rosca del perno, impide positivamente que el perno gire. El perno únicamente se elonga o se relaja. En este caso la arandela, compuesta por el cuerpo radialmente exterior y el segmento radialmente interior, funciona como una arandela de tensión.

El Solicitante usó el cuerpo radialmente exterior, el segmento radialmente interior y el distanciador interpuesto entre la tuerca y el objeto para aplicaciones cuando se necesitaba un elongamiento preciso del perno y tenía que controlarse un elongamiento del perno. Cuando la tuerca se gira por la herramienta en la fuerza dada, el cuerpo radialmente exterior recibe la fuerza dada en una dirección opuesta de la herramienta. El cuerpo radialmente exterior permanece estacionario mientras que el segmento radialmente interior, que engancha con las roscas del perno, impide positivamente que el perno gire. El perno únicamente se elonga o relaja y, al mismo tiempo, el segmento radialmente interior se mueve axialmente, mientras que el

distanciador limita el movimiento axial del segmento. En este caso la arandela, compuesta por el cuerpo radialmente exterior, el segmento radialmente interior, y el distanciador funciona como una arandela de alta precisión.

El Solicitante utilizó únicamente el cuerpo radialmente exterior de la arandela interpuesta entre la tuerca y el objeto para aplicaciones regulares cuando no era necesario un elongamiento uniforme y preciso del perno. La superficie radialmente exterior del cuerpo se usa para absorber la fuerza de reacción igual y opuesta cuando la herramienta aplica la fuerza de rotación a la tuerca. La tuerca gira, pero el cuerpo radialmente exterior permanece estacionario y, en este caso, la arandela compuesta únicamente por el cuerpo radialmente exterior funciona como una arandela de reacción.

La HYTORC SMARTWASHER™ proporciona muchas de las ventajas de la HYTORC WASHER™ en un paquete de menor costo y más flexible. La evolución de las líneas de productos HYTORC SMARTWASHER™ y las unidades motrices y las herramientas para uso con las mismas se divulga, por ejemplo, en la Patente de los Estados Unidos del Solicitante n.º 8,079,795, una copia entera de la cual se incorpora aquí por referencia.

No obstante, la HYTORC SMARTWASHER™ tiene su catálogo de inconvenientes, similares a los de la HYTORC WASHER™. Añade una altura innecesaria a las aplicaciones de atornillamiento. Con frecuencia, los usuarios finales tienen que reemplazar los espárragos y pernos estándar con versiones más largas, debido a las regulaciones que estipulan que dos o más roscas sobresalgan de la tuerca luego del apriete. Además, la HYTORC SMARTWASHER™ es más costosa de producir que las arandelas tradicionales y, a menudo, difícil de vender a usuarios finales de atornillamiento tradicional, empeñados en minimizar costos. Notablemente, el Solicitante creía que un elongamiento uniforme, exacto y preciso del perno no era posible cuando únicamente el cuerpo radialmente exterior de la HYTORC SMARTWASHER™ se utilizaba como una arandela de reacción. Adicionalmente, el uso del inserto roscado con el cuerpo radialmente exterior proporcionó una

elongación uniforme y exacta del perno, pero el recorrido (*travel*) del espárrago se limitaba al espesor de la arandela. El recorrido se obstaculiza además con el uso del distanciador.

Finalmente, a pesar de la eliminación de la carga lateral y la torsión, se acumula aun así corrosión en las roscas, no eliminando por consiguiente la excoiación de las roscas.

Más aún, la HYTORC SMARTWASHER™ gira libremente y en la dirección opuesta si la fricción de la tuerca es mayor. Durante la operación, la HYTORC SMARTWASHER™ tiene dos fricciones faciales y la tuerca tiene una fricción facial y una fricción de la rosca, de manera que la fricción total de cada una es prácticamente idéntica, lo cual significa que la HYTORC SMARTWASHER™ puede girar o la tuerca puede girar. Para evitar esto, se requiere una pre-carga que no puede lograrse si ambas, la HYTORC SMARTWASHER™ y la tuerca, se enroscan simultáneamente.

Con los sistemas de arandela de reacción convencional, tiene que aplicarse lubricante para obligar selectivamente (*to selectively bias*) a la arandela a permanecer estacionaria bajo una fricción mayor que la tuerca o el espárrago. Esto permite que el espárrago o la tuerca giren y generen carga a través de las roscas helicoidales coincidentes. La interferencia del lubricante (*lubricant biasing*) es un paso difícil e indeseable de controlar en el proceso de instalar arandelas de reacción. Incluso cantidades mínimas de lubricante en una arandela de reacción convencional tendrá el efecto adverso de permitir que la arandela de reacción gire o se resbale antes de la tuerca o el perno. Cuando la arandela gira antes del perno o la tuerca roscados helicoidalmente, el sistema no puede generar carga del perno. El manejo inadecuado de la lubricación o superficies de fricción se traduce a menudo en un deslizamiento inadvertido o una rotación de arandelas de reacción convencionales.

Otros ejemplos de arandelas de reacción en el arte previo incluyen las divulgadas en las Patentes de los Estados Unidos n.º 7,462,007 y 7,857,566, copias enteras de las cuales se incorporan aquí por referencia. Estas arandelas de reacción se diseñan

como sustitutos de tuercas de seguridad (*jam nuts*) y arandelas Belleville, ya que se deforman resiliestamente bajo carga para almacenar pre-carga o energía de carga viva. En la mayoría de las modalidades, la incorporación de un orificio roscado busca minimizar la carga lateral sobre el perno. El área que contacta el objeto de estas arandelas de reacción cóncavas y/o convexas es baja, comparada con el área de superficie total de la superficie de la arandela base. Un orificio no roscado se divulga en una modalidad. Los potenciadores de fricción incluyen protuberancias, como los puntos de la forma de arandela hexagonal o extensiones planas moleteadas, que hacen mella o se hincan en la superficie del objeto. Se divulga también una arandela de reacción sustancialmente plana que no tiene potenciadores de fricción.

El Solicitante realizó esfuerzos por aumentar las velocidades de rotación del sujetador en herramientas mecánicas de torque operadas por fluido. La HYTORC® XXI® es una llave operada por fluido que tiene: una transmisión operada por fluido (*a fluid-operated drive*) que incluye un cilindro; un pistón con movimiento reciprocante en el cilindro y que tiene una biela con un extremo de biela; un mecanismo de carraca (*ratchet*) con una carraca equipada con una pluralidad de dientes; y por lo menos dos trinquetes (*pawls*) conectables operativamente con el extremo de biela y enganchables con un diente de la carraca, de manera que durante una carrera de avance del pistón uno de los por lo menos dos trinquetes engrana con por lo menos un diente de la carraca mientras que el otro de los por lo menos dos trinquetes sube sobre por lo menos un diente de la carraca, mientras que durante una carrera de retorno del pistón el otro de los por lo menos dos trinquetes engrana con por lo menos un diente de la carraca mientras que el uno de los por lo menos dos trinquetes sube sobre por lo menos un diente de la carraca. Por lo menos uno de los por lo menos dos trinquetes se puede desenganchar, y elevar por encima, de los dientes de la carraca. La HYTORC® XXI® incluye además una unidad de desenganche que se puede activar por un operario separadamente de la transmisión y puede actuar sobre por lo menos un trinquete con el fin de distinguirlo, y elevarlo por encima, de los dientes de la carraca. Esta característica de relajación de la torsión (*anti-backflash feature*) le permite a la carraca girar en reversa para liberar una torsión acumulada y flexión del material, de manera que la llave operada por fluido puede retirarse de un trabajo. La HYTORC® XXI® es la primera llave hidráulica de rotación continua en

el mundo. Esto hace a esta herramienta hasta tres veces más rápida que cualquiera otra llave en el mercado. Obsérvese que las ventajas de la HYTORC NUT™ y la HYTORC WASHER™ se acentúan cuando se usan con la HYTORC® XXI®. La HYTORC® XXI® se divulga en la Patente de los Estados Unidos del Solicitante n.º 6,298,752, una copia entera de la cual se incorpora aquí por referencia.

