

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 952 190**

51 Int. Cl.:

B65H 54/10 (2006.01)

B65H 59/38 (2006.01)

H01M 10/04 (2006.01)

H01F 41/094 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.09.2019** **E 19199111 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.05.2023** **EP 3798165**

54 Título: **Procedimiento para bobinar un material de bobinado, un producto de programa informático, un equipo de control y una bobinadora**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
30.10.2023

73 Titular/es:

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
Werner-von-Siemens-Straße 1
80333 München, DE

72 Inventor/es:

KERLING, SEBASTIAN;
RICHTER, THOMAS;
SEELINGER, BJÖRN y
ZIMMERMANN, ROLAND

74 Agente/Representante:

LOZANO GANDIA, José

ES 2 952 190 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 para bobinar un material de bobinado, un producto de programa informático, un equipo de control y una bobinadora

5

La presente invención se refiere a un procedimiento, así como a un producto de programa informático para bobinar un material de bobinado desde un rollo de alimentación en un cuerpo de bobinado. Además, la presente invención se refiere a un equipo de control para una bobinadora, así como a una bobinadora de este tipo.

10 Cuando se bobina un material de bobinado, en particular un alambre o una lámina, en un cuerpo de bobinado, se aplica regularmente una tensión de bobinado al material de bobinado. La tensión de bobinado corresponde en este sentido a la fuerza (por área de sección transversal) con la que se bobina el material de bobinado en el cuerpo de bobinado. En dispositivos modernos para bobinar un material de bobinado puede ajustarse la tensión de bobinado. En otras palabras, la tensión de bobinado es el esfuerzo de tracción del material de bobinado.

15

La publicación para información de solicitud de patente US 2016/0036086 A1 divulga un procedimiento o una bobinadora según el preámbulo de la reivindicación 1 o 13 y muestra una máquina para fabricar un acumulador con un proveedor para proporcionar material de partida, una bobinadora para bobinar el material de partida en un mandril de bobinado y un control para controlar la cantidad proporcionada y el número de revoluciones del mandril, almacenando el control perfiles de la cantidad proporcionada con respecto al número de revoluciones y controlando de manera sincrónica la cantidad proporcionada y el número de revoluciones basándose para ello en el perfil.

20

La publicación para información de solicitud de patente DE 196 14 300 A1 muestra un procedimiento para la compensación autorreguladora del efecto de la concetricidad desigual de un rollo por aproximación del valor real de la tensión con al menos una función sinusoidal armónica torsional cuyo argumento es el ángulo de giro del rollo, realizándose la aproximación del seno según la correlación ortogonal o según el análisis armónico de Fourier y formándose valores estimados para la amplitud y la fase de la señal sinusoidal causada por la concetricidad desigual. A partir de estos valores estimados se forma un par adicional. Este par adicional se aplica al valor de par teórico para el rollo. Además de la función sinusoidal armónica torsional de primer orden, puede tenerse en cuenta al menos otra función sinusoidal armónica torsional de segundo orden o superior.

25

30

La solicitud de patente europea EP 2 305 393 A1 muestra un procedimiento para regular un accionamiento de cabrestante, preferentemente para un tren de laminación en frío, midiéndose una información relacionada con el ángulo y una información relacionada con el recorrido, y compensándose la excentricidad del cabrestante mediante la información relacionada con el ángulo y la información relacionada con el recorrido.

35

El documento EP 2 485 227 A1 describe una bobinadora de alambre y una regulación para una bobinadora de alambre de este tipo.

40

El documento EP 3 333 106 A1 describe un procedimiento para bobinar un material de bobinado desde un rollo de alimentación en un cuerpo de bobinado con una sección transversal no circular, en el que el material de bobinado es proporcionado por el rollo de alimentación y bobinado en el cuerpo de bobinado, siendo ajustable la tensión de bobinado del material de bobinado en una tensión de bobinado prevista, controlándose o regulándose una velocidad de giro del cuerpo de bobinado para ajustar la tensión de bobinado, y/o ajustándose la tensión de bobinado mediante una unidad de ajuste en la tensión de bobinado prevista.

45

Con las bobinadoras de este tipo, por faltas de precisión en el montaje y/o la producción pueden producirse influencias perturbadoras que pueden tener un efecto negativo en la calidad del producto. A este respecto no se sabe necesariamente qué equipo de la bobinadora ha causado qué parte del defecto.

