(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 962 378**

(51) Int. Cl.:

B25B 21/00 (2006.01)

B25F 5/00 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.02.2018 E 18158384 (0)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.07.2023 EP 3375571**

(54) Título: **Sistema de sensores para un destornillador eléctrico para la clasificación de procesos de atornillado por medio de un sensor de campo magnético**

(30) Prioridad:

23.02.2017 DE 102017202976

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
18.03.2024

(73) Titular/es:

FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V. (100.0%)
Hansastr. 27c
80686 München, DE

(72) Inventor/es:

NICKEL, CHRISTIAN y
SEITZ, JOCHEN

(74) Agente/Representante:

PONTI & PARTNERS, S.L.P.

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

Sistema de sensores para un destornillador eléctrico para la clasificación de procesos de atornillado por medio de un sensor de campo magnético

[0001] Los ejemplos de realización de la presente invención se refieren a un sistema de sensores para un destornillador eléctrico, así como a un procedimiento correspondiente para la clasificación de procesos de atornillado. Ejemplos de realización preferidos se refieren a un sistema de sensores con un sensor de campo magnético para complementar un destornillador eléctrico, tal como, por ejemplo, un destornillador inalámbrico.

[0002] En el marco de una digitalización progresiva de los desarrollos y procesos en la producción para aumentar la calidad, transparencia y eficiencia, los fabricantes (por ejemplo, los fabricantes de automóviles) tienen la preocupación de detectar los datos del proceso de atornillado también de equipos de atornillado manuales simples y económicos. En el caso de las herramientas de atornillado con cable, es habitual en el uso profesional que se detecte el número de atornillados y se supervisen los pares de torsión durante el proceso de atornillado. En el caso de los equipos de atornillado inalámbricos, también hay productos disponibles en el segmento profesional y de alto precio, los llamados destornilladores EC. Sin embargo, para una pluralidad de atornillados también se pueden utilizar herramientas de atornillado con batería más sencillas, económicas y ligeras.

[0003] Pero, no es posible una supervisión de los procesos de atornillado, ya que por lo general no existe una técnica de medición integrada para la evaluación. Hay módulos superpuestos que pueden establecer una conexión de red inalámbrica (Wireless Automation System, WAS) o localizar una herramienta, por ejemplo, a través de una banda ultra ancha.

[0004] En el estado de la técnica ya hay algunos enfoques. Por ejemplo, los datos de atornillado se registran directamente dentro de una herramienta. En el documento DE19948424A1 se realiza, por ejemplo: "una medición directa de la fuerza de precarga, también llamada fuerza de sujeción, por ejemplo, a través de una célula de carga de presión debajo de la cabeza de tornillo o una medición de la longitud de tornillo por medio de galgas extensométricas, así como la medición de interferencia ultrasónica o con un pasador medible en un orificio longitudinal del tornillo, solo es defendible en casos especiales, pero no en la producción en serie o a granel, debido al gasto de capacidad de funcionamiento y la situación de costes. Para poder aplicar el procedimiento de atornillado controlado por fuerza de precarga de manera funcionalmente segura en la producción en serie, se ha procedido a dotar las cabezas de tornillo con sensores ultrasónicos, tal como, por ejemplo, mediante evaporación o "pulverización" de capas conductoras de ultrasonidos, que están hechas de una capa de óxido de zinc, capa protectora y de electrodos, según la patente estadounidense, n.º 5.220.839 de 22 / 06 / 1993. En este caso, para excitar el sensor ultrasónico se contacta con la capa de electrodos, la capa superior de la cabeza del tornillo con un pin de contacto y la cabeza del tornillo con una herramienta de atornillado, así como se suministra una señal de baja tensión de alta frecuencia."

[0005] Además, por ejemplo, en la patente DE19948424A1 o la DE19960040A1 o la DE102005002592A1 se describe una medición de fuerza en el destornillador debido a las deformaciones de la cabeza del tornillo. En el documento DE19948501A1 se da a conocer un sistema de medición ultrasónico que está integrado en un destornillador eléctrico/destornillador inalámbrico y que mide directamente la fuerza de precarga. Esto se puede comparar con los valores nominales para luego procesarse en un control/regulación.

[0006] Incluso para destornilladores inalámbricos comparativamente baratos, el par de torsión se suele medirse internamente y el proceso de atornillado se detiene cuando se alcanza el par de torsión máximo ajustado. Si se ha alcanzado este par de torsión, por ejemplo, se señaliza a través de un LED (indicador verde o rojo). En algunos destornilladores inalámbricos es posible una transferencia o almacenamiento de la detección, tal como, por ejemplo, Bosch - Bluetooth EXACT (https://www.bosch-professional.com/de/de/bluetooth-exact-2478886-ocs-c/). Una asignación de un atornillado a un proceso de atornillado determinado, es decir, asegurado de un atornillado en el lugar correcto, se puede realizar mediante localización por radio, véase también el documento US2008018912A.

[0007] El documento DE 10 2006 053091 A1 da a conocer un sistema de sensores con un sensor de campo magnético, que está configurado para detectar un campo magnético de un motor eléctrico, que proviene del movimiento del motor eléctrico, para emitir una señal que indica la intensidad del campo magnético; y con una unidad de evaluación, que está configurada para derivar, por ejemplo, la velocidad de giro o la dirección de giro del motor eléctrico mediante el transcurso de la señal con respecto a la intensidad del campo magnético a lo largo del tiempo.

[0008] Desde el punto de vista actual, con todos los enfoques del estado de la técnica, no es posible ampliar los destornilladores inalámbricos económicos, de modo que sea posible una detección fiable y segura, incluida una detección de la dirección de giro. Por lo tanto, existe la necesidad según un enfoque mejorado.

[0009] El objetivo de la presente invención es crear un concepto que cree una solución complementaria económica para destornilladores eléctricos existentes, por medio de la cual sea posible una buena clasificación fiable de procesos de atornillado.

[0010] El objetivo se logra mediante las reivindicaciones independientes.

[0011] Los ejemplos de realización de la presente invención crean un sistema de sensores para un destornillador eléctrico. Esto comprende un sensor de campo magnético y una unidad de evaluación. El sensor de campo magnético, tal como, por ejemplo, un sensor de campo magnético de uno o tres ejes, está configurado para detectar un campo magnético que resulta de la actividad de un motor eléctrico del destornillador eléctrico. El sensor emite una señal correspondiente que indica la actual intensidad del campo magnético. La unidad de evaluación está configurada para clasificar los procesos de atornillado mediante el desarrollo temporal de la señal con respecto a la intensidad del campo magnético.

[0012] Ejemplos de realización de la presente invención se basan en el conocimiento de que en un destornillador eléctrico, tal como, por ejemplo, un destornillador inalámbrico, el campo magnético - condicionado por el funcionamiento / la inducción electromagnética del motor eléctrico - presenta características o varía de forma característica, de modo que a partir de una evaluación de la intensidad del campo magnético se posibilita una clasificación de los procesos de atornillado. Por clasificación se entiende generalmente la distinción de los procesos de enroscado y desenroscado. Aquí también se puede diferenciar, por ejemplo, si se trata de un proceso de atornillado (libre de par) o de un proceso de apriete. Es especialmente ventajoso que el campo magnético se mida por medio de un sensor de campo magnético, por ejemplo, en el lado exterior de la carcasa del destornillador eléctrico, de modo que, por lo tanto, un kit de sensores está configurado como un módulo superpuesto para un destornillador inalámbrico comercial conforme a ejemplos de realización. Por lo tanto, este kit de sensores o, en general, el sistema de sensores comprende al menos el sensor de campo magnético, así como la unidad de evaluación correspondiente para la clasificación.