A menudo las características de aplicación afectan negativamente los trabajos de atornillamiento e incluyen por ejemplo roscas y superficies de tuercas y espárragos corroídas, sucias, torcidas, llenas de desechos, con rebabas, excoriadas, irregulares, mal orientadas, desalineadas y/o lubricadas de manera desigual. Con frecuencia las pérdidas en producción se agudizan por tales características adversas de aplicación de atornillamiento. Naturalmente la industria busca reducir las pérdidas en producción durante el mantenimiento y/o reparación rutinarios, imprevistos y/o de emergencia.

La corrosión de un sujetador corroído, apretado desde hace mucho tiempo, ocurre usualmente entre las roscas de acoplamiento de la tuerca y el perno y la tuerca y la brida. La corrosión puede provenir de varias fuentes que incluyen fuentes químicas, por calor, humedad y lubricación. En aplicaciones a altas temperaturas, por ejemplo, la lubricación aplicada durante el apriete se seca y adhiere las roscas entre sí con el curso del tiempo. Más aún, las reacciones químicas dentro y fuera del tanque ocasionan a menudo corrosión galvánica.

Durante el aflojamiento, la corrosión de la rosca interna empuja la grasa resecada a lo largo de las roscas del perno. La fuerza de reacción aplicada al objeto estacionario aplica una fuerza igual en el lado cerca de la tuerca que se va a girar. Por supuesto, la carga lateral, o la fuerza de apoyo, para una herramienta puede ser 3x a 4x su salida de torque en ft.lbs. (kg/m), porque el punto de apoyo del brazo de reacción queda alejado a menudo la mitad, si no menos de un pie, del centro de la transmisión. Esta carga lateral hace que las roscas de la tuerca y el perno se acoplen con una fuerza enorme en el lado cerca de donde se aplica, de modo que la grasa resecada se acumula en ese sitio cuando la tuerca se gira. Con frecuencia, las irregularidades

en las roscas no pueden superarse. Solamente la mitad de las roscas entre el perno y la tuerca se acoplan y las roscas empiezan a aferrarse. Esto hace que la rosca del perno se excorie y requiera sustancialmente más torque y, en consecuencia, sustancialmente más carga lateral para sacar la tuerca, lo cual puede arruinar las roscas de la tuerca y el perno. Con frecuencia el sujetador se bloquea en el punto en donde se utiliza la totalidad de la fuerza de rotación por la fricción de la rosca, lo cual puede llevar a la rotura del sujetador o la herramienta que lo gira.

La herramienta mecánica de torque usada originalmente para apretar el sujetador es a menudo insuficiente para aflojar el mismo sujetador corroído.

Tales sujetadores corroídos pueden requerir valores de torque de aflojamiento 1x a 3x más ft.lbs. (kg/m), que el torque de apriete, y puede ser necesaria una herramienta adicional más potente. Las aplicaciones de atornillamiento a altas temperaturas tales como, por ejemplo, en turbinas y tuberías de revestimiento (*casings*), son habitualmente críticas, requiriendo sujetadores de precisión o fabricados de acero inoxidable con costos de reemplazo extremadamente altos.

Además, el uso de pernos de rosca fina, el cual se ha popularizado últimamente, multiplica este problema.

Incluso si no se aplica carga lateral por la herramienta al sujetador, puede ocurrir aún excoiación de las roscas ya que la grasa reseca se acumula en las roscas de acoplamiento durante el aflojamiento de la tuerca. Tal aflojamiento requiere en un punto un torque mayor que el torque de apriete original, el cual, si se aplica, tiene como resultado la excoiación de las roscas. Esto ocurre incluso con la HYTORC NUT™ entre las camisas interna y externa. Es una costumbre en la industria que los operarios golpeen los sujetadores corroídos con una almádena para pulverizar la corrosión antes de aplicar el torque de aflojamiento. Esta costumbre es peligrosa, puede arruinar las roscas del perno que se extienden sobre la tuerca, y es primitiva. La excoiación adversa ocurre igualmente entre la cara de la tuerca y la cara de la brida, puesto que la carga lateral cambia una orientación perpendicular de la tuerca

que se va a girar. Esto, a su vez, incrementa la fricción de rotación de la tuerca y hace impredecible la carga del perno generada por el torque de aflojamiento, lo cual ocasiona cierres de juntas no paralelos y anti-estéticos, fugas en el sistema, y fallas de la herramienta, el sujetador y las juntas.

Las arandelas conocidas pueden reducir la excoiación de las superficies entre el sujetador roscado, la tuerca, y la junta, ya que la arandela se fabrica de un material más duro. El apéndice M de ASME PCC-1-2010 estipula que: “en términos generales, se reconoce que el uso de arandelas de acero totalmente endurecido mejorará la transferencia de la entrada de torque en la pre-carga del perno proporcionando una superficie de apoyo lisa y de baja fricción para la tuerca. Las arandelas protegen la superficie de contacto de la brida del daño causado por una tuerca que gira. Estas son consideraciones importantes cuando se usan métodos de torqueo (manuales o hidráulicos) para el apriete de pernos.” Las arandelas conocidas, sin embargo, no minimizan y/o eliminan la excoiación de las superficies y la excoiación de las roscas creada por la carga lateral. Y las arandelas conocidas pueden moverse cuando se están apretando, de modo que la arandela puede rotar con la tuerca o la cabeza del perno, en lugar de permanecer fija. Esto puede afectar la relación torque-tensión.

Otro propósito de instalar arandelas en un sistema de atornillamiento típico es distribuir las cargas bajo las cabezas de los pernos y las tuercas proporcionando un área mayor bajo esfuerzo.

De lo contrario, la tensión de apoyo (*bearing stress*) de los pernos puede exceder la resistencia de apoyo de los materiales conectores y esto lleva a la pérdida de la pre-carga de los pernos y la fluencia gradual (*creeping*) de los materiales.

Lo que se necesita es: simplificación en la herramienta, la unidad motriz y el diseño y operación de la arandela; eliminación de la reacción, fuerzas de flexión y tracción; mayor velocidad de atornillamiento, eficiencia, confiabilidad y repetibilidad, todo a bajo costo. Las presentes invenciones se han diseñado, en consecuencia, para resolver estos problemas.

CAPÍTULO DESCRIPTIVO

Las invenciones de la presente solicitud pueden describirse a modo de ejemplo únicamente con referencia a los dibujos acompañantes, de los cuales:

FIGs. 1A-1C son vistas en perspectiva de una cara superior e inferior y una vista lateral de una primera modalidad de una arandela HYTORC® Z® Washer;

FIGs. 2A-2B son vistas en perspectiva, orientadas hacia arriba y hacia abajo, de una junta que se va a cerrar por un sujetador roscado, que incluye la arandela Z® Washer de FIGs. 1A-1C y una tuerca, un sujetador Z® Fastener;

FIG. 3A-3C son vistas laterales y en perspectiva de una herramienta mecánica, libre de brazo de reacción, una pistola HYTORC® Z® Gun para apriete y/o aflojamiento - con excoiación mínima - del sujetador Z® Fastener;

FIGs. 4A – 4B son vistas laterales y en perspectiva de la junta apretada y el sujetador Z® Fastener apretado;

FIGs. 5A-5D son vistas en perspectiva, de sección lateral en perspectiva y en sección transversal lateral de un ensamble de acción y reacción coaxial de mando dual, una copa HYTORC® Z® Socket;

FIGs. 6A-6E son vistas de arriba hacia abajo, de abajo hacia arriba, y vistas laterales de medios de tratamiento para potenciar el coeficiente de fricción de la arandela Z® Washer Friction Coefficient Increasing Treatment Means y fuerzas relacionadas que actúan sobre el sujetador Z® Fastener;

FIGs. 7A-7C son múltiples vistas de varias modalidades de arandelas Z® Washers con dimensiones y anchos diferentes de los medios de tratamiento para potenciar el coeficiente de fricción de la arandela Z® Washer Friction Coefficient Increasing Treatment Means, tales como bandas moleteadas;

FIGs. 8A-8L son vistas de arriba abajo de varias modalidades de arandelas Z[®] Washers con formas diferentes;

FIGs. 8D1-8D3 son vistas en perspectiva de una superficie superior e inferior y una vista lateral de otra modalidad de una arandela Z[®] Washer;

FIGs. 8D4-8D10 son vistas laterales en sección transversal de varios tipos, tamaños y ubicaciones de los medios de tratamiento para potenciar el coeficiente de fricción de la arandela Z[®] Washer;

FIGs. 9A-9B son vistas laterales en sección transversal de tipos alternativos del sujetador Z[®] Fastener y la copa Z[®] Socket para uso con arandelas Z[®] Washers.

