(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 763 171**

(51) Int. Cl.:

B23P 19/06	(2006.01)
B21K 25/00	(2006.01)
B21J 5/06	(2006.01)
B21J 15/02	(2006.01)
B21J 15/28	(2006.01)
F16B 25/00	(2006.01)
F16B 25/10	(2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.12.2017** **E 17206651 (6)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.10.2019** **EP 3348347**

(54) Título: **Procedimiento y dispositivo para colocar un tornillo**

(30) Prioridad:

17.01.2017 DE 102017100813

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
27.05.2020

(73) Titular/es:

WEBER SCHRAUBAUTOMATEN GMBH (100.0%)
Hans-Urmiller-Ring 56
82515 Wolfratshausen, DE

(72) Inventor/es:

STÜTZER, ROBERT y
SCHÖNIG, CHRISTIAN

(74) Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 763 171 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

Procedimiento y dispositivo para colocar un tornillo

La presente invención se refiere a un procedimiento para colocar un tornillo, especialmente un tornillo formador de agujero por fluencia.

Además, la invención se refiere a un dispositivo para colocar un tornillo, especialmente un tornillo formador de agujero por fluencia, según el preámbulo de la reivindicación 9.

Un procedimiento de este tipo y un dispositivo de este tipo se conocen del documento EP2954973A1.

Del estado de la técnica se conoce el modo de introducir tornillos formadores de agujeros por fluencia en un componente por medio de un dispositivo atornillador que somete el tornillo a un número de revoluciones predefinido y a una fuerza de avance axial predefinida. Si se detecta que el proceso de la introducción o colocación del tornillo tarda demasiado tiempo o que no es posible debido a un número de revoluciones demasiado reducido o una fuerza de avance axial demasiado reducida, al colocar el siguiente tornillo, en algunos dispositivos atornilladores se puede incrementar el número de revoluciones o la fuerza de avance axial para acortar el proceso. Para materiales que se usan frecuentemente para componentes pueden estar depositados en el dispositivo atornillador valores específicos del material para el número de revoluciones y para la fuerza de avance axial. De esta manera, se puede proporcionar un ajuste previo del dispositivo atornillador para determinados materiales.

Todos estos procedimientos tienen la desventaja de que el número de revoluciones aplicado o la fuerza de avance axial aplicada del dispositivo atornillador deben ser ajustados o adaptados por un usuario para colocar de la manera más eficiente posible el tornillo siguiente.

La invención tiene el objetivo de proporcionar un procedimiento y un dispositivo que hagan aún más eficiente la colocación de tornillos.

El objetivo se consigue mediante un procedimiento con las características de la reivindicación 1 y especialmente mediante el hecho de que se determina si el tornillo penetra el componente y en caso de que no penetre el componente durante una primera fase, durante una segunda fase siguiente a la primera fase se acciona automáticamente con un segundo número de revoluciones que es superior a un primer número de revoluciones y/o con una segunda fuerza de avance axial que es superior a la primera fuerza de avance axial. La segunda fase constituye por tanto en cierto modo una fase de “aceleración”.

La invención está basada en la idea general de detectar si el tornillo penetra el componente durante la primera fase y, si este no fuese el caso tras transcurrir la primera fase, aumentar el aporte de energía al componente para acelerar la colocación del tornillo. Así, para cada tornillo se determina y se aplica individualmente el aporte de energía necesario, por ejemplo, el número de revoluciones necesario y/o la fuerza de avance axial necesaria para colocar el tornillo de la forma más eficiente posible, es decir, con la mayor rapidez y el mayor ahorro de energía posibles. Las fluctuaciones de la consistencia de material del componente, como por ejemplo la estabilidad del material o el grosor del material, se compensan automáticamente, de tal forma que cada tornillo se introduce en el componente con el número de revoluciones y/o la fuerza de avance axial adecuados individualmente.

Formas de realización ventajosas se describen en las reivindicaciones subordinadas, la descripción y los dibujos.

Para realizar la colocación de tornillos de la forma más económica posible, resulta ventajoso que la primera fase dure como máximo un segundo. Preferentemente, la primera fase dura entre 0,3 segundos y 0,7 segundos, por ejemplo aproximadamente 0,5 segundos.

Según una forma de realización, el número de revoluciones se incrementa de forma continua, es decir, de forma constante, durante la segunda fase. Preferentemente, el número de revoluciones se incrementa de forma constante al menos por tramos durante la segunda fase. Especialmente, el número de revoluciones se incrementa de forma constante durante un tramo de la segunda fase en la que se eleva el número de revoluciones. Alternativamente, el número de revoluciones se incrementa paso a paso durante la segunda fase. Especialmente, los incrementos paso a paso del número de revoluciones pueden ser idénticos y/o realizarse después de intervalos de tiempo idénticos.