[0013] La ventaja consiste en que los procesos de atornillado se hacen transparentes y existe claridad sobre si un caso de atornillado o una secuencia de procesos de atornillado estaba bien o no. Esto se puede comunicar directamente al usuario y/o notificar a un sistema de producción. De este modo se puede aumentar la seguridad del proceso, reducir la tasa de errores y, con ello, aumentar la calidad de un producto final.

[0014] Conforme a los ejemplos de realización, un proceso de atornillado se puede clasificar como un proceso de apriete o un proceso de doble atornillado si está presente un máximo o un primer valor extremo antes de un mínimo o un segundo valor extremo opuesto al primero. En particular, durante el proceso de doble atornillado, después del mínimo, no sigue ningún otro máximo o mínimo en el desarrollo. Conforme a otro ejemplo de realización, se puede clasificar un proceso de enroscado si el desarrollo presenta un máximo / primer valor extremo antes de un mínimo / segundo valor extremo, antes de otro máximo /segundo valor extremo y antes de otro mínimo / primer valor extremo (etc.). Por el contrario, conforme a un ejemplo de realización, se puede clasificar un proceso de desenroscado si el desarrollo presenta un mínimo / segundo valor extremo antes de un máximo / primer valor extremo (y dado el caso también otro mínimo antes de otro máximo). En suma, esto significa que si el desarrollo presenta solo unos pocos máximos y mínimos (valores extremos), entonces no se trata de una rotación continua, sino de un proceso de apriete o aflojamiento, mientras que un enroscado y desenroscado se puede detectar mediante una pluralidad de máximos y mínimos. La distinción se puede obtener conforme a otros ejemplos de realización también mediante la duración del desarrollo en los procesos de enroscado y desenroscado. Como se puede reconocer, una diferenciación entre el proceso de enroscado y desenroscado se determina, por ejemplo, mediante la secuencia de máximo y mínimo. Por lo tanto, incluso una evaluación simple de la intensidad del campo magnético o la variación de la intensidad del campo magnético permite ventajosamente una clasificación de los procesos de atornillado en el sentido de enroscado y desenroscado, así como de apriete y aflojamiento.

[0015] Conforme a otros ejemplos de realización, mediante el desarrollo también se puede reconocer información adicional, tal como, por ejemplo, la velocidad de giro, el cambio de la velocidad (por ejemplo, mediante la frecuencia de la sucesión de máximo y mínimo) y/o el par de torsión predominante (por ejemplo, mediante la amplitud). Conforme a otros ejemplos de realización, también se puede detectar una conclusión sobre el desgaste del destornillador eléctrico, por ejemplo, en la detección de parones.

[0016] Conforme a otro ejemplo de realización, también sería concebible que no solo se clasificara el proceso de atornillado individual, sino que también se clasificara una pluralidad de procesos de atornillado y se contasen en este caso, por ejemplo. En este caso, conforme a otros ejemplos de realización, el recuento también se puede realizar de tal manera que se suman los procesos de enroscado y se restan los procesos de desenroscado para detectar ventajosamente el número total real de tornillos enroscados y no solo para detectar cuántos procesos de atornillado se han realizado en total.

[0017] En este punto cabe señalar que, conforme a un ejemplo de realización, el sensor de campo magnético está realizado, por ejemplo, en tres ejes. Además, cabe señalar que la señal del sensor de campo magnético, que indica la intensidad del campo magnético, puede estar filtrada en la unidad de evaluación antes de la evaluación. En este sentido, el sensor de campo magnético comprende un filtro conforme a un ejemplo de realización.

[0018] Conforme a los ejemplos de realización, hay diferentes variantes de cómo puede estar realizado el sistema de sensores. Por ejemplo, el sistema de sensores puede estar integrado en una pulsera, que está dispuesta cerca del destornillador eléctrico. Conforme a otro ejemplo de realización, el sistema de sensores también puede estar acoplado mecánicamente directamente al destornillador eléctrico, por ejemplo, pegando el sensor de campo magnético sobre la carcasa o aplicándolo en general. Cabe señalar en este punto que cada destornillador eléctrico o destornillador inalámbrico presenta características ligeramente diferentes. Para vender el sistema de sensores como un kit de sensores/módulo superpuesto general para cualquier destornillador inalámbrico o destornillador eléctrico, el sistema de sensores también puede presentar una unidad de calibración conforme a otro ejemplo de realización, que está configurada para determinar los parámetros de calibración correspondientes para el destornillador inalámbrico respectivo y ponerlos a disposición de la unidad de evaluación, de modo que esta lleve a cabo la evaluación teniendo en cuenta los parámetros de calibración.

[0019] Para poder seguir procesando ahora los datos a través de las clasificaciones, el sistema de sensores también puede presentar una interfaz inalámbrica o, en general, una interfaz para emitir los resultados de evaluación. A través de esta interfaz inalámbrica o interfaz, conforme a otra variante, también pueden estar conectadas partes del sistema de sensores, a saber, el sensor de campo magnético, con la electrónica de evaluación externa.

[0020] Conforme a ejemplos de realización opcionales, el sistema de sensores comprende un sensor de aceleración o, en general, un sensor de posición, que permite determinar, además de la clasificación individual, también la posición predominante del destornillador eléctrico y almacenarlo en el proceso de atornillado clasificado para poder determinar en un momento posterior si el tornillo se ha enroscado, por ejemplo, verticalmente (hacia abajo o hacia arriba) u horizontalmente.

[0021] Ejemplos de realización adicionales se refieren a un procedimiento para la clasificación de procesos de atornillado por medio de un destornillador eléctrico. El procedimiento comprende las etapas "Determinación del campo magnético predominante en o cerca del motor eléctrico del destornillador eléctrico" y "Clasificación de los procesos de atornillado mediante el desarrollo de la intensidad del campo magnético a lo largo del tiempo". Este procedimiento también se puede ejecutar asistido por ordenador, de modo que las etapas individuales se pueden realizar como un programa de ordenador.

[0022] Los perfeccionamientos están definidos en las reivindicaciones secundarias. Ejemplos de realización de la presente invención se explicarán a continuación con referencia a las figuras adjuntas. Muestran:

Fig. 1 una representación esquemática de un destornillador eléctrico en combinación con un sistema de sensores según un ejemplo de realización;
Fig. 2a un diagrama esquemático mediante el cual se clasifica un proceso de penetración para ilustrar un ejemplo de realización;
Fig. 2b un diagrama esquemático por medio del cual se clasifica un doble atornillado para ilustrar otro ejemplo de realización;
Fig. 2c un diagrama esquemático por medio del cual se clasifica un proceso de desenroscado para ilustrar un ejemplo de realización adicional; y
Fig. 3a-3c diagramas esquemáticos de los datos brutos del sensor de campo magnético, mediante los cuales se pueden clasificar los procesos de enroscado, doble atornillado y desenroscado.

[0023] Antes de explicar en detalle los ejemplos de realización a continuación con ayuda de las figuras, cabe señalar que los elementos y estructuras que actúan de la misma manera están provistos de las mismas referencias, de modo que la descripción de los mismos es aplicable o intercambiable entre sí.

