

Título: **APARATO PARA APRETAR SUJETADORES ROSCADOS**

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 torquear (*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 se divulgan, por ejemplo, en las Patentes de los Estados Unidos del Solicitante n.º: 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.º.: 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 aún 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 espaciado 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 aún 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 resilientemente 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.

El Solicitante aplicó entonces su profundo entendimiento e innovación en herramientas mecánicas de torque a herramientas intensificadoras de torque, neumáticas, manuales, creando específicamente las líneas de productos HYTORC® jGUN® y las unidades motrices y las herramientas para uso con las mismas. El Solicitante comercializa estas herramientas bajo las marcas registradas de HYTORC® jGUN® Single Speed, Dual Speed y Dual Speed Plus. Una vez la tuerca toca la superficie de la brida, el grado de rotación para apretarla o aflojarla es mínimo. Los clientes desean altas velocidades de rotación para enroscar o desenroscar tuercas rápidamente. Las llaves de impacto conocidas, que ofrecían una elevada velocidad de enroscamiento y desenroscamiento, tenían las desventajas de la imprecisión y una lenta rotación lenta una vez la tuerca tocaba la cara de la brida. A la inversa, las herramientas mecánicas de torque manuales conocidas eran precisas en torque, pero relativamente lentas en el desenroscamiento y el enroscamiento de sujetadores. Aún así eran mucho más rápidas que las pistolas de impacto una vez la tuerca se giraba sobre la cara de la brida.

La carcasa del motor en herramientas intensificadoras de torque manuales conocidas era independiente de la carcasa de engranajes de modo que el torque no podía exceder la resistencia al torque del (de la) brazo/mano de un operario. De lo contrario, la carcasa del motor de la herramienta no podría sujetarse y giraría en la mano del operario. En el mercado había muchos multiplicadores de torque accionados por motor y algunos de ellos tenían dos mecanismos de velocidades, algunos de ellos reaccionaban sobre la punta del perno, lo cual requería pernos especiales, y otros con un brazo de reacción. Sin importar qué torque o velocidad se aplicara, su carcasa de engranajes giraba en la dirección opuesta al eje de salida. A alta velocidad, las partes giratorias en las herramientas intensificadoras de torque manuales existentes en ese entonces requerían cojinetes porque los engranajes y el eje de salida rotaban tan rápido en la carcasa de engranajes. Las versiones de torque elevado de tales herramientas eran demasiado grandes y demasiado pesadas.

Las líneas de productos HYTORC® jGUN® incluyen una herramienta que tiene una velocidad de enroscamiento o desenroscamiento en la que toda la carcasa de engranajes junto con ensamble de engranajes internos y el mando de salida gira a la misma alta velocidad en la misma dirección. El operario simplemente cambia la herramienta de aplicar una fuerza de rotación a los engranajes y el eje de salida en una dirección y, simultáneamente, una fuerza de rotación opuesta a la carcasa de engranajes. Obsérvese que las líneas de productos HYTORC NUT™ y HYTORC WASHER™ y las unidades motrices y las herramientas para uso con las mismas son compatibles con la HYTORC® jGUN® Dual Speed. Por ejemplo, en una modalidad de velocidad mayor / torque menor de la HYTORC® jGUN® Dual Speed la copa de mando con la tuerca y la copa de reacción con la HYTORC WASHER™ giraban siempre juntas y a la misma velocidad mayor y al mismo torque menor. La HYTORC WASHER™ y la tuerca se integran como una unidad por pasadores hasta que la tuerca se asienta en la HYTORC WASHER™. El torque se incrementa y los pasadores se desintegran por cizallamiento, de manera que la tuerca se gira con un torque mayor y una velocidad menor, mientras que la HYTORC WASHER™ se convierte en un objeto estacionario y, por consiguiente, un punto de reacción. La integración de la HYTORC WASHER™ y una tuerca conocida ya no es aceptable porque pedazos de la conexión rota afectan el coeficiente de fricción, puede ocasionar excoiación de las roscas y dejar depósitos perjudiciales indeseados en las interfaces de las roscas.

Cuando no se empleaba con la HYTORC WASHER™, la HYTORC® jGUN® requería el uso de accesorios de reacción para desviar la fuerza de reacción, generada durante la rotación de la tuerca, a un objeto estacionario. La velocidad de enroscamiento tenía que limitarse para evitar que el brazo de reacción se estrellara contra la tuerca adyacente a una velocidad elevada, lo cual podría ocasionar un accidente si las extremidades del operario se interponían en el camino. El apoyo (*abutment*) de un brazo de reacción es necesario para el modo de operación a baja velocidad / torque elevado para apretar o soltar sujetadores. Pero el brazo de reacción no es deseable para el modo de operación a alta

velocidad / torque bajo – nuevamente para evitar accidentes y situaciones que se registran por la OSHA (Agencia de Seguridad y Salud Ocupacional).

El Solicitante aplicó su profundo entendimiento e innovación en herramientas mecánicas de torque que tienen accesorios de reacción y las líneas de productos HYTORC® jGUN® para mejorar aún más las herramientas intensificadoras de torque neumáticas manuales. El Solicitante creó las líneas de productos HYTORC® FLIP-GUN® y las unidades motrices y las herramientas para uso con las mismas. La HYTORC® FLIP-GUN® incluye un brazo de reacción posicionable. Cuando se pone en una primera posición, la unidad intensificadora de torque se cambia a un modo de alta velocidad / torque bajo y el brazo de reacción se puede usar como un mango por el operario mientras esté en una dirección perpendicular al eje de la herramienta. Cuando el brazo de reacción se pone en una segunda posición coaxial al eje de la herramienta, la unidad intensificadora de torque se cambia al modo baja velocidad / torque elevado y el brazo de reacción puede apoyarse contra un objeto estacionario puesto que el torque elevado no puede ser absorbido por el operario.

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.

El Solicitante innovó además sus herramientas intensificadoras de torque neumáticas manuales, creando específicamente las líneas de productos HYTORC® THRILL® y las unidades motrices y las herramientas para uso con las mismas. La HYTORC® THRILL® es una herramienta intensificadora de torque motorizada, de modo dual, manual, que opera en el apriete y aflojamiento, libre

de reacción y asistido por reacción, de sujetadores industriales. Esta incluye: un motor para generar una fuerza de rotación para rotar el sujetador; un mecanismo multiplicador de fuerza de rotación para un modo de velocidad menor / torque mayor, que incluye una pluralidad de transmisores de multiplicación de fuerza de rotación; un mecanismo de impactación de fuerza de rotación para un modo de velocidad mayor / torque menor que incluye una pluralidad de transmisores de impactación de fuerza de rotación; una carcasa conectada operativamente con por lo menos un transmisor de multiplicación; un brazo de reacción para transferir una fuerza de reacción generada a la carcasa durante el modo de velocidad menor / torque mayor a un objeto estacionario; en donde durante el modo de velocidad menor / torque mayor por lo menos dos transmisores de multiplicación rotan uno en relación con el otro; y en donde durante el modo de velocidad mayor / torque menor por lo menos dos transmisores de multiplicación son unitarios para conseguir un movimiento de martilleo del mecanismo de impactación. Ventajosamente la HYTORC® THRILL®: minimiza la exposición a la vibración del operario; suministra una inercia de rotación elevada en el modo de velocidad mayor / torque menor debido a una masa elevada de la cooperación entre los mecanismos de multiplicación e impactación, lo cual aumenta la salida de torque del mecanismo de impactación; enrosca y desenrosca sujetadores a alta velocidad sin el uso de un accesorio de reacción, incluso cuando se requiere un torque mayor que el tolerable por un operario para superar características de aplicación de atornillamiento sustancialmente adversas, como deformación facial y de la rosca y/o excoiación de las roscas; y afloja sujetadores corroídos o altamente torquados que se atascan (*are stuck*) a sus juntas, y aprieta sujetadores a un torque deseado más elevado y más preciso con el uso de un accesorio de reacción en el segundo modo.

El modo impacto no es operable en la THRILL® durante el modo de velocidad menor / torque mayor (multiplicación) porque: el brazo de reacción posicionable se apoya contra un objeto estacionario; y el mecanismo de impacto se desbloquea (*is locked out*) durante el modo de multiplicación de torque.

Obsérvese no obstante que durante el modo de velocidad mayor / torque menor,

la fuerza de rotación del motor se transfiere mediante la fase inicial del mecanismo de multiplicación al eje de salida para enroscar o desenroscar una tuerca o cabeza de espárrago que exhibe poca o ninguna resistencia. El mecanismo de impacto se activa cuando el sujetador exhibe características de atornillamiento adversas que requieren por consiguiente una fuerza intermitente para superar tales deformidades.

La evolución de las líneas de productos HYTORC[®] jGUN[®], FLIP-Gun[®] y THRILL[®] 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 y las Solicitudes de los Estados Unidos n.º: 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; 7,735,397; 7,641,579; 7,798,038; 7,832,310; 7,950,309; 8,042,434; D608,614; y 13/577,995, copias enteras de las cuales se incorporan aquí por referencia.

A pesar de las recientes innovaciones del Solicitante con la THRILL[®], la carga lateral y la excoiación de las roscas continúan siendo los problemas fundamentales de las aplicaciones de atornillamiento industrial y no se han abordado en todas las herramientas intensificadoras en el mercado. La excoiación es un desgaste de material causado por una combinación de fricción y adhesión entre superficies metálicas durante el movimiento transversal, o deslizamiento, debido a menudo a una lubricación deficiente. Cuando un material se excoria, porciones son haladas de una superficie de contacto y se atascan, o incluso se sueldan por fricción, a la superficie adyacente, especialmente si hay una gran cantidad de fuerza que comprima las superficies entre sí. A menudo la excoiación ocurre en aplicaciones de carga alta / baja velocidad. Esta implica la transferencia visible de material a medida que se hala adhesivamente de una superficie, dejándolo atascado a la otra en la forma de un promontorio elevado. Usualmente la excoiación no es un proceso gradual, sino que ocurre y se difunde rápidamente, ya que los promontorios elevados inducen más excoiación.

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 reseca 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 reseca 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;

FIG. 10 es una vista lateral en sección transversal de una arandela Z[®] Washer y una copa Z[®] Socket alternativas, de manera que el diámetro de la arandela es menor que el de la tuerca;

FIGs. 11A-11C son vistas múltiples de varias modalidades de copas Z[®] Sockets con dimensiones y anchos diferentes;

FIGs. 12A-14B son vistas en perspectiva de la aplicación del sistema Z[®] System a herramientas de torque HYTORC[®] Torque Tools, que incluye adaptadores estriados, placas de reacción y conectores excéntricos (*offset links*);

FIGs. 15A-15G son vistas laterales y en perspectiva de la aplicación de una arandela de fricción de cara dual HYTORC[®] Dual Faced Friction Washer al sistema Z[®] System;

FIG. 16A es una vista en perspectiva de una modalidad de la presente invención en la forma de la herramienta **10A** en un modo de velocidad menor / torque mayor ("LSHT");

FIG. 16B es una vista en perspectiva de una modalidad de la presente invención en la forma de la herramienta **10B** en un modo de velocidad mayor / torque menor ("HSLT");

FIG. 17A es una vista en sección transversal, lateral, de la herramienta **10A** en modo LSHT;

FIG. 17B es una vista en sección transversal, lateral, de la herramienta **10B** en modo HSLT;

FIG. 18 es una vista en sección transversal, lateral, de un ensamble de multiplicación de fuerza de rotación **200** y un ensamble de fuerza de vibración **300** de la herramienta **10A** en modo LSHT;

FIG. 19 es una vista en sección transversal, en perspectiva, de un ensamble de carcasa de una herramienta de mando **101**, un ensamble de mango de una herramienta de mando **103** y componentes internos relacionados de la herramienta **10A** y la herramienta **10B**;

FIG. 20 es una vista en perspectiva de un ensamble de cambio de modo **400** de la herramienta **10A** y la herramienta **10B**;

FIG. 21A es una vista en sección transversal, lateral, de una modalidad de la presente invención en la forma de una herramienta **10F**;

FIG. 21B es una vista en sección transversal, lateral, de una modalidad de la presente invención en la forma de una herramienta **10G**;

FIG. 22A es una vista en sección transversal, lateral, de una modalidad de la presente invención en la forma de una herramienta **10H**; y

FIG. 22B es una vista en sección transversal, lateral, de una modalidad de la presente invención en la forma de una herramienta **10I**.

El Sistema HYTORC® Z® System. La presente invención busca proteger el sistema HYTORC® Z® System del Solicitante, sistema que comprende: herramientas que tienen modos multi-velocidad / multi-torque con mecanismos de multiplicación de torque y vibración sin el uso de apoyos de reacción externos; medios de transferencia de fuerza para producir acción y reacción coaxial en línea para uso con tales herramientas; medios de mando y medios de cambio, capaces de conectarse a arandelas bajo la tuerca para uso con tales herramientas y medios de transferencia de fuerza; arandelas asociadas para uso con tales herramientas, medios de transferencia de fuerza y medios de mando; y accesorios relacionados para uso con tales herramientas, medios de transferencia de fuerza, medios de mando y arandelas.

El sistema HYTORC® Z® System incluye lo siguiente: arandelas Z® Washers localizadas bajo las tuercas o cabezas de perno de varios tipos que tienen perímetros enganchables de formas, tamaños, geometrías y bordes dentados múltiples, tales como diferenciales de enganche de radios de arandela/sujetador, y caras inclinadas friccionalmente con fricción relativamente elevada contra la cara de la brida y fricción relativamente menor contra la tuerca, tales como medios de tratamiento para potenciar el coeficiente de fricción de varios tipos, tamaños y ubicaciones; pistolas HYTORC Z® Guns, que incorporan un potente mecanismo de impacto y un multiplicador de torque preciso en la misma herramienta que combina un enroscamiento rápido con torque calibrado; copas HYTORC® Z® Sockets con acción y reacción coaxial de mando dual, que tienen camisas externas para reaccionar en arandelas Z® Washers y camisas internas para girar tuercas o cabezas de perno; adaptadores estriados y placas de reacción HYTORC® Z® Spline Adapters and Reaction Plates para compatibilidad inversa con sistemas de torque/tensión de HYTORC® que incluyen los sistemas de mando de cuadrado AVANTI® y ICE®, el sistema en espacios restringidos STEALTH®, la serie jGUN® neumática, la pistola FLASH® Gun y los multiplicadores eléctricos de la serie LITHIUM y más; la combinación de la arandela HYTORC® Z® Washer y la arandela de fricción dual HYTORC® Dual Friction Washer™ que incluye una arandela de cara mejorada para fricción dual para contra-torque bajo una tuerca o cabeza de perno en el otro lado de la junta; conectores excéntricos de mando dual HYTORC® Z® Dual Drive Offset para espacios con acceso restringido usando al mismo tiempo sistemas de torque/tensión de HYTORC®; y mecanismos de vibración HYTORC® Z® Vibration Mechanisms aplicados a ellos.