50

Por ejemplo, es posible que el desequilibrio de dos poleas de inversión diferentes de la bobinadora tenga un efecto negativo en la tensión de la banda. Si bien puede medirse el defecto resultante, en las bobinadoras convencionales hasta ahora no es posible la asignación de las partes del defecto y el control previo de las partes correspondientes en el punto correcto. Mediante un control previo de la señal en un punto equivocado, por ejemplo, no en el equipo que causa la parte del defecto, incluso podría empeorar la calidad del producto.

55

En una solicitud anterior, no publicada de la solicitante, se describe un procedimiento para bobinar un material de bobinado desde un rollo de alimentación en un cuerpo de bobinado con una sección transversal no circular de una bobinadora, en el que el material de bobinado es proporcionado por el rollo de alimentación y el material de bobinado proporcionado por el rollo de alimentación se bobina pasando por al menos una polea de inversión en el cuerpo de bobinado, ajustándose una tensión de bobinado real del material de bobinado en una tensión de bobinado teórica en función de una señal de compensación dependiente de la posición almacenada en una unidad de almacenamiento para compensar una longitud libre variable del material de bobinado entre la polea de inversión y el cuerpo de bobinado debido a la sección transversal no circular del material de bobinado.

60

65

Los componentes de frecuencia o espectros parciales contenidos en la señal de compensación dependen en particular

de la geometría del cuerpo de bobinado, de la disposición geométrica del bobinador con respecto a la primera polea de inversión, así como de la velocidad del proceso. En función del sistema mecánico de la bobinadora, que comprende en particular la rigidez de la mecánica, los engranajes, las correas y el acoplamiento, no todos los componentes de frecuencia pueden transmitirse inalterados al lado de la carga. Esto puede conllevar desde pequeñas influencias negativas en la calidad del proceso hasta daños mecánicos de la bobinadora.

En este contexto, un objetivo de la presente invención es mejorar el bobinado de un material de bobinado en un cuerpo de bobinado.

Según un primer aspecto, se propone un procedimiento para bobinar un material de bobinado mediante una bobinadora que presenta una serie de equipos bobinadores que pueden ser accionados por una serie de accionamientos y que comprenden al menos un rollo de alimentación y un cuerpo de bobinado. El procedimiento comprende las siguientes etapas:

Proporcionar el material de bobinado desde el rollo de alimentación, y bobinar el material de bobinado proporcionado por el rollo de alimentación pasando por al menos una polea de inversión en el cuerpo de bobinado, ajustándose al menos uno de los accionamientos en función de una señal de compensación dependiente de la posición que compensa al menos parcialmente un defecto, siendo proporcionada la señal de compensación dependiente de la posición para el respectivo accionamiento mediante las siguientes etapas:

- a) registrar una magnitud perturbadora que representa el defecto en el dominio del tiempo durante un proceso de bobinado,
- b) transformar la magnitud perturbadora registrada del dominio del tiempo a un espectro en el dominio de la frecuencia,
- c) filtrar el espectro mediante un filtro específico para el equipo de bobinado asignado al accionamiento,
- d) transformar el espectro filtrado del dominio de la frecuencia al dominio del tiempo para proporcionar una señal de compensación dependiente del tiempo, y
- e) transformar la señal de compensación dependiente del tiempo en la señal de compensación dependiente de la posición.

Mediante el presente procedimiento, puede generarse una señal de compensación dependiente de la posición optimizada y puede usarse durante el proceso de bobinado. En particular, para cada accionamiento de los equipos de bobinado accionables de la bobinadora se genera una señal de compensación específica dependiente de la posición y se usa durante el proceso de bobinado, en particular para el control previo del respectivo accionamiento.

El presente procedimiento puede usarse sin conocimiento de la geometría del cuerpo de bobinado, puesto que la señal de compensación dependiente de la posición puede derivarse de la magnitud perturbadora como tal. Por lo tanto, el presente procedimiento es flexible, en particular en lo que se refiere a la mecánica de la bobinadora, puesto que el defecto se aprende mediante la aplicación de las etapas a) a e). El cuerpo de bobinado tiene, por ejemplo, una sección transversal circular, en particular una sección transversal no circular, puesto que en este caso la presente compensación es especialmente efectiva.