Alternativamente o adicionalmente, la fuerza de avance axial puede incrementarse de forma continua durante la segunda fase. Preferentemente, la fuerza de avance axial se incrementa de forma constante durante la segunda fase al menos por tramos. Especialmente, la fuerza de avance axial se incrementa de forma constante durante un tramo de la segunda fase en la que se incrementa la fuerza de avance axial. Alternativamente, la fuerza de avance axial se incrementa paso a paso durante la segunda fase. Especialmente, los incrementos paso a paso de la fuerza de avance axial pueden ser idénticos y/o realizarse después de intervalos de tiempo idénticos.

Según una forma de realización, el número de revoluciones se incrementa durante la segunda fase hasta un valor

máximo, si el tornillo aún no ha penetrado el componente. A continuación, el número de revoluciones puede mantenerse en el respectivo valor máximo hasta que el componente haya penetrado el componente. De esta manera, se puede garantizar que no se solicite excesivamente el accionamiento de un dispositivo atornillador con el que se realiza el procedimiento.

La longitud del tramo de la segunda fase, durante el que el número de revoluciones se incrementa hasta el valor máximo puede ser de hasta 3 segundos. Preferentemente, la longitud de dicho tramo se sitúa entre 0,5 segundos y 1,5 segundos.

Alternativamente o adicionalmente, la fuerza de avance axial puede incrementarse durante la segunda fase hasta un valor máximo, si el tornillo aún no ha penetrado el componente. A continuación, la fuerza de avance axial puede mantenerse en el respectivo valor máximo, hasta que el tornillo haya penetrado el componente.

La longitud del tramo de la segunda fase, durante el que la fuerza de avance axial se incrementa hasta el valor máximo puede ser igual a la longitud del tramo de la segunda fase, durante el que el número de revoluciones se incrementa hasta el valor máximo. La longitud del tramo de la segunda fase, durante el que la fuerza de avance axial se incrementa hasta el valor máximo puede ser de hasta 3 segundos. Preferentemente, también la longitud de este tramo se sitúa entre 0,5 y 1,5 segundos.

De manera ventajosa, el número de revoluciones no se sigue incrementando tras la penetración del tornillo a través del componente. Preferentemente, el número de revoluciones incluso se reduce tras la penetración del tornillo a través del componente. De esta manera, se garantiza que el tornillo pueda cortar o surcar una rosca en el componente sin destruir la rosca.

Alternativamente o adicionalmente, la fuerza de avance axial preferentemente no se sigue aumentando tras la penetración del tornillo a través del componente. También en este caso resulta ventajoso reducir la fuerza de avance axial tras la penetración del tornillo a través del componente.

Como medida para la energía que fue necesaria para la colocación del tornillo se puede detectar el número de revoluciones en el momento de la penetración del tornillo a través del componente. Alternativamente o adicionalmente, se pueden medir la fuerza de avance axial aplicada en el momento de la penetración del tornillo a través del componente y/o la duración de la segunda fase hasta la penetración del tornillo a través del componente.

Preferentemente, se determina una resistencia mecánica local del componente con la ayuda del número de revoluciones, de la fuerza de avance axial y/o de la duración de la segunda fase hasta la penetración del tornillo a través del componente. Además, son decisivos el grosor del componente en el respectivo punto y la estabilidad del componente en el respectivo punto.

Especialmente, se puede determinar la resistencia mecánica local del componente a base de un número de revoluciones teórico detectado y/o de una fuerza de avance teórica detectada en el momento de la penetración del tornillo. De esta manera, se puede ahorrar un equipamiento de medición caro para la medición real del número de revoluciones real y de la fuerza de avance real.

Después de que el tornillo ha penetrado el componente, por ejemplo dos chapas superpuestas, y ha formado una rosca en la chapa opuesta a la cabeza de tornillo, se debe apretar el tornillo para unir las chapas una a otra de manera segura. Un par de apriete óptimo, necesario para ello, con el que se puede apretar el tornillo puede determinarse en función de la resistencia mecánica del componente. Especialmente, el par de apriete óptimo puede calcularse directamente por medio del número de revoluciones, de la fuerza de avance axial y/o de la duración de la segunda fase hasta la penetración del tornillo a través del componente. Esto ofrece la ventaja de que el tornillo puede apretarse de tal forma que sujete de la forma más segura posible, es decir, que está provisto de una fuerza de pretensado suficiente, sin romperse debido a una sobrecarga del material del componente.

Dicho de manera general, el par de apriete óptimo por lo tanto preferentemente no se optimiza paso a paso mediante un proceso de aprendizaje de tornillo a tornillo, sino que se determina directamente durante la colocación del tornillo, respectivamente de manera individual para cada tornillo. Para ello, por ejemplo se mide un parámetro adecuado para la determinación de una resistencia mecánica, especialmente del espesor de pared del componente y/o de la estabilidad del componente, durante la entrada y la penetración. El par de apriete óptimo para el respectivo tornillo se determina entonces prácticamente en tiempo real en función de cuán alta era la resistencia mecánica del componente en el punto de colocación del tornillo. Por último, se aprieta el tornillo con el par de apriete óptimo determinado.

