

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 613 309**

51 Int. Cl.:

**F16B 25/00** (2006.01)

**F16B 33/06** (2006.01)

**F16B 25/10** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.03.2010 PCT/US2010/027455**

87 Fecha y número de publicación internacional: **25.11.2010 WO2010135016**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.03.2010 E 10710135 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.12.2016 EP 2433023**

54 Título: **Tornillos de baja energía para madera y materiales similares**

30 Prioridad:

**22.05.2009 GB 0908830**

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

**23.05.2017**

73 Titular/es:

**PHILLIPS SCREW COMPANY (100.0%)  
One Van De Graaff Drive. Suite 404  
Burlington, MA 01803, US**

72 Inventor/es:

**HUGHES, BARRY, J.**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

ES 2 613 309 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Tornillos de baja energía para madera y materiales similares

**5 Antecedentes**

La presente invención se refiere, en general, a sistemas de fijación roscados. En particular, la presente invención se refiere a un tornillo para penetrar y asegurar una pieza de trabajo.

10 Los tornillos son sujetadores mecánicos de uso común para trabajar la madera, que se utilizan principalmente para conectar una pieza de trabajo hecha de madera o de materiales similares, por ejemplo materiales de maderas alternativas, a otra pieza de trabajo. Los carpinteros y otros profesionales que trabajan con madera a menudo utilizan herramientas eléctricas de accionamiento, tales como taladros eléctricos con baterías y destornilladores eléctricos alimentados por baterías, para instalar dichos tornillos. El uso de herramientas de accionamiento con batería para accionar los tornillos resulta ventajoso, porque elimina la necesidad de cables de alimentación eléctricos. Esto permite usar la herramienta eléctrica a distancias y en lugares en los que el uso de un cable de alimentación eléctrica no sería práctico, por ejemplo lugares alejados de una fuente de alimentación, o en los que podría ser peligroso, por ejemplo en lugares húmedos o arriesgados, o en los que podría resultar indeseable de otra manera.

20 Una desventaja de las herramientas de accionamiento con batería es la necesidad de recargar las baterías con frecuencia, especialmente cuando se le da a la batería un uso intensivo y disminuye la memoria de carga. Esto limita el número de tornillos que pueden accionarse con una sola carga de la batería. Los tornillos que presentan tiempos de inserción lentos, con requisitos de accionamiento de par elevado, aumentan el tiempo necesario para completar una estructura o proyecto, debido tanto al tiempo requerido para accionar los tornillos como al tiempo necesario para recargar o reemplazar las baterías con más frecuencia.

Lo que se necesita es un tornillo que pueda insertarse más rápidamente con un par más bajo, usando menos energía que con los tornillos conocidos en la técnica.

30 El documento GB2428761 describe un tornillo que tiene un vástago tubular con un hilo de rosca de principio individual y un hilo de rosca de principio doble. El tornillo también tiene una porción de vástago no roscada que abarca al menos el 30 % de la longitud del tornillo. Una cabeza del tornillo está provista de estrías para permitir el avellanado automático del tornillo.

35 El documento FR2786229 da a conocer un tornillo para madera que comprende dos hilos de rosca de rosca idénticos que están desplazados longitudinalmente. Cada hilo de rosca consta de dos flancos asimétricos, uno por delante, a lo largo de una primera inclinación, y el otro por detrás, a lo largo de una inclinación más pronunciada. Los hilos de rosca comienzan lo más fuera posible de la porción delantera de la punta. La cabeza del tornillo tiene una huella cruciforme, que permite enroscar sin riesgo de que el destornillador se deslice.

40 El documento EP0501519 da a conocer un tornillo autorroscante que tiene un perfil de rosca asimétrico. El tornillo tiene un ángulo de flanco de carga sobre la cresta del flanco de hasta 60°, y un ángulo de flanco pronunciado sobre la cresta del flanco de hasta 20°. En este caso, el ángulo del flanco de carga aumenta continuamente desde la cresta del flanco hasta la raíz del hilo de rosca sobre el diámetro del núcleo, en donde es de 90°.

**Sumario**

45 La presente invención proporciona un tornillo de baja energía (10) para madera, que comprende: una cabeza avellanada (30), que tiene un rebaje para alojar una herramienta de accionamiento; un vástago (20) que se extiende desde la cabeza (30) hasta una punta de barrena (28), teniendo el vástago un cuello ahusado (73), unos hilos de rosca principales (54), unos hilos de rosca inferiores (44) y una punta cónica (40) con una longitud (43); una pluralidad de estrías de corona (74) se extienden hacia fuera desde dichas cabeza y cuello; caracterizado por que los hilos de rosca principales (54) tienen un diámetro de rosca principal, y tienen un avance que es entre aproximadamente el 59,3 por ciento y aproximadamente el 80 por ciento del diámetro de rosca principal (DO); estando dispuestos los hilos de rosca principales (54) entre el cuello (73) y los hilos de rosca inferiores (44), y en el que los hilos de rosca principales (54) tienen una forma de rosca que incluye una punta exterior que tiene un perfil sustancialmente lineal (154), y una raíz redondeada (44) que tiene un perfil cóncavo (254); y los hilos de rosca inferiores (44) están dispuestos entre los hilos de rosca principales (54) y la punta (28), y en el que los hilos de rosca inferiores (44) tienen un perfil de forma de rosca asimétrica.

60 En diversas realizaciones, el tornillo incluye una porción de cuerpo no roscada, dispuesta entre los hilos de rosca principales y el cuello.

En diversas realizaciones, los hilos de rosca principales y los hilos de rosca inferiores son para diestros.

65 En diversas realizaciones, el ángulo ahusado de la cabeza es más pronunciado que el ahusamiento del cuello.

En diversas realizaciones, al menos una de la pluralidad de estrías tiene un perfil lineal ahusado, en las que al

menos una de la pluralidad de estrías incluye un borde exterior que se extiende desde el diámetro de la cabeza hasta la extensión inferior del cuello, e incluye dos superficies de flanco que se extienden desde el borde hasta la cabeza y el cuello.