A este respecto, la etapa a) se lleva a cabo en particular en un recorrido de medición, es decir, antes del modo de funcionamiento con regulación de la bobinadora, durante el cual se registra la magnitud perturbadora que es decisiva para la calidad del proceso. La magnitud perturbadora captada o registrada se transforma a continuación mediante una transformada, por ejemplo una transformada de Fourier, como una FFT (transformada rápida de Fourier) al dominio de la frecuencia, y puede ser analizada a continuación. Los componentes de alta frecuencia de esta señal, que no pueden ser transmitidos a través de la cadena de accionamiento, pueden ser filtrados en la etapa de la señal. La señal filtrada vuelve a convertirse al dominio del tiempo mediante una transformación inversa, por ejemplo una FFT inversa. La señal de compensación obtenida a este respecto, puede someterse a un control previo después de una transformación del dominio del tiempo al dominio del espacio para compensar las influencias perturbadoras del proceso de bobinado. Además, el presente procedimiento tiene la ventaja de que durante el montaje también se tienen en cuenta automáticamente otras influencias mecánicas, como desequilibrios de la polea de inversión u otros equipos de bobinado.

Mediante el presente procedimiento puede incrementarse ventajosamente la velocidad del proceso con un mecanismo existente de la bobinadora. Además, también puede incrementarse mediante el presente procedimiento la calidad del proceso con la mecánica existente de la bobinadora.

Los defectos durante el proceso de bobinado pueden ser causados, por ejemplo, por desequilibrios durante el montaje de uno o varios de los equipos de bobinado o por una longitud libre variable del material de bobinado entre la polea de inversión y el cuerpo de bobinado, en particular cuando se usa un cuerpo de bobinado con una sección transversal no circular. La señal de compensación o las señales de compensación pueden compensar ventajosamente estos defectos.