Según una forma de realización especial se calcula un par de apriete M_a elevado, con el que se puede apretar el tornillo, por medio de la siguiente fórmula:

$$M_a = M_{a\,0\%} + (M_{a\,100\%} - M_{a\,0\%}) \times t_{aceleración} / t_{duración},$$

en la que $M_{a\ 0\%}$ representa un par de apriete mínimo, necesario para una unión atornillada fiable, $M_{a\ 100\%}$ representa un par de apriete máximo que puede aplicarse en el tornillo, $t_{aceleración}$ representa la duración de la segunda fase hasta la penetración del tornillo y $t_{duración}$ representa la duración de la segunda fase hasta alcanzar un número de revoluciones y/o una fuerza de avance axial máximos posibles.

Por lo tanto, el par de apriete mínimo $M_{a\ 0\%}$ se usa si el tornillo ha penetrado el componente ya durante la primera fase. El par de apriete máximo $M_{a\ 100\%}$ se usa si el tornillo penetra el componente al alcanzar el número de revoluciones y/o la fuerza de avance axial máximos posibles. Si el tornillo entra en el componente sólo al cabo de una duración de tiempo $t_{duración}$, el par de apriete no se sigue incrementando, sino que también en este caso, el tornillo se aprieta con el par de apriete máximo $M_{a\ 100\%}$.

Otro objeto de la invención es un dispositivo con las características de la reivindicación 9. Este comprende un dispositivo para la detección de la penetración del tornillo y un control de accionamiento que incrementa el número de revoluciones del tornillo y/o la fuerza de avance axial sobre el tornillo durante una segunda fase, si no se alcanzan parámetros de conmutación definidos, por ejemplo, si el recorrido de avance, la velocidad de avance o la fuerza de avance no cambian de forma sustancial o característica durante una primera fase. De esta manera, el número de revoluciones del tornillo, aplicado por el dispositivo, y/o la fuerza de avance axial aplicada por el dispositivo pueden adaptarse automáticamente a un número de revoluciones o una fuerza de avance axial necesarios para la penetración del componente.

El equipo de detección puede detectar la penetración del tornillo por ejemplo a base del recorrido de avance, a base de un aumento súbito de la velocidad de avance y/o a base de una disminución súbita de la fuerza de avance axial.

Según una forma de realización está previsto además un equipo de registro que detecta el número de revoluciones con el que el tornillo penetra el componente. El número de revoluciones detectado puede ser un número de revoluciones teórico y/o un número de revoluciones real. De esta manera, se puede determinar la resistencia mecánica del componente, que permite por ejemplo sacar conclusiones sobre el grosor del componente en el punto de juntura.

Alternativamente o adicionalmente, el equipo de detección puede detectar la fuerza de avance axial y/o el momento en el que el tornillo penetra el componente. La fuerza de avance axial detectada puede ser una fuerza de avance teórica y/o una fuerza de avance real. A base de estos parámetros igualmente puede determinarse la resistencia mecánica del componente.

Para descartar errores de medición, el equipo de registro detecta preferentemente los tres parámetros, es decir, tanto el número de revoluciones, como la fuerza de avance axial como el momento con los que o en el que el tornillo penetra el componente.

Según una forma de realización especialmente económica, el equipo de registro está integrado en el equipo de detección. En este caso, el equipo de detección detecta no sólo la penetración del tornillo a través del componente, por ejemplo a base del recorrido de avance, a base de un aumento súbito de la velocidad de avance y/o a base de una disminución súbita de la fuerza de avance axial, sino adicionalmente también la resistencia mecánica del componente, por ejemplo, a base de la fuerza de avance axial máxima antes de la penetración del tornillo, a base del número de revoluciones máximo antes de la penetración del tornillo y/o a base del momento de la penetración del tornillo. Por lo tanto, en este caso, el equipo de detección cumple una doble función.

En concreto, para la determinación de la resistencia mecánica del componente durante la colocación de un tornillo puede estar previsto un procesador que calcula la resistencia mecánica del componente con la ayuda del número de revoluciones, de la fuerza de avance axial y/o del momento con los que o en el que el tornillo penetra el componente.

Además, este procesador o un procesador adicional pueden estar previstos para determinar un par de apriete elevado para el tornillo en función de la resistencia mecánica del componente. De esta manera, el tornillo puede apretarse conforme a la resistencia mecánica del componente.