5 En diversas realizaciones, la pluralidad de estrías se compone de ocho estrías.

En diversas realizaciones, el perfil cóncavo de la forma de raíz de los hilos de rosca es un arco de círculo.

10 En diversas realizaciones, los hilos de rosca principales y los hilos de rosca inferiores se encuentran para formar un comienzo de hilo de rosca continuo.

En diversas realizaciones, la altura de la punta lineal de los hilos de rosca principales es de entre aproximadamente el 32 % y aproximadamente el 52 % de la altura de los hilos de rosca principales.

15 En diversas realizaciones, la altura de la punta lineal de los hilos de rosca principales es de aproximadamente el 42 % de la altura de los hilos de rosca principales.

En diversas realizaciones, el hilo de rosca inferior se extiende hacia la cabeza más allá de la punta.

20 En diversas realizaciones, el punto de intersección de la raíz redondeada con la superficie de vástago de menor diámetro está situado a una distancia, con respecto a un eje central del hilo de rosca principal, que es de entre aproximadamente el 90 % y el 110 % de la altura del hilo de rosca principal.

25 En diversas realizaciones, la punta del hilo de rosca principal tiene un ángulo de rosca de entre aproximadamente 20 y 40 grados.

En diversas realizaciones, la punta del hilo de rosca principal tiene un ángulo de rosca de aproximadamente 30 grados.

30 En diversas realizaciones, las crestas de las roscas de los hilos de rosca inferiores están dispuestas en una curva convexa del perfil asimétrico.

En diversas realizaciones, el tornillo incluye un recubrimiento lubricante, que puede ser una cera soluble en agua.

35 En diversas realizaciones, el tornillo es el tamaño métrico de 5 x 50 y la energía requerida para insertar el tornillo en una pieza de trabajo de madera de haya es inferior a aproximadamente 10,17 Newton-metro-segundo.

En diversas realizaciones, la energía requerida para insertar el tornillo en una pieza de trabajo de madera de haya es inferior a aproximadamente 9,04 Nms.

40 En diversas realizaciones, la energía requerida para insertar el tornillo en una pieza de trabajo de madera de haya es de aproximadamente 5,99 Nms.

45 Estas y otras características y ventajas de la invención se entenderán más claramente a partir de la siguiente descripción detallada, y los siguientes dibujos, de las realizaciones preferidas de la presente invención.

#### Breve descripción de los dibujos

50 La FIG. 1 es una vista lateral de un tornillo para madera de acuerdo con una realización preferida de la presente invención.

La FIG. 2 es una vista extrema de la cabeza del tornillo de la FIG. 1.

55 La FIG. 3 es una vista extrema de la punta del tornillo de la FIG. 1.

La FIG. 4 es una vista en sección, tomada por la línea IV-IV de la FIG. 2.

La FIG. 5 es una vista en sección, tomada por la línea V-V de la FIG. 3.

60 La FIG. 6 es una vista en sección, tomada por la línea VI-VI de la FIG. 1.

La FIG. 7 es una vista lateral parcial del tornillo de la FIG. 1.

La FIG. 8 es una vista en detalle de la zona VIII de la FIG. 5.

65 La FIG. 9 es un gráfico del par frente al tiempo para la inserción de dos tornillos para madera.

## Descripción detallada

Con referencia a la FIG. 1 se muestra un sujetador roscado o un tornillo, designados en general por el número de referencia 10, de acuerdo con una realización preferida. El tornillo 10, para su uso para conectar una pieza de trabajo hecha de madera o materiales similares, por ejemplo materiales de maderas alternativas, a otra pieza de trabajo, en el presente documento puede denominarse simplemente tornillo para madera. El tornillo 10 incluye un vástago 20 que se extiende a lo largo de un eje 25, entre una cabeza 30 y una punta 28. El vástago 20 incluye un cuello 73, un cuerpo no roscado 60, una porción roscada principal 50, y una punta roscada 40. Un número de estrías 74 se extienden hacia fuera desde la cabeza 30 y el cuello 73, como se describe en más detalle a continuación. La porción roscada principal 50 tiene una longitud 53 y un diámetro menor 52. La punta roscada 40 tiene una longitud de punta 43 y un diámetro menor 41 que se estrecha desde la porción principal 53 hasta la punta 28. El cuerpo no roscado 60 tiene una longitud 63 del cuerpo y un diámetro 62 del cuerpo.

En la realización ilustrada, el tornillo 10 tiene unos hilos de rosca principales superiores 54 para mano derecha, que efectúa una transición desde un hilo de rosca continuo hasta unos hilos de rosca inferiores 44 para mano derecha. Los hilos de rosca superiores 54 tienen un perfil diferente del perfil de los hilos de rosca inferiores 44, para llevar a cabo diferentes funciones tal como se describe más adelante. Como se muestra, la transición de los hilos de rosca superiores 54 a los hilos de rosca inferiores 44 se produce dentro de la longitud 53 de la porción roscada principal 50. Los hilos de rosca 54 se extienden sobre la longitud 150 y los hilos de rosca inferiores 44 se extienden sobre la longitud 140. Adicionalmente, las superficies exteriores de los hilos de rosca 54 y 44 y del cuerpo 60 del vástago 20 presentan un recubrimiento reductor de la fricción.

Como se expone más adelante, la combinación de las configuraciones de las diversas características del tornillo de baja energía 10 se han obtenido a través de ensayos empíricos, para reducir significativamente la cantidad de par y/o de energía necesaria para accionar el tornillo de baja energía, en comparación con un tornillo estándar.