La arandela HYTORC[®] Z[®] Washer. Las normas internacionales de atornillamiento exigen que se pongan arandelas endurecidas bajo sujetadores roscados industriales. Las arandelas HYTORC[®] Z[®] Washers son arandelas endurecidas, de propiedad exclusiva del Solicitante, que se convierten en el punto de reacción directamente bajo la tuerca o cabeza de perno del sujetador durante el apriete y/o aflojamiento. Las arandelas HYTORC[®] Z[®] Washers se utilizan con sujetadores roscados industriales de la clase que tiene una superficie de reacción coaxial, un espárrago y ya sea una tuerca acoplable roscadamente con el espárrago o una cabeza de espárrago conectada al espárrago. [Las arandelas] eliminan cualesquiera puntos posibles con riesgo de contacto (*pinch points*) para los aditamentos del operario. Los operarios no necesitan buscar objetos estacionarios satisfactorios en los cuales reaccionar. El tensionamiento coaxial recto elimina todo menos la flexión y/o la carga lateral del espárrago. Estas proporcionan una superficie superior de baja fricción, consistente, lisa, sobre a cual gira la tuerca o la cabeza de perno; la parte superior tiene una superficie pulida contra la cual girará la tuerca o la cabeza de perno. Facilitan una superficie inferior con fricción mejorada, contra la cual reaccionará la herramienta.

Las arandelas Z[®] Washers protegen las superficies de la brida del daño o empotramiento y distribuyen uniformemente la carga del perno alrededor de la junta

debido a una mayor área superficial. Pueden fabricarse en un rango completo de tamaños imperiales y métricos desde un rango completo de opciones de materiales para cada aplicación. Cumplen todos los requerimientos ASME, ASTM y API para dimensiones, dureza y espesor. Funcionan con herramientas de torque neumáticas, hidráulicas, eléctricas y manuales. Y con la adición de una arandela de fricción compañera, elimina la necesidad de una llave de respaldo para impedir que la tuerca opuesta gire junto con el perno.

La investigación y desarrollo recientes del Solicitante, relacionados con la arandela Z[®] Washer incluyen crear los prototipos (*prototyping*) y evaluar experimentalmente diferentes espesores; tamaños de enganche externos; geometrías de enganche externas y bordes dentados; recubrimientos y tratamientos de baja fricción en los lados (superiores) de enganche del sujetador; tamaños, formas y ubicaciones de potenciadores de fricción, como patrones moleteados, en los lados (inferiores) de enganche de la brida; tamaños de biselados y formas en las caras inferiores, superiores, internas y externas; especificaciones de materiales; y especificaciones de tratamiento térmico.

FIG. 1A muestra una primera modalidad de una arandela HYTORC[®] Z[®] Washer **1** para uso con sistemas de torque/tensión de HYTORC[®]. Es una vista en perspectiva de un lado superior, o cara de soporte superior, **2** de la arandela **1**.

FIG. 1B muestra a vista en perspectiva de un lado inferior, o una cara de soporte inferior, **3** de la arandela **1**. Y FIG. 1C muestra una vista lateral de un lado del borde, o cara de soporte lateral, **4** de la arandela **1**.

Generalmente, la arandela **1** es una forma anular que tiene un orificio interno **5**. Como se muestra en FIG. 1, la forma anular de la arandela **1** incluye lóbulos que se proyectan radialmente **6**, los cuales forman un perfil en forma de flor. Por lo general, una cara de soporte superior **2** es lisa con fricción superficial relativamente menor contra la tuerca o la cabeza de pernoárrago. Obsérvese que pueden usarse lubricantes en la cara de soporte superior **2** para reducir la fricción superficial entre ella y la tuerca, la cabeza de perno o cualquier otro sujetador roscado similar. Una

cara de soporte inferior **3** es texturizada con fricción superficial relativamente más alta contra la superficie de la brida. La cara de soporte inferior **3** se muestra con una superficie interna lisa **3A** y potenciadores friccionales con rugosidades, tales como moleteados, **7** con fricción superficial más alta. El patrón de moleteados en alto relieve, radiales, **7** intensifica la fricción superficial de la cara de soporte inferior **3**. En la modalidad ilustrada, la superficie moleteada **7** adopta la forma de un anillo o corona (*annulus*) localizada más allá de la superficie lisa **3A**. Los lóbulos externos **6** incluyen caras cónicas inclinadas **8**, formadas entre la cara de soporte inferior **3** y la cara de soporte lateral **4**.

La arandela **1** tiene, entre otras cosas, un radio anular R_{1A} , un radio de lóbulo R_{1L} , un radio de rugosidad R_{1K} y un radio de orificio R_{1V} . La arandela **1** tiene una altura H_1 , una primera altura de bisel H_{1Bi} , una segunda altura de bisel H_{1Bii} , una altura de rugosidad H_{1K} y un ángulo de bisel $^\circ_1$.

FIG. 2A muestra una vista en perspectiva, orientada hacia arriba, y FIG. 2B muestra una vista en perspectiva, orientada hacia abajo, de una junta **30** que se va a cerrar. La junta **30** incluye un primer miembro **31** y un segundo miembro **32** que se sujetan en relación cara con cara por un sujetador **20**, comúnmente conocido en el arte como un perno. El sujetador **20** tiene un primer extremo **21** con una cabeza de perno **22** y un segundo extremo **23** que tiene un acoplamiento de rosca **24**. El segundo extremo **23** del sujetador **20** se inserta a través de un agujero **33** en los miembros primero y segundo **31** y **32**, que se extiende de una cara de soporte **34** de un segundo miembro **32** a una cara de soporte **35** del primer miembro **32**. En la preparación de un proceso de apriete, la arandela **1** se pone sobre un segundo extremo **23** con la cara de soporte inferior **3** hacia la cara de soporte **35**. La tuerca roscada **36** se pone sobre el segundo extremo **23**.

La arandela Z[®] Washer se usa únicamente en un lado de la junta y no debe usarse otra arandela debajo de ella. Deben seguirse las prácticas normales de lubricación de la tuerca y el perno. El lubricante es únicamente necesario en las roscas del perno y entre la tuerca o la cabeza de perno y la parte superior de la arandela Z[®] Washer, y no debe usarse entre la arandela y la brida. Obsérvese que el valor de torque

correcto para cualquier perno dado depende en gran medida del lubricante utilizado. Normalmente no es necesario lubricante en el lado posterior de la tuerca o la cabeza de perno.

La práctica típica de atornillamiento industrial consiste en ajustar el espárrago de manera que, cuando este se apriete, el extremo superior sobresalga 2-3 roscas por encima de la tuerca. Esto es para propósitos de inspección, con el fin de garantizar que la tuerca y el espárrago están completamente acoplados.