A continuación, la invención se describe con la ayuda de una forma de realización exclusivamente a modo de ejemplo, haciendo referencia a los dibujos adjuntos. Muestran:

la figura 1	un diagrama de flujo de un procedimiento según la invención;
la figura 2	un tornillo que ha penetrado un componente;
la figura 3	una línea característica de curso para al número de revoluciones;
la figura 4	una línea característica de curso para la fuerza de avance; y
la figura 5	una representación esquemática de un dispositivo según la invención.

La figura 1 muestra un diagrama de flujo de un procedimiento según la invención, con el que se puede hacer funcionar un dispositivo atornillador 10 (figura 5). En un primer paso A, un tornillo 12 formador de agujero por

fluencia (figura 2) es accionado por una unidad de accionamiento 14 durante una primera fase t_A de tiempo limitado (figuras 3 y 4) que dura aprox. 0,5 segundos, con un primer número de revoluciones $n_{0\%}$ y con una primera fuerza de avance axial $F_{a\ 0\%}$, para hacer pasar el tornillo 12 por un componente 16, por ejemplo dos chapas superpuestas de forma plana, accesibles unilateralmente. Paralelamente al paso A, un equipo de detección 18 determina continuamente si el tornillo 12 ha penetrado el componente 16. En tornillos formadores de agujeros por fluencia, el tornillo 12 ha penetrado el componente 16 cuando – como se muestra en la figura 2 - una punta 20 del tornillo 12, que finaliza de forma cónica, vuelve a salir del componente 16 y el agujero 22 producido en el componente 16 por el tornillo 12 presenta un diámetro 23 mínimo que corresponde al diámetro de un vástago exento de rosca del tornillo 12.

Si el tornillo 12 aún no ha penetrado el componente 16 tras transcurrir la primera fase t_A, un control de accionamiento 24 inicia en un paso B siguiente al paso A una segunda fase t_B que comprende un tramo de aceleración $t_{aceleración}$. Durante la segunda fase t_B, el número de revoluciones n (figura 3) se incrementa de manera constante hasta un número de revoluciones máximo $n_{máx}$, a no ser que el tornillo 12 penetre el componente 16 antes. Al mismo tiempo, la fuerza de avance axial F_a (figura 4) igualmente se incrementa de manera contante hasta una fuerza de avance axial máxima $F_{a\ máx,,}$ a no ser que el tornillo 12 penetre el componente 16 antes. Durante el incremento del número de revoluciones n o de la fuerza de avance axial F_a se detecta además de forma continua si el tornillo 12 ha penetrado el componente 16. Si esto último es el caso, el número de revoluciones n y la fuerza de avance axial F_a se reducen a valores adecuados para formar una rosca.

Si el tornillo 12 no penetra el componente 16 hasta un momento en el que se han alcanzado un número de revoluciones máximo $n_{100\%}$ y una fuerza de avance axial máxima $F_{a\ 100\%}$, el tornillo 12 se sigue accionando con el número de revoluciones máximo $n_{100\%}$ y la fuerza de avance axial máxima $F_{a\ 100\%}$, hasta que o bien el tornillo 12 penetre el componente 16 o bien se alcance un tiempo máximo $t_{máx}$. Una vez alcanzado el tiempo máximo $t_{máx}$, el dispositivo atornillador 10 suspende la colocación del tornillo 12. Si el tornillo penetra el componente antes de alcanzarse el tiempo máximo $t_{máx}$, el número de revoluciones n y la fuerza de avance axial F_a se reducen a valores adecuados para formar una rosca.

Si el tornillo 12 entra en el componente 16 durante la segunda fase t_B, por medio de un equipo de registro 26 se determina en un paso C una duración $t_{aceleración}$ a partir del comienzo de la segunda fase t_B hasta la penetración del tornillo 12 a través del componente 16. La duración $t_{acerlación}$ depende de una resistencia mecánica del componente 16, es decir, entre otros factores, del grosor 27 del componente 16 y de su estabilidad, y por ello puede usarse como magnitud característica para la resistencia mecánica. Por medio de la duración $t_{aceleración}$, en un paso D se calcula un par de apriete M_a elevado para el tornillo 12, en concreto, según la fórmula

$$M_a = M_{a\ 0\%} + (M_{a\ 100\%} - M_{a\ 0\%}) \times t_{aceleración} / t_{duración},$$

en la que $M_{a\ 0\%}$ representa un par de apriete mínimo, necesario para una unión atornillada fiable, $M_{a\ 100\%}$ representa un par de apriete máximo que puede aplicarse en el tornillo, $t_{aceleración}$ representa la duración de la segunda fase hasta la penetración del tornillo 12 y $t_{duración}$ representa la duración de la segunda fase hasta alcanzar un número de revoluciones máximo posible $n_{100\%}$ y una fuerza de avance axial máxima posible $F_{a\ 100\%}$.