Además, los tiempos de inserción de tornillo lentos con un par elevado aumentan el tiempo necesario para insertar cada tornillo y, de este modo, el tiempo que los trabajadores emplean en completar una estructura o proyecto. Debido a que el tornillo de baja energía 10 se acciona fácilmente se ha observado que, para una herramienta eléctrica dada que aplique un par de accionamiento, la velocidad de accionamiento es significativamente mayor para los tornillos de baja energía en comparación con un tornillo convencional. En consecuencia, la mayor velocidad de accionamiento puede aumentar la probabilidad de que la cabeza 30 se introduzca demasiado en la pieza de trabajo, por debajo de la superficie de la misma. Se ha observado que las estrías de corona 74 del tornillo de baja energía disminuyen la velocidad del tornillo 10, una vez que éste engancha con la pieza de trabajo, lo que ofrece al operador un mayor tiempo de reacción y le permite soltar el gatillo de la herramienta eléctrica, con el fin de lograr la inserción del tornillo 10 a la profundidad deseada, por ejemplo a ras con la superficie de la pieza de trabajo.

Los hilos de rosca superiores 54 tienen un paso 58. Los hilos de rosca inferiores 44 tienen un perfil de forma diferente para un mejor principio, pero presentan sustancialmente el mismo paso, por lo que ambos hilos de rosca 54 y 44 hacen avanzar el tornillo 10 sustancialmente a la misma velocidad. La realización ilustrada tiene un principio de hilo de rosca único (hilo de rosca individual). Así, el paso del hilo de rosca es igual al avance del hilo de rosca. Para un principio de hilo de rosca individual de este tipo, los términos "paso de hilo de rosca" y "avance de hilo de rosca" se utilizan comúnmente de manera indistinta, y en el presente documento se utiliza el término paso. Sin embargo, si una realización del tornillo de baja energía tuviera más de un principio, entonces el uso del término "paso" en el presente documento debe interpretarse en el sentido de "avance", dado que el recorrido del tornillo hacia dentro de la pieza de trabajo durante una vuelta dada es una característica relevante. Para el tornillo de baja energía resulta preferible un único principio, dado que uno o más principios adicionales añadirán resistencia al accionamiento si no existe cambio alguno en el avance para un ángulo helicoidal dado. El avance 58 es mayor que el avance de los tornillos de madera estándares de tamaños similares.

En el presente documento, la referencia a "tornillos para madera estándares" se refiere a tornillos para madera fabricados de acuerdo con las normas aceptadas por la industria. Por ejemplo, Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt) (Instituto Alemán de Tecnología de la Construcción) es una agencia de acreditación del gobierno federal alemán, con oficina en Berlín, que otorga "Allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen" (aprobaciones técnicas nacionales) para los productos de construcción sobre la base de las leyes de construcción de los Estados federados de la República Federal de Alemania. La compañía SPAX International GmbH & Co. KG, de Ennepetal, Alemania, y sus filiales (SPAX) comercializan tornillos en Europa y han obtenido la aprobación DIBt para ciertos tornillos para madera, cuyas especificaciones dimensionales se exponen en "Anlage zur 9 allgemeinen bauaufsichtliche Zulassungen Z-9, 1-235, vom 08.23.2002" (23 de agosto de 2002). Tales especificaciones se utilizan ampliamente y se han convertido en un estándar en Europa y, en lo que se refiere a las dimensiones relevantes con fines del presente documento, definirán el tornillo para madera europeo estándar. Además, Taiwán Shan Yin International Co., Ltd., de la ciudad de Kaohsiung, Taiwán, ha publicado una especificación de tornillo para aglomerado SY-CB-F001-0B de acuerdo con la norma DIN 7505, que se utiliza ampliamente y se ha convertido en un estándar en Taiwán, y, en lo que se refiere a las dimensiones relevantes con fines del presente documento, definirá el tornillo para aglomerado taiwanés estándar.

## ES 2 613 309 T3

La Tabla muestra ciertas dimensiones y relaciones especificadas para algunas realizaciones de tornillos A de baja energía para madera. Todas las dimensiones de la tabla son en milímetros (mm). Estas dimensiones son: el diámetro mayor de hilo de rosca del hilo de rosca principal (OD); el diámetro menor del hilo de rosca principal (ID); la profundidad del hilo de rosca (TD), que es igual a (OD menos ID) dividida por dos; y el avance. Las relaciones son:

5 la relación entre la profundidad del hilo de rosca y el diámetro mayor (% de TD sobre OD), que es igual a (TD dividido por OD) multiplicado por 100; y la relación entre el paso y el diámetro mayor (% de Paso sobre OD), que es igual a (paso dividido por OD) multiplicado por 100. El OD también se utiliza para indicar el tamaño del tornillo, junto con la longitud del tornillo (normalmente la distancia desde la punta al cuello). Así, en dimensiones métricas, un tornillo de 5 x 50 tiene un OD de 5 mm y una longitud de 50 mm. La indicación de tamaños mostrada en la Tabla

10 solo incluye el componente de OD.

La Tabla también muestra las mismas dimensiones y relaciones de tres tornillos B, C y D para madera convencionales, disponibles en el mercado, que son estándares o casi estándares.