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.

La Pistola HYTORC® Z® Gun (En General). Una herramienta mecánica, libre de brazo de reacción, para apriete y/o aflojamiento - con excoiación mínima - de un sujetador roscado industrial 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 incluye: un motor para generar una fuerza de rotación; un mando para transferir la fuerza de rotación; un mecanismo de multiplicación de fuerza de rotación en una carcasa que incluye un transmisor de multiplicación de fuerza de rotación para todos los modos de torque de resistencia menor a resistencia mayor; y por lo menos un mecanismo de fuerza de vibración que incluye un transmisor de vibración para un modo de fuerza intermitente operable durante todos los modos de torque de resistencia menor a resistencia mayor.

Las llaves de impacto neumáticas estándar golpean el perno con una fuerza incontrolada, con ruido elevado y vibración excesiva. La pistola HYTORC Z® Gun es un multiplicador de torque de precisión que produce una potencia consistente y mejorada en un perno tras otro sin la fuerza incontrolada, el ruido elevado y/o la vibración excesiva de las llaves de impacto de aire estándar. La pistola Z® Gun es la primera herramienta de atornillamiento neumático, sin brazo de reacción, de precisión de torque en el mundo. Garantiza una carga uniforme y exacta del perno. La pistola Z® Gun incorpora un potente mecanismo de impacto y un multiplicador de torque preciso en la misma herramienta, combinando un enroscamiento rápido con torque calibrado. Se opera por un gatillo en el mango de la pistola y presenta un conmutador de control direccional para apriete o aflojamiento, una manija de selección de velocidades para velocidades altas y

bajas, y una transmisión de copa de auto-reacción que engrana con la arandela Z[®] Washer bajo la tuerca. El mecanismo de impacto ajusta o desajusta (*zips on or off*) tuercas independientemente de la corrosión o los defectos de las roscas. El mecanismo multiplicador de torque desprende los sujetadores o los aprieta. Trabaja con la arandela Z[®] Washer, de manera que no hay brazo de reacción externo, no hay puntos con riesgo de contacto y no hay cargas laterales imprecisas incorrectas. Hace el trabajo de atornillamiento más rápido, más seguro y mejor que antes, todo con una sola herramienta.

La pistola Z[®] Gun tiene incorporada una capacidad de velocidad dual que se control cambiando sencilla y rápidamente del modo de enroscamiento de alta velocidad a la potencia de torqueo de baja velocidad y viceversa. En el modo de alta velocidad la copa dual rota a varios cientos de revoluciones por minute, pero el torque se limita, de manera que la herramienta no puede dar vueltas o patear en las manos del operario. Mover el selector hacia arriba bloquea la herramienta en el modo potencia / torque y la tuerca o el perno se aprieta automáticamente al torque deseado, basándose en las presiones de fluido neumático calibradas.

Ventajosamente, la pistola Z[®] Gun aborda las preocupaciones y problemas industriales con herramientas intensificadoras de torque hidráulicas, neumáticas o eléctricas. La pistola: maximiza las ventajas y elimina los perjuicios de torque y tensión; maximiza las ventajas y elimina los perjuicios de la HYTORC NUT[™], la HYTORC WASHER[™], la HYTORC[®] AVANTI[®], la HYTORC[®] XXI[®], la HYTORC[®] jGUN[®], la HYTORC[®] FLIP-Gun[®] y la HYTORC[®] THRILL[®] - que pueden excoriar los acoplamientos roscados debido a carga lateral y la acumulación de corrosión reseca; minimiza la exposición del operario a la vibración; proporciona una mayor inercia en el modo de fuerza intermitente debido a una masa más grande de la cooperación entre los mecanismos de multiplicación e impactación, lo cual incrementa la salida de torque del mecanismo de impactación; enrosca y desenrosca sujetadores a velocidad mayor sin el uso de un brazo de reacción incluso cuando se requiere un torque mayor que el que se puede absorber por un operario para superar características de aplicación de atornillamiento

adversas; afloja sujetadores altamente torquados y/o corroídos, atascados a sus juntas y aprieta sujetadores a un torque deseado mayor y más preciso con el uso de una superficie de reacción coaxial en el modo de torque de resistencia mayor. El mecanismo de fuerza de vibración puede activarse mientras la tuerca está apretada para pulverizar la corrosión reseca antes de aplicar torque completo a la tuerca para aflojamiento. Esto tiene como resultado un menor torque necesario para aflojar el sujetador roscado industrial, y la grasa reseca pulverizada no se acumula o concentra en porciones de las roscas. Además, durante el apriete y aflojamiento de la tuerca permanece paralela a la cara de la junta y las roscas no se someten a la enorme e irregular carga lateral que hace más consistente la fricción facial y de la rosca. Esto asegura una carga de torque más uniforme y, en consecuencia, una compresión uniforme de la junta para evitar fugas y falla de la empaquetadura al apretar. Además, se simplifica el uso de la herramienta, se reduce el riesgo de error del operario y se incrementa la seguridad del operario.

Típicamente, el sujetador roscado industrial **20** se aprieta usando una herramienta de torque, tensión, y/o torque y tensión, accionada hidráulica, neumática o eléctricamente. FIGs. 3A, 3B y 3C muestran una herramienta mecánica libre de brazo de reacción **10**, la pistola HYTORC® Z® Gun para apriete y/o aflojamiento - con excoiación mínima - del sujetador **20**. La herramienta **10** incluye un motor para generar una fuerza de rotación; un mando para transferir la fuerza de rotación; un mecanismo de multiplicación de fuerza de rotación en una carcasa que incluye un transmisor de multiplicación de fuerza de rotación para todos los modos de torque de resistencia menor a resistencia mayor; y por lo menos un mecanismo de fuerza de vibración que incluye un transmisor de vibración para un modo de fuerza intermitente operable durante todos los modos de torque de resistencia menor a resistencia mayor. Obsérvese que la herramienta **10** opera en un modo de velocidad mayor / torque menor ("HSLT"), mostrada como la herramienta **10A** de FIGs. 3A y 3B, y un modo de velocidad menor / torque mayor ("LSHT"), mostrada como herramienta **10B** de FIG. 3C.

La herramienta **10A** de FIGs. 3A y 3B y la herramienta **10B** de FIG. 3C incluyen: un ensamble de entrada y salida de mando **100**; un ensamble de multiplicación de fuerza de rotación **200**; un ensamble de fuerza de vibración **300**; un ensamble de cambio de modo **400**; y un ensamble de copa de reacción y salida de mando dual **15**, tal como la copa HYTORC® Z® Socket.

En el modo HSLT la herramienta **10A** ya sea: comprime la arandela **1** entre la tuerca asentada **36** en el sujetador pre-cargado **20** sobre la junta pre-apretada **30** a un torque pre-apriete pre-determinado; descomprime la arandela **1** entre la tuerca **36** en el sujetador no cargado **20** sobre la junta aflojada **30** del torque pre-apriete pre-determinado; y/o vibra la arandela presurizada **1** entre la tuerca apretada **36** en el sujetador cargado **20** sobre la junta apretada **30** para pulverizar adecuadamente la corrosión de la tuerca del perno. En el modo LSHT la herramienta **10B** ya sea: presuriza la arandela **1** entre la tuerca apretada **36** en el sujetador cargado **20** y la junta apretada **30** a un torque de apriete pre-determinado; y/o comprime la arandela **1** entre la tuerca asentada **36** en el sujetador pre-aflojado **20** sobre la junta pre-aflojada **30** del torque de apriete pre-determinado.

En el modo HSLT la herramienta **10A** ya sea: enrosca ya sea la tuerca **36** o ambas, la tuerca **36** y la arandela **1** en el sujetador **20** con la fuerza de rotación la una dirección para asentar la tuerca **36** y comprime la arandela **1** en el sujetador pre-cargado **20** sobre la junta pre-apretada **30** a un torque de pre-apriete pre-determinado; desenrosca ya sea la tuerca asentada **36** o ambas, la tuerca asentada **36** y la arandela comprimida **1** en el sujetador pre-aflojado **20** sobre la junta pre-aflojada **30** con la fuerza de rotación en la dirección opuesta del torque pre-aflojamiento pre-determinado; o vibra (impacta) la tuerca apretada **36** sobre la arandela presurizada **1** para aplicar vibración con el fin de pulverizar adecuadamente la corrosión de la rosca. En el modo LSHT la herramienta **10B** ya sea: aprieta la tuerca asentada **36** en la arandela comprimida **1** en el sujetador pre-cargado **20** sobre la junta pre-apretada **30** con la fuerza de

rotación en la una dirección al torque de apriete pre-determinado y aplica la fuerza de reacción en la dirección opuesta a la arandela comprimida **1**; o afloja la tuerca apretada **36** sobre la arandela presurizada **1** en el sujetador cargado **20** en la junta apretada **30** con la fuerza de rotación en la dirección opuesta del torque de apriete pre-determinado y aplica la fuerza de reacción en la una dirección a la arandela presurizada **1**.

Durante la operación, la herramienta **10B** en el modo LSHT cambia a la herramienta **10A** en el modo HSLT luego de desmontar la tuerca **36** y descomprimir la arandela **1** al torque pre-aflojamiento pre-determinado. Durante la operación, la herramienta **10A** en el modo HSLT cambia a la herramienta **10B** en el modo LSHT luego de ya sea: asentar la tuerca **36** y descomprimir la arandela **1** en el torque de pre-apriete pre-determinado; o adecuar la pulverización de la corrosión de la rosca. Obsérvese que el operario utiliza el ensamble de cambio de modo **400** para cambiar la herramienta del modo LSHT al modo HSLT o viceversa. Obsérvese que el ensamble de cambio de modo **400** es un conmutador manual, pero puede ser automático. Análogamente, obsérvese que la activación o desactivación del ensamble de fuerza de vibración (impactación) **300** puede ocurrir ya sea manual o automáticamente. Obsérvese que el modo LSHT puede cambiarse de torque regulado a asistido por vibración o viceversa, y que el modo HSLT puede cambiarse de vibración regulada a torque asistido o viceversa. Obsérvese que el ensamble de fuerza de vibración (impactación) **300** puede continuar operando incluso si la arandela **1** inicia o cesa la rotación. Y obsérvese que el modo LSHT puede ser asistido por vibración para aflojar la tuerca **36** para ayudar a superar la corrosión química, por calor y/o lubricación y evitar la excoiación de las roscas del perno.

Aplicar torque a un sujetador crea fricción facial, fricción de la rosca así como carga del perno. La fricción y la carga del perno son inversamente proporcionales: a medida que la fricción aumenta, disminuye la cantidad de carga del perno generada. La velocidad a la cual se aprieta un sujetador tiene un efecto pronunciado sobre la magnitud de la fricción y, por consiguiente, la carga

del perno generada en una junta que se va a cerrar. Ventajosamente la pistola Z[®] Gun está en capacidad de utilizar el principio de que los coeficientes de fricción de la rosca y bajo la cabeza disminuyen a medida que se incrementa la velocidad de rotación.

La pistola Z[®] Gun opera, por ejemplo, en la siguiente forma. Supóngase que un trabajo requiere apretar espárragos de 1½" con tuercas de 2³/₈" a 520 ft-lbs (773,85 kg/m) de torque usando una (pistola) Z[®] Gun-A1. La Z[®] Gun-A1 se usa para rangos de 300-1200 ft-lbs (446,45 – 1.785,80 kg/m) de torque. La Z[®] Gun-A1 viene con un tamaño estándar de mando de sección cuadrada de ¾" y tiene dimensiones (LxWxH) de 11,92" por 3,29" por 9,47". La carcasa de salida de mando tiene un radio de 1,98". La altura y el ancho del mango son 6,94" y 2,12", respectivamente. Las RPM de torque de enroscamiento y el torque final varían aproximadamente de 4000 a 7, respectivamente. La fuerza de rotación de la herramienta se determina por la presión de aire suministrada por un filtro/regulador/lubricador (FRL). El operario consulta la correspondiente tabla de conversión de torque/presión para este valor. En este caso, 520 ft-lbs (773,85 kg/m) de torque final corresponden a una presión neumática de 50 psi (344,74 Kpa). En consecuencia, el operario fija la presión de suministro de aire del FRL en 50 psi (344,74 Kpa).

De acuerdo con FIG. 3B, la herramienta **10A** enrosca la tuerca **36** hasta quedar exactamente ajustada contra la brida en el modo HSLT. La arandela **1'** se comprime entre la tuerca asentada **36'** y la junta asentada **30'**. En el modo de enroscamiento (HSLT), el selector de cambios (ensamble de cambio de modo **400**) está en la posición hacia abajo y la herramienta **10A** se sostiene con ambas manos.

De acuerdo con FIG. 3C, para comenzar a torquear en el modo LSHT, el operario hala el selector de cambios **400** hacia él en la dirección vertical. La tuerca asentada **36'** se engrana asegurando que la copa de reacción externa **17** encierre completamente la arandela comprimida **1'**. Obsérvese la ausencia de

puntos con riesgo de contacto, porque ambas manos están seguramente fuera de la zona de apriete alrededor de la tuerca asentada **36'**. El operario oprime el gatillo hasta que la herramienta **10B** se detenga y ya no avance más la copa de mando interna **16**. El operario ha aplicado 520 ft-lbs (773,85 kg/m) de torque a la tuerca apretada **36''** y a la arandela presurizada **1''**, y cualquier otra tuerca obtendrá la misma fuerza de apriete, siempre que se mantenga la presión del FRL. FIGs. 4A y 4B muestran una junta apretada **30''** que incluye un sujetador apretado **20''**, la tuerca apretada **36''** y la arandela presurizada **1''**.