[0024] La fig. 1 muestra un destornillador inalámbrico 10 con una cabeza de atornillado 12, así como un motor eléctrico 16 integrado en la carcasa 14 del destornillador inalámbrico.

[0025] Como está representado en la fig. 1, en el destornillador inalámbrico 10 (destornillador eléctrico en general) está instalado un sistema de sensores 20. Este sistema de sensores 20 comprende, como está representado en el aumento, un sensor de campo magnético 22 (como, por ejemplo, el sensor de campo magnético de un solo eje o de varios ejes), así como un sistema electrónico de evaluación 24. El sensor 20 está dispuesto en la carcasa 14 del destornillador eléctrico 10, de modo que el sensor de campo magnético 22 puede detectar el campo magnético (inducido) que parte del motor eléctrico 16 o, en particular, la modificación del campo magnético. Como regla general, durante el funcionamiento del motor eléctrico 16, un campo magnético parte del mismo en una dirección (x, y o z), de modo que un sensor de campo magnético de un solo eje es suficiente, en particular si este está posicionado de manera correspondiente con respecto al motor eléctrico 16. Expresado a la inversa, esto significa, por lo tanto, que el sistema de sensores 20 y en particular el sensor de campo magnético 22 también está orientado correspondientemente con respecto al motor eléctrico 16, es decir, por lo tanto, en paralelo al mismo u ortogonalmente al mismo.

[0026] El sensor de campo magnético 22, tal como, por ejemplo, un sensor de efecto Hall, está configurado para emitir una señal correspondiente que indica la intensidad del campo magnético al detectar una intensidad del

campo magnético. Esta señal o el desarrollo de la misma a lo largo del tiempo se recibe por la unidad de evaluación 24 y se clasificada en consecuencia. La clasificación se puede realizar, por ejemplo, partiendo del orden de los mínimos y máximos sucesivos o máximos y mínimos del desarrollo de la intensidad del campo magnético o mediante la duración del cambio en el desarrollo de la intensidad del campo magnético o la duración del mismo en el desarrollo (véanse las mesetas en los puntos extremos de D1, D2 y D3 en comparación con E1, E2 y E3). En estas mesetas, por ejemplo, el sensor pasa un cierto tiempo en el límite. En la fig. 2, esta característica ya no es visible debido al filtrado. Además, también sería posible una evaluación de la frecuencia en el desarrollo de la intensidad del campo magnético o de la amplitud del mismo. La frecuencia eventualmente en combinación con la amplitud da, por ejemplo, una indicación de la velocidad del motor 16, mientras que los valores de amplitud dan una indicación del par de torsión.

[0027] Conforme a los ejemplos de realización, la clasificación de la dirección de atornillado es especialmente relevante.

[0028] Además, también es relevante diferenciar si se trata de un proceso de enroscado o de apriete o de desenroscado o de aflojamiento. Estas características son identificables, como ya se ha indicado, mediante el orden de máximos y mínimos, así como mediante la frecuencia de repetición de máximos y mínimos, así como la duración del desarrollo. La clasificación se explica a continuación con referencia a las fig. 2a a 2c para los casos de "penetración", "doble atornillado" y "aflojamiento/desenroscado".

[0029] La fig. 2a muestra un diagrama de una señal filtrada del sensor de campo magnético (véase la referencia 20 en la fig. 1), donde sobre el eje x está representado el tiempo en segundos y sobre el eje y está representada la intensidad del campo magnético en una unidad arbitraria. Cabe señalar que el eje x del sensor de campo magnético se evaluó en el diagrama, ya que el sensor de campo magnético utilizado es un sensor de campo magnético de varios ejes.

[0030] En el diagrama de la fig. 2a están representados tres procesos de atornillado, a saber, procesos de atornillado o enroscado E1 a E3. Es característico de cada proceso de atornillado que un máximo max1_E1, max1_E2 y max1_E3 precede a un mínimo min1_E1, min1_E2 y min1_E3. Cada proceso de atornillado E1, E2 y E3 también presenta todavía máximos adicionales max2_E1, max2_E2 y max2_E3, así como mínimos adicionales min2_E1, min2_E2 y min2_E3. Es decir, que durante un proceso de atornillado se observa una alta dinámica en la señal del sensor de campo magnético.

[0031] Esta presencia de varios máximos y varios mínimos es típica de los procesos de enroscado y apriete de los tornillos. Es especialmente característico para el enroscado que cada proceso de atornillado E1 a E3 comienza con un máximo max1_E1, max2_E2 y max3_E3. En este punto, cabe señalar que sin procesos de giro, el valor de la intensidad del campo magnético se establece en cero, pero esto representa un valor depurado para el desplazamiento (campo magnético predominante en modo de reposo).

[0032] El desplazamiento proviene, por ejemplo, de otros campos magnéticos, tal como, por ejemplo, el campo magnético terrestre o los campos de interferencia en el entorno. Por lo tanto, el sensor de campo magnético mide todos los campos magnéticos presentes y también puede diferenciar el campo magnético del generador de par de torsión de los otros campos magnéticos cambiando con el tiempo para extraer entonces el campo magnético del generador de par de torsión (accionamiento, motor eléctrico). En este caso, se puede realizar una calibración para poner a cero el campo magnético relevante y eliminar el desplazamiento. El procesamiento de las señales del sensor de campo magnético se puede realizar mediante filtrado para extraer las características relevantes.

[0033] La fig. 2b muestra otro diagrama con tres procesos de doble atornillado D1, D2 y D3. Aquí, cada proceso D1 a D3 presenta igualmente un primer máximo max1_D1 a max1_D3, así como, después del máximo, también los siguientes mínimos min1_D1 a min1_D3. El proceso de doble atornillado D1 a D3 está caracterizado frente al proceso de enroscado E1 a E3 porque no están presentes otros máximos. El trasfondo de esto es que en un doble atornillado se produce un apriete, pero no una rotación considerable del tornillo.

[0034] Partiendo de los ejemplos de realización de las fig. 2a y 2b se puede reconocer claramente que un proceso de enroscado o bien un proceso de atornillado está caracterizado por un mínimo min1_x, que sigue a un máximo inicial max1_x.

[0035] La fig. 2c muestra los procesos de desenroscado o aflojamiento L1 a L3. Estos presentan igualmente mínimos y máximos, donde cada desarrollo de curva comienza siempre inicialmente con un mínimo de min1_L1 a min1_L3. El segundo punto de inflexión por curva L1 a L3 es entonces un máximo max1_L1 a max1_L3. Durante los procesos de desenroscado, otros mínimos y máximos siguen a los máximos max1_L1 o max1_L3 (véanse max2_L1 a max2_L3 o min2/3_L1 a min2/3_L3. Estos mínimos y máximos que cambian varias veces, donde la secuencia es siempre mínimo máximo, son característicos de un proceso de aflojamiento o desenroscado.

[0036] Como ya se ha explicado anteriormente, los desarrollos característicos E1 a E3, D1 a D3 y L1 a L3 de las fig. 2a a 2c representan respectivamente los datos del sensor de campo magnético filtrados (aquí desde el eje x

del sensor de campo magnético). Estos datos del sensor proceden de los datos en bruto, que se explican con referencia a las fig. 3a a 3c. La fig. 3a ilustra los tres procesos de enroscado E1 a E3, fig. 3b, tres procesos de doble atornillado D1 a D3, mientras que la fig. 3c ilustra los tres procesos de desenroscado L1 a L3. Los diagramas de las fig. 3a a 3c comprenden respectivamente tres valores, a saber, una señal SX para el eje x, una señal SZ para el eje z, así como una señal SY para el eje y. Para determinar los diagramas se utilizó como sensor, por ejemplo, un XsensM-TE-30.