Tabla						
Tornillos A de Baja Energía						
Tamaño	OD	ID	TD	% de TD sobre OD	Paso	% de Paso sobre OD
3,00	3,00	1,92	0,54	18,0 %	1,78	59,3 %
3,50	3,50	2,24	0,63	18,0 %	2,08	59,4 %
4,00	4,00	2,56	0,72	18,0 %	3,20	80,0 %
4,50	4,50	2,88	0,81	18,0 %	3,60	80,0 %
5,00	5,00	3,20	0,90	18,0 %	4,00	80,0 %
6,00	6,00	3,84	1,08	18,0 %	4,80	80,0 %
Tornillos Convencionales B						
Tamaño	OD	ID	TD	% de TD sobre OD	Paso	% de Paso sobre OD
3,00	3,00	2,10	0,45	15,0 %	1,50	50,0 %
3,50	3,50	2,40	0,55	15,7 %	1,80	51,4 %
4,00	4,00	2,80	0,60	15,0 %	2,00	50,0 %
4,50	4,50	2,90	0,80	17,8 %	2,20	48,9 %
5,00	5,00	3,40	0,80	16,0 %	2,50	50,0 %
6,00	6,00	3,80	1,10	18,3 %	3,00	50,0 %
Tornillos Convencionales C						
Tamaño	OD	ID	TD	% de TD sobre OD	Paso	% de Paso sobre OD
3,00	3,00	1,90	0,55	18,3 %	1,35	45,0 %
3,50	3,50	2,20	0,65	18,6 %	1,60	45,7 %
4,00	4,00	2,50	0,75	18,8 %	1,80	45,0 %
4,50	4,50	2,70	0,90	20,0 %	2,00	44,4 %
5,00	5,00	3,00	1,00	20,0 %	2,20	44,0 %
6,00	6,00	3,70	1,15	19,2 %	2,60	43,3 %
Tornillos Convencionales D						
Tamaño	OD	ID	TD	% de TD sobre OD	Paso	% de Paso sobre OD
3,00	3,00	1,90	0,55	18,3 %	1,35	45,0 %
3,50	3,50	2,15	0,68	19,3 %	1,60	45,7 %
4,00	4,00	2,50	0,75	18,8 %	1,80	45,0 %
4,50	4,50	2,70	0,90	20,0 %	2,00	44,4 %
5,00	5,00	3,00	1,00	20,0 %	2,20	44,0 %
6,00	6,00	3,60	1,20	20,0 %	2,60	43,3 %

15 El tornillo convencional B es un tornillo europeo estándar de SPAX. El tornillo convencional C es un tornillo estándar taiwanés para aglomerado. El tornillo convencional D es un tornillo casi estándar de la empresa Joseph Dresselhaus, de Herford, Alemania. Como puede observarse en la Tabla, para un tamaño determinado (OD) de tornillo, los tornillos A de baja energía presentan unos ID, TD y % de TD sobre OD comparables, en comparación

20 con los tornillos convencionales B, C y D. Sin embargo, los tornillos A de baja energía presentan un paso significativamente más grande que los tornillos convencionales B, C y D. De acuerdo con la norma de tornillos taiwaneses para aglomerado, el paso de hilo de rosca para tornillo de madera con un tamaño métrico de 5 (5,0 mm) es de 2,2 mm.

25 El avance 58 relativamente grande de los hilos de rosca 54, en comparación con un paso de hilos de rosca de un tornillo estándar, presenta un ángulo helicoidal relativamente agresivo y alto, y acelera el tiempo de inserción para una velocidad dada de giro dado que el tornillo avanza más hacia dentro de la pieza de trabajo con cada giro.

30 Convencionalmente, con el fin de disminuir la resistencia y el par de accionamiento, la profundidad del hilo de rosca se hará poco profunda. Sin embargo, los hilos de rosca menos profundos pueden presentar una resistencia disminuida a la "extracción". En el tornillo de baja energía 10, la profundidad 57 de los hilos de rosca de rosca 54

puede ser similar a la de un tornillo estándar de tamaño similar, con el fin de no experimentar disminución alguna en la resistencia a la extracción causada por la poca profundidad de los hilos de rosca. En el tornillo de baja energía 10, el avance 58 grande permite para disminuir la resistencia de accionamiento con un vástago central liso 20 al tiempo que preserva la resistencia a la extracción.

5 Sin embargo, si se aumenta demasiado el paso, puede aumentar demasiado el par de accionamiento requerido y se desplazará mucho más material, por lo que se incrementa la fricción indeseablemente. En una realización, para un tornillo de tamaño 5 los hilos de rosca 54 pueden tener un paso 58 de aproximadamente 4,0 mm. En otra  
10 realización, el paso 58 puede ser aproximadamente el doble del de los tornillos estándares europeos para madera y los tornillos estándares taiwaneses para aglomerado.

15 La "extracción" se produce cuando las fuerzas ejercidas, para separar las piezas de trabajo fijadas, son suficientes para superar la fuerza de fijación de los hilos de rosca del tornillo que engancha las piezas de trabajo, y suficientes para extraer al menos parcialmente el tornillo de la pieza de trabajo. La "perforación" se produce cuando las fuerzas tiran de la cabeza del tornillo hasta que la misma se introduce en la pieza de trabajo. El "retroceso" se produce cuando las fuerzas ejercidas sobre las piezas de trabajo fijadas hacen que el tornillo gire, hasta desenroscar las  
20 piezas de trabajo al menos parcialmente. Las fuerzas que causan retroceso pueden producirse durante largos periodos, por ejemplo debido a la expansión y contracción de las piezas de trabajo causadas por cambios de temperatura, o debido a la hinchazón y el encogimiento causados por humectación y secado, o debido a fuerzas vibracionales o de otro tipo causadas por el uso de la estructura que incluye las piezas de trabajo.

25 Los hilos de rosca 54 también tienen un ángulo helicoidal 59, que es una función del paso 58 y del diámetro 52 del vástago de la porción roscada principal 50. Para permitir accionar el tornillo en un menor tiempo sin incrementar el par motor, el ángulo helicoidal 59 puede ser preferentemente de entre aproximadamente catorce y aproximadamente veintidós grados, para un tornillo con un tamaño de OD de 5,0 mm. En otra realización, el ángulo helicoidal 59 puede ser preferentemente de aproximadamente 20 grados para un tornillo con un tamaño de OD de 5,0 mm.