Usualmente no hay razón para que el espárrago se proyecte en una magnitud mayor, y cualquier longitud en exceso debe ajustarse al otro lado de la brida, de manera que la copa pueda enganchar toda la tuerca sin obstrucción. Es permisible en áreas de alta corrosión que el espárrago quede a ras con la tuerca luego del apriete para disminuir el riesgo de daño a la rosca y de manera que la tuerca pueda retirarse más fácilmente. Ventajosamente el espesor de la arandela **1** es ideal. Si la arandela fuera excesivamente gruesa, el sistema sujetador dispondría de insuficientes roscas macho. A la inversa, si la arandela fuera insuficientemente gruesa, podría fallar bajo las elevadas cargas de compresión.

El Solicitante divulga características importantes sobre las arandelas en sus radicaciones de patentes relacionadas con la HYTORC WASHER™. Arandelas posicionadas en la trayectoria de carga giran ya sea con la tuerca (o la cabeza de perno) o permanecen fijas; las arandelas jamás girarán en la dirección opuesta de la tuerca debido a la fricción facial y a la compresión de la carga. La innovación del Solicitante determinó la eficacia de arandelas que reaccionan en línea. No obstante, los beneficios de la fricción del inserto roscado, la HYTORC WASHER™ es viable debido a esta observación.

Por lo general, las juntas a cerrarse de la presente invención se aprietan mediante un perno y una tuerca. El perno, que tiene una arandela endurecida adyacente a su cabeza de perno, se inserta a través de orificios en la junta. La tuerca, que tiene una arandela endurecida, enganchable geométricamente, se atornilla al perno. Una copa

de acción interna gira la tuerca y aprieta la junta, y una copa de reacción externa transfiere la fuerza de reacción de la herramienta a la arandela endurecida, enganchable geométricamente. A medida que aumenta el torque de acción a la junta, se incrementa proporcionalmente la fuerza de reacción del torque de acción. La copa externa acoplada rotacionalmente engancha geométricamente con la arandela endurecida, lo cual elimina la rotación de la herramienta en relación con el operario, debida a la fuerza de reacción.

FIGs. 5A, 5B y 5C son vistas en perspectiva de un ensamble de acción y reacción coaxial de mando dual **15**. FIG. 5A es una vista en perspectiva en sección transversal ensamblada. FIG. 5B es una vista en perspectiva ensamblada. FIG. 5C es una vista en perspectiva explotada. FIG. 5D es una vista en sección transversal en planta del ensamble de copa de acción y reacción coaxial de mando dual **15** sobre la junta apretada **30''**.

En el modo HSLT, como se muestra en FIGs. 3A y 3B, el ensamble de copa **15** es sustancialmente para transferir una forma vibrada de una fuerza de rotación a la tuerca **36** y la arandela **1** en una dirección. En el modo LSHT, como se muestra en FIG. 3C, cuyos resultados se muestran en FIGs. 4A y 4B, el ensamble de copa **15** es sustancialmente para transferir una forma multiplicada

de la fuerza de rotación a la tuerca **36** en la una dirección, y la forma multiplicada correspondiente de una fuerza de reacción en la otra dirección a la arandela **1**, la cual actúa como un objeto estacionario.

Con referencia a FIG. 5A, la copa de mando interna **16** incluye un borde interno **52** con un medio de enganche de la tuerca o la cabeza de perno **51**. La copa de reacción externa **17** tiene un borde interno inferior **62** con un medio de enganche **61** de la arandela **1** para enganchar el borde externo de la arandela **4**, o un medio de enganche de la copa externa **9**. La copa de mando interna **16** se dispone sustancialmente dentro de la copa de reacción externa **17**. Estas se acoplan entre sí por medios de acoplamiento de la copa **18**. Las copas pueden rotar cooperativa y relativamente en direcciones opuestas por la carcasa de la herramienta. El borde interno inferior **62** y su medio de enganche **61** de la arandela **1** y el borde externo **4** de la arandela **1** y su medio de enganche de la copa externa **9** son sustancialmente verticales. La copa de reacción externa **17** incluye un borde externo inferior **63** que tiene una superficie cónica inclinada interiormente hacia una base del borde interno inferior **62**. Una cara inferior **54** de la copa interna **16** rota en y/o sobre una cara superior **64** de un borde interno inferior **65** de la copa externa **17**. Obsérvese que los medios de acoplamiento de la copa **18** se diseñan para uso con herramientas hidráulicas transmisión de sección cuadrada HYTORC[®]. Obsérvese que los medios de acoplamiento de la copa **18A** se diseñan para uso con pistolas de torque eléctricas y neumáticas de HYTORC[®], tales como la herramienta **10A** (y **10B**).

La arandela **1** tiene, entre otros, un radio anular R_{1A} , un radio de lóbulo R_{1L} , un radio de rugosidad R_{1K} y un radio de orificio central R_{1V} . La arandela **1** tiene una altura H_{1W} , una primera altura de bisel H_{1Bi} , una segunda altura de bisel H_{1Bii} , una altura de rugosidad H_{1K} y un ángulo de bisel ϕ_1 . La tuerca **36** tiene un radio hexagonal R_{36N} y una altura H_{36N} . La copa de reacción externa **17** tiene un radio de enganche de la arandela R_{17W} que incluye un ancho de holgura de la arandela/copa externa G_{1A} que ayuda a la copa de reacción externa **17** a enganchar fácilmente la arandela **1**. Un espacio vacío **19** que tiene una altura de

separación H_{1L} proporciona una holgura suficiente entre las copas interna y externa **16** y **17**. La copa interna **16** es libre de rotar sobre la cara superior **64**.

Obsérvese que funcionará cualquier geometría de acople apropiada, tal como la divulgada en las patentes y solicitudes de patente de HYTORC[®], incorporadas aquí por referencia. Téngase en cuenta sin embargo la Patente de los Estados Unidos n.º 8,631,724, con fecha de otorgamiento del 21 de enero de 2014, titulada "COPAS DE SUJECCIÓN, ARANDELAS Y SUJETADORES USADOS CON LAS ARANDELAS Y LAS COPAS DE SUJECCIÓN", una copia entera de la cual se incorpora aquí por referencia. Los medios de enganche de la copa externa de la patente '724 no engranan con la superficie externa de una arandela, sino simplemente una "porción de borde externo", incrementando en esa forma las probabilidades de falla.

Arandela HYTORC[®] Z[®] Washer - Diferencial de Enganche Radial del Sujetador.

En herramientas de torque con accesorios de reacción del arte previo, el torque de reacción es igual y opuesto al torque de acción. Pero la fuerza de reacción aplicada por el brazo de reacción es mucho mayor sobre un objeto estacionario cercano. La fuerza de reacción se multiplica por la distancia, la longitud del brazo de reacción. Por supuesto, la carga lateral, o fuerza de apoyo de reacción, para una herramienta puede variar de 2x a 4x su salida de torque en los puntos de apoyo de una distancia de, por ejemplo, ½ pie del eje de la fuerza de rotación de la transmisión. Esa mayor fuerza de reacción se concentra únicamente en ese sitio. Naturalmente, brazos de reacción más cortos transfieren una menor fuerza de apoyo a puntos de apoyo más cercanos al eje de la fuerza de rotación de la transmisión. Es razonable que un brazo de reacción extremadamente corto transferirá una fuerza de apoyo de reacción de magnitud similar, aunque ligeramente mayor, que la salida de la herramienta de torque, porque el punto de apoyo está extremadamente cerca del eje de fuerza de rotación de la transmisión.

Las irregularidades en las roscas producen características de atornillamiento

adversas. Entre otros perjuicios, la carga lateral hace que las roscas de la tuerca y el perno se acoplen con una fuerza enorme en el lado próximo en el que se aplica, de manera que la grasa resecada se amontona en ese sitio cuando la tuerca se gira. A menudo, únicamente pequeñas fracciones de las áreas superficiales totales de la rosca se acoplan entre el perno y la tuerca. Esto hace que las roscas del perno se excorien, lo cual requiere sustancialmente más torque y, por consiguiente, sustancialmente más carga lateral para aflojar la tuerca. Esta cadena de acontecimientos arruina las roscas de la tuerca y el perno. El sujetador se bloquea o se aferra en el punto en el que toda la fuerza de rotación se usa por la fricción de la rosca, lo cual puede llevar a la rotura del sujetador o la herramienta que lo gira.