[0037] Como se puede reconocer, el eje Y no proporciona ninguna información sobre los procesos de atornillado E1 a L3, ya que el valor en el eje Y permanece constante durante el tiempo total de 5 a 55 segundos (a través de los tres diagramas de la fig. 3a a 3c).

[0038] El diagrama para la señal de eje z SZ muestra ciertamente variaciones que también se pueden asignar a los eventos individuales E1 a L3, donde para la evaluación se debe preferir la señal SX. En la señal SX, los eventos individuales E1 a L3 son identificables de forma inequívoca. En esta señal en la versión bruta (versión no filtrada) se pueden obtener algunos conocimientos más sobre la clasificación.

[0039] Con respecto a la secuencia de mínimo y máximo se puede constatar que si el eje del sensor o el sensor de campo magnético se gira 180°, la señal de enroscado y desenroscado puede parecer invertida, es decir, primero Máx, luego Mín y luego Mín y nuevamente Máx. Además, el campo magnético del motor también puede generar otras orientaciones de campo magnético dependiendo de la disposición y la estructura de un destornillador. En general, está presente un enroscado y desenroscado cuando se observa un comportamiento opuesto, por ejemplo, con respecto a los puntos extremos. Es decir, que el desarrollo de la señal durante el desenroscado está invertido especularmente con respecto al enroscado. Con vistas a la fig. 3a se puede constatar que el último mínimo o en general el último valor en el desarrollo respectivo para los procesos de atornillado E1 a E3 tiene una oscilación relativamente fuerte (en comparación con los otros mínimos y máximos), lo que se debe a que aquí se aplica un par de torsión alto.

[0040] Se puede extraer otra conclusión comparando los diagramas para los procesos de enroscado E1 a E3 con los procesos de doble atornillado D1 a D3 de los diagramas 3a y 3b, a saber, que el tiempo para los procesos de doble atornillado D1 a D3 se reduce significativamente en comparación con los procesos de enroscados completos E1 a E3. El tiempo de los procesos de enroscado E1 a E3 es aproximadamente tan largo como el tiempo de los procesos de desenroscado L1 a L3, lo que ofrece, por ejemplo, una indicación de que aquí se produce un número similar de filetes de rosca tanto al enroscar como también al desenroscar. Con respecto al diagrama 3c, también se puede constatar que el mínimo inicial (característico de los procesos de desenroscado) es muy pronunciado (el más fuerte en comparación con las otras amplitudes), lo que se debe al hecho de que durante el desenroscado al principio se debe aplicar un par de torsión muy fuerte para aflojar el tornillo.

[0041] En este punto, cabe señalar que la consideración de los valores relativos siempre se refiere a un valor cero, que, por ejemplo, está definido a través de la meseta entre los procesos individuales E1/E2, E2/E3, ... L2/L3 o la meseta inicial (véase la referencia A0). Las mesetas iniciales, por ejemplo, no simbolizan ningún giro. El fondo es que el campo magnético apenas cambia con ningún giro, véase la meseta entre los procesos de atornillado en E1, E2, E3. Un cambio de la velocidad, por ejemplo, repercute esencialmente en la amplitud. En el momento del cambio, se pueden esperar oscilaciones (por ejemplo, por sacudidas mecánicas).

[0042] Mediante los tres ejemplos de enroscado, doble atornillado y desenroscado, se puede reconocer que el efecto de los ejemplos de realización descritos aquí es ante todo que se puede determinar la dirección de atornillado/giro y la duración del atornillado, de modo que se puede determinar si un tornillo se ha atornillado o aflojado o si está presente un doble atornillado. Esto es significativo a la hora de evaluar si un caso de atornillado o una secuencia de procesos de atornillado estaba en orden o no. La velocidad de giro, el par de torsión y la ubicación son otras magnitudes que pueden ayudar en una evaluación.

[0043] Como ya se ha explicado, partiendo de ciertas características (amplitud relativa o valor absoluto, los máximos en las amplitudes pueden sacar conclusiones sobre la velocidad de giro y el par de torsión. De este modo, también se puede constatar en consecuencia si el proceso de giro es un proceso de ralentí o un proceso de atornillado realizado con carga (atornillado en el material).

[0044] Conforme a otros ejemplos de realización, el sistema de sensores explicado con referencia a la fig. 1 también se puede ampliar con otros sensores individuales, tal como, por ejemplo, un sensor de aceleración, que está configurado para determinar la aceleración gravitatoria y, con ello, la posición del destornillador inalámbrico. De este modo es posible sacar conclusiones sobre el lugar del tornillo (hacia abajo o hacia arriba o hacia el lado). Mediante la evaluación de la posición al atornillar, la dirección de la intensidad del campo magnético se puede determinar con mucha más precisión de qué tornillo se trata precisamente, que se clasificó en el proceso de atornillado actual.

[0045] Además, cabe señalar que una combinación de los sensores de aceleración y velocidad de giro como una extensión de los ejemplos de realización puede conducir a una mayor precisión y robustez. El trasfondo de esto es que partiendo de los valores de aceleración (por ejemplo, la determinación con los sensores de aceleración /

sensores inerciales) también se puede realizar una clasificación, como se explica a continuación.

[0046] Se pudo mostrar sobre la base de datos de medición, por ejemplo, señales de aceleración y velocidades de giro que se registraron en condiciones reales, que la clasificación y el recuento de los procesos de atornillado correctos por medios de datos de sensores inerciales de bajo costo se pueden llevar a cabo con alta fiabilidad. Mediante la determinación de la posición del destornillador inalámbrico mediante sensores de aceleración, se puede aumentar la robustez para clasificar un caso de atornillado, en tanto que se pueden excluir los procesos de atornillado detectados (posiblemente defectuosos) en diferente posición del destornillador inalámbrico. Un proceso de atornillado correcto consta de dos fases, la fase de enroscado y la fase de apriete. La fase de apriete fue detectada esencialmente por el movimiento de giro brusco del destornillador inalámbrico alrededor del eje de atornillado al alcanzar el par de torsión máximo. Se ha podido constatar que el reconocimiento de la fase de apriete funciona igualmente bien con los sensores de bajo coste y de grado industrial. La fase de enroscado se registró esencialmente mediante la estimación de la duración del atornillado. Se pudo constatar que la estimación de la duración del atornillado y, por lo tanto, la determinación de la fase de enroscado con los sensores de grado industrial es mucho más fiable que con los sensores de bajo coste.