Obsérvese que los bordes biselados **8** ayudan a la arandela **1** a alojar (*in clearing*) rebabas de soldadura formadas entre las bridas y los tubos en la junta **30** y otros problemas de tolerancias. 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 asimismo modificaciones hechas la copa de reacción externa **17** para permitir el uso en aplicaciones de atornillamiento inverso.

El operario reversa el proceso para el retiro de la tuerca apretada **36''**, empezando esta vez en el modo LSHT. Los efectos del tiempo y la corrosión pueden hacer que las tuercas y/o pernos sean más difíciles de retirar que si se tuvieran que apretar. Puesto que obtener un valor de torque específico no constituye una preocupación en el aflojamiento, el operario puede girar la presión de aire del FRL a, o cerca de, su máximo, impartiendo a la herramienta una potencia prácticamente plena. Se selecciona un control direccional para aflojar. El operario aplica la herramienta **10B** a la aplicación y posiciona una copa de mando interna **16** sobre la tuerca apretada **36''** y una copa de reacción externa **17** sobre la arandela presurizada **1''**. El operario hala hacia arriba el selector de velocidad **400**, activa la herramienta **10B** y procede a aflojar la tuerca apretada **36''** hasta que pueda girarse con la mano y eliminar la reacción (*react off*) de las arandelas presurizadas **1''**. El operario cambia el selector de velocidad **400** a la posición HSLT para desenroscar la tuerca **36**. Recuérdese que el mecanismo de fuerza de vibración puede activarse mientras la tuerca está

apretada para pulverizar la corrosión resecada antes de aplicar torque pleno a la tuerca para aflojamiento. Esto tiene como resultado un menor torque, necesario para aflojar el sujetador industrial, y la grasa resecada pulverizada no se apila o concentra en porciones de las roscas.

Obsérvese que porciones de este capítulo descriptivo asociadas con FIGs. 16-23 ofrecen una discusión exhaustiva de la pistola HYTORC Z[®] Gun y herramientas relacionadas.

Copas HYTORC[®] Z[®] Sockets. Los beneficios de la arandela Z[®] Washer se optimizan cuando se usan con copas HYTORC[®] Z[®] Sockets que tienen acción y reacción coaxial de mando dual. Las camisas externas reaccionan sobre las arandelas Z[®] Washers y las camisas internas giran las tuercas o las cabezas de perno adyacentes (en la parte superior de) las arandelas. Varios sistemas de copa dual de la presente invención y de propiedad exclusiva de HYTORC[®] hacen exactamente eso. En primer lugar y ante todo, la pistola Z[®] Gun que tiene una copa Z[®] Socket es el modo más rápido y fácil de obtener todos los beneficios de esta tecnología libre de reacción. Porciones de la copa externa rodean la arandela Z[®] Washer y rotacionalmente se acoplan con estrías en el cuerpo de la herramienta de torque. La copa interna se conecta a la transmisión de la herramienta y gira la tuerca. La acción de impacto de la pistola Z[®] Gun enrosca la tuerca rápidamente y luego, sin esfuerzo alguno, cambia al modo de torqueo controlado reaccionando simultáneamente contra la arandela Z[®] Washer. No existen puntos externos con riesgo de contacto o cargas laterales indeseadas. Por primera vez es posible el torque controlado con una sola herramienta de aire, sin sacrificar la velocidad y la flexibilidad. Estos ensambles de copa patentados exceden la totalidad de las normas ANSI aplicables en cuanto a robustez y seguridad y vienen en un rango completo de tamaños métrico e imperiales (*inch and metric sizes*) para adaptarse a cualquier trabajo.

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 θ_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.

La copa de reacción externa **17** de la herramienta **10A** queda loca e inactiva (*is idle and inactive*) en el modo HSLT. No se engrana por estrías con la carcasa del ensamble de multiplicación de fuerza de rotación **200**. Los transmisores de fuerza de vibración y/o impactación del ensamble de fuerza de vibración **300** se engranan con estrías (*are spline engaged*) a un eje de mando de salida, que gira la copa de mando interna **16** para desenroscar o enroscar la tuerca **36** en el sujetador **20**. La copa de reacción externa **17** de la herramienta **10B**, sin embargo, se acopla rotacionalmente y se engancha geométricamente con la arandela **1** bajo la tuerca **36**. Luego del asentamiento de la tuerca **36'**, la arandela comprimida **1'** sirve como el objeto estacionario con el cual la carcasa del ensamble de multiplicación de fuerza de rotación **200** reacciona mediante la copa de reacción **17**. Con la carcasa del ensamble de multiplicación de fuerza de rotación **300** mantenida fija, los transmisores de multiplicación de fuerza de rotación aprietan la tuerca asentada **36''** mediante el eje de mando de salida de fuerza de rotación.

Durante la operación de cualquier modalidad de las herramientas que tienen ensambles de copa de reacción de la presente invención, la copa de mando gira

ya sea una tuerca o una cabeza de perno. Durante la operación de una modalidad de tal herramienta, la copa de reacción permanece inmóvil durante el modo HSLT. Durante la operación de otra modalidad de tal herramienta, la copa de reacción gira en la misma dirección que la copa de mando en el modo HSLT, pero permanece inmóvil en el modo LSHT. Y durante la operación de otra modalidad de tal herramienta, la copa de reacción permanece ya sea inmóvil o gira en la dirección opuesta con la copa de mando en el modo HSLT, pero permanece inmóvil en el modo LSHT.

En otras palabras, la copa de mando está siempre conectada operativamente con la tuerca o la cabeza del perno durante todos los modos de torque de resistencia menor a resistencia mayor. Y la copa de reacción está ya sea: conectada operativamente a la carcasa y la superficie de reacción coaxial para transferir una fuerza de reacción a la superficie de reacción coaxial durante el modo de torque de resistencia mayor; conectada operativamente a la carcasa y la superficie de reacción coaxial durante ya sea el modo de torque de resistencia menor o el modo de fuerza intermitente; o conectada operativamente a la carcasa y desconectada operativamente de la superficie de reacción coaxial durante ya sea el modo de torque de resistencia menor o el modo de fuerza intermitente.

En otras palabras, una herramienta mecánica de torque de la presente invención incluye: medios de mando para conectar con una copa de mando de un ensamble de copa de acción y reacción coaxial de mando dual para girar una tuerca o una cabeza de perno; medios de reacción para conectar con una copa de reacción del ensamble de copa de acción y reacción coaxial de mando dual para transferir la fuerza de reacción a una arandela; medios de conexión entre los medios de mando y reacción; por lo menos dos modos de operación, incluyendo un modo de velocidad alta / torque bajo y un modo de velocidad baja / torque alto; en donde la copa de mando se gira en una dirección por los medios de mando durante ambos modos, el modo de velocidad baja / torque alto y el modo de velocidad alta / torque bajo; en donde la copa de reacción se gira en la

una dirección cuando los medios de conexión entre los medios de mando y reacción se activan en el modo de velocidad alta / torque bajo, pero no giran la arandela cuando los medios de conexión se desactivan en el modo de torque alto <7 velocidad baja.

Y, en otras palabras, una herramienta mecánica de torque de la presente invención incluye: medios de mando para conectar una copa de mando a una tuerca o una cabeza de perno; un primer medio de reacción y un segundo medio de reacción para conectar una copa de reacción a una arandela; por lo menos dos modos de operación - un modo de velocidad alta / torque bajo y un modo de velocidad baja / torque alto; en donde la copa de mando se gira por los medios de mando durante ambos modos de girar la tuerca o la cabeza de perno; en donde la copa de reacción se conecta a una arandela debajo de la tuerca o la cabeza de perno; un primer medio de reacción que impide que la citada copa de reacción gire en el modo de velocidad baja / torque alto mientras que la arandela absorbe una fuerza de reacción de mayor magnitud; y un segundo medio de reacción que impide que la copa de reacción gire en el modo de velocidad alta / torque bajo mientras que un operario absorbe una fuerza de reacción de menor magnitud. En este caso, un adaptador estriado de carcasa de ensamble de multiplicación de fuerza de rotación es el primer medio de reacción. Y un brazo selector del ensamble de cambio de modo, que tiene un adaptador estriado, es el segundo medio de reacción.

Las copas duales, particularmente las camisas de reacción (copas), de la presente invención se desarrollaron para uso en conjunción con todos los sistemas de torque/tensión eléctricos, hidráulicos y neumáticos de HYTORC®. Fue necesario minimizar los diámetros exteriores de las camisas de reacción para proporcionar la holgura máxima entre los sistemas de reacción de la herramienta y los ambientes circundantes del sujetador. Minimizar los diámetros exteriores de las camisas de reacción requirió igualmente minimizar los diámetros exteriores de las copas de acción.

Generalmente se idearon numerosas geometrías de partes para las camisas, copas y anillos de adaptador de la presente invención. Se hicieron prototipos de todos los componentes potenciales y se evaluaron experimentalmente en el centro de investigación y desarrollo de HYTORC®. Las pruebas de calidad incluyeron someter las partes a su carga de aplicación particular durante innumerables ciclos. De igual manera se evaluaron experimentalmente varias alternativas de materiales y tratamiento térmico.

Obsérvese que porciones de este capítulo descriptivo, asociadas con FIGs. 16-23 aportan una discusión adicional de las copas HYTORC Z®Sockets.

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 reseca 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.

Los profesionales en atornillamiento industrial han reconocido la necesidad de usar tamaños de componentes sujetadores relativamente similares. En operaciones de atornillamiento normal lo que importa no es si la cabeza de perno o la tuerca se torquea. Esto supone, naturalmente, que la cabeza de perno y la cara de la tuerca son del mismo diámetro y en donde las superficies de contacto son las mismas para producir el mismo coeficiente de fricción. Si no lo son, entonces esto sí importa. Supongamos que la tuerca fuera bridada y la cabeza de perno no lo fuera. Si el torque de apriete se determinó asumiendo que la tuerca tenía que apretarse, pero la cabeza de perno se apretó subsiguientemente en su lugar, entonces el perno podría sobrecargarse. Típicamente el 50% del torque se usa para superar la fricción bajo la superficie de apriete. Por consiguiente, un radio de fricción menor tendrá como resultado la entrada de más torque en la rosca del perno y, en consecuencia, que se sobretensione. Si lo contrario fuera verdad, es decir, que el torque se determinó asumiendo que la cabeza del perno tenía que apretarse y, luego, la tuerca se apretó subsiguientemente, el perno quedaría sub-tensionado.

Al igual que un brazo de reacción extremadamente largo aplica una fuerza de reacción extremadamente mayor a un objeto estacionario cercano, un brazo de reacción extremadamente corto aplica una fuerza de apoyo de reacción de magnitud similar, pero ligeramente mayor que la salida de la herramienta de torque. En este sentido la copa de reacción externa **17** puede considerarse un brazo de reacción de 360° que aplica esa fuerza de apoyo de reacción de magnitud similar, pero ligeramente más grande, a la salida de la herramienta de torque infinitamente alrededor del borde externo **4** de la arandela **1**. Por supuesto, la copa de reacción externa **17** aplica una fuerza de apoyo de reacción mayor a la arandela de reacción **1** bajo la tuerca **36**. Esto es realizable únicamente teniendo un enganche geométricamente configurado de la arandela **1** - copa de reacción externa **17** ligeramente mayor que un enganche geométricamente configurado de la tuerca **36** - copa de mando interna **16**. La observación fundamental del Solicitante sobre las arandelas enganchadas con esta nueva observación garantiza una arandela fija en la cual reaccionar.

Con referencia a FIG. 5D, el borde externo **4** de la arandela presurizada **1''** se extiende más allá de un borde externo **37** de la tuerca apretada **36''**. Notablemente una fuerza de reacción **92**, que actúa en otra dirección **94**, recibida por el borde externo de la arandela **4**, es mayor que un torque de acción **91**, que actúa en una dirección **93**, recibido por la tuerca **36**. La arandela presurizada **1''** absorbe la fuerza de reacción **92** de la herramienta **10B**, de manera que la herramienta **10B** aplica torque de acción **91** a la tuerca asentada **36'** y aplica una fuerza de reacción **92** ligeramente mayor, pero opuesta, al borde externo de la arandela **4**. La tuerca asentada **1'** gira, pero la arandela comprimida **1'** permanece inmóvil. Este posicionamiento relativo, es decir, que el borde externo de la arandela **4** esté más alejado del centro de rotación, o el eje de fuerza de rotación **A₁₀**, que el borde externo de la tuerca **37**, es un aspecto innovador de la presente invención. La fuerza de reacción **92** actúa a través del brazo efectivo de palanca de la copa externa **17** alejada una distancia **R_{1A}** del eje de fuerza de rotación **A₁₀**, que tiende a mantener inmóvil la arandela **1**. Como resultado del diferencial en radio de los enganches poligonales externos, la arandela **1** permanece estacionaria sobre la junta **30** en lugar de rotar con la tuerca **36**, a medida que el sujetador **20** se aprieta o se afloja.

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 F_{1r} 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 F_{2R} 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 R_7 . El patrón moleteado radial en alto relieve **7** se muestra posicionado tan lejos del eje de

fuerza de rotación A_{10} como sea posible en un radio sustancialmente máximo, R_{MAX} , para maximizar el torque (τ_{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 (τ_R) es $F * R$. El torque máximo puede lograrse con un radio sustancialmente máximo, R_{MAX} , de manera que $\tau_{RMAX} = F * R_{MAX}$. 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 una 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.

Con referencia nuevamente a FIG. 5D, diferenciales de acoplamiento de la arandela / sujetador radial relativos, a saber, que el borde externo **4** de la arandela **1** está más alejado del centro de rotación, o el eje de fuerza de rotación **A₁₀**, que el borde externo **37** de la tuerca **36**, sirven como otra modalidad de los medios de tratamiento para potenciar el coeficiente de fricción de la presente invención. Una mayor área superficial de la arandela/brida, que tiene un radio de acoplamiento más largo, aumenta la fricción facial sobre una menor área superficial de la tuerca/arandela, que tiene un radio de acoplamiento más corto.