A menudo, la herramienta mecánica de torque usada originalmente para apretar el sujetador es insuficiente para aflojar el mismo sujetador corroído. Tales sujetadores corroídos pueden requerir valores de torque de aflojamiento que van desde 2x a 4x más que el torque de apriete, exigiendo una herramienta más potente para el aflojamiento de ruptura. Las aplicaciones de atornillamiento a temperaturas elevadas tales como, por ejemplo, en turbinas y tuberías de revestimiento, son usualmente críticas, pues requieren sujetadores inoxidables o fabricados con precisión, con costos de reemplazo sumamente altos. Además, el uso de pernos de rosca fina, el cual se ha popularizado últimamente, multiplica este problema.

Análogamente el torque de reacción es igual, y opuesto, al torque de acción en el ensamble de copa de acción y reacción coaxial de mando dual HYTORC®. No obstante, la característica de la intensificación de la fuerza de reacción es también aplicable. Con referencia nuevamente a las divulgaciones de patente relacionadas con la HYTORC WASHER™ y la SMARTWASHER™ del Solicitante, estas arandelas tenían un radio sustancialmente similar al de la tuerca. Las fuerzas de reacción aplicadas a estas arandelas eran de magnitud similar al torque de reacción igual y opuesto. Esto contribuye a explicar por qué las HYTORC WASHER™ y las SMARTWASHER™ rotaban a veces con la tuerca o la cabeza del perno.

Medios de Tratamiento para Potenciar el Coeficiente de Fricción de la Arandela HYTORC® Z® Washer. Con referencia a FIG. 6, esta muestra una vista de abajo hacia arriba de la cara de soporte inferior **3** formada con medios de tratamiento para potenciar el coeficiente de fricción **60**. La tuerca **36** se muestra adyacente a la cara de soporte superior lisa **2**. Las fuerzas friccionales son menores entre la tuerca **36** y la arandela **1** en el acoplamiento de las superficies de contacto lisas **2** y **38** que en el acoplamiento de la superficie de contacto rugosa **3** y la superficie de la brida **30**. En consecuencia, la tuerca **36** tiende a rotar y la arandela **1** tiende a permanecer fija.

FIGs. 6B, 6C, 6D y 6E explican estos fenómenos. FIG. 6B muestra la tuerca **36** torqueándose y comprimiéndose contra la cara de soporte superior **2** de la arandela **1**. La cara de soporte superior **2** de la arandela **1** y una cara de soporte inferior **38** de la tuerca **36** son lisas. Durante un proceso de apriete, una fuerza de fricción 71_r entre la tuerca **36** y la arandela **1** actúa en una dirección **92**. Una fuerza de compresión F_n de la tuerca **36** actúa sobre la arandela **1** en una dirección hacia abajo a lo largo del eje de fuerza de rotación A_{10} . Un radio r es un radio friccional efectivo, o la distancia del eje de fuerza de rotación A_{10} a un centro de área friccional 73_r de la cara de soporte inferior **38** de la tuerca **36**.

FIG. 6C muestra la arandela **1** comprimiéndose contra la cara de soporte **35** de la junta **30**. La cara de soporte **35** y la cara de soporte inferior **3** de la arandela **1** se acoplan con fricción y con carga. Durante un proceso de apriete, una fuerza de fricción 72_R entre la arandela **1** y la junta **30** actúa en la otra dirección **93**. Una fuerza de compresión F_b de la junta **30** actúa sobre la arandela **1** en una dirección hacia arriba a lo largo del eje de fuerza de rotación A_{10} . Un radio R es un radio friccional efectivo, o la distancia del eje de fuerza de rotación A_{10} a un centro de área friccional 74_R de la cara de soporte inferior **3** de la arandela **1**.

FIG. 6D muestra una combinación de FIGs. 6B y 6C. FIG. 6E muestra F_n y F_b . Una fuerza de compresión F_c generada por el apriete de la tuerca **36** sobre el sujetador **20** es igual en ambos lados de la arandela **1**, de manera que $F_n = F_b = F_c$. La fuerza

de fricción (F_R) = $\mu * F_c$, en donde μ es el coeficiente de fricción.

Obsérvese que el radio friccional efectivo de los medios de tratamiento para potenciar el coeficiente de fricción **60**, o **R**, es mayor que el radio friccional efectivo de la tuerca **36**, o **r**, de manera que $F_c * R > F_c * r$. Esto significa que el torque para superar la fricción entre la tuerca **36** y la arandela **1** es menor que el torque que superaría la fricción entre los medios de tratamiento para potenciar el coeficiente de fricción **60** de la arandela **1** y la junta **30**.

Con referencia nuevamente al ejemplo en FIG. 6A, los medios de tratamiento para potenciar el coeficiente de fricción **60** se muestran, por ejemplo, como un patrón moleteado radial en alto relieve **7**, que tiene un radio interior **R₇**. El patrón moleteado radial en alto relieve **7** se muestra posicionado tan lejos del eje de fuerza de rotación **A₁₀** como sea posible en un radio sustancialmente máximo, **R_{MAX}**, para maximizar el torque (**T_{RMAX}**) mientras que está aún por debajo de un área de compresión de la tuerca **36**. A medida que la fuerza de clampeo se incrementa, el patrón moleteado **7** se sitúa él mismo sobre el material de la cara de la brida **35**, oponiendo así resistencia al intento de la arandela **1** a rotar con la tuerca **36**. El coeficiente de fricción, μ , se mantiene constante y se multiplica por la fuerza de compresión constante **F_c** para producir una fuerza de fricción constante (**F_b**). El torque de reacción (**T_R**) es $F * R$. El torque máximo puede lograrse con un radio sustancialmente máximo, **R_{MAX}**, de manera que $T_{RMAX} = F * R_{MAX}$. En otras palabras, el radio friccional efectivo, **R**, de la arandela **1** es mayor que el radio friccional efectivo, **r**, de la tuerca **36**. Generalmente el radio de fricción efectivo de las arandelas Z[®] Washers de la presente invención son mayores que un radio de fricción efectivo de las tuercas o las cabezas de perno. Obsérvese que los principios de la mecánica (estática, dinámica, etc.) para describir aplicaciones de atornillamiento tradicionales y las fuerzas asociadas son bien conocidos en el arte.

Explicado en otra forma, la resistencia de la arandela **1** al deslizamiento o la rotación, mientras se aplica torque de reacción, es una función de la carga y el coeficiente de fricción. Las siguientes expresiones ilustran las relaciones entre

fuerza de deslizamiento, fricción, carga y torque en una arandela de reacción:

Resistencia a la Fuerza de Deslizamiento = (Coeficiente de Fricción) x (Carga)

$$F_R = \mu * F_N$$

en donde: F_R = Fuerza (Resistencia), μ = Coeficiente de Fricción, y F_N = Fuerza Normal (Peso o Carga).

En un sujetador roscado la fuerza para superar la fricción y crear deslizamiento o rotación es una función del torque aplicado y el radio de fricción. Por consiguiente, la fuerza para crear deslizamiento puede expresarse como:

$$F_S = (\text{Torque}) / (\text{Radio de Fricción})$$

$$F_S = \tau / r_F$$

en donde: F_R = Fuerza (Deslizamiento), τ = Torque y r_F = Radio de Fricción Efectivo.