30 La FIG. 8 es una vista en detalle de la forma del hilo de rosca 54 mostrado en la zona VIII de la FIG. 5. La cresta truncada 55 tiene una anchura 152. El hilo de rosca 54 tiene un eje 157 perpendicular al eje 25 del tornillo y tiene una profundidad de rosca 57. La profundidad de rosca 57 es aproximadamente la de la norma industrial habitual. La profundidad de rosca 57, como se describe en las diversas realizaciones, contribuye a una mejor resistencia del tornillo 10 ante la extracción de una pieza de trabajo en la que se introduzca.

35 Como se muestra en la FIG. 8, el hilo de rosca 54 tiene una raíz de radio grande. Cada uno del flanco delantero 151 y el flanco posterior 159 se compone de dos secciones: una sección lineal exterior 154 y una sección curvada interior 254, que tiene un perfil curvo de la forma redondeada de la raíz. La sección lineal exterior 154 tiene una altura 155, y se extiende desde la cresta 55 hasta el extremo más superior del perfil de sección curvada interior 254. Las secciones lineales exteriores 154 forman un ángulo de rosca 153. En diversas realizaciones, el ángulo de rosca 153 puede ser preferentemente de entre aproximadamente veinte y aproximadamente cuarenta grados, o más  
40 preferentemente de aproximadamente treinta grados. En la realización mostrada, el ángulo de flanco delantero es aproximadamente igual al ángulo de flanco siguiente de los hilos de rosca 54. La sección curvada 254 tiene una altura 255, y se extiende tangente desde el extremo más inferior de la superficie exterior de la sección lineal 154, en el punto 259, hasta el punto 257 tangente al vástago 20 que tiene un diámetro menor 52. El hilo de rosca 54 tiene un ancho 120 en la base de la rosca 54, que se extiende desde el extremo más inferior del perfil de sección curvada  
45 254 en el flanco delantero 151 del hilo de rosca 54, hasta el extremo más inferior de la sección curvada 254 en el flanco posterior 159 del hilo de rosca 54.

50 El perfil de la sección curvada 254 define una sección transversal 258 situada entre el vástago 20 y una línea de eje, 158 trazada a lo largo del perfil de la sección lineal 154 hasta la espiga 20. La línea 158 corresponde a una forma de raíz plana no redondeada, similar a un tornillo convencional. En diversas realizaciones, la sección curvada 254 puede estar definida por un radio para un arco de un círculo, elipse, o un arco de algún otro tipo de curva. En otras realizaciones, la sección curvada 254 puede ser una serie de etapas formadas por líneas rectas o curvas. En diversas realizaciones, el extremo inferior 257 de la sección curvada 254 puede estar situado a una distancia del eje central 157 del hilo de rosca 54, que sea preferentemente de entre aproximadamente el noventa y aproximadamente  
55 el ciento diez por ciento de la altura 57 del hilo de rosca 54. La altura 155 de la punta del hilo de rosca es preferentemente de entre aproximadamente un 32 % y aproximadamente un 52 %, y más preferentemente de aproximadamente un 42 % de la profundidad 57 de hilo de rosca.

60 La presión ejercida sobre el material de la pieza de trabajo por la sección 258 de la forma de la raíz de radio largo sirve para compactar el material de pieza de trabajo que rodea el tornillo, de manera que se reduzca 10 la formación de cavidades, dado que dichas cavidades pueden dejar menos material durante el corte y disminuir la potencia de sujeción. El material de pieza de trabajo homogéneo compactado resiste la extracción y el retroceso. A medida que la relación entre la altura 155 de la punta del hilo de rosca y una determinada profundidad 57 de hilo de rosca aumenta, el tamaño de las áreas 258 disminuye correspondientemente, lo que resulta en una forma de raíz  
65 redondeada más pequeña y, por lo tanto, en una menor compactación del material de pieza de trabajo, disminuyendo así la fuerza de sujeción.

El tornillo de baja energía 10 tiene una punta autoperforante de inicio 40 mejorada, que puede formarse al mismo tiempo que se enrollen los hilos de rosca 54, por lo que no requiere el coste añadido de una operación secundaria, tal como se requiere para fabricar la punta de perforación ranurada de vástago convencional. La punta 40 tiene una punta afilada 28 con hilos de rosca 44, que tienen una forma especial de rosca asimétrica, y que se extienden hasta los hilos de rosca 54. Los hilos de rosca inferiores 44 se extienden desde la porción roscada principal 50 hasta la punta 28, formando una punta de tipo barrena. La punta 28 es esencialmente un extremo afilado del vástago 20 y puede ser un extremo "afilado como una aguja". Los hilos de rosca 54 se ramifican para formar los hilos de rosca 44 en la porción roscada principal 50, y se extienden hasta la punta 28. El diámetro mayor de los hilos de rosca 44 disminuye en la punta cónica 40 y se extiende hasta un extremo esencialmente afilado en la punta 28.

Los hilos de rosca 44 son hilos que forman roscas, que reducen la necesidad de taladrar previamente agujeros en una pieza de trabajo. Los hilos de rosca 44 tienen un diseño de perfil de forma de rosca que permite a la punta 28 iniciar la penetración, mientras que el ensanchamiento progresivo de los hilos de rosca 44 impide que se desmenuce el material de la pieza de trabajo, que está situado entre los hilos de rosca 44 y sujeta los mismos. Así, el material de sujeción permanece más homogéneo para resistir la extracción de los hilos de rosca y las cargas de "extracción". Los hilos de rosca 44 tienen un perfil de forma de rosca asimétrica. Las crestas de los hilos de rosca 44 se ajustan a un perfil curvado 455, como se muestra en la FIG. 1, para permitir un avance sencillo para comenzar a accionar el tornillo 10. En una realización, los tres hilos de rosca inferior del tornillo 10 son hilos de rosca 44 asimétricos. El ángulo 454 del flanco de rosca 456 siguiente (o posterior, o inverso) de los hilos de rosca 44 puede estar en, o casi perpendicular a, el eje 25 para una máxima resistencia a la extracción. El ángulo 457 del flanco de rosca 458 delantero (o anterior) puede ser mayor que el del ángulo 454 del siguiente flanco de rosca 456, para una inserción más fácil en una pieza de trabajo y una mayor resistencia a la extracción. Se ha observado que arrancar el tornillo 10 con la punta 40 es más fácil y más rápido que arrancar un tornillo de perforación con punta mecanizada o rasa.