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, gravar, 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 pueden 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.º 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}** formados 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 °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**.

Área Superficial Reducida de la Arandela Z[®] Washer. FIG. 10 es similar a FIG. 5D, excepto que un borde externo **4_{10A}** de una arandela presurizada **1_{10A}** se retrae del (*curtails from*) borde externo **37** de la tuerca apretada **36**". Notablemente la fuerza de torque de reacción **92_{10A}**, que actúa en otra dirección **94**, recibida por el borde externo de la arandela **4_{10A}**, puede ser menor que la fuerza de torque de acción **91**, que actúa en una dirección **93** recibida por la tuerca **36**. La arandela presurizada **1_{10A}** absorbe la fuerza de torque de reacción **92_{10A}** de la herramienta **10B**, de manera que la herramienta **10B** aplica torque de acción **91** a la tuerca asentada **36'** y puede aplicar menos fuerza de reacción **92_{10A}** al borde externo de la arandela **4_{10A}**. Potenciadores de fricción dinámicos **7_{10A}** son necesarios para impedir que la arandela **1_{10A}** gire con la tuerca **36**. La tuerca asentada **36'** gira, pero la arandela comprimida **1_{10A}** permanece inmóvil. Este posicionamiento relativo, a saber, que el incremento de fricción **7_{10A}** y, en consecuencia, un radio de fricción efectivo de la arandela **1_{10A}** está más alejado del centro de rotación, o eje de fuerza de rotación **A₁₀**, que un radio de fricción efectivo de la tuerca **36**, es un aspecto innovador de la presente invención. La fuerza de reacción **92_{10A}** actúa a través de la copa externa **17A** a una distancia **R_{10A}** o tan alejada del eje de fuerza de rotación **A₁₀** que tiende a mantener la arandela **1_{10A}** inmóvil. Como resultado del diferencial en radios de fricción efectivos, la arandela **1_{10A}** permanece estacionaria en la junta **30** en lugar de rotar con la tuerca **36** a medida que el sujetador **20** se aprieta o se afloja. Obsérvese que la cara inferior **54** de la copa interna **16** rota en y/o sobre una cara superior **64A** de un borde interno inferior **65A** de la copa externa **17A**. En este caso, la copa interna **16** y la copa externa **17A** pueden experimentar fricción facial adicional debido a un área superficial mayor de la cara superior **64A**.

En otras palabras, las arandelas con bordes externos que ya sea co-terminan o se retraen de (*curtail from*) un borde externo de la tuerca o la cabeza de perno pueden usarse con el sistema HYTORC® Z® System. En tales casos es necesario que la superficie inferior de la arandela se forme con medios de tratamiento para potenciar el coeficiente de fricción dinámicos, con el fin de garantizar que el radio de fricción efectivo de la arandela sea mayor que un radio de fricción efectivo de la tuerca o la cabeza de perno. Resultados exitosos son probables con potenciadores de fricción dinámicos incluso si la fuerza de reacción recibida por el borde externo de la arandela es sustancialmente igual a, o menor que, el torque de acción recibido por un borde externo de la tuerca o cabeza de perno. En estas situaciones tales potenciadores de fricción dinámicos pueden incluir corrugaciones, superficies poligonales, estrías, moleteados, púas, surcos, ranuras, puntos protuberantes, u otras proyecciones similares. Correr (*offsetting*) los medios de tratamiento para potenciar el coeficiente de fricción dinámicos más allá de R_{20} continúa siendo una característica importante en este caso. Obsérvese que la copa externa modificada **17A** requiere un diseño sofisticado para engancharse y acoplarse rotacionalmente con la arandela **1**. Nótese además que la copa externa modificada **17A** puede posibilitar aplicaciones de atornillamiento invertido.

Tamaños Alternativos de Copa Z® Socket. FIGs. 11A, 11B y 11C muestran varios tamaños de copa de reacción, que incluyen una copa externa **17_{11A}** con paredes rectas y copas externas **17_{11B}** y **17_{11C}** con paredes cónicas. Estas variaciones permiten usar sujetadores roscados y arandelas HYTORC® Z® de diferentes tamaños con la misma pistola Z®. Pueden utilizarse otras configuraciones, según se requiera.

Sistema Z® System Aplicado a Herramientas de Torque HYTORC® Torque Tools. HYTORC® ha desarrollado adaptadores estriados y placas de reacción para adaptar el sistema Z® System a su gama de modelos de herramientas de torque mecánicas, operadas eléctrica, hidráulica y neumáticamente, para

aplicaciones de atornillamiento con acceso regular, acceso restringido y conector excéntrico (*offset link*). FIG. 12A muestra medios de acoplamiento de la copa, o adaptadores estriados, **18** y **18A**, como se discute con respecto a FIGs. 5A, 5B, 5C y 5D. El adaptador estriado **18A** se diseña para uso con pistolas de torque eléctricas y neumáticas HYTORC®, tales como la pistola Z® Gun **10A** (y **10B**), como se muestra nuevamente en FIG. 12B. Se configura como un anillo anular que tiene acoplamientos estriados en sus lados internos y externos. La copa de mando interna **16** y la copa de reacción externa **17** de la copa de mando dual **15** se acoplan cooperativamente entre sí y son relativamente rotables en direcciones opuestas en el modo LSHT por la carcasa de la herramienta y/u otros medios conocidos y/o patentados mediante medios de acoplamiento de la copa **18A**.

Como se muestra en FIG. 12C, el adaptador estriado **18** se diseña para uso con las herramientas de torque hidráulicas del Solicitante, tales como la HYTORC® ICE® **10C** y la HYTORC® AVANTI® **10D** y otras herramientas similares. Este se configura como un anillo anular escalonado con una porción superior y una porción inferior fusionadas entre sí que tienen un radio diferente. El anillo superior tiene un radio más corto y acoplamientos estriados interiores para engranar - en forma no rotacional - con porciones de soporte de reacción estriadas **19A** y **19B** de las herramientas **10C** y **10D**. El anillo inferior tiene un radio más largo y acoplamientos estriados exteriores para acoplar en forma no rotacional con porciones estriadas en la copa de reacción externa **16**. La copa de mando interna **16** y la copa de reacción externa **17** de la copa de mando dual **15A** se acoplan cooperativamente entre sí y son relativamente rotacionales en direcciones opuestas por las carcasas de las herramientas y/u otros medios conocidos y/o patentados mediante los medios de acoplamiento de la copa **18**.

FIGs. 13A y 13B muestran un plato de reacción Z® Reaction Pad **17B** para uso con la HYTORC® STEALTH® **10E**, diseñado principalmente para aplicaciones de atornillamiento con acceso restringido (*low clearance*). El plato de reacción **17B** se configura para ajustarse a las dimensiones de la STEALTH® **10E** y se

conecta en forma no rotacional a la carcasa de la herramienta mediante pines o tornillos. El plato de reacción Z[®] Reaction Pad **17B** se acopla en forma no rotacional con la arandela Z[®] Washer **1**.

Sistema Z[®] System Aplicado al Conector Excéntrico HYTORC[®] Offset Link.

Las ventajas del sistema Z[®] System son realizables con conectores excéntricos (*offset links*) intercambiables, de impulsión dual, patentados, tales como, por ejemplo, el aparato **80**. El conector **80** se acciona por las herramientas de torque de acción y reacción coaxial patentadas HYTORC[®], tales como, por ejemplo, la herramienta de torque hidráulica HYTORC[®] ICE[®] **10C** o el multiplicador de torque neumático HYTORC[®] Gun Z[®] **10B** (o **10A**). Otras herramientas similares incluyen la jGUN[®] Single Speed, jGUN[®] Dual Speed Plus, AVANTI[®] **10D** y/o STEALTH[®] **10E** patentadas. Tales conectores excéntricos intercambiables de impulsión dual, patentados, se divulgan detalladamente en las siguientes solicitudes de patente de propiedad conjunta y co-pendientes, copias enteras de las cuales se incorporan aquí por referencia: Solicitud bajo el Tratado de Cooperación en Materia de Patentes serie n.º PCT/US2014/035375, con fecha de presentación del 24 de abril de 2014, titulada “APARATO PARA APRETAR SUJETADORES ROSCADOS”; y la Solicitud de los Estados Unidos serie n.º 61/940,919, con fecha de presentación del 18 de febrero de 2014, titulada “APARATO PARA APRETAR SUJETADORES ROSCADOS”.

FIGs. 14A y 14B muestran vistas en perspectiva superior e inferior del ensamble de conector de mando excéntrico **80**, para transmisión y multiplicación de torque de la HYTORC[®] ICE[®] **10C** para apretar o aflojar un sujetador roscado (no mostrado) sobre la arandela Z[®] Washer **1**. El conector **80** incluye: un ensamble de entrada de fuerza de mando **81**; un ensamble de salida de fuerza de mando **82**; y un ensamble de fuerza de reacción **83**.

Generalmente, durante una operación de apriete, una cara moleteada inferior de la arandela Z[®] Washer **1** descansa sobre una junta a cerrarse, mientras que una cara inferior de la tuerca o la cabeza de perno a apretarse descansa sobre una

cara lisa superior de la arandela Z[®] Washer **1**. Los bordes externos de la arandela Z[®] Washer **1** se acoplan en forma no rotacional con, y reaccionan en, una cavidad (*recess*) de una copa de reacción externa del ensamble de fuerza de reacción **83**. Mientras tanto, una copa interna del ensamble de salida de fuerza de mando **82** aprieta la tuerca o la cabeza de perno sobre la arandela Z[®] Washer **1**.

Ventajosamente el ensamble de conector de mando excéntrico: permite el acceso a sujetadores previamente inalcanzables debido a, por ejemplo roscas protuberantes, espacios libres limitados y obstrucciones; hace prácticos los dispositivos previamente inutilizables, accionados ya sea eléctrica, hidráulica, manual y/o neumáticamente; hace factibles materiales avanzados previamente inusuales, tales como, por ejemplo aluminio para aeronaves; crea componentes modulares, tales como, por ejemplo bujes hexagonales reductores y multiplicadores de transmisión, adaptadores de transmisión macho a hembra, para satisfacer características de aplicación de atornillamiento; produce una multiplicación de torque exacta y adaptable; modera la aplicación de fuerza de transmisión y fuerza de reacción; supera la corrosión, la deformación facial y de la rosca; evita la excoiación de las roscas del perno; anula la carga lateral; garantiza una carga equilibrada del perno para compresión simétrica de la junta; simplifica el uso del conector y la herramienta; minimiza el riesgo de error por el operario; y maximiza la seguridad de atornillamiento.

El Sistema HYTORC[®] Z[®] System Usado con una Arandela de Fricción de Doble Cara HYTORC[®] Dual Face Friction Washer. De acuerdo con FIGs. 15A – 15G, puede ser necesario impedir que la tuerca de regulación (*the backnut*) o la cabeza de perno giren, dependiendo de las condiciones de fricción relativas en juego durante el uso del sistema HYTORC[®] Z[®] System. Si es necesario, el operario inserta una arandela de fricción de cara dual, patentada, HYTORC[®] **85** bajo la tuerca de regulación o la cabeza de perno **22**. Su dos caras con fricción potenciada **86** y **87** impiden que gire la cabeza de perno **22**, especialmente tan pronto como comienza a aplicarse carga al perno **24**. Generalmente las

discusiones sobre la fricción relacionadas con la arandela Z[®] Washer **1** se aplican a las caras con fricción potenciada **86** y **87**. Se obtienen ventajas similares, como en el caso de la cara de soporte inferior **3** de la arandela Z[®] Washer **1**, mediante la localización estratégica de los potenciadores de fricción en las caras **86** y **87**.

En otras palabras, un sistema de arandela patentado HYTORC[®], o sistema de arandela contra-torque dual, incluye una primera arandela, que tiene medios de acoplamiento de fuerza de reacción externos, y una cara de fricción para uso bajo una tuerca o cabeza de perno a apretarse o aflojar (tal como la arandela Z[®] Washer **1**), y una segunda arandela, que tiene dos caras de fricción para uso bajo una tuerca o cabeza de perno en el otro lado de la junta (tal como una arandela de fricción de cara dual **85**). Este sistema de arandela contra-torque dual impide que el espárrago o perno giren conjuntamente, con el fin de controlar la fricción facial y de la rosca del sujetador para conseguir una mejor transferencia de torque a la carga del perno. Obsérvese que cualesquiera tratamientos para potenciar el coeficiente de fricción, discutidos con respecto a la arandela HYTORC[®] Z[®] Washer son aplicables a la arandela de fricción de cara dual HYTORC[®] Dual Faced Friction Washer **85**.

Obsérvese que este sistema de arandela contra-torque dual puede usarse con cualquier porción, cualquier combinación o todo el sistema HYTORC[®] Z[®] System. Recuérdese que el torque tiene fricción desconocida y que la tensión tiene relajamiento desconocido del perno. Este sistema de arandela puede venir en un juego para eliminar la fricción facial incontrolable y la carga lateral incontrolable para mejorar la precisión de carga del perno de torque y tensión.

La Pistola HYTORC[®] Z[®] Gun (en Detalle). Con referencia a FIGs. 16A y 16B, a modo de ejemplo, estas muestran vistas en perspectiva de las herramientas **10A** y **10B**, mostradas originalmente en FIGs. 3A-3C como la pistola HYTORC Z[®] Gun. Las herramientas **10A** y **10B** incluyen: un ensamblaje de entrada y salida de mando **100**; un ensamblaje de multiplicación de fuerza de rotación **200**; un

ensamble de fuerza de vibración **300**; un ensamble de cambio de modo **400**; y un ensamble de copa de reacción y salida de mando dual **15**, o la copa HYTORC® Z® Socket.

Con referencia a FIG. 17A, a modo de ejemplo, esta muestra una vista en sección transversal, lateral, de la herramienta **10A** en el modo LSHT. Con referencia a FIG. 17B, a modo de ejemplo, esta muestra una vista en sección transversal, lateral, de la herramienta **10B** en el modo HSLT.