[0047] Un doble atornillado (es decir, un tornillo ya apretado se vuelve a apretar) está presente por lo general cuando la duración del atornillado es muy corta. Un doble atornillado no es reconocible si se desconoce la duración del atornillado. La estimación de la duración del atornillado no es muy fiable con las características examinadas hasta ahora mediante sensores de bajo coste. Mediante un movimiento de giro artificial brusco del destornillador inalámbrico alrededor del eje de rotación (definido opcionalmente) del tornillo se puede desencadenar (sin la información de la duración del atornillado) una clasificación errónea de un proceso de atornillado correcto. El conocimiento de si el tornillo se desenrosca o enrosca es útil para detectar con éxito un proceso de atornillado correcto y proporciona información importante para determinar el número de atornillados correctos. El aflojamiento de un tornillo ya apretado a menudo comienza con un movimiento de giro brusco alrededor del eje de rotación del tornillo, que puede conducir (sin información sobre la fase de enroscado) a una clasificación de un proceso de atornillado correcto. Partiendo de este conocimiento, el kit de sensores de campo magnético para la clasificación de los procesos de atornillado se podría ampliar conforme a los ejemplos de realización.

[0048] Conforme a otros ejemplos de realización, se puede complementar un sistema de localización adicional en el sistema, de modo que la ubicación de la herramienta (el elemento sensor que está fijado en la herramienta eléctrica) también se puede incluir en la consideración de si un atornillado está en orden o no.

[0049] Conforme a otros ejemplos de realización, el sistema de sensores también puede presentar una interfaz de comunicación, tal como, por ejemplo, una interfaz inalámbrica o una interfaz USB, a través de la cual se pueden leer los datos de clasificación. La lectura se puede realizar directamente durante la clasificación o en un momento posterior. Si la lectura se realiza en un momento posterior, el kit de sensores presenta adicionalmente una memoria para protocolizar las clasificaciones realizadas, en la que se almacena el tipo, la hora o el número de procesos de atornillado clasificadas. Para determinar el número, cabe señalar en este punto que en el enfoque propuesto aquí es ventajoso que los procesos de enroscado se puedan distinguir de los procesos de desenroscado, para determinar con mayor precisión no el número de los procesos de atornillado realizados, sino el número de los procesos de enroscado realizados. Para ello, los procesos de enroscado se suman, mientras que los procesos de desenroscado (por ejemplo, para corregir el atornillado correspondiente) se restan de la suma. Además, conforme a otros ejemplos de realización, por medio de la tipología de circuito explicada anteriormente del sensor y la unidad de evaluación, también se puede determinar información adicional, por ejemplo, la duración de funcionamiento del destornillador eléctrico, el comportamiento de uso en general y el desgaste. Es posible ventajosamente elaborar una estadística o planificar los mantenimientos de la herramienta eléctrica.

[0050] Aunque en los ejemplos de realización anteriores siempre se ha partido de que el sensor de campo magnético está fijado directamente al destornillador eléctrico, por ejemplo, mediante pegado o por medio de una grapa, un cierre de velcro u otros medios de fijación, cabe señalar en este punto que el sensor de campo magnético y/u otros eventuales sensores no tienen que estar montados directamente en el destornillador eléctrico, pero preferiblemente deben estar colocados cerca. Un posible lugar sería la muñeca o la integración en un reloj inteligente. Cuanto más cerca esté el kit de sensores o el elemento sensor de la herramienta o el motor de la herramienta, mayor será la precisión, pero donde también se pueden abrir otros campos de aplicación a través de unidades tan flexibles que se pueden aplicar como un reloj inteligente. Ejemplos de ello son las herramientas eléctricas adicionales, como una pistola de remaches.

[0051] Aunque los ejemplos de realización anteriores se han explicado en particular en relación con un dispositivo, cabe señalar que el concepto o partes del concepto también se pueden implementar en un procedimiento. Por lo tanto, otros ejemplos de realización se refieren a un procedimiento para clasificar los procesos de atornillado con las etapas «Determinación de un campo magnético» para emitir una información sobre la intensidad del campo magnético y clasificación mediante el desarrollo de la intensidad del campo magnético a lo largo del tiempo de la respectiva proceso de atornillado.

[0052] Aunque se han descrito algunos aspectos en relación con un dispositivo, se entiende que estos aspectos también representan una descripción del procedimiento correspondiente, de modo que un bloque o un componente de un dispositivo también se debe entender como una etapa del procedimiento correspondiente o como una característica de una etapa del procedimiento. Análogamente a ello, los aspectos que se han descrito en relación con una o como una etapa del procedimiento también representan una descripción de un bloque correspondiente o detalles o características de un dispositivo correspondiente. Algunas o todas las etapas del procedimiento se pueden realizar mediante un aparato de hardware (o mediante el uso de un aparato de hardware), tal como, por ejemplo, un microprocesador, un ordenador programable o un circuito electrónico. En algunos ejemplos de realización, algunas o varias de las etapas del procedimiento más importantes se pueden realizar por un aparato de este tipo.

[0053] En función de determinados requisitos de implementación pueden estar implementados ejemplos de realización de la invención en hardware o en software. La implementación se puede llevar a cabo utilizando un medio de almacenamiento digital, por ejemplo, un disquete, un DVD, un disco Blu-ray, un CD, una ROM, una PROM, una EPROM, una EEPROM o una memoria FLASH, un disco duro u otra memoria magnética u óptica en la que se almacenan señales de control legibles electrónicamente que pueden interactuar o cooperar con un sistema informático programable de tal manera que se lleva a cabo el procedimiento respectivo. Por lo tanto, el medio de almacenamiento digital puede ser legible por ordenador.

[0054] Por lo tanto, algunos ejemplos de realización según la invención comprenden un soporte de datos que presenta señales de control legibles electrónicamente, que son capaces de cooperar con un sistema informático programable de tal manera que se lleva a cabo uno de los procedimientos descritos en el presente documento.

[0055] En general, los ejemplos de realización de la presente invención pueden implementarse como un producto de programa informático según la reivindicación 16, donde el código de programa es eficaz para llevar a cabo uno de los procedimientos cuando el producto de programa informático se ejecuta en un ordenador.

[0056] El código de programa también puede ser almacenado, por ejemplo, en un soporte legible por máquina.

[0057] En algunos ejemplos de realización, se puede utilizar un componente lógico programable (por ejemplo, una matriz de puertas programable en campo, una FPGA) para llevar a cabo algunas o todas las funcionalidades de los procedimientos descritos en el presente documento. En algunos ejemplos de realización, una matriz de puertas programable en campo puede cooperar con un microprocesador para llevar a cabo uno de los procedimientos descritos en el presente documento. En general, en algunos ejemplos de realización, los procedimientos se llevan a cabo por parte de cualquier dispositivo de hardware. Esto puede ser un hardware de uso universal, como un procesador informático (CPU), o hardware específico para el proceso, tal como, por ejemplo, un ASIC.

[0058] Los ejemplos de realización descritos anteriormente representan solo una ilustración de los principios de la presente invención. Se entiende que las modificaciones y variaciones de las disposiciones y particularidades descritas en el presente documento serán obvias para otros expertos en la materia. Por lo tanto, se pretende que la invención solo esté limitada por el alcance de protección de las reivindicaciones a continuación y no por las particularidades específicas presentadas en base a la descripción y la explicación de los ejemplos de realización en el presente documento.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de sensores (20) para un destornillador eléctrico (10), con las siguientes características:

un sensor de campo magnético (22), que está configurado para detectar un campo magnético del motor eléctrico (16) del destornillador eléctrico (10), que proviene del movimiento del motor eléctrico (16) del destornillador eléctrico (10), para emitir una señal que indica la intensidad del campo magnético; y
una unidad de evaluación (24), que está configurada para clasificar, mediante el desarrollo de la señal con respecto a la intensidad del campo magnético a lo largo del tiempo, los procesos de atornillado en el sentido de un proceso de enroscado de un tornillo mediante una fase de enroscado y una fase de apriete, así como para clasificar un proceso de desenroscado mediante un aflojamiento inicial del tornillo.