En un paso E, el tornillo 12 se aprieta con un par de apriete elevado M_a. Por lo tanto, cada tornillo es apretado en función del respectivo espesor de material o grosor de chapa del componente. De esta manera, se garantiza que cada tornillo 13 colocado con este procedimiento se aprieta de forma óptima, es decir, ni demasiado flojo, ni demasiado fuerte, teniendo en consideración de la resistencia mecánica del componente 16.

Las figuras 3 y 4 muestran el curso del número de revoluciones n y de la fuerza de avance axial F_a durante el procedimiento representado esquemáticamente en la figura 1. El número de revoluciones n se mantiene en la primera fase t_A durante aprox. 0,5 segundos de manera constante en un número de revoluciones mínimo $n_{0\%}$. Lo mismo es válido para la fuerza de avance axial F_a que se mantiene en una fuerza de avance mínima $F_{a\ 0\%}$. Si una vez transcurrida la primera fase t_A el tornillo 12 aún no ha penetrado el componente 16, el número de revoluciones n y la fuerza de avance axial F_a se incrementan constantemente a partir de un tiempo de inicio t_{inicio} para la segunda fase, durante un período de tiempo de como máximo 0,5 a 1,5 segundos, hasta que al cabo de un tiempo de aceleración $t_{aceleración}$ el tornillo 12 penetre el componente 16. Por lo tanto el tiempo de aceleración $t_{aceleración}$ corresponde a la duración de tiempo durante la segunda fase t_B hasta que el tornillo 12 ha penetrado el componente 16.

Como se ha descrito anteriormente, puede ocurrir que el tornillo 12 no haya penetrado el componente 16 tampoco hasta alcanzar un número de revoluciones máximo posible $n_{100\%}$ y una fuerza de avance axial máxima posible $F_{a\ 100\%}$. Una vez transcurrido un tiempo $t_{duración}$ en el que el número de revoluciones n y/o la fuerza de avance axial F_a se incrementan hasta sus valores máximos $n_{100\%}$, $F_{a\ 100\%}$, el tornillo 12 se acciona con un número de revoluciones $n_{100\%}$ constante y con una fuerza de avance axial $F_{a\ 100\%}$ constante hasta una duración máxima $t_{máx}$. Si tras transcurrir la duración máxima $t_{máx}$, el tornillo 12 aún no ha entrado en el componente 16, se desconecta el dispositivo atornillador 10 y el proceso de colocación se suspende sin haberse completado.

La figura 5 muestra esquemáticamente un dispositivo atornillador 10 para la realización del procedimiento representado esquemáticamente en la figura 1. El dispositivo atornillador 10 resulta adecuado especialmente para introducir en un componente 16 tornillos 12 formadores de agujeros por fluencia. El dispositivo atornillador 10 comprende el equipo de accionamiento 14 que está realizado para hacer rotar el tornillo 12 y al mismo tiempo ejercer una fuerza de avance axial sobre el tornillo 12. Además, el dispositivo atornillador 10 comprende el equipo de detección 18 que detecta un recorrido de avance y/o una velocidad de avance del tornillo 12 y/o una fuerza de avance aplicada en el tornillo 12, para comprobar cuándo el tornillo 12 ha penetrado el componente 16. Por ejemplo, por un aumento de la velocidad de avance o una disminución de la fuerza de avance que ha de ser aplicada sobre el tornillo 12 se puede detectar que el tornillo 12 ha penetrado el componente 16. El dispositivo atornillador 10 comprende además el control de accionamiento 24 que aumenta el número de revoluciones n del tornillo 12 y/o la fuerza de avance axial F_a sobre el tornillo 12 durante la segunda fase, si el recorrido de avance, la velocidad de avance o la fuerza de avance durante la duración de la primera fase no han cambiado de forma sustancial o característica y, por tanto, el tornillo 12 aún no ha entrado en el componente 16. El control de accionamiento 24 está conectado al equipo de detección 18 que transmite al control de accionamiento 24 que el tornillo 12 ha penetrado el componente 16.

Adicionalmente, el dispositivo atornillador 10 comprende el equipo de registro 26 que determina en qué momento el tornillo 12 ha penetrado el componente 16, o que determina el tiempo de aceleración $t_{aceleración}$. El dispositivo atornillador 10 comprende un procesador 28 al que es transmitido un valor característico para la resistencia mecánica del componente 16. La resistencia mecánica del componente 16 se traduce en el presente ejemplo por el tiempo que se necesita durante la segunda fase t_B hasta que el tornillo 12 ha penetrado el componente 16, es decir, el tiempo de aceleración $t_{aceleración}$. El procesador 28 calcula a partir del tiempo de aceleración $t_{aceleración}$ detectado un par de apriete M_a elevado para el tornillo 12, que aumenta a medida que aumenta el tiempo de aceleración $t_{aceleración}$.