FIGs. 17A y 17B muestran un ensamble de entrada y salida de mando **100** de las herramientas **10A** y **10B**. Los componentes de entrada de mando incluyen una carcasa de mando de la herramienta **101**, que contiene un mecanismo generador de mando **102**, un ensamble de mango **103**, y un mecanismo conmutador (*switching mechanism*) **104**. El mecanismo generador de mando **102** genera una fuerza de rotación de torque **91** en una dirección **93** para girar la tuerca **36** y se muestra formado como un medio impulsor que puede incluir ya sea un motor hidráulico, neumático, eléctrico o manual. La carcasa de la herramienta de impulsión **101** se muestra generalmente como un cuerpo cilíndrico con un ensamble de mango **103** que se sostiene por un operario. El ensamble de mango **103** incluye un mecanismo conmutador **104** para cambiar el mecanismo generador de mando **102** entre una posición no operativa y una posición operativa, y viceversa. Un eje primario de fuerza de rotación **121** conecta los componentes de entrada de mando del ensamble de entrada y salida de mando **100** con el ensamble de multiplicación de fuerza de rotación **200** y el ensamble de fuerza de vibración **300**, y transfiere la fuerza de rotación **91** entre los mismos. Un eje de salida de fuerza de rotación **122** incluye una parte motriz **123**, la cual puede formarse por ejemplo como un mando de sección cuadrada (*a square drive*). El eje de salida de fuerza de rotación **122** conecta los componentes de salida de mando del ensamble de entrada y salida de mando **100** con el ensamble de multiplicación de fuerza de rotación **200** y el ensamble de fuerza de vibración **300**, y transfiere una forma vibrada o multiplicada de fuerza de rotación **91** entre los mismos y el ensamble de copa de reacción y

salida de mando dual **15**. En un modo de operación, un adaptador estriado de fuerza de reacción **443** recibe una fuerza de reacción de torque **92** en la dirección opuesta **94**.

FIG. 18 es una vista en sección transversal, lateral, del ensamblaje de multiplicación de fuerza de rotación **200** y el ensamblaje de fuerza de vibración **300** de la herramienta **10A** en el modo LSHT. FIG. 18 muestra asimismo porciones del ensamblaje de entrada y salida de mando **100**. Por lo demás, componentes no mostrados en otras FIGs. incluyen el cojinete de eje de salida de fuerza de rotación **191**. Figura 19 es una vista en sección transversal, en perspectiva, del ensamblaje de carcasa de herramienta de impulsión **101**, el ensamblaje de mango de herramienta de impulsión **103** y componentes internos relacionados de la herramienta **10A** y la herramienta **10B**. FIG. 19 muestra porciones del ensamblaje de entrada y salida de mando **100**. Los componentes mostrados incluyen: una tapa trasera del mango **131**; una empaquetadura **137** adyacente a la tapa trasera **131** y la parte posterior de la carcasa **101**; un ensamblaje de motor **102**; un ensamblaje de válvula de aire **132** que tiene una válvula de aire externa **133** y una válvula de aire interna **134** mantenida en su sitio por un pasador cilíndrico **135**. La tapa trasera **131** se asegura a la parte posterior de, y contiene aquellos componentes en, la carcasa **101** mediante tornillos de torque con hexágono interior (BHCS) **136**. Un ensamblaje de gatillo **150** incluye: un mecanismo conmutador **104**; resortes **151**; un buje de eje de gatillo **152**; y una varilla de gatillo **153**. El mango **103** incluye: un ensamblaje de válvula de control **155** con una válvula de control **157** y un pasador cilíndrico **156**; un resorte cónico **161**; un distanciador de válvula del regulador **162**; anillos toroidales **163**, uno formado entre el ensamblaje de válvula de control **155** y una carcasa de regulador interna **164** y uno formado entre la carcasa de regulador interna **164** y una placa base **173**. Una malla separadora (*mesh screen*) **171** se forma entre la placa base **173** y un filtro de reducción de ruido **172**. Un tornillo Allen redondeado **174** conecta tales componentes y la placa base **173**, que tiene una empaquetadura **176**, al ensamblaje de manija **103**. Un acople de aire **175** se proyecta de la placa base **173** y se conecta a la carcasa de regulador interna

164. Un ensamblaje de botón pulsador **180** (no mostrado) permite a un operario cambiar la dirección de la fuerza de rotación e incluye: un inserto de mango de botón pulsador **181**; un soporte de botón pulsador **182**; un resorte **183**; y conectores **184**.

El ensamblaje de multiplicación de fuerza de rotación **200** incluye un mecanismo de multiplicación de fuerza de rotación **210** en una carcasa del mecanismo de multiplicación de fuerza de rotación **201** sustancialmente para el modo LSHT, que incluye una pluralidad de ensamblajes de transmisor de multiplicación de fuerza de rotación. En las modalidades mostradas en FIGs. 17A y 17B, el ensamblaje de multiplicación de fuerza de rotación **200** incluye cinco (5) ensamblajes de transmisor de multiplicación **211**, **212**, **213**, **214** y **215**. Hay que entender que existen numerosos tipos conocidos de mecanismos de multiplicación de fuerza de rotación. Generalmente, los ensamblajes de transmisor de multiplicación de fuerza de rotación **211** - **215** constituyen el mecanismo de multiplicación de fuerza de rotación **210**, un sistema de engranajes epicicloidales compuestos. Este puede incluir una pluralidad de engranajes planetarios externos que orbitan alrededor de un engranaje solar central. Los engranajes planetarios pueden montarse o moverse en soportes móviles, los cuales en sí mismos pueden rotar en relación con el engranaje solar central. Tales sistemas de engranajes epicicloidales compuestos pueden incluir engranajes anulares externos que se intercalan con los engranajes planetarios. Los sistemas de engranajes epicicloidales simples tienen un engranaje solar, un anillo, un soporte, y un grupo planetario. Los sistemas de engranajes planetarios compuestos pueden incluir estructuras planetarias intercaladas, estructuras planetarias escalonadas, y/o estructuras planetarias multi-etapa. Comparados con los sistemas de engranajes epicicloidales simples, los sistemas de engranajes epicicloidales compuestos tienen las ventajas de una mayor razón de reducción, una mayor razón de torque a peso, y configuraciones más flexibles.

Los ensamblajes de transmisor de multiplicación de fuerza de rotación **211-215** pueden incluir: jaulas de engranajes; engranajes planetarios; engranajes

anulares; engranajes solares; engranajes oscilantes; engranajes cicloidales; engranajes epicicloidales; conectores; distanciadores; anillos de conmutación; anillos retenedores; bujes; cojinetes; tapas; engranajes de transmisión; ejes de transmisión; pasadores de posicionamiento; ruedas de transmisión; resortes; o cualquier combinación o porción de los anteriores. Los transmisores de multiplicación de fuerza de rotación tales como **211 - 215** pueden incluir asimismo otros componentes similares conocidos. Obsérvese que el eje primario de fuerza de rotación **121** puede considerarse igualmente un transmisor de multiplicación de fuerza de rotación; específicamente, es un engranaje central de motor de primera etapa del transmisor de multiplicación de fuerza de rotación **211**. Los ensambles de multiplicación de fuerza de rotación son bien conocidos y se divulgan y describen. Un ejemplo se divulga y describe en la Patente de los Estados Unidos del Solicitante n.º 7,950,309, una copia entera de la cual se incorpora aquí por referencia.

FIG. 18 muestra más detalles de porciones del ensamble de multiplicación de fuerza de rotación **200** que FIGs. 17A y 17B. Los componentes del ensamble de multiplicación de fuerza de rotación **200** mostrados en FIG. 18, y no en FIGs. 17A y 17B, incluyen: una contratuerca (*lock nut*) **250**; una arandela de seguridad **249**; un cojinete **241**; un adaptador de carcasa **247**; un distanciador de cojinete **252**; un anillo retenedor interno **243**; un cojinete **242**; un conector de caja de engranajes **248**; un anillo retenedor interno superior e inferior **251**; un cojinete de bolas superior e inferior **246**; un cojinete sellado doble **244**; y un anillo retenedor interno **245**.

El ensamble de fuerza de vibración **300** incluye: un mecanismo de fuerza de vibración **310** en una carcasa del mecanismo de fuerza de vibración **301** sustancialmente para el modo HSLT, que incluye ya sea uno o una pluralidad de transmisores de vibración. En la modalidad mostrada en FIGs. 17A y 17B, el ensamble de fuerza de vibración **300** incluye dos transmisores de vibración, específicamente de impactación, **311** y **312**. Hay que entender que existen varios mecanismos de fuerza de vibración conocidos, y que a menudo incluyen

mecanismos de fuerza de impactación, conformados por un yunque y un martillo giratorio. El martillo se gira por el motor, y el yunque tiene una resistencia de giro. Cada impacto imparte una fuerza de martilleo, que se transmite al mando de salida.

Por lo general, los ensambles de fuerza de vibración pueden incluir mecanismos de fuerza de vibración, tales como mecanismos de fuerza ultrasónica incluyendo transmisores de fuerza ultrasónica; mecanismos de fuerza de desbalance de masas incluyendo transmisores de fuerza de desbalance de masas, o cualesquiera otros mecanismos de alteración variable en el tiempo (carga, desplazamiento o velocidad), incluyendo transmisores de fuerza de alteración variable en el tiempo (carga, desplazamiento o velocidad). Además, los ensambles de fuerza de vibración pueden incluir: martillos; yunques; conectores; distanciadores; anillos de conmutación, anillos retenedores; bujes; cojinetes; tapas; engranajes de transmisión; ejes de transmisión; pasadores de posicionamiento; ruedas de transmisión; resortes; o cualquier combinación de los anteriores. Los transmisores de vibración tales como **311** y **312** pueden incluir también otros componentes similares conocidos. FIG. **18** muestra igualmente un pasador cilíndrico (*dowel pin*) **320**.

Generalmente las revoluciones por minuto (*RPM*) de las herramientas **10A** y **10B** disminuyen a medida que aumenta la salida de torque. Alternativamente, la activación o la desactivación del mecanismo de fuerza de vibración **310** puede ser tal que cuando las revoluciones por minuto caen por debajo, o van más allá, de un número predeterminado, el mecanismo de fuerza de vibración **310** se vuelve inefectivo o efectivo. En el modo HSLT, el mecanismo de fuerza de vibración **310** proporciona una fuerza de rotación a la tuerca. En el modo LSHT, el mecanismo de fuerza de vibración **310** actúa como una extensión para transmitir la fuerza de rotación de una parte de la herramienta a otra. Obsérvese que el mecanismo de fuerza de vibración **310** puede localizarse ya sea cerca del motor de la herramienta, cerca al mando de salida de la herramienta o en cualquier lugar intermedio.

En el modo HSLT, el mecanismo de fuerza de vibración **310** recibe siempre una fuerza de rotación y gira; la carcasa puede recibir o no una fuerza de rotación; y la salida de torque es relativamente baja, la cual es la razón por la cual la carcasa no necesita reaccionar. Obsérvese que en las modalidades de FIG. 17A y 17B, el mecanismo de fuerza de vibración **310** se puede operar únicamente en un modo de velocidad mayor, tal como el modo HSLT. Esto, a su vez, significa que a una velocidad menor cuando se puede operar el mecanismo intensificador de torque, tal como el modo LSHT, no hay impacto y/o vibración mínima. Durante el modo HSLT, por lo menos dos transmisores de multiplicación son unitarios y rotan con el martillo para aumentar la inercia y ayudar en el movimiento de martilleo del mecanismo de impactación. Obsérvese que cuando un sujetador exhibe poca o ninguna corrosión, deformación facial y de las roscas y/o excoiación de las roscas, el mecanismo de fuerza de vibración **310** puede no ser necesario en el modo HSLT.

El ensamble de cambio de modo de acción deslizante **400** es sustancialmente para cambiar la herramienta **10A** del modo LSHT al modo HSLT y la herramienta **10B** del modo HSLT al modo LSHT. En las modalidades mostradas en FIGs. 17A y 17B, el ensamble de cambio de modo de acción deslizante **400** incluye: una base del selector **401**; un collar del selector **442**; una rótula de selector estriado **443**; un anillo de selector estriado **445**; un anillo de cambio externo **456**; y un ensamble de selección interno **450**. El ensamble de selección interno **450**, como se muestra en FIGs. 17A y 17B incluye: un buje de selección interno **452**; un anillo de selección interno **453**; y cojinetes de bolas de acoplamiento **454**.

El ensamble de cambio de modo de acción deslizante **400** puede incluir: ensambles manuales (secuencial manual, no síncrono o preselector) o ensambles automáticos (manumático, semi-automático, electrohidráulico, saxomat, embrague dual o continuamente variable); convertidores de torque; bombas; engranajes planetarios; embragues; bandas; válvulas; conectores; distanciadores; anillos retenedores de anillos de selección; bujes; cojinetes;

collares; bolas de bloqueo; tapas; engranajes de transmisión; ejes de transmisión; sincronizadores; pasadores de posicionamiento; ruedas de transmisión; resortes; o cualquier combinación o porciones de los anteriores. Los componentes de cambio de modo pueden incluir igualmente otros componentes similares conocidos. Hay que entender que existen varios ensambles de cambio de modo conocidos, e incluyen a menudo componentes de cambio, conformados por collares, anillos y bolas de bloqueo.

FIG. 18 muestra más detalles de las porciones del ensamble de cambio de modo de acción deslizante **400** que FIGs. 17A o 17B. Componentes adicionales del ensamble de cambio **400** mostrados en FIG. 18, y no mostrados en FIGs. 17A y 17B, incluyen: anillos retenedores internos **451**, **457** y **459**; un buje superior e inferior **446** y **447**; y clavijas de reacción (*reaction plugs*) de anillo selector **458**. Figura 20 es una vista en perspectiva del ensamble de cambio de modo **400** de la herramienta **10A** y la herramienta **10B**. FIG. 20 muestra porciones externas sustanciales del ensamble de cambio de modo **400**. Por lo demás, los componentes no mostrados en otras FIGs. incluyen: una tapa de eje de bloqueo **402**; un inserto de mango **403**; una funda del mango **404**; un mango extraíble **405**; una articulación de actuador y un pasador de selector **406**; un pasador de pivotamiento **407**; un soporte de extensión del selector **410**; SHCS **411**; un ensamble sujetador del selector **430**; una articulación del selector superior e inferior **441**; un resorte ondulado **448**; y una acanaladura de soporte **449**.