En consecuencia, en un sujetador:

$$F_S = F_R$$

$$\tau / r_F = \mu * F_N, \text{ de manera que: } \tau = \mu * r_F * F_N$$

La anterior expresión muestra que la resistencia al deslizamiento bajo torque es una función del coeficiente de fricción, la carga y el radio de la superficie de fricción. Este radio de fricción efectivo se toma usualmente como la media del orificio central (*the central bore hole*) y los radios de la cara de soporte externa. A medida que se incrementa el radio de fricción, crece la resistencia al deslizamiento o a la rotación. Se entiende, por consiguiente, que un medio de aumentar el radio de fricción de la arandela en relación con la tuerca o el radio de fricción del perno anclará la arandela en relación con la tuerca o el perno.

Puesto que son fuerzas de torque iguales y opuestas, las arandelas de reacción y las tuercas o pernos tendrán siempre fuerzas idénticas de carga de perno aplicadas. Los coeficientes de fricción son idénticos en los sujetadores cuando se aplican siempre materiales y lubricantes similares. Por lo tanto, aumentando el radio de

fricción de la cara de soporte de la arandela se puede garantizar que las arandelas permanecerán ancladas en relación con la tuerca o perno en todas las situaciones de sujeción.

El radio de fricción de la arandela se aumenta inclinando (*by biasing*) la superficie de apoyo hacia afuera. Esto puede hacerse agregando características de superficie al área más externa de la cara de soporte, descuidando al mismo tiempo las áreas más internas. Debido a las altas cargas y al empotramiento típico de las superficies coincidentes, únicamente se requiere un ligero acondicionamiento superficial selectivo para aumentar efectivamente el radio de fricción.

La posición y el área de cobertura de los medios de tratamiento para potenciar el coeficiente de fricción, por ejemplo, la característica de rugosidad en alto relieve, y su relación con la huella de la tuerca o la cabeza de perno, garantiza la efectividad del sistema Z[®] System. La superficie inferior de la arandela incluye tratamientos para potenciar el coeficiente de fricción posicionados hacia afuera, que definen una porción friccional para acoplamiento con la superficie de la junta. La porción friccional se dispone encima de una porción periférica externa de la superficie inferior y se extiende hacia adentro a un ancho menor que el ancho total del cuerpo de la arandela. La superficie mejorada friccionalmente tiende a aprisionar la tuerca manteniendo la carga del perno, impidiendo así un aflojamiento imprevisto. En otras palabras, la superficie inferior de la arandela se vuelve rugosa, con el fin de asegurar una fricción sustancial entre la junta y la arandela luego del apriete o el aflojamiento del sujetador. Las fuerzas friccionales desarrolladas entre la arandela y la junta son sustanciales y sirven confiablemente para impedir la rotación indeseada de la arandela luego de cargarla y durante la fase inicial de descargarla.

De buenas a primeras, un desempeño repetible experimentalmente es imposible si la superficie mejorada friccionalmente **7** cubre completamente, o se posiciona en o relativamente cerca de, el orificio central de la superficie inferior **3** de la arandela **1**. La mayoría de las veces, esta configuración falla, y la arandela **1** gira con la tuerca

36.

El concepto de la arandela Z[®] Washer funciona análogamente con tan solo un anillo exterior que tiene medios de tratamiento para potenciar el coeficiente de fricción. No es necesario tener tanto una porción interna lisa, es decir, la superficie interna **3A**, como una porción externa rugosa. Pero las diferentes texturas de la superficie del lado inferior de la arandela contribuyen con la inclinación friccional (*frictional biasing*) en la superficie inferior como un todo y entre los lados inferior y superior de la arandela.

Esta solicitud busca definir, reivindicar y proteger una arandela tipo reacción con un área friccional desplazada hacia afuera (*shifted outward*), v.g., un radio de fricción de la arandela de reacción que se desplaza hacia afuera con respecto a la tuerca. Esto produce un cambio novedoso y no obvio del radio de la superficie de fricción, impidiendo que la arandela dé vueltas antes de la tuerca. La arandela tipo reacción del arte previo sin inclinación friccional tendía a dar vueltas, especialmente cuando se usaba en superficies duras. Eran marginales en desempeño y funcionaban únicamente en condiciones ideales en superficies ideales. Las arandelas tipo reacción giratorias ocasionaban, de forma no deseada, un daño a las caras de la brida, un atornillamiento industrial ineficiente y operaciones de mantenimiento del sistema, así como pérdidas económicas.

Las arandelas estacionarias con posicionamiento externo de los medios de tratamiento para potenciar el coeficiente de fricción de la presente invención mantienen perfectas las caras de la brida, incrementan las eficiencias del atornillamiento industrial y disminuyen las operaciones de mantenimiento y minimizan las pérdidas económicas.

Explicado en otra forma, en aplicaciones de atornillamiento de la presente invención, el torque de fricción generado por la interacción del área superficial de la arandela-brida es mayor que el torque de fricción generado por la interacción del área

superficial de la tuerca-arandela. La arandela permanece estacionaria de manera que es posible conectar fijar una copa de sujeción en forma no rotacional en relación con la carcasa de la herramienta. La copa de sujeción (*holding socket*) se acopla con el borde poligonal externo de la arandela, mientras que la herramienta de apriete se acopla en una manera accionable con la tuerca. Luego del apriete, la arandela se comprime bajo la tuerca y la carcasa de la herramienta se asegura contra rotación en relación con la arandela. La arandela absorbe el momento de reacción y la fuerza de reacción de la carcasa de la herramienta, que es opuesta al torque de apriete, y la desplaza a la arandela comprimida. No es necesario un medio de reacción externo.

FIGs. 7A, 7B y 7C ilustran varias dimensiones de la arandela y anchos de los medios de tratamiento para potenciar el coeficiente de fricción, tales como bandas moleteadas. FIG. 7A muestra una arandela **1_{7A}** con una cavidad interna, u orificio central, **5_{7A}** para uso con un perno M14, un tamaño relativamente pequeño. La banda moleteada **7_{7A}** abarca una gran parte de la cara de soporte inferior del área superficial **3_{7A}**. No obstante, la cara de soporte inferior **3_{7A}** tiene una superficie interna lisa **3A_{7A}** adyacente a la cavidad **5_{7A}**. Por supuesto, una superficie interna lisa **3A_{7A}** se forma entre la cavidad **5_{7A}**, que aloja el sujetador **20**, y la banda moleteada **7_{7A}**. La arandela **1_{7A}** tiene un radio interior, r_{in7A} , un radio exterior, r_{out7A} , un radio interior de rugosidad, r_{inK7A} , un radio exterior de rugosidad, r_{outK7A} , y un radio de lóbulo, r_{L7A} . Dimensiones similares son aplicables, pero no se muestran en FIGs. 7B y 7C.

Recuérdese que las HYTORC WASHERs™ y las HYTORC SMARTWASHERs™ agregaban una altura innecesaria a las aplicaciones de atornillamiento. Los espesores de las arandelas Z[®] Washers de la presente invención son típicamente pequeños comparados con sus diámetros exteriores. Por ejemplo, la razón media del espesor **H_{1W}** al diámetro exterior **D_{1A}** de las arandelas divulgadas en los dibujos es alrededor de 0,08 y puede variar de 0,04 a 0,12. Otras razones describen las arandelas Z[®] Washers de la presente invención, que incluyen: la razón media de la

altura H_{1W} de la arandela a la altura H_{36N} de la tuerca es alrededor de 0,170 y puede variar de 0,10 a 0,30; la razón media del diámetro D_{1A} de la arandela y el diámetro D_{36} de la tuerca es alrededor de 1,10 y puede variar de 0,80 a 1,40. Estas razones se proveen meramente para propósitos descriptivos.

Nótese la dificultad en cuantificar características significativas la inclinación friccional del sistema Z[®] System. Por ejemplo, las áreas superficiales relativas de las arandelas y tuercas (o cabezas de perno) afectan en forma mínima los resultados de la inclinación friccional con el sistema Z[®] System. Por supuesto, los sujetadores roscados relativamente pequeños pueden tener razones ampliamente diferentes que los sujetadores roscados relativamente grandes.