2. Sistema de sensores (20) según la reivindicación 1, donde un proceso de atornillado se clasifica como proceso de desenroscado (L1, L2, L3) si el desarrollo presenta un mínimo (min1_E1, min2_E1 min1_E2, min2_E2, min1_E3, min2_E3, min1_D1, min1_D2, min1_D3, min1_L1, min2_L1, min3_L1, min1_L2, min2_L2, min3_L2, min1_L3, min2_L3, min3_L3) antes de un máximo (max1_E1, max2_E1, max1_E2, max2_E2, max2_E3, max1_D1, max1_D2, max1_D3, max1_L1, max2_L1, max1_L2, max2_L2, max1_L3, max2_L3); o
donde un proceso de atornillado se clasifica como proceso de desenroscado (L1, L2, L3) si el desarrollo presenta un segundo valor extremo (min1_E1, min2_E1 min1_E2, min2_E2, min1_E3, min2_E3, min1_D1, min1_D2, min1_D3, min1_L1, min2_L1, min3_L1, min1_L2, min2_L2, min3_L2, min1_L3, min2_L3, min3_L3) antes de un primer valor extremo opuesto al segundo (max1_E1, max2_E1, max1_E2, max2_E2, max2_E3, max1_D1, max1_D2, max1_D3, max1_L1, max2_L1, max1_L2, max2_L2, max1_L3, max2_L3).

3. Sistema de sensores (20) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde un proceso de atornillado se clasifica como doble atornillado (D1, D2, D3) o como proceso de apriete (E1, E2, E3) si el desarrollo presenta un máximo (max1_E1, max2_E1, max1_E2, max2_E2, max2_E3, max1_D1, max1_D2, max1_D3, max1_L1, max2_L1, max1_L2, max2_L2, max1_L3, max2_L3) antes de un mínimo (min1_E1, min2_E1 min1_E2, min2_E2, min1_E3, min2_E3, min1_D1, min1_D2, min1_D3, min1_L1, min2_L1, min3_L1, min1_L2, min2_L2, min3_L2, min1_L3, min2_L3, min3_L3); o
donde un proceso de atornillado se clasifica como un doble atornillado (D1, D2, D3) o un proceso de apriete (E1, E2, E3) si el desarrollo presenta un primer valor extremo (max1_E1, max2_E1, max1_E2, max2_E2, max2_E3, max1_D1, max1_D2, max1_D3, max1_L1, max2_L1, max1_L2, max2_L2, max1_L3, max2_L3) antes de un segundo valor extremo opuesto al primero (min1_E1, min2_E1 min1_E2, min2_E2, min1_E3, min2_E3, min1_D1, min1_D2, min1_D3, min1_L1, min2_L1, min3_L1, min1_L2, min2_L2, min3_L2, min1_L3, min2_L3, min3_L3).

4. Sistema de sensores (20) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde un proceso de atornillado se clasifica como un proceso de enroscado si el desarrollo presenta un máximo (max1_E1, max2_E1, max1_E2, max2_E2, max2_E3, max1_D1, max1_D2, max1_D3, max1_L1, max2_L1, max1_L2, max2_L2, max1_L3, max2_L3) y otro máximo (max1_E1, max2_E1, max1_E2, max2_E2, max2_E3, max1_D1, max1_D2, max1_D3, max1_L1, max2_L1, max1_L2, max2_L2, max1_L3, max2_L3) antes de otro mínimo (min1_E1, min2_E1 min1_E2, min2_E2, min1_E3, min2_E3, min1_D1, min1_D2, min1_D3, min1_L1, min2_L1, min3_L1, min1_L2, min2_L2, min3_L2, min1_L3, min2_L3, min3_L3);
donde un proceso de atornillado se clasifica como un proceso de enroscado si el desarrollo presenta un primer valor extremo (max1_E1, max2_E1, max1_E2, max2_E2, max2_E3, max1_D1, max1_D2, max1_D3, max1_L1, max2_L1, max1_L2, max2_L2, max1_L3, max2_L3) y otro primer valor extremo (max1_E1, max2_E1, max1_E2, max2_E2, max2_E3, max1_D1, max1_D2, max1_D3, max1_L1, max2_L1, max1_L2, max2_L2, max1_L3, max2_L3) antes de otro segundo valor extremo opuesto al primero (min1_E1, min2_E1 min1_E2, min2_E2, min1_E3, min2_E3, min1_D1, min1_D2, min1_D3, min1_L1, min2_L1, min3_L1, min1_L2, min2_L2, min3_L2, min1_L3, min2_L3, min3_L3).

5. Sistema de sensores (20) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde un proceso de atornillado se clasifica como doble atornillado (D1, D2, D3) si está presente un máximo (max1_E1, max2_E1, max1_E2, max2_E2, max2_E3, max1_D1, max1_D2, max1_D3, max1_L1, max2_L1, max1_L2, max2_L2, max1_L3, max2_L3) antes de un mínimo (min1_E1, min2_E1 min1_E2, min2_E2, min1_E3, min2_E3, min1_D1, min1_D2, min1_D3, min1_L1, min2_L1, min3_L1, min1_L2, min2_L2, min3_L2, min1_L3, min2_L3, min3_L3) sin otro máximo (max1_E1, max2_E1, max1_E2, max2_E2, max2_E3, max1_D1, max1_D2, max1_D3, max1_L1, max2_L1, max1_L2, max2_L2, max1_L3, max2_L3) o mínimo (min1_E1, min2_E1 min1_E2, min2_E2, min1_E3, min2_E3, min1_D1, min1_D2, min1_D3, min1_L1, min2_L1, min3_L1, min1_L2, min2_L2, min3_L2, min1_L3, min2_L3, min3_L3);
donde un proceso de atornillado se clasifica como doble atornillado (D1, D2, D3) si está presente un primer valor extremo (max1_E1, max2_E1, max1_E2, max2_E2, max2_E3, max1_D1, max1_D2, max1_D3, max1_L1, max2_L1, max1_L2, max2_L2, max1_L3, max2_L3) antes de un segundo valor extremo opuesto al primero min1_E1, min2_E1 min1_E2, min2_E2, min1_E3, min2_E3, min1_D1, min1_D2, min1_D3, min1_L1, min2_L1, min3_L1, min1_L2, min2_L2, min3_L2, min1_L3, min2_L3, min3_L3) sin otro valor extremo (max1_E1, max2_E1, max1_E2, max2_E2, max2_E3, max1_D1, max1_D2, max1_D3, max1_L1, max2_L1, max1_L2, max2_L2, max1_L3, max2_L3, min1_E1, min2_E1 min1_E2, min2_E2, min1_E3, min2_E3, min1_D1, min1_D2, min1_D3, min1_L1, min2_L1, min3_L1, min1_L2, min2_L2, min3_L2, min1_L3, min2_L3, min3_L3).

6. Sistema de sensores (20) según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5, donde un proceso de atornillado en forma de doble atornillado (D1, D2, D3) se diferencia mediante la duración del transcurso y/o de mesetas en el transcurso de los procesos de enroscado y/o procesos de apriete (E1, E2, E3).

7. Sistema de sensores (20) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el sistema de sensores (20) presenta un filtro que está configurado para filtrar una señal que representa la información sobre la intensidad del campo magnético.