- La magnitud perturbadora es en particular una diferencia entre un valor real y un valor teórico registrada durante una pluralidad de bobinados o al menos parte de un ciclo de bobinado. Una diferencia de este tipo puede ser causada, por ejemplo en un cuerpo de bobinado con una sección transversal no circular, al menos en parte por una longitud libre variable del material de bobinado entre la polea de inversión y el cuerpo de bobinado por una sección transversal no circular del material de bobinado. Ejemplos de valores reales y valores teóricos de este tipo comprenden una tensión de bobinado real del material de bobinado y una tensión de bobinado teórica del material de bobinado, así como un par real y un par teórico. Otro ejemplo de una magnitud perturbadora es una desviación de la posición del bailarín de una posición teórica del rodillo bailarín desde una posición real del rodillo bailarín durante el proceso de bobinado.
- La señal de compensación dependiente de la posición se calcula en particular previamente para un proceso de bobinado total o para un proceso de bobinado parcial y se almacena en una unidad de almacenamiento. En particular, la señal de compensación calculada se almacena en una tabla o tabla de polinomios, también llamada disco de levas.
- Como longitud libre del material de bobinado se denomina en particular la longitud de la trayectoria del material de bobinado entre la polea de inversión y el cuerpo de bobinado. En el caso de varias poleas de inversión previstas en la bobinadora, se hace referencia, en particular, a la polea de inversión montada directamente delante del cuerpo de bobinado. La longitud libre del material de bobinado es por ejemplo la longitud de la trayectoria entre el punto de apoyo del material de bobinado en la polea de inversión y el punto de apoyo del material de bobinado en el cuerpo de bobinado.
- Por tensión de bobinado se entiende la tensión, en particular la tensión mecánica, del material de bobinado durante el bobinado. En particular, la tensión de bobinado se define como la fuerza que actúa sobre el material del bobinado perpendicularmente con respecto a su área de sección transversal, dividida por el área de sección transversal.
- Por tensión de bobinado teórica se entiende la tensión de bobinado con la que debe bobinarse el material de bobinado en el cuerpo de bobinado. La tensión de bobinado teórica también puede denominarse tensión de bobinado prevista. La tensión de bobinado teórica puede estar representada como función de la orientación del cuerpo de bobinado. Esto es relevante, por ejemplo, cuando se bobina un alambre como material de bobinado alrededor de un cuerpo de bobinado angular para conseguir un resultado optimizado.
- Preferentemente, la tensión de bobinado es proporcional a la curvatura del cuerpo de bobinado en el punto de apoyo del cuerpo de bobinado. Una proporcionalidad de este tipo es ventajosa, en particular, en el bobinado de alambres metálicos. Por sección transversal no circular se entiende una sección transversal que difiere de una forma circular. Es decir, el material de bobinado tiene un diámetro no constante, es decir, al menos dos diámetros diferentes. A modo de ejemplo, un cuerpo de bobinado de este tipo con una sección transversal no circular tiene una forma elíptica o rectangular.
- Con el presente procedimiento se producen, por ejemplo, celdas de batería o condensadores de lámina. Por rollo de alimentación se entiende, en particular, un equipo para almacenar el material de bobinado en la bobinadora. A modo de ejemplo, el rollo de alimentación es un rollo de alambre o un rollo en el que está bobinada una lámina. El cuerpo de bobinado puede tener asignada una primera velocidad de giro, mientras que puede asignarse al rollo de alimentación una segunda velocidad de giro, de modo que el rollo de alimentación proporciona el material de bobinado con una velocidad proporcional a la segunda velocidad de giro. Por polea de inversión se entiende preferentemente aquella polea de inversión desde la que se conduce el material de bobinado hacia el cuerpo de bobinado.
- La tensión de bobinado también puede denominarse tensión de la banda o tensión del material del bobinado. Durante un proceso de bobinado en un cuerpo de bobinado con una sección transversal no circular, la sección entre el punto de apoyo del material de bobinado en el cuerpo de bobinado y el punto de apoyo del material de bobinado en la polea de inversión montada delante cambia en caso de rotar el cuerpo de bobinado. Como en el presente caso, este cambio se denomina longitud libre variable del material de bobinado entre la polea de inversión y el cuerpo de bobinado. El cambio de esta distancia entre los puntos de apoyo conlleva un cambio de la tensión de bobinado real, lo que es otra razón por la que el presente procedimiento ajusta la tensión de bobinado real en la tensión de bobinado teórica. Por ajuste ha de entenderse en el presente caso en particular un control o una regulación.
- La tensión de bobinado real es preferentemente constante, en particular durante un ciclo de bobinado de N revoluciones del cuerpo de bobinado. En una fabricación de celdas de la batería y en el bobinado de condensadores, la tensión de bobinado real debe mantenerse preferentemente constante. Por "constante" ha de entenderse en este sentido en particular que la tensión de bobinado, en particular en el punto de apoyo del material de bobinado, permanece igual en el cuerpo de bobinado (en particular ya bobinado) durante el proceso de bobinado.
- Según una forma de realización, el filtro asignado al accionamiento se parametriza en función de parámetros del equipo de bobinado asignado al accionamiento.
- Durante el funcionamiento, el rollo de alimentación tiene por ejemplo una determinada frecuencia de rotación (frecuencia de funcionamiento). Por consiguiente, si se producen defectos en el proceso de bobinado, el rollo de alimentación tendrá partes de la magnitud perturbadora registrada en esta frecuencia de rotación determinada o una

o más de sus armónicas. A continuación, se parametriza el filtro asignado al accionamiento del rollo de alimentación sobre la base de estos parámetros. El filtro parametrizado de esta manera puede filtrar a continuación los componentes de la magnitud perturbadora causados por el rollo de alimentación en el dominio de la frecuencia, de modo que puede proporcionarse correspondientemente la señal de compensación que ha de ser generada para el accionamiento del rollo de alimentación. Filtrar o eliminar por filtración también puede denominarse extraer.

Según otra forma de realización, al filtrarse el espectro en la etapa c), se ocultan o suprimen las frecuencias del espectro por encima de una frecuencia límite determinada.

Tales frecuencias por encima de la frecuencia límite determinada se suprimen ventajosamente, puesto que no pueden ser transmitidas por la mecánica de la bobinadora y, por lo tanto, no deben tenerse en cuenta al generar la señal de compensación o las señales de compensación. De esta manera, se reduce ventajosamente el potencial de daño.

Según otra forma de realización, al filtrarse el espectro en la etapa c), se filtran aquellos espectros parciales del espectro que dependen de una frecuencia de funcionamiento del equipo de bobinado asignado al accionamiento. A continuación, en la etapa d), se transforman los espectros parciales filtrados del dominio de la frecuencia al dominio del tiempo para proporcionar la señal de compensación dependiente del tiempo para el accionamiento.

De esta manera pueden generarse señales de compensación específicas para el respectivo accionamiento. El respectivo espectro parcial se refiere a este respecto al respectivo equipo de bobinado que influye en el defecto, y la señal de compensación correspondiente se genera para el accionamiento de este equipo de bobinado.