Con referencia nuevamente a FIGs. 5A – 5D, estas muestran una vista en sección transversal y en perspectiva del ensamble de copa de reacción y salida de mando dual **15** de la herramienta **10A** y la herramienta **10B** y el ensamble de copa de reacción y salida de mando dual **15A** de la herramienta **10C** y la herramienta **10D**.

En el modo LSHT, el ensamble de copa de reacción y salida de mando dual **15** es sustancialmente para transferir una forma multiplicada de fuerza de rotación **91** a la tuerca **36** en una dirección **93** y la forma multiplicada correspondiente de

la fuerza de reacción **92** en la otra dirección **94** a la arandela Z[®] Washer **1**, la cual actúa como un objeto estacionario. En el modo HSLT, el ensamble de copa de reacción y salida de mando dual **15** es sustancialmente para transferir una forma vibrada de la fuerza de rotación **91** a ya sea la tuerca **36** o la tuerca **36** y la arandela **1** en una dirección **93**. En la modalidad mostrada en FIGs. 17A y 17B, el ensamble de copa de reacción y salida de mando dual **15** incluye una copa de mando interna **16** y una copa de reacción externa **17**. La copa de reacción externa **17** puede engranar en forma no rotacional con la rótula de selector estriado de fuerza de reacción **443** durante el modo LSHT. Hay que entender que existen varios mecanismos de acoplamiento conocidos para transferir fuerzas de rotación y reacción a los sujetadores roscados y sus tuercas y arandelas, que incluyen castelado, estrías y otras geometrías.

La herramienta **10A** opera de acuerdo con lo siguiente en el modo LSHT. El operario hala la base del selector **401** hacia una posición posterior. Cojinetes de bolas de acoplamiento/bloqueo **454** se desacoplan de la carcasa del mecanismo de multiplicación de fuerza de rotación **201** y se acoplan con el anillo estriado del selector **445** dentro de la rótula del selector estriado de fuerza de reacción **443**. La base del selector **401** se articula con la carcasa del mecanismo de multiplicación de fuerza de rotación **201**. Los transmisores de multiplicación de fuerza de rotación **211 - 215** se desbloquean y quedan en libertad de rotar uno en relación con el otro. La acción de halar la base del selector **401** por parte del operario hacia una posición posterior acopla también un anillo estriado de fuerza de vibración (impactación) del ensamble de selección **453** con la carcasa del mecanismo de fuerza de vibración (impactación) **301**. Esto bloquea (*locks up*) los transmisores de fuerza de vibración (impactación) **311** y **312** y, en consecuencia, el ensamble de fuerza de vibración (impactación) **300**. Y esto permite que el eje de mando de salida de fuerza de rotación **120** sea accionado por la quinta jaula de engranajes del transmisor de multiplicación de fuerza de rotación **215**, que se engrana estriadamente con la carcasa del mecanismo de fuerza de vibración (impactación) **301**. La rótula del selector estriado **443** se engrana estriadamente con la copa de reacción **17**. Y la copa de reacción **17** se

engancha geométricamente con la arandela **1** bajo la tuerca **36**. Luego del asentamiento de la tuerca **36**, la arandela de disco de bloqueo comprimida **1** sirve como el objeto estacionario con el cual la carcasa del mecanismo de multiplicación de fuerza de rotación **201** se desconecta (*reacts off*) de la copa de reacción **17**. Con la carcasa del mecanismo de multiplicación de fuerza de rotación **201** mantenida fija, los transmisores de multiplicación de fuerza de rotación **211 - 215** aprietan la tuerca asentada **36** mediante el eje de mando de salida de fuerza de rotación **120**.

Generalmente la operación de la herramienta **10B** requiere la activación o desactivación del mecanismo de impacto **310**. El ensamble de cambio de modo de acción deslizante **400** puede cambiar la herramienta **10A** entre ya sea: el mecanismo de multiplicación **210**; el mecanismo de impacto **310**; parte del mecanismo de multiplicación **210** (tal como por ejemplo uno de la pluralidad de transmisores de multiplicación); parte del mecanismo de impacto **310** (tal como por ejemplo uno de la pluralidad de transmisores de impacto); o cualquier combinación de los anteriores.

La herramienta **10B** opera de acuerdo con lo siguiente en el modo HSLT. El operario empuja la base del selector **401** a una posición hacia adelante. Los colinetes de bolas de acoplamiento/bloqueo **454** engranan con la carcasa del mecanismo de multiplicación de fuerza de rotación **201** y la carcasa del mecanismo de fuerza de vibración (impactación) **301**. El anillo estriado del selector **445** se desacopla desde adentro de la rótula del selector estriado de fuerza de reacción **443**, dejándola así loca e inactiva. Por consiguiente, la copa de reacción **17** queda loca e inactiva porque no se acopla estriadamente con la carcasa del mecanismo de multiplicación de fuerza de rotación **201**. Con los cojinetes de bolas de acoplamiento/bloqueo **454** acoplados con la carcasa del mecanismo de fuerza de vibración (impactación) **301**, los transmisores de multiplicación de fuerza de rotación **211 - 215** se bloquean y no pueden rotar uno en relación con el otro. Por consiguiente, el ensamble de multiplicación de fuerza de rotación **200** gira como una masa unitaria mediante el eje primario de fuerza

de rotación **121**. El motor **102** gira el eje primario de fuerza de rotación **121** el cual incluye el engranaje solar del motor de primera etapa del transmisor de multiplicación de fuerza de rotación **211**. La acción de empujar la base del selector **401** por parte del operario a una posición delantera desacopla también el anillo estriado de fuerza de vibración (impactación) del ensamble de cambio **453** de la carcasa del mecanismo de fuerza de vibración (impactación) **301**. Esto desbloquea los transmisores de fuerza de vibración (impactación) **311** y **312** y, en consecuencia, el ensamble de fuerza de vibración (impactación) **300**. La carcasa del mecanismo de fuerza de vibración (impactación) **301** se acopla estriadamente con la quinta jaula de engranajes del transmisor de multiplicación de fuerza de rotación **215**. El transmisor de fuerza de vibración (impactación) **312** (yunque), se engrana estriadamente al eje de mando de salida de fuerza de rotación **120**, el cual desenrosca o enrosca la tuerca **36** en el espárrago **23** por el impacto del transmisor de fuerza de vibración (impactación) **311** (martillo).

Con referencia nuevamente a FIGs. 3A-3C y FIGs. 4A-4B, generalmente y desde la perspectiva de la tuerca **36**, la herramienta **10A** ya sea aprieta, afloja o aprieta y afloja la tuerca **36** en el modo LSHT. Y la herramienta **10B** ya sea desenrosca, enrosca o desenrosca y enrosca la tuerca **36** en el modo HSLT. Generalmente y desde la perspectiva de la arandela **1**, la herramienta **10A**, en el modo LSHT, ya sea: presuriza la arandela **1''** entre la tuerca apretada **36''** en el espárrago cargado **23''** y la junta apretada **30''** al torque de apriete pre-determinado; y/o comprime arandela **1'** entre la tuerca asentada **36'** en el espárrago pre-aflojado **23'** en la junta pre-aflojada **30'** del torque de apriete pre-determinado. Generalmente y desde la perspectiva de la arandela **1**, la herramienta **10B** en el modo HSLT, ya sea: comprime la arandela **1'** entre la tuerca asentada **21'** en el espárrago pre-cargado **23'** en la junta pre-apretada **30'** al torque de pre-apriete pre-determinado; descomprime la arandela **1** entre la tuerca **36** en el espárrago **23** en la junta aflojada **30** del torque de pre-apriete pre-determinado; o vibra la arandela presurizada **1''** entre la tuerca apretada **21''** en el espárrago cargado **23''** en la junta apretada **30''** para pulverizar

apropiadamente la corrosión de la rosca del perno. Obsérvese que los numerales de referencia con 'y' representan magnitudes de fuerza similares.

Durante el modo HSLT, la herramienta **10B** ya sea: enrosca ya sea la tuerca **36** o ambas, la tuerca **36** y la arandela **1** en el espárrago **23** con la fuerza de rotación **91** en una dirección **93** para asentar la tuerca **36'** y comprime la arandela **1'** en el espárrago pre-cargado **23'** en la junta pre-apretada **30'** a un torque de pre-apriete pre-determinado; desenrosca ya sea la tuerca asentada **36'** o, ambas, la tuerca asentada **36'** y la arandela comprimida **1'**, en el espárrago pre-aflojado **23'** en junta pre-aflojada **30'** con la fuerza de rotación **92** en una dirección opuesta **94** de un torque de pre-aflojamiento pre-determinado; o vibra (impacta) la tuerca apretada **36''** sobre la arandela presurizada **1''** para aplicar vibración para pulverizar adecuadamente la corrosión de la rosca.

Durante el modo LSHT, la herramienta **10A** ya sea: aprieta la tuerca asentada **36'** en la arandela comprimida **1'** en el perno pre-cargado **23'** en la junta pre-apretada **30'** con la fuerza de rotación **91** en una dirección **93** al torque de apriete pre-determinado y aplica la fuerza de reacción **92** en la dirección opuesta **93** a la arandela comprimida **1'**; o afloja la tuerca apretada **36''** sobre la arandela presurizada **1''** en el espárrago cargado **23''** en la junta apretada **30''** con la fuerza de rotación **92** en la dirección opuesta **94** de un torque de apriete pre-determinado y aplica la fuerza de reacción **91** en una dirección **93** a la arandela presurizada **1''**. Obsérvese que los numerales de referencia con 'y' representan magnitudes de fuerza similares.

Durante la operación, la herramienta **10A** cambia del modo LSHT a la herramienta **10B** en el modo HSLT luego de desmontar la tuerca **36** y descomprimir la arandela **1** al torque pre-aflojamiento pre-determinado. Durante la operación, la herramienta **10B** cambia del modo HSLT a la herramienta **10A** en el modo LSHT luego de ya sea: asentar la tuerca **36** y descomprimir la arandela **1** al torque de pre-apriete pre-determinado; o adecuar la pulverización de la corrosión de la rosca. Obsérvese que el operario usa el ensamble de cambio de modo **400** para cambiar la herramienta del modo LSHT al modo

HSLT o viceversa, pero tal conmutador puede incluir también otros componentes similares conocidos. Obsérvese que el ensamble de cambio de modo **400** es un conmutador manual, pero puede ser automático. Análogamente, obsérvese que la activación o desactivación del ensamble de fuerza de vibración (impactación) **300** puede ocurrir ya sea manual o automáticamente. Obsérvese que el modo LSHT puede cambiarse de torque regulado a asistido por vibración o viceversa, y en donde el modo HSLT puede cambiarse de vibración regulada a torque asistido o viceversa. Obsérvese que el ensamble de fuerza de vibración (impactación) **300** puede continuar operando si la arandela **1** empieza o cesa la rotación. Y obsérvese que el modo LSHT puede ser asistido por vibración para aflojar la tuerca **36** para ayudar a superar la corrosión química, por calor y/o lubricación, y evitar la excoiación de las roscas del perno.

Obsérvese que la herramienta mecánica para el apriete y afloje - con excoiación reducida - de sujetadores industriales, de acuerdo con la presente invención, puede caracterizarse asimismo por que: la carcasa del mecanismo de multiplicación de fuerza de rotación **201** se conecta operativamente con por lo menos un transmisor de multiplicación de fuerza de rotación **211 - 215**; durante el modo LSHT, por lo menos dos de los transmisores de multiplicación **211 - 215** rotan uno en relación con el otro; y, durante el modo HSLT, por lo menos dos de los transmisores de multiplicación **211 - 215** son unitarios para asistir al movimiento de martilleo impartido por el mecanismo de impactación de fuerza de rotación **310**. Durante el modo HSLT, el eje de mando de salida de fuerza de rotación **120** y la combinación del ensamble de multiplicación de fuerza de rotación **200**, incluyendo su carcasa, giran como una masa unitaria en la misma dirección. Esto crea inercia que potencia la salida de torque del mecanismo de impacto para superar la corrosión, la deformación facial y de la rosca y evitar la excoiación de las roscas del perno.

Se divulgan métodos de apriete y aflojamiento – con excoiación mínima de dos partes entre sí – con sujetadores industriales **20** de la clase que tienen una tuerca **36**, una arandela **1** y un espárrago **23**, con una herramienta mecánica

(**10A** y **10B**) de la clase que tiene: un motor **102** para generar una fuerza de rotación; un mando (*drive*) (**122** y **123**) para transferir la fuerza de rotación **91**; un mecanismo de multiplicación de fuerza de rotación **210** en la carcasa del mecanismo de multiplicación de fuerza de rotación **201** para el modo LSHT, que incluye los transmisores de multiplicación de fuerza de rotación **211** - **215**; un mecanismo de fuerza de vibración **310** para el modo HSLT, que incluye un transmisor de vibración **311**, **312**; un copa de mando **16** conectada operativamente con la tuerca **36**; una copa de reacción **17** durante el modo LSHT, conectada operativamente a la arandela **1** para transferir la fuerza de reacción **92** a la arandela **1**; y durante el modo **HSLT**, ya sea conectada operativamente a, o desconectada operativamente de, la arandela **1**. Tal método comprendiendo: en donde el apriete incluye: poner la arandela **1** de un extremo libre de un espárrago **25**; poner la tuerca **36** sobre la arandela **1** en el extremo libre del espárrago **25**; enroscar, en el modo HSLT, ya sea la tuerca **36** o la tuerca **36** y la arandela **1** en el extremo libre del espárrago **25** a un torque de pre-apriete pre-determinado para asentar la tuerca **36** y comprimir la arandela **1**; cambiar del modo HSLT al modo LSHT; y aplicar torque de apriete (*torqueing tight*), en el modo LSHT, a la tuerca asentada **36** a un torque de apriete pre-determinado y presurizar la arandela **1** entre la tuerca apretada **36** y la junta apretada **30**; en donde el aflojamiento incluye: poner la herramienta **10A** sobre la tuerca apretada **36** y la arandela presurizada **1**; aplicar torque de aflojamiento (*torqueing loose*), en el modo LSHT, a la tuerca apretada **36** sobre la arandela presurizada **1** a un torque de aflojamiento pre-determinado; cambiar del modo LSHT al modo HSLT; y desenroscar, en el modo HSLT, ya sea la tuerca asentada **36** o la tuerca asentada **36** y la arandela comprimida **1** en el extremo libre del espárrago **25**. El método de aflojar incluye además: vibrar, en el modo HSLT, la tuerca apretada **36** sobre la arandela presurizada **1** para aplicar vibración, con el fin de pulverizar la corrosión de la rosca del perno; y cambiar del modo HSLT al modo LSHT.