Lista de signos de referencia

10	Dispositivo atornillador
12	Tornillo
14	Unidad de accionamiento
16	Componente
18	Equipo de detección
20	Punta
22	Agujero
23	Diámetro
24	Control de accionamiento
26	Equipo de registro
27	Grosor
28	Procesador
A	Paso 1
B	Paso 2
C	Paso 3
D	Paso 4
E	Paso 5
t_A	Primera fase
t_B	Segunda fase
n	Número de revoluciones
F_a	Fuerza de avance axial
$n_{0\%}$	Primer número de revoluciones
$Fa_{0\%}$	Primera fuerza de avance axial
$n_{100\%}$	Número de revoluciones máximo
$F_{a\ 100\%}$	Fuerza de avance axial máxima
t_{inicio}	Tiempo de inicio de la fase de aceleración
$t_{aceleración}$	Fase de aceleración
$t_{duración}$	Duración de tiempo hasta $n_{100\%}$ y/o $F_{a\ 100\%}$
$t_{máx}$	Tiempo máximo
M_a	Par de apriete
$M_{a\ 0\%}$	Par de apriete mínimo
$M_{a\ 100\%}$	Par de apriete máximo

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para colocar un tornillo (12) especialmente un tornillo (12) formador de agujero por fluencia, en el que se acciona el tornillo (12) durante una primera fase (t_A) de tiempo limitado con un primer número de revoluciones ($n_{0\%}$) y con una primera fuerza de avance axial ($F_{a\ 0\%}$) para hacer pasar el tornillo (12) por al menos un componente (16), y se determina si el tornillo (12) ha penetrado en el componente (16), y en el caso de que el tornillo (12) no ha penetrado en el componente (16) durante la primera fase (t_A), durante una segunda fase (t_B) siguiente a la primera fase (t_A) se acciona automáticamente el tornillo (12) con un segundo número de revoluciones (n) que es superior al primer número de revoluciones ($n_{0\%}$) y/o con una segunda fuerza de avance axial (F_a) que es superior a la primera fuerza de avance axial ($F_{a\ 0\%}$).

2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que** durante la segunda fase (t_B) se incrementan de forma continua o paso a paso el número de revoluciones (n) y/o la fuerza de avance axial (F_a) .

3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado por que** durante la segunda fase (t_B) se incrementan el número de revoluciones (n) y/o la fuerza de avance axial (F_a) hasta un respectivo valor máximo ($n_{100\%}$, $F_{a\ 100\%}$) si el tornillo (12) aún no ha penetrado en el componente (16).

4. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** no se siguen incrementando el número de revoluciones (n) y/o la fuerza de avance axial (F_a) después de la penetración del tornillo (12) a través del componente (16) y/o, especialmente, tras la penetración del tornillo (12) a través del componente (16) se reducen el número de revoluciones (n) y/o la fuerza de avance axial (F_a).

5. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** se miden el número de revoluciones (n), la fuerza de avance axial (F_a) y/o la duración de la segunda fase hasta la penetración del tornillo ($T_{aceleración}$) a través del componente (16).

6. Procedimiento según la reivindicación 5, **caracterizado por que** la resistencia mecánica del componente (16), especialmente el grosor del componente (16), y/o una estabilidad del componente (16) se determinan sobre la base del número de revoluciones (n), de la fuerza de avance axial (F_a) y/o de la duración de la segunda fase hasta la penetración del tornillo ($T_{aceleración}$) a través del componente (16).

7. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el par de apriete (M_a), con el que se puede apretar el tornillo (12), se determina en función de la resistencia mecánica del componente (16).

8. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** un par de apriete (M_a) elevado con el que se puede apretar el tornillo (12), se calcula por medio de la siguiente fórmula:

$$M_a = M_{a\ 0\%} + (M_{a\ 100\%} - M_{a\ 0\%}) \times t_{aceleración} / t_{duración},$$

en la que $M_{a\ 0\%}$ representa un par de apriete mínimo, $M_{a\ 100\%}$ representa un par de apriete máximo, $t_{aceleración}$ representa la duración de la segunda fase (t_B) hasta la penetración del tornillo (12) y $t_{duración}$ representa la duración de la segunda fase (t_B) hasta alcanzar un número de revoluciones máximo posible ($n_{100\%}$) y/o una fuerza de avance axial máxima posible ($F_{a\ 100\%}$).

9. Dispositivo atornillador (10) para colocar un tornillo (12), especialmente un tornillo (12) formador de agujero por fluencia, que comprende una unidad de accionamiento (14) que está realizada para hacer rotar el tornillo (12) y ejercer una fuerza de avance axial (F_a) sobre el tornillo (12), a fin de hacer pasar el tornillo (12) por al menos un componente (16), **caracterizado porque** el dispositivo atornillador comprende un equipo (18) para la detección de una penetración del tornillo (12) a través del componente (16), que detecta un recorrido de avance y/o una velocidad de avance del tornillo (12) y/o una fuerza de avance axial aplicada en el tornillo (12), y un control de accionamiento (24) que incrementa automáticamente el número de revoluciones (n) del tornillo (12) y/o la fuerza de avance axial (F_a) sobre el tornillo (12) durante una segunda fase (t_B), si el recorrido de avance, la velocidad de avance y/o la fuerza de avance axial aplicada no cambian de forma sustancial o característica durante una primera fase (t_A).