Según otra forma de realización, al filtrarse el espectro en la etapa c), se filtran aquellos espectros parciales del espectro que corresponden a una frecuencia de funcionamiento del equipo de bobinado asignado al accionamiento o a uno de sus armónicos. A continuación, en la etapa d), se transforman los espectros parciales filtrados del dominio de la frecuencia al dominio del tiempo para proporcionar la señal de compensación dependiente del tiempo para el accionamiento.

Según otra forma de realización, después de la etapa b) se analiza el espectro para asignar al menos un espectro parcial a un equipo de bobinado que causa al menos en parte el defecto.

La bobinadora incluye comprende una pluralidad de equipos de bobinado, como el rollo de alimentación, el cuerpo de bobina y, por ejemplo, el rodillo bailarín. En particular, el respectivo equipo de bobinado solo causará una parte del defecto y contribuirá, por lo tanto, solo parcialmente a la magnitud perturbadora. Correspondientemente, se analiza el espectro de la magnitud perturbadora y el respectivo espectro parcial se asigna al equipo de bobinado respectivamente causante.

A continuación, se filtra o determina el respectivo espectro parcial asignado a uno de los equipos de bobinado, en particular se filtra o determina en función de un resultado del análisis. Por consiguiente, el espectro parcial filtrado se transforma del dominio de la frecuencia al dominio del tiempo para proporcionar al menos una parte de la señal de compensación dependiente del tiempo para el accionamiento asignado al equipo de bobinado causante.

La señal de compensación proporcionada es, por lo tanto, respectivamente específica para el equipo de bobinado causante y se usa, por ejemplo, para el control previo del accionamiento del equipo de bobinado causante.

Según otra forma de realización, en la etapa a) se registra la magnitud perturbadora en el dominio del tiempo durante un recorrido de medición como señal discreta en el tiempo, en particular antes de un funcionamiento con regulación de la bobinadora.

La señal discreta en el tiempo como representación de la magnitud perturbadora registrada se transforma a continuación en la etapa b) al dominio de la frecuencia, por ejemplo mediante una FFT.

Según otra forma de realización, en la etapa b) se transforma la magnitud perturbadora registrada del dominio del tiempo mediante una transformada de frecuencia, en particular mediante una transformada de Fourier, al espectro en el dominio de la frecuencia.

Ejemplos de la transformada de Fourier comprenden la FFT (transformada rápida de Fourier) y la DFT (transformada discreta de Fourier).

De acuerdo con otra forma de realización, como transformada de Fourier se usa una FFT (transformada rápida de Fourier). A este respecto, en la etapa a), se muestrea con una primera frecuencia de muestreo la magnitud perturbadora para proporcionar una señal discreta en el tiempo. La señal muestreada se interpola mediante una interpolación, por ejemplo mediante splines cúbicos, y la señal interpolada se muestrea con una segunda frecuencia de muestreo, de manera que el número de puntos de muestreo corresponde a un número elevado al cuadrado. A continuación se transforma en la etapa b) la señal muestreada con la segunda frecuencia de muestreo mediante FFT al dominio de la frecuencia. En particular, la primera frecuencia de muestreo también puede denominarse frecuencia

de muestreo real del equipo de control o del controlador. En particular, la segunda frecuencia de muestreo también puede denominarse frecuencia de muestreo manipulada del disco de levas.

5 Gracias al uso de los splines cúbicos y del muestreo repetido mediante la segunda frecuencia de muestreo, en el presente caso no es necesario rellenar con ceros la señal inicialmente muestreada (zero-padding).

Según otra forma de realización, el accionamiento se somete a un control preciso mediante la señal de compensación dependiente de la posición.

10 Según otra forma de realización, la señal de compensación dependiente del tiempo se transforma en la señal de compensación dependiente de la posición en función de una respectiva posición del cuerpo de bobinado para un ciclo de bobinado de N revoluciones del cuerpo de bobinado y se almacena en una tabla de una unidad de almacenamiento.

15 En particular, la respectiva posición del cuerpo de bobinado para un ciclo de bobinado se determina a partir de N revoluciones del cuerpo de bobinado en función de la longitud de bobinado del material de bobinado y de la velocidad de giro del cuerpo de bobinado.

20 Según otra forma de realización, como tabla para el almacenamiento de la señal de compensación dependiente de la posición se usa una tabla de polinomios. La tabla de polinomios también se puede denominar disco de levas.