Las herramientas **10A** y **10B**, ya mencionadas, y las herramientas **10F**, **10G**, **10H** y **10I**, indicadas a continuación, se pueden describir generalmente como

herramientas mecánicas para apriete y aflojamiento – con excoiación mínima – de un sujetador roscado industrial 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 herramientas **10A**, **10B**, **10F**, **10G**, **10H** y **10I** incluyen: un motor para generar una fuerza de rotación; un mando para transferir la fuerza de rotación; un mecanismo de multiplicación de fuerza de rotación en una carcasa que incluye un transmisor de multiplicación de fuerza de rotación para todos los modos de torque de resistencia menor a resistencia mayor; y por lo menos un mecanismo de fuerza de vibración que incluye un transmisor de vibración para un modo de fuerza intermitente operable durante todos los modos de torque de resistencia menor a resistencia mayor.

Alternativamente, las herramientas **10A** y **10B**, ya mencionadas, y las herramientas **10F**, **10G**, **10H** y **10I** indicadas a continuación, se pueden describir como herramientas mecánicas para apriete y aflojamiento – con excoiación mínima – de un sujetador industrial de la clase que tiene una tuerca, una arandela y un espárrago, las herramientas incluyendo: un motor para generar una fuerza de rotación; un mando para transferir la fuerza de rotación; un mecanismo de multiplicación de fuerza de rotación en una carcasa que incluye un transmisor de multiplicación de fuerza de rotación para un modo de torque continuo; un mecanismo de fuerza de vibración que incluye un transmisor de vibración para ya sea: un modo de torque intermitente; un modo de fuerza intermitente; o ambos, un modo de torque intermitente y un modo de fuerza intermitente.

Con referencia a FIG. 21A, a modo de ejemplo, esta ilustra una vista en sección transversal de una modalidad de la presente invención como la herramienta **10F**, una herramienta mecánica de apriete, aflojamiento, o ambos, apriete y aflojamiento – con excoiación mínima – de un sujetador roscado industrial **801** de la clase que tiene un espárrago y una tuerca acoplable roscadamente con el espárrago. La herramienta **10F** incluye: un ensamble de entrada y salida de

mando **810**; un ensamble de multiplicación de fuerza de rotación **820**; un ensamble de fuerza de vibración **830**; un ensamble de cambio de modo **840**; y un ensamble de copa de salida de mando y brazo de reacción **850**.

Con referencia a FIG. 21B, a modo de ejemplo, esta ilustra una vista en sección transversal de una modalidad de la presente invención como la herramienta **10G**. Las herramientas **10F** y **10G** son similares, como se anota por la duplicación de numerales de referencia. La herramienta **10G** es una herramienta mecánica, libre de brazo de reacción, para apriete, aflojamiento, o ambos, apriete y aflojamiento – con excoiación mínima – de un sujetador roscado industrial **802** de la clase que tiene una superficie de reacción coaxial, tales como, por ejemplo, la arandela HYTORC® Z® Washer **1**, un espárrago y una tuerca acoplable roscadamente con el espárrago. La herramienta **10G** incluye: un ensamble de entrada y salida de mando **810**; un ensamble de multiplicación de fuerza de rotación **820**; un ensamble de fuerza de vibración **830**; un ensamble de cambio de modo **840**; y un ensamble de copa de reacción y salida de mando dual **855**, que es similar a la copa HYTORC® Z® Socket**15**.

Las herramientas **10F** y **10G** incluyen un mecanismo de multiplicación de fuerza de rotación con ya sea una o una pluralidad de fases de engranajes. Un mecanismo de fuerza de vibración incluye: un mecanismo de impactación de fuerza de rotación que tiene un martillo y un yunque; y un mecanismo de fuerza intermitente **860** de uno cualquiera de: un mecanismo de fuerza ultrasónica que incluye un transmisor de fuerza ultrasónica; un mecanismo de fuerza de desbalance de masas que incluye un transmisor de fuerza de desbalance de masas; o cualquier otro mecanismo de alteración (carga, desplazamiento, giro o velocidad) variable en el tiempo, que incluye un transmisor de una fuerza de alteración (carga, desplazamiento, giro o velocidad) variable en el tiempo. La herramienta **10F** representa una pistola HYTORC® THRILL® Gun modificada, que incluye un mecanismo de fuerza intermitente **860**. La herramienta **10G** representa una pistola HYTORC® Z® Gun modificada, que incluye un mecanismo de fuerza intermitente **860**.

Con referencia a FIG. 22A, a modo de ejemplo, esta ilustra una vista en sección transversal de una modalidad de la presente invención como la herramienta **10H**, una herramienta mecánica para apriete, aflojamiento, o ambos, apriete y aflojamiento – con excoiación mínima – de un sujetador roscado industrial **901** de la clase que tiene un espárrago y una tuerca acoplable roscadamente con el espárrago. La herramienta **10H** incluye: un ensamble de entrada y salida de mando **910**; un ensamble de multiplicación de fuerza de rotación **920**; un ensamble de fuerza de vibración **960**; un ensamble de cambio de modo **940**; y un ensamble de copa de salida de mando y brazo de reacción **950**.

Con referencia a FIG. 22B, a modo de ejemplo, esta ilustra una vista en sección transversal de una modalidad de la presente invención como la herramienta **10I**. Las herramientas **10H** y **10I** son similares, como se anota por la duplicación de los numerales de referencia. La herramienta **10I** es una herramienta mecánica, libre de brazo de reacción, para apriete, aflojamiento, o ambos, apriete y aflojamiento – con excoiación mínima – de un sujetador roscado industrial **901** de la clase que tiene una superficie de reacción coaxial, tal como, por ejemplo, la arandela HYTORC® Z® Washer **1**, un espárrago y una tuerca acoplada roscadamente con el espárrago. La herramienta **10I** incluye: un ensamble de entrada y salida de mando **910**; un ensamble de multiplicación de fuerza de rotación **920**; un ensamble de fuerza de vibración **960**; un ensamble de cambio de modo **950**; y un ensamble de copa de reacción y salida de mando dual **955**, que es similar a la copa HYTORC® Z® Socket **15**.

Las herramientas **10H** y **10I** incluyen un mecanismo de multiplicación de fuerza de rotación con ya sea una o una pluralidad de fases de engranajes. Un mecanismo de fuerza de vibración **960** comprende uno cualquiera de: un mecanismo de fuerza ultrasónica que incluye un transmisor de fuerza ultrasónica; un mecanismo de fuerza de desbalance de masas que incluye un transmisor de fuerza de desbalance de masas; o cualquier otro mecanismo de alteración (carga, desplazamiento, giro o velocidad) variable en el tiempo que

incluye un transmisor de fuerza de alteración (carga, desplazamiento, giro o velocidad) variable en el tiempo. La herramienta **10H** representa una HYTORC® jGUN® Dual Speed Plus que incluye un mecanismo de fuerza intermitente **960**. La herramienta **10I** representa una HYTORC® jGUN® Dual Speed Plus modificada, que incluye un mecanismo de fuerza intermitente **960** y un ensamble de copa de reacción y salida de mando dual **955**, la cual es similar a la copa HYTORC® Z® Socket **15**.

Además, a las herramientas **10A**, **10B**, **10G** y **10I** la copa de mando se conecta operativamente con la tuerca. La copa de reacción puede conectarse operativamente a la carcasa y a la superficie de reacción coaxial durante el modo de torque de resistencia mayor para transferir una fuerza de reacción a la superficie de reacción coaxial. Alternativamente, la copa de reacción puede ya sea conectarse operativamente a la carcasa y a la superficie de reacción coaxial o conectarse operativamente a la carcasa y desconectarse operativamente de la superficie de reacción coaxial durante ya sea el modo de torque de resistencia menor o el modo de fuerza intermitente. La copa de mando se muestra como una copa interna y la copa de reacción se muestra como una copa externa.

La siguiente discusión se relaciona con las herramientas **10A**, **10B**, **10F**, **10G**, **10H** y **10I**. Obsérvese que, para facilidad de la descripción, cualquier referencia a una "tuerca" o "sujetador" incluye la posibilidad de: una cabeza de espárrago fijada a un espárrago; una tuerca y una arandela en y/o sobre un espárrago; una cabeza de espárrago fijada al espárrago y una arandela sobre el espárrago. Obsérvese que cualquier geometría de sujetador apropiada puede usarse con la presente invención, tal como, por ejemplo: una conexión de llave Allen; una cabeza de tornillo Allen con hombro ("SSC" - *socket shoulder screw*); una cabeza de tornillo Allen con cabeza cilíndrica ("SHBS" - *socket head button screw*); una cabeza de un tornillo de cabeza hexagonal ("HHCS" - *hex head cap screw*); un tornillo de cabeza redonda ranurada ("RHSS" - *round head slotted screw*); una cabeza de un tornillo caracterizado por una forma estrellada de 6 puntas ("FHTS" - *flat head torx screw*); una cabeza de un tornillo prisionero

("SSS" - *socket set screw*); o una cabeza de tornillo de hexágono interior
"(SHCS" - *socket head cap screw*).

Estas discusiones describen la superficie de reacción coaxial como una arandela. En algunos casos, sin embargo, la arandela puede formarse ya sea integral con, o unida a, la junta a apretarse o a aflojar. En otros, casos la superficie de reacción coaxial es una porción del espárrago que se proyecta más allá de la tuerca. En todavía otros casos, un brazo de reacción coaxial puede apoyarse contra un objeto estacionario viable y accesible para un apriete y aflojamiento con excoiación mínima.

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 acunados; castelados; etc. Ejemplos de características potenciadoras de fricción superficial incluyen: patrones; acabados; tratamientos; recubrimientos; enchapados; asperezas; etc. Inventivamente, incluso antes de asentar la 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.

Generalmente las herramientas **10A**, **10B**, **10F**, **10G**, **10H** y **10I** pueden realizar cualquiera de los siguientes durante el modo de fuerza intermitente. Las herramientas pueden enroscar la tuerca o la tuerca y la arandela con una fuerza de rotación intermitente en una dirección. Las herramientas pueden desenroscar la tuerca o la tuerca y la arandela con la fuerza de rotación intermitente en una dirección opuesta. O las herramientas pueden ya sea impactar, vibrar, o ambos,

impactar y vibrar la tuerca o la tuerca y la arandela ya sea con una fuerza de rotación intermitente para aplicar vibración y rotación en la dirección opuesta, la fuerza de vibración intermitente para aplicar vibración, o ambas.

Más específicamente, las herramientas **10A**, **10B**, **10F**, **10G**, **10H** y **10I** pueden efectuar cualquiera de los siguientes durante el modo de fuerza intermitente. Las herramientas pueden enroscar la tuerca o la tuerca y la arandela con la fuerza de rotación intermitente en una dirección para asentar la tuerca de un estado restrictivamente giratorio con características de aplicación de atornillamiento adverso significativas a un estado de torque de pre-apriete predeterminado y comprimir la arandela entre una junta a apretarse y la tuerca asentada. Las herramientas pueden desenroscar la tuerca o la tuerca y la arandela con la fuerza de rotación intermitente en la dirección opuesta para desmontar la tuerca del estado de torque de pre-apriete predeterminado al estado restrictivamente giratorio con características de aplicación de atornillamiento adverso significativas y descomprimir la arandela entre la junta a aflojarse y la tuerca asentada. O las herramientas pueden impactar, vibrar, o ambos, la tuerca, y la arandela con una fuerza de rotación intermitente para aplicar vibración y rotación en la dirección opuesta, la fuerza de vibración intermitente para aplicar vibración, o ambas, de un estado de corrosión de rosca pulverizada inadecuadamente a un estado de corrosión de rosca pulverizada adecuadamente. Por ejemplo, las herramientas pueden generar ondas de sonido ultrasónico mediante un generador de ondas ultrasónicas, tal como un mecanismo de fuerza de vibración 960, para vibrar el sujetador a velocidades ultraelevadas para pulverizar la corrosión de la rosca.

Con frecuencia, la fuerza intermitente (impacto, vibración, sonido ultrasónico, etc.) es necesaria en el enroscamiento para comprimir firmemente la arandela entre la tuerca y la cara de la brida. En ausencia de la compresión causada por este impacto, la arandela podría no absorber la fuerza de reacción debido a las dos fricciones de las dos caras de la arandela. Cuando se comprime apropiadamente, la cara de la arandela que contacta la tuerca recibe una fricción

de rotación en sentido horario debido a la salida de torque de la herramienta y una fricción de rotación en sentido antihorario igual y opuesta debido a la fuerza de reacción. Como tal, la fricción de rotación de la cara de la arandela que contacta la cara de la brida impide que la arandela gire. En otras palabras, la herramienta se diseña para mantener la arandela estacionaria girando al mismo tiempo la tuerca, lo cual elimina la carga lateral usual y las diferencias superficiales de una tuerca a otra. Se obtiene un mejor control de la fricción superficial y de la rosca para una mejor transferencia del torque a la carga del sujetador.

Generalmente las herramientas **10A**, **10B**, **10F**, **10G**, **10H** y **10I** pueden llevar a cabo cualquiera de los siguientes durante el modo de torque de resistencia mayor. Las herramientas pueden apretar la tuerca con una velocidad menor, fuerza de rotación de torque mayor en una dirección y aplicar una fuerza de reacción en una dirección opuesta a la arandela. Y/o las herramientas pueden aflojar la tuerca con la velocidad menor, fuerza de rotación de torque mayor en la dirección opuesta y aplicar la fuerza de reacción en la una dirección a la arandela.