El diseño de la raíz del radio permite que la punta afilada comience a penetrar, y el ensanche progresivo de la rosca asegura que el material de sujeción situado entre las roscas no se desmenuce y, por lo tanto, se mantenga homogéneo para resistir la extracción de los hilos de rosca y las cargas de "extracción".

El tornillo 10 incluye opcionalmente una porción de cuerpo 60 no roscada que tiene una superficie lisa 61, un diámetro 62, y una longitud 63. En diversas realizaciones, el diámetro 62 de la porción de cuerpo 60 no roscada puede ser de entre aproximadamente cero y aproximadamente un tercio de la longitud del tornillo, para longitudes de tornillo de cuarenta mm y más. En la realización ilustrada, el diámetro 62 de la porción de cuerpo 60 es ligeramente mayor que el diámetro menor 52 de la porción principal 50 del vástago 20, pero menor que el diámetro mayor 56 de los hilos de rosca 54. En este caso, puede situarse una porción cónica 64 en el cuerpo 60 que se extienda hasta la porción principal 50. El ángulo 65 de la porción cónica 64 puede variar dependiendo de la longitud de la porción de transición 64 y de la diferencia entre el diámetro 52 de la porción principal y el diámetro 62 del cuerpo. El diámetro 62 del cuerpo 60 no deberá ser tan grande como para inhibir sustancialmente la inserción del tornillo en la pieza de trabajo. Alternativamente, el diámetro 62 del cuerpo puede ser igual o menor que el diámetro 52 de la porción principal 50.

La cabeza 30 del tornillo 10 puede observarse con mayor detalle en las FIGS. 2 y 4. La cabeza 30 tiene un diámetro 32, e incluye un rebaje 34 que tiene una profundidad 36 (FIG. 4). El rebaje 34 está configurado para alojar una herramienta de accionamiento para hacer girar el tornillo 10. El rebaje 34 puede tener una forma de ranura, cruciforme, hexagonal, o similar, para permitir que una herramienta de accionamiento encaje de forma segura en el rebaje 34. En una realización, el rebaje puede estar configurado para alojar un destornillador que, en combinación, proporcione un "encaje adherente", es decir suficiente fricción entre el rebaje y el destornillador como para sujetar el tornillo en el destornillador mientras se coloca en posición, para atornillar el mismo en la pieza de trabajo. Un sistema patentado de atornillado de "encaje adherente", para una sola mano, se comercializa con la marca PoziSquare® según se describe en las patentes de Estados Unidos n.º 6890139, 6852037, 6843729 y/o 6223634. El sistema de atornillado de la marca PoziSquare® sujeta el tornillo en línea con el destornillador, con poca o ninguna oscilación.

Como se ilustra en las FIGS. 1 y 7, el diámetro 32 de la cabeza es mayor que el diámetro mayor 56 de la rosca y el diámetro 62 del cuerpo. Las dimensiones del diámetro de la cabeza son comparables a los tornillos estándares, para impedir la perforación. Un cuello 73 se extiende entre el cuerpo 60 y la cabeza 30. En la realización ilustrada, la cabeza 30 incluye una primera porción cónica 72 que tiene una altura 75. El cuello 73 tiene una altura 76 y se estrecha desde la cabeza 30 hasta la porción de cuerpo 60 del vástago 20. En la realización mostrada, la porción cónica 72 de la cabeza tiene un ángulo 77 más pronunciado que el cuello 73. En otra realización, el cuello 73 puede ser paralelo al eje 25. El cuello 73 está ahusado para obtener resistencia, para acomodar el rebaje y para que, en uso, a medida que el cuello entre en una pieza de trabajo, el material de la pieza de trabajo se comprima gradualmente para sujetar más firmemente el tornillo 10 contra el efecto de retroceso. El ángulo o grado deseable de conicidad pueden depender de la capacidad de compresión, o de la característica de la pieza de trabajo.

La cabeza y el cuello también incluyen un número de estrías 74 que se extienden entre la cabeza 30, en su diámetro exterior, y la porción de cuerpo. 60 En la realización mostrada en las FIGS. 1, 3 y 6, las estrías 74 tienen un perfil cónico formado por un borde exterior 70 de línea recta, que se extiende desde la cabeza 30 hasta la porción de

cuerpo 60 con un ángulo 78. Las estrías 74 de la corona presentan unos flancos 71 de estría opuestos que se extienden hacia el interior desde el borde 70, con un ángulo 79, hasta la superficie 72 de la cabeza y el cuello 73. En otras realizaciones, las estrías 74 pueden tener un perfil que esté escalonado, curvado, o tenga cualquier otra forma. El tornillo 10 puede incluir preferentemente entre seis y diez estrías. Como se muestra en la FIG. 3, el tornillo 10 puede incluir preferentemente ocho estrías 74. En otras realizaciones, puede incluirse un número mayor o menor de estrías. A medida que se reduce el número de estrías, las estrías muerden más material y la madera puede astillarse. A medida que se aumenta el número de estrías, las estrías son menos propensas a enganchar la madera.

Estas estrías 74 agresivas generan una serie de mejoras en el rendimiento. En primer lugar, la inserción a alta velocidad del tornillo de baja energía puede conllevar una falta de control de la profundidad del tornillo accionado. Las estrías 74 de la corona ralentizan el tornillo a medida que se avellana, ofreciendo un buen control al operador. En segundo lugar, las estrías también proporcionan un buen avellanado, limpio y sin astillas alrededor de la cabeza. Una ventaja adicional es que las estrías se incrustan automáticamente en el avellanado, y añaden resistencia al aflojamiento vibracional del tornillo, o al posterior retroceso.