10. Dispositivo atornillador (10) según la reivindicación 9, **caracterizado por que** está previsto al menos un equipo de registro (26) que detecta el número de revoluciones (n), la fuerza de avance axial (F_a) y/o el momento con los que o en el que el tornillo (12) penetra en el componente (16).

11. Dispositivo atornillador (10) según la reivindicación 10, **caracterizado por que** está previsto un procesador (28) que determina la resistencia mecánica del componente (16), especialmente el grosor (27) del componente (16), y/o la estabilidad del componente (16) con ayuda del número de revoluciones (n), de la fuerza de avance axial (F_a) y/o del momento con los que o en el que el tornillo (12) penetra en el componente (16).

12. Dispositivo atornillador (10) según la reivindicación 11, **caracterizado por que** está previsto un procesador (28)

que determina un par de apriete (M_a) elevado para el tornillo (12) en función de la resistencia mecánica del componente (16).

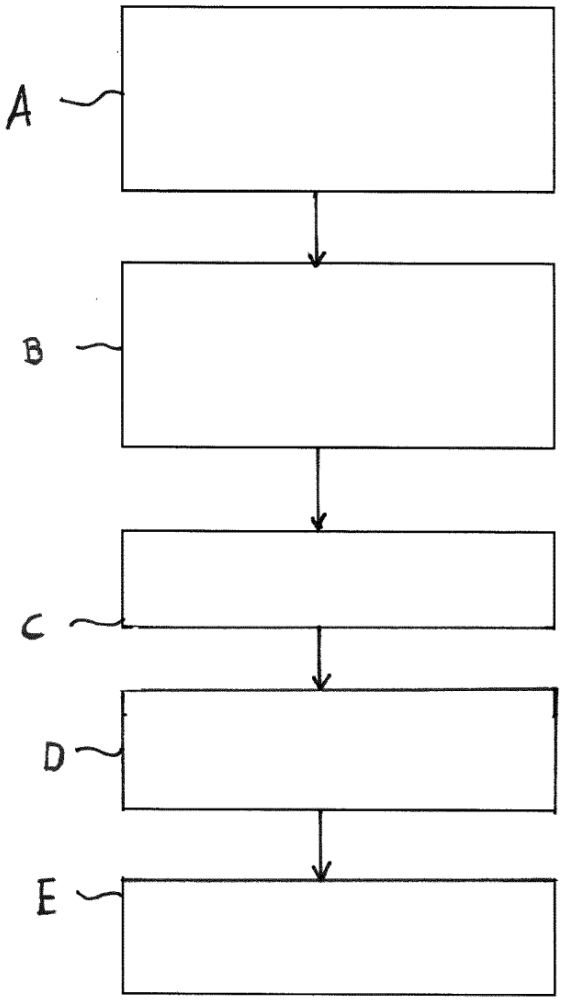

Fig. 1

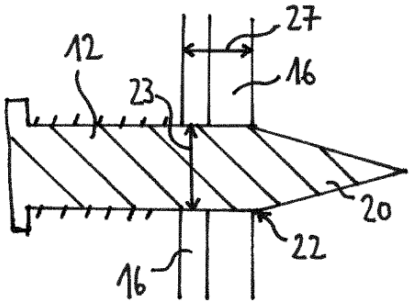

Fig. 2

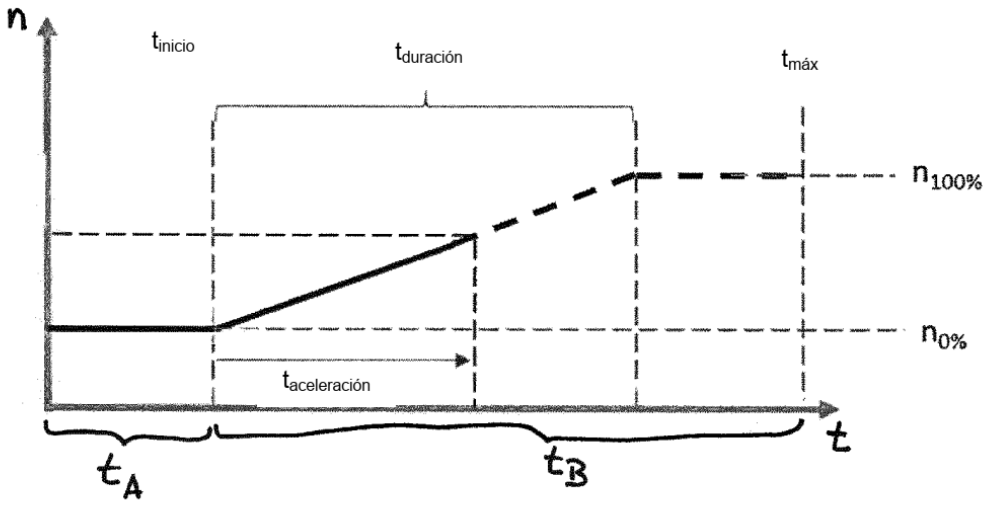
n
t_inicio
t_duración
t_máx
n_100%
n_0%
t_aceleración
t_A
t_B
t