Más específicamente, las herramientas **10A**, **10B**, **10F**, **10G**, **10H** y **10I** pueden hacer cualquiera de los siguientes durante el modo de torque de resistencia mayor. Las herramientas pueden aplicar torque de apriete (*torque up*) a la tuerca con la velocidad menor, fuerza de rotación de torque mayor en la una dirección para apretar la tuerca del estado de torque de pre-apriete predeterminado a un estado de torque de apriete predeterminado y aplicar la fuerza de reacción en la dirección opuesta a la arandela para presurizar la arandela entre una junta aflojada y la tuerca apretada. Y/o las herramientas pueden aplicar torque de aflojamiento (*torque down*) a la tuerca con la velocidad menor, fuerza de rotación de torque mayor en la dirección opuesta para aflojar la tuerca del estado de torque de apriete predeterminado al estado de torque de pre-apriete predeterminado y aplicar la fuerza de reacción en la una dirección a la arandela para depresurizar la arandela entre la junta aflojada y la tuerca aflojada.

Generalmente las herramientas **10A, 10B, 10F, 10G, 10H y 10I** pueden realizar cualquiera de los siguientes durante el modo de torque de resistencia menor. Las herramientas pueden enroscar la tuerca o la tuerca y la arandela con una fuerza de rotación de velocidad mayor / torque menor en la una dirección. Y/o las herramientas pueden desenroscar la tuerca o la tuerca y la arandela con la fuerza de rotación de velocidad mayor / torque menor en la dirección opuesta.

Más específicamente las herramientas **10A, 10B, 10F, 10G, 10H y 10I** pueden efectuar cualquiera de los siguientes durante el modo de torque de resistencia menor. Las herramientas pueden enroscar la tuerca o la tuerca y la arandela con una fuerza de rotación de velocidad mayor / torque menor en la una dirección para sentar la tuerca de un estado libremente giratorio con características de aplicación de atornillamiento adverso insignificantes al estado de torque de pre-apriete predeterminado y comprimir la arandela entre la junta a apretarse y la tuerca asentada. Y/o las herramientas pueden desenroscar la tuerca o la tuerca y la arandela con la fuerza de rotación de velocidad mayor / torque menor en la dirección opuesta para desmontar la tuerca del estado de torque de pre-apriete predeterminado al estado libremente giratorio con características de aplicación de atornillamiento adverso insignificantes y descomprimir la arandela entre la junta a aflojarse y la tuerca desmontada.

Generalmente las herramientas **10A, 10B, 10F, 10G, 10H y 10I** pueden apretar, o aflojar, o apretar y aflojar la tuerca en el modo de torque de resistencia mayor. Las herramientas pueden desenroscar, enroscar o impactar la tuerca o la tuerca y la arandela en el modo de torque intermitente o el modo de torque de resistencia menor. Las herramientas pueden cambiar del modo de torque intermitente al modo de torque de resistencia mayor luego de asentar la tuerca y comprimir la arandela en el estado de torque de pre-apriete predeterminado y/o pulverización adecuada de la corrosión de la rosca. Las herramientas pueden cambiar del modo de torque de resistencia mayor al modo de torque intermitente y/o el modo de torque de resistencia menor luego de desmontar la tuerca y

descomprimir la arandela en el estado de torque de pre-aflojamiento predeterminado. Las herramientas pueden cambiar del modo de torque de resistencia menor al modo de torque de resistencia mayor luego de sentar la tuerca y comprimir la arandela en el estado de torque de pre-apriete predeterminado.

En operación, las herramientas pueden cambiar: del modo de torque de resistencia mayor al modo de torque intermitente; del modo de torque de resistencia mayor al modo de torque de resistencia menor; del modo de torque de resistencia menor al modo de torque intermitente; del modo de torque de resistencia menor al modo de torque de resistencia mayor; del modo de torque intermitente al modo de torque de resistencia mayor; o del modo de torque intermitente al modo de torque de resistencia menor.

La activación o la desactivación del mecanismo de vibración o el mecanismo de multiplicación de torque puede ocurrir manual o automáticamente. En consecuencia, el mecanismo conmutador puede ser manual o automático. Además, el mecanismo conmutador y, por consiguiente, cualquier modo o combinación de modos y mecanismos correspondientes pueden activarse automáticamente de acuerdo con una carga observada en el sujetador. Por ejemplo, una herramienta mecánica – con excoiación mínima - de la presente invención puede necesitar vibración y/o impacto para pulverizar la corrosión en un sujetador apretado y para desenroscar o enroscar la tuerca en alta velocidad. La tuerca apretada con torque no puede girar tan solo con vibración y/o impacto. Un operario puede necesitar activar la vibración y/o el impacto para pulverizar la corrosión reseca en la tuerca apretada con torque, lo cual puede ocurrir independientemente de, o en combinación con, el mecanismo de multiplicación de torque. Como se anotó, el torque necesario para aflojar la tuerca es mayor que el torque de apriete inicial a medida que la lubricación se reseca o desaparece, hay presencia de corrosión, y el espárrago está todavía cargado y tensionado (*stretched*). En otras palabras, se requieren valores de torque más altos para descargar y distensionar el espárrago. Una vez se afloja la tuerca,

esta puede aflojarse en velocidad mayor, o desenroscarse, durante el modo de torque de resistencia menor y/o el modo de torque intermitente. La tuerca, sin embargo, puede tener que aflojarse ella misma sobre las roscas del espárrago corroídas y/o dañadas o defectuosas. A menudo esto requiere vibración y/o fuerza intermitente en combinación con el mecanismo de multiplicación de torque. En el desenroscamiento, la tuerca se gira en velocidad mayor durante el modo de torque de resistencia menor y/o el modo de torque intermitente. Aquí también el modo de torque de resistencia menor solo puede ser insuficiente para superar las roscas del espárrago corroídas y/o dañadas o defectuosas. Análogamente, con frecuencia esto requiere vibración o fuerza intermitente y/o fuerza intermitente en combinación con el mecanismo de multiplicación de torque. La presente invención resuelve estos problemas.

Generalmente, se divulgan métodos de apriete y/o aflojamiento – con excoiación mínima – de un sujetador roscado industrial 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, con una herramienta mecánica, libre de brazo de reacción, de la clase que tiene: un motor para generar una fuerza de rotación; un mando para transferir la fuerza de rotación; un mecanismo de multiplicación de fuerza de rotación en una carcasa que incluye un transmisor de multiplicación de fuerza de rotación para todos los modos de torque de resistencia menor a resistencia mayor; y por lo menos un mecanismo de fuerza de vibración que incluye un transmisor de vibración para un modo de fuerza intermitente, operable durante todos los modos de torque de resistencia menor a resistencia mayor. El método de apriete incluye: enroscar en una dirección ya sea la tuerca, la cabeza de espárrago, la tuerca y la superficie de reacción coaxial o la cabeza de espárrago y la superficie de reacción coaxial; y aplicar torque de apriete en la una dirección ya sea a la tuerca o a la cabeza de espárrago, suprimiendo al mismo tiempo la reacción (*reacting off*) en la dirección opuesta de la superficie de reacción coaxial. El método de aflojamiento incluye: aplicar torque de aflojamiento (*torqueing loose*) en la dirección opuesta ya sea a la tuerca o a la cabeza de

espárrago, suprimiendo al mismo tiempo la reacción en la una dirección de la superficie de reacción coaxial; y desenroscar en la dirección opuesta ya sea la tuerca, la cabeza de espárrago, la tuerca y la superficie de reacción coaxial o la cabeza de espárrago y la superficie de reacción coaxial.

La siguiente discusión se refiere a configuraciones de herramientas mecánicas, libres de brazo de reacción, para apriete y aflojamiento – con excoiación reducida – de sujetadores industriales de acuerdo con la presente invención. Obsérvese que términos similares son intercambiables, tales como por ejemplo: intensificador, multiplicador y multiplicación; impacto e impactación.

Más específicamente, en una modalidad del modo impacto, la carcasa de la herramienta y las fases de engranajes permanecen estacionarias, mientras que el impacto trepida. Cuando el mecanismo de impacto está distante del motor, un eje del motor atraviesa el centro de los mutiplicadores al mecanismo de impacto y de allí al mando de salida. Cuando el mecanismo de impacto está inmediatamente después del motor y delante de los multiplicadores, el motor acciona el mecanismo de impacto, y un eje va desde el mecanismo de impacto a través del centro de los multiplicadores a la impulsión de salida,

En otra modalidad del modo impacto, la carcasa de la herramienta y las fases de engranajes rotan al unísono mientras que el impacto trepida bloqueando (*by locking up*) las fases de engranajes. Esto puede llevarse a cabo conectando ya sea: el engranaje solar con el engranaje anular; el engranaje solar con la jaula de engranajes; o la caja de engranajes con el engranaje anular de una fase planetaria. En cada caso todas las jaulas de engranajes y la carcasa actúan como una extensión de rotación del motor al mecanismo de impacto o del mecanismo de impacto al mando de salida de la herramienta.

En otra modalidad del modo impacto, la carcasa de la herramienta permanece inmóvil y las jaulas de engranajes rotan al unísono mientras el impacto trepida bloqueando las cajas de engranajes una con la otra. Cuando el mecanismo de

impacto está distante del motor la(s) jaula(s) de engranajes actúa (actúan) como una extensión dentro de la carcasa del motor al mecanismo de impacto. Cuando el mecanismo de impacto está inmediatamente después del motor y delante de los multiplicadores, las jaulas de engranajes o la jaula de engranajes actúan (actúa) como una extensión dentro de la carcasa del mecanismo de impacto al mando de salida de la herramienta.

Generalmente, durante el modo LSHT, por lo menos dos transmisores de multiplicación rotan uno en relación con el otro. En el modo multiplicador, la carcasa de la herramienta rota siempre opuesta a los engranajes solares y el eje de salida de los multiplicadores, la cual es la razón por la que la carcasa de la herramienta tiene que reaccionar. Cuando el torque se intensifica por el multiplicador, la velocidad de rotación es tan lenta que el mecanismo de impacto es inefectivo. Si el mecanismo de impacto está localizado después del multiplicador y cerca del mando de salida de la herramienta, el mecanismo de impacto no impactará, si gira con el último engranaje planetario. Si el mecanismo de impacto está localizado antes del multiplicador y cerca al motor, el mecanismo de impacto gira a alta velocidad y necesita bloquearse.

En una modalidad en donde el mecanismo de impacto está distante del motor, ocurre lo siguiente: el mecanismo de impacto permanece inmóvil mientras que los multiplicadores giran; el eje de salida del motor va al multiplicador para multiplicación de torque; y el último engranaje planetario se proyecta a través del mecanismo de impacto al mando de salida. Cuando el mecanismo de impacto está inmediatamente después del motor y delante de los multiplicadores, el eje de salida del motor va a través del mecanismo de impacto al multiplicador para multiplicación de torque, y el último engranaje planetario se extiende al mando de salida.

En otra modalidad, el mecanismo de impacto gira a la velocidad del último engranaje planetario de los multiplicadores de aplicación de fuerza. Cuando el mecanismo de impacto está distante del motor, el eje de salida del motor va al

multiplicador para multiplicación de torque y el último engranaje solar gira el mecanismo de impacto, el cual gira el eje de salida de la herramienta. Cuando el mecanismo de impacto está inmediatamente después del motor y delante de los multiplicadores, rotar el mecanismo de impacto para girar los multiplicadores resultaría en impactar, lo cual tiene que evitarse. Por otro lado, el mecanismo de impacto puede bloquearse inmovilizando el martillo con la carcasa de impacto, o bloqueando el martillo con el yunque. El mecanismo de impacto actúa como una extensión entre el mando de salida del motor y el primer engranaje solar del multiplicador.

La velocidad del último engranaje solar del multiplicador puede ser lo suficientemente alta para operar el mecanismo de impacto. La impactación en el eje de salida de la herramienta se puede evitar bloqueando el martillo con la carcasa de impacto, el martillo con el yunque, la carcasa de impacto con la carcasa de la herramienta o el martillo con la carcasa de la herramienta.

En una modalidad específica del modo LSHT, el mecanismo de multiplicación está cerca al motor y antes del mecanismo de impactación. El motor elude (*bypasses*) el mecanismo de multiplicación y proyecta su fuerza de salida a través de por lo menos una parte del mecanismo de multiplicación por medio de un pasador hacia el mando de salida. En otra modalidad específica del modo LSHT, el mecanismo de impacto está cerca del motor y antes del mecanismo de multiplicación. El mecanismo de impacto proyecta su fuerza de salida a través de por lo menos una parte del mecanismo de multiplicación por medio de un pasador hacia el mando de salida.

La herramienta mecánica para apriete y aflojamiento - con excoiación mínima - de sujetadores industriales de acuerdo con la presente invención se describe aquí como exhibiendo dos o tres modos, el modo de velocidad menor / torque mayor, el modo de velocidad mayor / torque menor y el modo de fuerza intermitente. Hay que entender que los por lo menos dos modos, como se describe aquí, son meramente ejemplos. Además pueden agregarse modos a

uno o los otros modos y/o a los medios de entrada y/o de salida. Hay que entender que la presente invención no se limita meramente a dos velocidades sino que puede tener múltiples velocidades. Por ejemplo, las herramientas intensificadoras de torque conocidas se accionan usualmente por motores neumáticos o eléctricos. A menudo las velocidades de rotación y salida de fuerza de tales motores se incrementan o disminuyen mediante engranajes planetarios o similares, los cuales pueden convertirse partes del motor. Con frecuencia, las herramientas intensificadoras de torque conocidas eliminan temporalmente uno o más de los medios intensificadores para aumentar la velocidad de rotación del motor de la herramienta. Otras herramientas intensificadoras de torque conocidas utilizan mecanismos de intensificación y/o reducción de engranajes como componentes autónomos o adyacentes al motor para aumentar y/o disminuir las velocidades de rotación del eje. La presente invención puede incluir tales mecanismos de intensificación y/o reducción de engranajes como componentes autónomos, como transmisores de multiplicación y parte del mecanismo de multiplicación **210** o como transmisores de vibración y parte del mecanismo de vibración **310**. Por supuesto, el ensamble de multiplicación **200** puede configurarse para tener múltiples transmisores de multiplicación, contenidos en múltiples carcasas de ensamble de multiplicación.

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.