Las estrías 74 de las diversas realizaciones actúan para reducir la velocidad del tornillo 10 a medida que se avellana automáticamente, ofreciendo así al operador un mejor control. Las estrías 74 reducen o eliminan el fenómeno conocido como "par violento" causado por la alta velocidad de inserción, y proporcionan una profundidad más regular del tornillo 10 asentado. Las estrías 74 también proporcionan un avellanado limpio y sin astillas alrededor de la cabeza 30, y reducen o eliminan el asentamiento de la cabeza del tornillo por encima del avellanado de un accesorio de montaje, cuando se utiliza el tornillo 10 con accesorios de montaje metálicos. Una ventaja adicional es que las estrías 74 se incrustan en la pieza de trabajo para resistir el aflojamiento por vibración, de la unión entre las dos piezas de trabajo, y para resistir el retroceso del tornillo al resistir su giro en la dirección inversa.

El tornillo 10 se fabrica a partir de una pieza en bruto que, inicialmente, puede tener un diámetro uniforme. La pieza en bruto, que puede estar fabricada con acero, aluminio, u otro material, se deforma mediante una máquina de fileteado por rodadura para lograr la forma ilustrada en la FIG. 1. En una realización, el tornillo 10 se puede formar a partir de acero SAE 10B22, por lo que solo será necesario usar un endurecimiento neutral y, por lo tanto, se elimina la necesidad de cementación y el costoso proceso posterior de desgasificación por calentamiento para anular la fisuración. En otra realización, el tornillo 10 puede formarse a partir de acero inoxidable endurecible de la gama AISI 410 o SAE 305. La pieza en bruto puede enrollarse en una primera dirección para formar la porción superior roscada 50. La cabeza 30 y el cuello 70 se pueden formar durante las etapas de rodadura mencionadas anteriormente, o durante etapas de rodadura separadas. Alternativamente, la máquina de rodadura puede presentar unas matrices adecuadas para poder fabricar el tornillo 10 en una etapa de rodadura. Durante el proceso de rodadura, los hilos de rosca 54 pueden recibir propiedades de forja que ayuden a aumentar la resistencia a la fatiga y la resistencia a la carga del tornillo, de manera conocida.

En una realización, el tornillo se puede fabricar de tal manera que sea resistente a 1.000 horas de neblina salina y a ciclos de ensayo "Kesternich", de acuerdo con normas de la industria. Las realizaciones para su uso en aplicaciones de interior pueden incluir la pasivación con una cantidad de zinc y dicromato amarillo de entre 0,00508 y 0,010 mm. Para reducir la fricción entre el tornillo 10 y una pieza de trabajo, el tornillo 10 puede presentar un recubrimiento lubricante, por ejemplo, cera soluble en agua, tal como cera Gleitmo® soluble en agua, de FUCHS. El tornillo A de baja energía de la Tabla presenta un revestimiento de este tipo.

La FIG. 9 muestra un gráfico del par en el eje Y frente al tiempo en el eje X, para la inserción tanto de un tornillo A de baja energía con un tamaño métrico de 5 x 50, de acuerdo con la realización de la Tabla (línea 80), como de un tornillo B para madera convencional con un tamaño métrico de 5 x 50 de la Tabla (línea 90). El tornillo B para madera convencional se seleccionó para la comparación mostrada en el gráfico de la FIG. 9, debido a que se determinó que el tornillo B para madera convencional presenta la mejor eficiencia de atornillado en comparación con muchos otros tornillos de la técnica anterior, incluyendo los tornillos C y D para madera convencionales de la Tabla. El tornillo A de baja energía y el tornillo B para madera convencional se insertaron en madera de haya, y se registró el par producido por la herramienta de atornillado para cada intervalo de aproximadamente 0,001 segundos, durante el tiempo en el que se atornillaron los respectivos tornillos en la madera. Ambas curvas 80 y 90 comienzan cuando se detecta el par por primera vez a 0,56 Nm aproximadamente. Los puntos 82 y 92 son cuando las cabezas de los tornillos comienzan a fijarse en las piezas de trabajo, y el par comienza a aumentar rápidamente. Los puntos 84 y 94 son cuando las cabezas de los tornillos están plenamente fijadas en las piezas de trabajo, y el operador comienza entonces a detener la herramienta de atornillado.

En esencia, las respectivas áreas bajo las curvas 80 y 90 desde el eje Y a las líneas 86 y 96 representan la energía total requerida por la herramienta de atornillado, para atornillar los respectivos tornillos. Se calculó que la energía total utilizada para atornillar el tornillo A de baja energía era aproximadamente 6,04 Nms, mientras que la energía total para atornillar el tornillo B convencional era aproximadamente 11,41 Nms. El gráfico también muestra que el tornillo A de baja energía se insertó en la madera aproximadamente un 40 % más rápido que el tornillo B convencional. Los tornillos de baja energía se insertan rápidamente debido al agresivo avance de rosca y a la disminución de la fricción a velocidades más altas, debido a la combinación de características.

5 En un ensayo diferente, se atornillaron unos tornillos A de baja energía, con un tamaño métrico de 5 x 50 de acuerdo con la Tabla, en unos postes de valla de pino tanalizados (tratados a presión con conservante de madera Tanalith E) usando una herramienta de atornillado Festool® modelo T15+3, con una batería Festool Li-Ion 8PS de 15Li. Se atornillaron 878 de dichos tornillos de baja energía con una sola carga completa de la batería. La misma herramienta de atornillado solo fue capaz de atornillar 660 tornillos B para madera convencionales de la Tabla, con un tamaño métrico de 5x50, en los postes de pino tanalizados con una sola carga completa de la batería. Como demuestra este ensayo, se atornilló un 33 % más de tornillos A de baja energía que tornillos convencionales B, con la misma carga de batería. Adicionalmente, los tornillos A de baja energía se atornillaron más rápido y más fácilmente que los tornillos B convencionales, con un menor cansancio del operador.