8. Sistema de sensores (20) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el sensor de campo magnético (22) es un sensor de campo magnético de tres ejes (22).

9. Sistema de sensores (20) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la unidad de evaluación (24) está configurada para detectar mediante el desarrollo una velocidad de giro actual y/o un par de torsión predominante actualmente; y/o

donde la unidad de evaluación (24) está configurada para reconocer el desgaste en el destornillador eléctrico (10) mediante el desarrollo; y/o
donde la unidad de evaluación (24) está configurada para contar procesos de atornillado clasificados; o
donde la unidad de evaluación (24) está configurada para contar los procesos de atornillado clasificados y para sumar los procesos de enroscado y restar los procesos de desenroscado (L1, L2, L3) al contar los procesos de atornillado.

10. Sistema de sensores (20) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el destornillador eléctrico (10) es un destornillador inalámbrico.

11. Sistema de sensores (20) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que está realizado como un módulo superpuesto separado para el destornillador eléctrico (10) y el sistema de sensores (20) se puede acoplar mecánicamente con el destornillador eléctrico (10); o
donde el sistema de sensores (20) se puede acoplar mecánicamente con el destornillador eléctrico (10).

12. Sistema de sensores (20) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el sistema de sensores (20) está integrado en una pulsera; y/o
donde el sistema de sensores (20) presenta una interfaz inalámbrica, a través de la cual el sensor de campo magnético (22) se comunica con la unidad de evaluación (24) y/o a través de la cual para la unidad de evaluación (24) se puede emitir una información sobre la clasificación realizada de procesos de atornillado y/o perforación.

13. Sistema de sensores (20) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el sistema de sensores (20) comprende adicionalmente un sensor de aceleración, y la unidad de evaluación (24) está configurada para determinar una posición del sistema de sensores (20) y/o del destornillador eléctrico (10) en el espacio mediante la evaluación de una aceleración gravitatoria predominante por medio del sensor de aceleración.

14. Sistema de sensores (20) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el sistema de sensores (20) presenta una unidad de calibración que está configurada para determinar los parámetros de calibración para los procesos de atornillado y/o perforación con el respectivo destornillador eléctrico (10).

15. Procedimiento para la clasificación de procesos de atornillado por medio de un destornillador eléctrico (10), con las siguientes etapas:

detección por medio de un sensor de campo magnético de un campo magnético del motor eléctrico (16) del destornillador eléctrico (10), que proviene del movimiento del motor eléctrico (16) del destornillador eléctrico (10), para emitir una información sobre la intensidad del campo magnético; y
clasificación por medio de una unidad de evaluación mediante un desarrollo de la intensidad del campo magnético durante el tiempo de un proceso de enroscado de un tornillo mediante una fase de enroscado y una fase de apriete, así como un proceso de desenroscado mediante un aflojamiento inicial del tornillo.

16. Programa informático con un código de programa que hace que el sistema de sensores según la reivindicación 1 realice el procedimiento según la reivindicación 15 si el programa se ejecuta en un ordenador.