Los datos más informativos implican el cálculo del radio de fricción efectivo de la arandela y el sujetador roscado. Las arandelas Z[®] Washers funcionan de manera tan confiable porque los tratamientos para potenciar el coeficiente de fricción se inclinan selectivamente alejados del orificio central y hacia el borde externo. El radio de fricción efectivo de la arandela es mayor que el radio de fricción efectivo del sujetador roscado. Por ejemplo, el radio de fricción efectivo de una arandela que tiene una banda radial de tratamientos para potenciar el coeficiente de fricción en su lado inferior es el centro de esa banda. Obsérvese que esta discusión asume correctamente el caso ideal en donde la carga del perno se distribuye uniformemente bajo la tuerca o la cabeza de perno debido al uso de la arandela Z[®] Washer.

Obsérvese que los potenciadores de fricción pueden no ser necesarios en muchas aplicaciones, aunque garantizan que la arandela permanezca fija en todas las aplicaciones, independientemente de: las áreas superficiales relativas de la arandela/sujetador o los radios de acoplamiento; la dureza relativa del material del sujetador/junta; y los tratamientos superficiales relativos del sujetador/junta como lubricantes (molycoat, etc.), o recubrimientos (pintura, etc.). Los potenciadores de fricción se hacen impactantes al comienzo de un proceso de apriete en donde muy poca o ninguna carga está presente en el espárrago y/o tuerca. Esta inclinación de

fricción (*friction bias*) inicia la retención de la arandela cada vez.

Alternativamente, los medios de tratamiento para potenciar el coeficiente de fricción incluyen corrugaciones (*roughenings*), superficies poligonales, acanaladuras, protuberancias (*knurls*), púas, surcos, ranuras, puntos prominentes, burilados u otras proyecciones similares. Otras opciones incluyen proyecciones de ajuste acuñadas, anillos concéntricos o en espiral, crestas radiales o dientes, patrones de panal, etc. Cualquier operación que obligue a las áreas superficiales externas a tener una interacción más dinámica con la superficie de la brida, tal como selectivamente moletear, lijar, granallar, fresar, maquinar, forjar, fundir, conformar, perfilar, desbastar, estampar, grabar, perforar, doblar, o simplemente elevar el relieve de las áreas internas, es suficiente. Obsérvese que pueden utilizarse combinaciones de tales medios de tratamiento para potenciar el coeficiente de fricción. Si el enganche de la arandela **1** – copa de reacción externa **17** es ligeramente mayor que el enganche de la tuerca **36** – copa de mando interna **16**, los medios de tratamiento para potenciar el coeficiente de fricción ya sea: pueden no necesitarse; pueden posicionarse en cualquier lugar alrededor de la superficie inferior de la arandela; o pueden posicionarse sustancialmente más allá de un radio de fricción efectivo de la tuerca o la cabeza de perno sobre la superficie inferior de la arandela. Para obtener las propiedades inventivas es suficiente que el lado inferior de la arandela sea uniforme. La superficie friccional opuesta, sin embargo, puede ser también cónica hacia afuera, por lo cual el borde externo del anillo friccional es más grueso que el borde interno. No obstante, si se requiere, la arandela y, en consecuencia, su lado inferior puede tener asimismo una curvatura. Resultados particularmente buenos se obtienen con una curva convexa hacia la junta. Esto se divulga en la Patente de los Estados Unidos N°7,462,007, que tiene fecha de otorgamiento del 9 de diciembre de 2008, titulada “Sujetadores de Inclinación Reactiva”, una copia entera de la cual se incorpora aquí por referencia. Nótese, sin embargo, que las arandelas de la presente invención no imparten una fuerza de inclinación axial (*axial biasing force*) al perno elongado.

Generalmente las arandelas de reacción de la presente invención para atornillamiento industrial incluyen: una forma externa que permite el acoplamiento rotacional con un dispositivo de aplicación de torque; y un área superficial de fricción de apoyo que es discontinua e inclinada selectivamente en áreas hacia afuera del orificio central. Estas características de fricción superficial se crean selectivamente en una cara inferior de la arandela y excluyendo cualquier porción de área cerca del orificio central. Estas características de fricción superficial pueden crearse mediante moleteado; lijado; granallado; fresado; maquinado; forja; fundición; conformado; perfilado; corrugado; estampado; gravado; troquelado; doblado. Las características de fricción superficial pueden crearse simplemente elevando el relieve (*relieving*) del material cerca del diámetro interior de la arandela de reacción. Igualmente las características de fricción superficial pueden ya sea: crearse con superficies y/o texturas presentadas en un área o áreas fuera del orificio; y/o posicionadas singularmente, aleatoriamente o en cualquier otro arreglo.

Geometrías Alternativas de la Arandela Z[®] Washer. FIGs. 8A - 8L muestran formas alternativas para la arandela **1**. Las arandelas de la presente invención pueden tener un borde externo (y medios de enganche correspondientes) configurado con cualquier geometría apropiada para enganchar en forma no rotacional con el borde interno de la copa externa (y medios de enganche correspondientes) configurado con una geometría apropiada correspondiente o sustancialmente idéntica. La forma comercial estándar de la arandela Z[®] Washer **1** es una arandela con un “patrón de flor” que incluye porciones cóncavas, que se proyectan hacia adentro, y porciones convexas que se proyectan hacia afuera, las cuales se proveen alternada y repetidamente en una dirección radial alrededor de un círculo de referencia imaginario, que se centra en un punto central de la arandela. FIGs. 8B, 8E, 8G, 8H y 8I son derivaciones claras de tales arandelas en forma de flor. Obsérvese que FIG. 8K muestra un acoplamiento de forma multi-lateral y FIG. 8J muestra un acoplamiento estriado, dos de los cuales pueden considerarse en forma de flor con números crecientes de dientes de enganche.

Otras geometrías apropiadas incluyen formas tales como un triángulo, un triángulo curvilíneo, un cuadrado, un rectángulo, un paralelogramo, un rombo, un trapecioide, un trapecio, una cometa, un pentágono, un hexágono, un heptágono, un octágono, un nonágono, un decágono, un círculo con proyecciones externas, una elipse o un óvalo. Obsérvese que bordes externos de cualquier forma apropiada pueden ser curvos, en lugar de angulares, para facilitar un enganche fácil con las copas Z[®] Sockets de la presente invención.

FIGs. 8D1, 8D2 y 8D3 muestran la modalidad de FIG. 8D, la arandela Z[®] Washer **1_{8D}** para uso con varias herramientas mecánicas. Se muestran vistas en perspectiva de las caras superior e inferior y una vista en sección transversal, lateral, de la arandela **1_{8D}**, respectivamente. Por lo general, la arandela **1_{8D}** exhibe una forma hexagonal anular que tiene dimensiones y características similares, como se muestra en FIGs. 1A, 1B y 1C, excepto con un subíndice “**8D**”. La forma hexagonal de la arandela **1_{8D}** incluye esquinas laterales que se proyectan radialmente **6_{8A}** generando una forma de hexágono. Generalmente una cara de soporte superior **2_{8D}** es lisa, con menor fricción superficial, y una cara de soporte inferior **3_{8D}** tiene potenciadores friccionales, o esquinas inferiores, **7_{8D}** con fricción superficial mayor. Obsérvese que pueden usarse lubricantes en la cara de soporte superior **2_{8D}** para disminuir la fricción superficial entre ella y la tuerca roscada **36**, o cualquier otro sujetador roscado similar. Las esquinas inferiores radiales **7_{8D}** incrementan la fricción superficial de la cara de soporte inferior **3_{8D}**. Las esquinas laterales **6_{8D}**, aunque no se muestran, pueden incluir bordes cónicos inclinados **8_{8D}** formadas entre la cara de soporte superior **2_{8D}** y una cara de soporte lateral **4_{8D}**. Tales bordes biselados **8_{8D}** pueden constituir una porción de borde externo que incluye superficies cónicas y dientes de enganche, las superficies cónicas inclinándose gradualmente hacia afuera y hacia la cara de soporte inferior **3_{8D}** y la cara de soporte lateral **4_{8D}**.