10 La descripción y los dibujos anteriores solo son ilustrativos de realizaciones preferidas de la presente invención, y no están destinados a limitar la presente invención a los mismos. Todo objeto, o modificación del mismo, que esté dentro del alcance de las siguientes reivindicaciones ha de considerarse parte de las presentes invenciones.

REIVINDICACIONES

1. Un tornillo de baja energía para madera (10), que comprende:
  - 5 una cabeza avellanada (30) que tiene un rebaje para alojar una herramienta de atornillado; un vástago (20) que se extiende desde la cabeza (30) hasta la punta de barrena (28), teniendo el vástago un cuello cónico (73), unos hilos de rosca principales (54), unos hilos de rosca inferiores (44) y una punta cónica (40) con una longitud (43);
  - 10 una pluralidad de estrías de corona (74) que se extienden hacia fuera desde dicha cabeza y dicho cuello; **caracterizado por que** los hilos de rosca principales (54) tienen un diámetro mayor de rosca y tienen un avance que es aproximadamente entre el 59,3 por ciento y aproximadamente el 80 por ciento del diámetro mayor (OD) de rosca;
  - 15 los hilos de rosca principales (54) están dispuestos entre el cuello (73) y los hilos de rosca inferiores (44), y en donde los hilos de rosca principales (54) tienen una forma de rosca que incluye una punta exterior que tiene un perfil (154) sustancialmente lineal y una raíz redondeada que tiene un perfil cóncavo (254); y
  - los hilos de rosca inferiores (44) están dispuestos entre los hilos de rosca principales (54) y la punta (28), y en donde los hilos de rosca inferiores (44) tienen un perfil de forma de rosca asimétrico.
- 20 2. El tornillo (10) de la reivindicación 1, en el que los hilos de rosca inferiores tienen un ángulo de flanco delantero (457) mayor que su ángulo de flanco siguiente (454).
3. El tornillo (10) de la reivindicación 1, en el que al menos una de la pluralidad de estrías (74) incluye un borde exterior (70) que se extiende desde el diámetro de la cabeza hasta la extensión inferior del cuello e incluye dos superficies de flanco (71) que se extienden desde el borde hasta la cabeza y el cuello.
- 25 4. El tornillo (10) de la reivindicación 1, en el que el perfil cóncavo de la forma de raíz del hilo de rosca principal es un arco de un círculo.
5. El tornillo (10) de la reivindicación 1, en el que la altura (155) de la punta lineal del hilo de rosca principal es aproximadamente entre el 32 % y aproximadamente el 52 % de la altura del hilo de rosca principal.
- 30 6. El tornillo (10) de la reivindicación 1, en el que el hilo de rosca inferior (44) se extiende hacia la cabeza (30) más allá que el punto (40).
- 35 7. El tornillo (10) de la reivindicación 1, en el que el punto de intersección de la raíz redondeada con la superficie de vástago de diámetro menor está situado a una distancia de un eje central (150) del hilo de rosca principal que es de entre aproximadamente el 90 por ciento y aproximadamente el 110 por ciento de una altura del hilo de rosca principal.
- 40 8. El tornillo (10) de la reivindicación 1, en el que la punta del hilo de rosca principal tiene un ángulo de hilo de rosca de entre aproximadamente 20 y aproximadamente 40 grados.
9. El tornillo (10) de la reivindicación 1, en el que las crestas de las roscas de los hilos de rosca inferiores están dispuestas sobre una curva convexa (455) del perfil asimétrico.
- 45 10. El tornillo (10) de la reivindicación 1, en donde el tornillo incluye un recubrimiento lubricante.
11. El tornillo (10) de la reivindicación 10, en el que el recubrimiento es una cera soluble en agua.

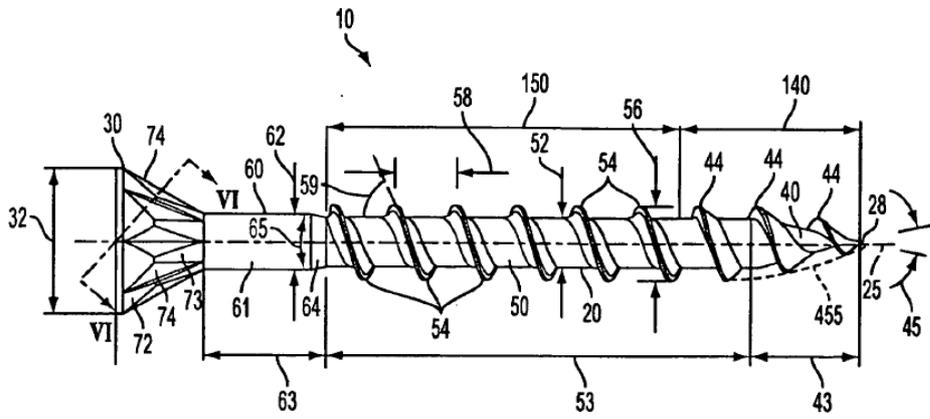


FIG. 1

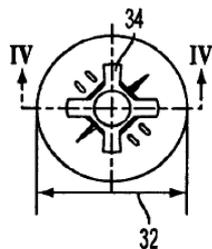


FIG. 2

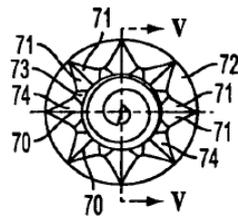


FIG. 3

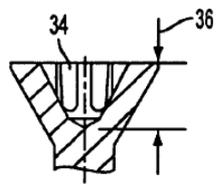


FIG. 4

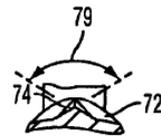


FIG. 6