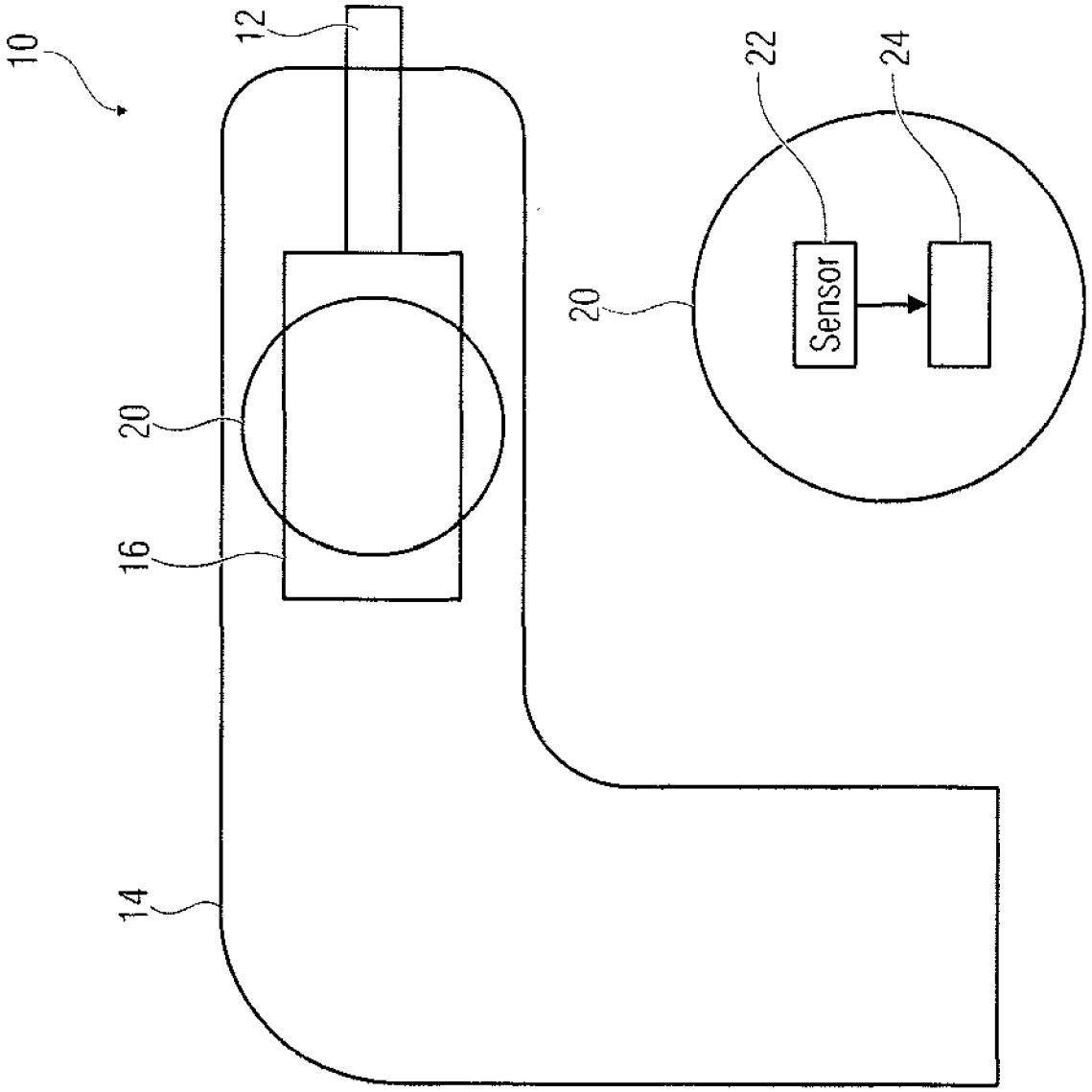

Fig. 1

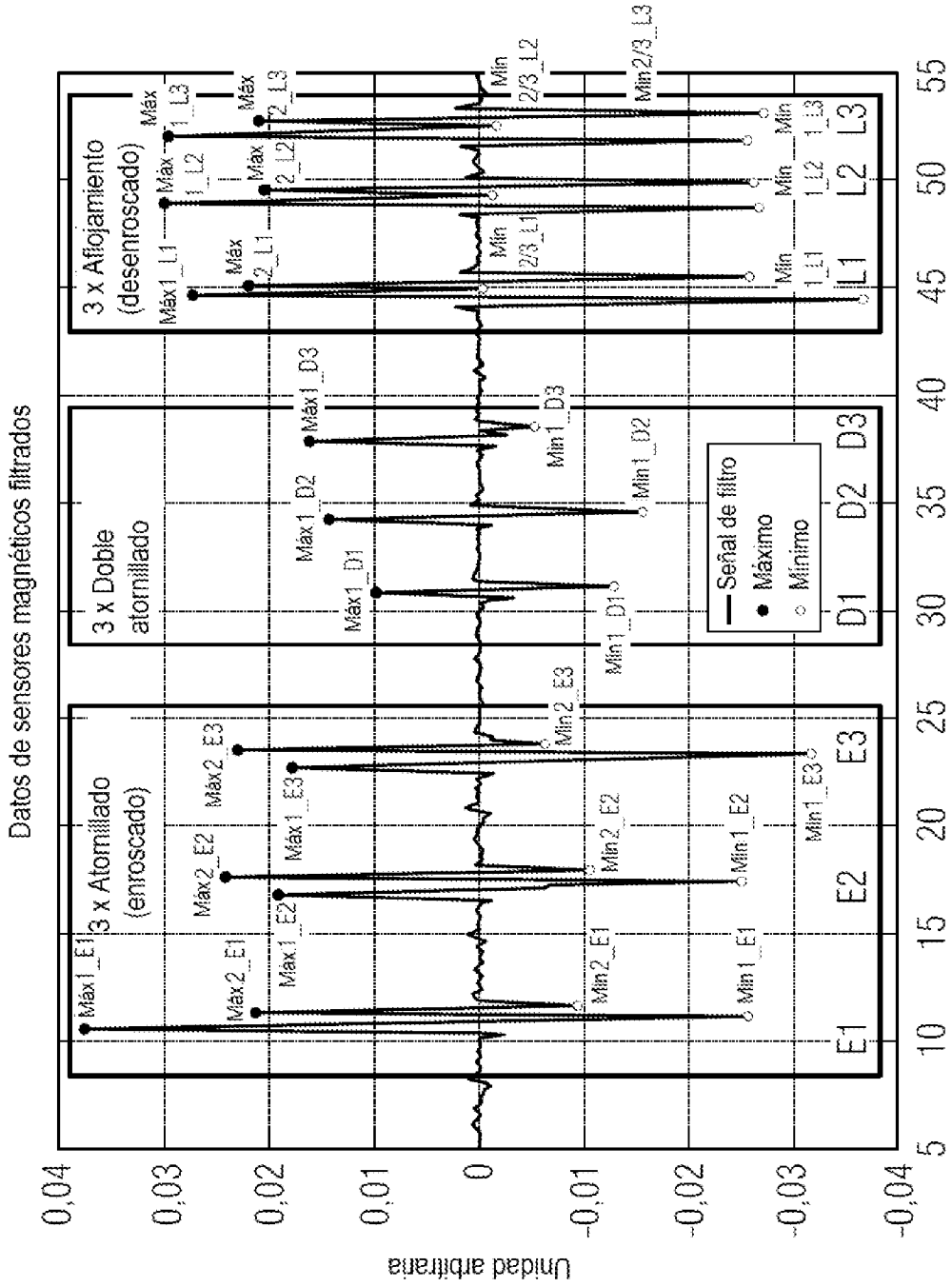

Fig. 2a Fig. 2b Fig. 2c

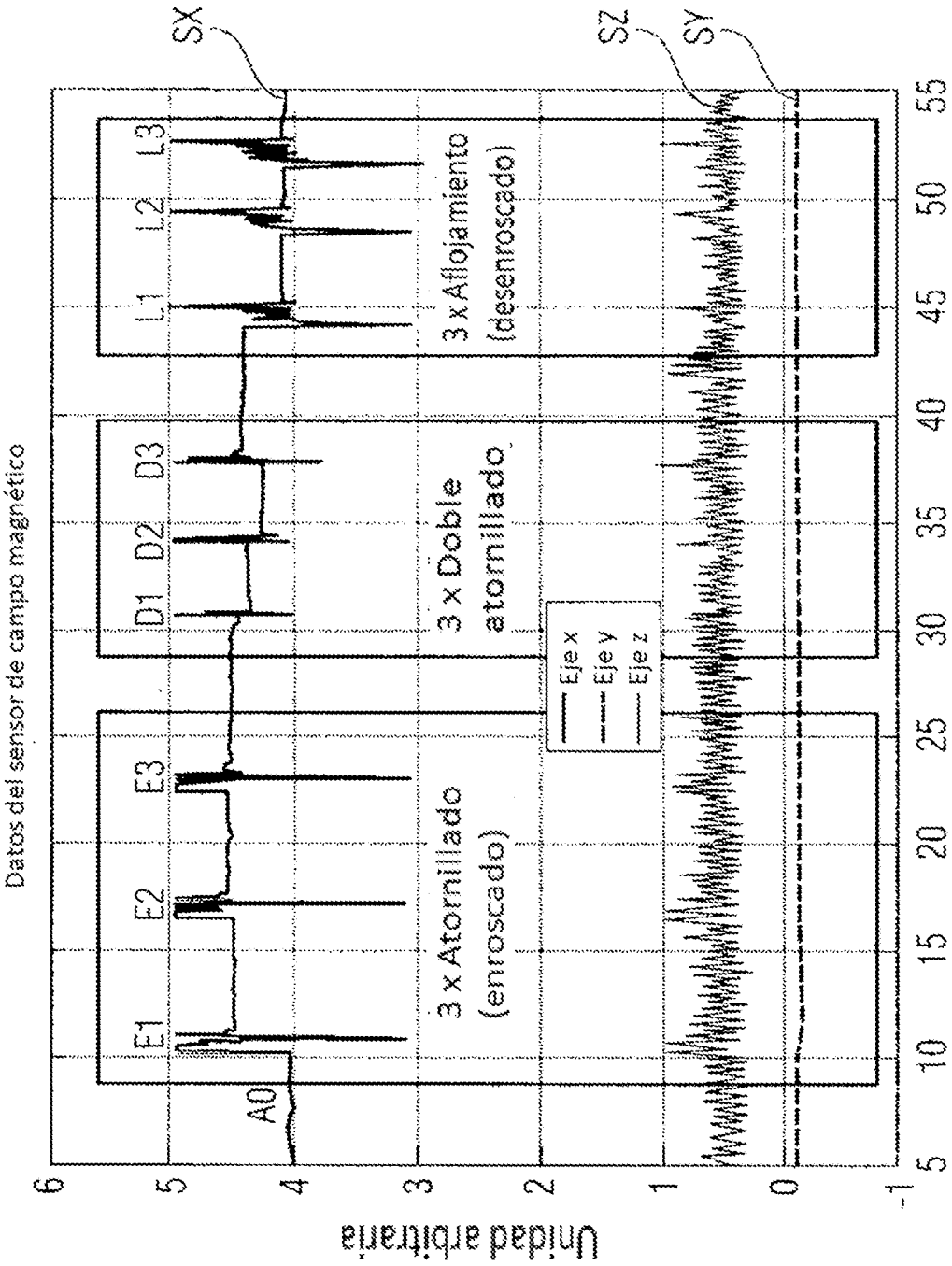

Fig. 3a Fig. 3b Fig. 3c