La arandela **1_{8D}** tiene, entre otros, un radio anular **R_{8A}**, un radio de lóbulo **R_{8L}**, un radio de rugosidad **R_{8K}** y un radio de orificio **R_{8V}**. La arandela **1_{8D}** tiene una altura **H₈**, una primera altura de bisel **H_{8Bi}**, una segunda altura de bisel **H_{8Bii}**, una altura de

rugosidad H_{8K} y un ángulo de bisel $^{\circ}_8$. Tales bordes biselados 8_{8A} pueden ayudar a la arandela 1_{8A} a dejar libre (*in clearing*) un radio de esquina de una brida y otros problemas de holgura. Además, los bordes biselados 8 ayudan a la copa de reacción externa a engancharse y acoplarse rotacionalmente con la arandela 1 . Los bordes biselados 8 pueden aceptar igualmente modificaciones a la copa de reacción externa 17 para posibilitar aplicaciones de atornillamiento inverso.

Localización Alternativa de los Medios de Tratamiento para Potenciar el Coeficiente de Fricción de la Arandela Z[®] Washer. FIGs. 8D4 – 8D10 muestran la arandela 1_{8D} con varias iteraciones de caras inclinadas friccionalmente (*frictionally biased faces*) con fricción relativamente mayor contra la superficie de la brida y fricción relativamente menor contra la tuerca. En otras palabras, la arandela 1_{8D} se muestra con varios tipos, tamaños y localizaciones de los medios de tratamiento para potenciar el coeficiente de fricción. Obsérvese que estas variaciones se muestran con la arandela 1_{8D} pero se aplican a todas las arandelas de reacción divulgadas en la presente invención. FIG. 8D4 se muestra sin potenciadores de fricción, tan solo un lado inferior liso. FIG. 8D5 se muestra con mejoras friccionales que se forman en bajo relieve en la cara inferior de arandela retirando el material cercano al orificio central. FIG. 8D6 muestra una banda relativamente delgada de potenciadores de fricción formados en una porción de borde externo de la cara inferior. FIG. 8D7 muestra una banda relativamente gruesa de potenciadores de fricción formados equidistantes de una porción de borde interno y borde externo de la cara inferior. FIG. 8D8 muestra una banda relativamente delgada que tiene un ancho de $1X$ de los potenciadores de fricción formados a una distancia $1X$ del borde externo y $2X$ del borde interno de la cara inferior. FIG. 8D9 muestra los medios de potenciadores de fricción, en este caso un anillo inclinado hacia abajo, con rebordes afilados, formados en un borde externo de la cara inferior. La arandela 1_{8D5} , aunque se muestra curvada, no imparte fuerza de inclinación axial al perno elongado. Alternativamente la arandela 1_{8D5} puede no tener variaciones en altura excepto en los rebordes afilados.

Como se muestra en FIG. 8D10, las arandelas de la presente invención pueden

proveerse igualmente con configuraciones para enganche de bloqueo positivo con la copa de reacción externa. Tales acoplamientos de bloqueo positivo son incisiones formadas en el borde externo de la arandela **1_{8D}**. La copa de reacción externa incluirá medios de enganche correspondientes para posibilitar la operación a manos libres y, una vez asentada la tuerca, la operación a manos libres en una aplicación de atornillamiento inverso.

Las divulgaciones de arandelas tipo reacción para atornillamiento industrial, que tienen superficies de fricción del arte previo, no discuten la importancia de la localización ni la magnitud de cobertura de tales superficies de fricción. El Solicitante descubrió que los medios de tratamiento para potenciar el coeficiente de fricción, localizados en los radios de la arandela interna, cerca del perno o sobre todo el lado inferior de la arandela, tienden al movimiento de la arandela, o a la rotación con la tuerca. Estas estrategias fueron marginalmente exitosas en proporcionar ocasionalmente arandelas estacionarias. En otras palabras, más tratamientos de fricción sobre porciones enteras y/o interiores más grandes del lado inferior de las arandelas son sustancialmente menos efectivos que los tratamientos de fricción sobre porciones más pequeñas y/o exteriores.

Tipos Alternativos de Sujetador y Copa Z[®] Socket para Uso con la Arandela Z[®] Washer. FIG. 9A muestra la arandela **1_{8D}** para uso con un perno que tiene una cabeza de perno **20A** insertado en un agujero ciego y un ensamble de copa de acción y reacción coaxial de mando dual HYTORC[®] **15**. FIG. 9B muestra la arandela **1_{8D}** para uso con un tornillo de cabeza hexagonal interior (*socket head cap screw*) **20B** insertado en un agujero ciego y un ensamble de copa de acción y reacción coaxial de mando dual modificado HYTORC[®] **15C**. Pueden usarse varias geometrías de sujetador con herramientas, partes y accesorios del sistema Z[®] System con variaciones de diseño correspondientes, tal como se muestra en FIG. 9B. Los ensambles de copa modificados **15C** incluyen un medio de acoplamiento de mando del sujetador macho **16C** en lugar de una copa de acción **16**.

La arandela **1** se muestra generalmente como una arandela en forma de flor, con

una cara inferior corrugada para proporcionar un torque de reacción. De acuerdo con FIGs. 8A-8L, nótese la aplicabilidad de prácticamente cualquier forma externa que se enganche no rotacionalmente con copas de reacción, placas y conectores (*links*) de la presente invención. Asimismo, nótese la idoneidad de prácticamente cualquier característica superficial que incremente la fricción facial. Ejemplos de formas externas incluyen: cualquier forma geométrica apropiada como un pentágono, un hexágono, un octágono, etc.; rugosidades; recortes; orificios acuñaos; castelados; etc. Ejemplos de características potenciadoras de fricción superficial incluyen: patrones; acabados; tratamientos; recubrimientos; enchapados; asperezas; etc. Inventivamente, incluso antes de asentar la tuerca y/o la cabeza de espárrago, la superficie de reacción coaxial se convierte en un objeto coaxial estacionario viable y accesible al cual transferir las fuerzas de reacción de las herramientas.

Se entenderá que cada uno de los elementos descritos más arriba, o dos o más juntos, pueden encontrar también una aplicación útil en otros tipos de construcciones que difieran de los tipos ya descritos. Las características divulgadas en la descripción que antecede o las siguientes reivindicaciones, o los dibujos acompañantes, expresadas en sus formas específicas o en términos de un medio para llevar a cabo la función divulgada, o un método o proceso para alcanzar el resultado divulgado, según se considere apropiado, pueden, separadamente, o en cualquier combinación de tales características, utilizarse para realizar la invención en sus diversas formas. Obsérvese que puede haber ligeras diferencias en las descripciones de componentes numerados en el capítulo descriptivo.

Aunque la invención se ha ilustrado y descrito como incorporada en una herramienta operada por fluido, no pretende limitarse a los detalles mostrados, puesto que pueden introducirse varias modificaciones y cambios estructurales, sin apartarse en algún modo del espíritu de la presente invención.

Sin más análisis, lo anterior revelará tan completamente lo esencial de la presente

invención que otras personas, aplicando el conocimiento actual, pueden adaptarlo fácilmente para varias aplicaciones sin omitir características que, desde el punto de vista del arte previo, constituyen claramente características esenciales de los aspectos genéricos o específicos de esta invención.

Cuando se usan en este capítulo descriptivo y las reivindicaciones, los términos “comprendiendo/que comprende”, “incluyendo/que incluye”, “que tiene/teniendo” y variaciones de los mismos significan que están incluidas las características, pasos o números enteros especificados. Los términos no tienen que interpretarse para excluir la presencia de otras características, pasos o componentes.