Fig. 3

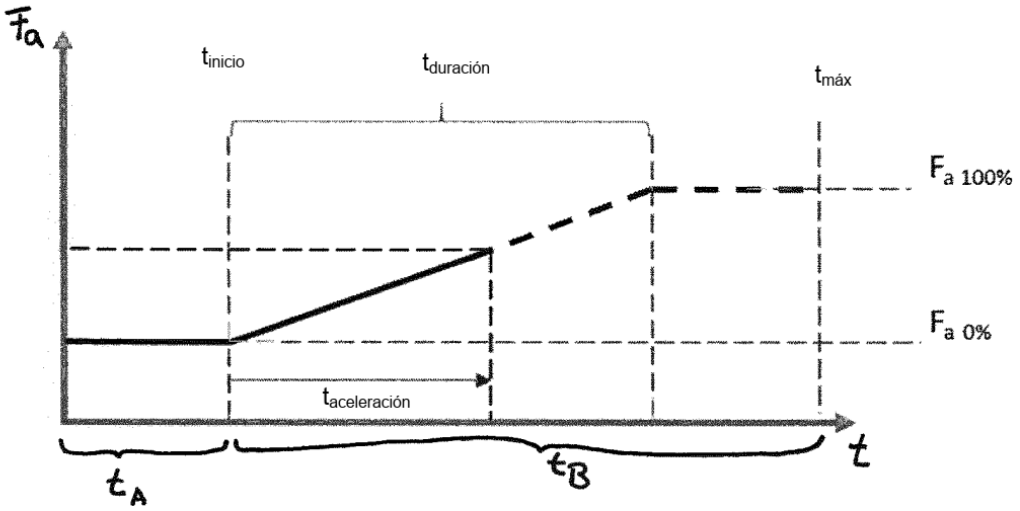
Fa
t_inicio
t_duración
t_máx
Fa 100%
Fa 0%
t_aceleración
t_A
t_B
t

Fig. 4

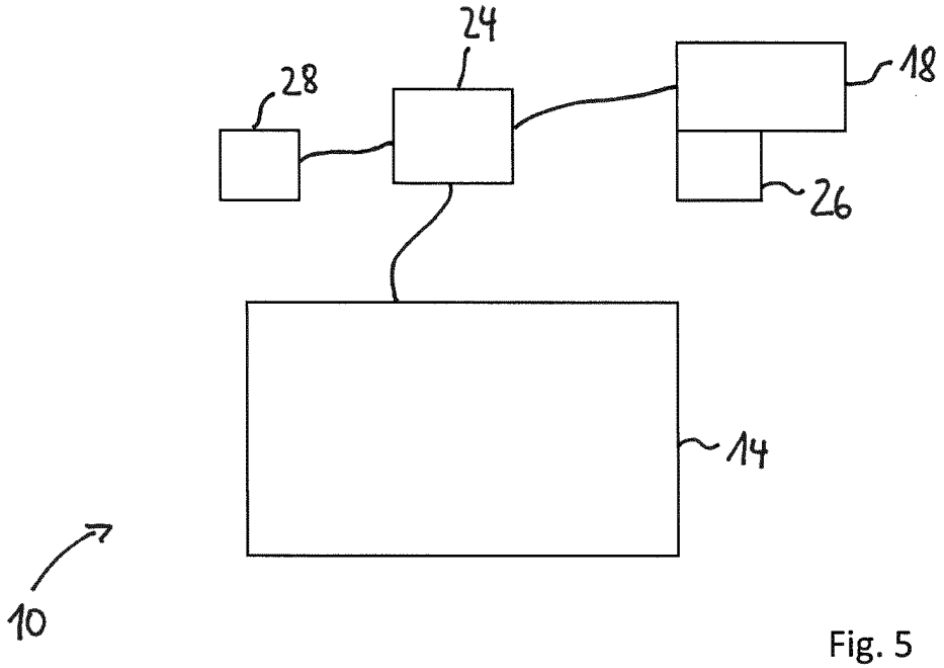

Fig. 5