Según otra forma de realización, se proporciona una respectiva señal de compensación dependiente de la posición para cada uno de los accionamientos de los equipos de bobinado mediante la respectiva realización de las etapas a) a e).

25 De este modo se proporciona para el respectivo accionamiento de cada uno de los equipos de bobinado una señal de compensación dependiente de la posición específica, de modo que los defectos pueden compensarse de manera óptima y en particular en los puntos correctos de la bobinadora.

30 En particular, la bobinadora presenta como equipos de bobinado accionados además del rollo de alimentación y del cuerpo de bobinado un rodillo bailarín y un avance, que está dispuesto entre el rollo de alimentación y el rodillo bailarín. El rodillo bailarín actúa a este respecto como una unidad de ajuste o como parte de una unidad de ajuste. Adicional o alternativamente, la unidad de ajuste también puede presentar un almacén de material de bobinado.

35 En este sentido, el material de bobinado se hace pasar por una polea de inversión, estando acoplada la polea de inversión con un servomotor y ajustándose la tensión de bobinado con un ajuste de la velocidad de giro.

40 Un almacén de material de bobinado presenta una pluralidad de poleas de inversión, manteniéndose el material de bobinado mediante la pluralidad de poleas de inversión en una trayectoria de longitud variable. Es posible ajustar la longitud de la trayectoria mediante un cambio de la posición de al menos una de las poleas de inversión. La longitud de la trayectoria del material de bobinado corresponde a la capacidad del almacén de material de bobinado. La posición del respectivo polea de inversión se cambia en particular mediante un actuador.

45 Para compensar las fluctuaciones en la tensión de bobinado, un almacén de material de bobinado puede combinarse con un rodillo bailarín.

50 Según un segundo aspecto, se propone una bobinadora para bobinar un material de bobinado. La bobinadora presenta una serie de equipos de bobinado que pueden ser accionados por una serie de accionamientos, que comprenden al menos un rollo de alimentación para proporcionar el material de bobinado y un cuerpo de bobinado, y un equipo de control, en particular según el cuarto aspecto siguiente. El equipo de control está configurado para ajustar al menos uno de los accionamientos en función de una señal de compensación dependiente de la posición que compensa al menos parcialmente un defecto al bobinarse el material de bobinado proporcionado por el rollo de alimentación pasando por al menos una polea de inversión en el cuerpo de bobinado. Para proporcionar la señal de compensación dependiente de la posición para el respectivo accionamiento, el equipo de control presenta:

55 una primera unidad para registrar una magnitud perturbadora que representa el defecto en el dominio del tiempo durante un proceso de bobinado,
una segunda unidad para transformar la magnitud perturbadora registrada del dominio del tiempo a un espectro en el dominio de la frecuencia,
una tercera unidad para filtrar el espectro mediante un filtro específico para el equipo de bobinado asignado al
60 accionamiento,
una cuarta unidad para transformar el espectro filtrado del dominio de la frecuencia al dominio del tiempo para proporcionar una señal de compensación dependiente del tiempo, y
una quinta unidad para transformar la señal de compensación dependiente del tiempo en la señal de compensación dependiente de la posición.

65 La respectiva unidad puede estar implementada por técnica de hardware y/o de software. En el caso de una

implementación por técnica de hardware, la respectiva unidad puede estar configurada como dispositivo o como parte de un dispositivo, por ejemplo, como ordenador o como microprocesador o como ordenador de control. En el caso de una implementación por técnica de software, la respectiva unidad puede estar configurada como un producto de programa informático, como una función, como una rutina, como parte de un código de programa o como objeto ejecutable.

Según un tercer aspecto, se propone un producto de programa informático que, según el segundo aspecto, induce la realización del procedimiento para bobinar un material de bobinado desde un rollo de alimentación en un cuerpo de bobinado, como se ha explicado anteriormente, en el equipo de control de la bobinadora según el segundo aspecto.

Un producto de programa informático, como por ejemplo un medio de programa informático, puede ponerse a disposición o suministrarse, por ejemplo, como un medio de almacenamiento, como por ejemplo una tarjeta de memoria, una memoria USB, un CD-ROM, un DVD, o en forma de un archivo descargable desde un servidor en una red. Esto se puede hacer, por ejemplo, en una red de comunicación inalámbrica mediante la transferencia de un archivo correspondiente con el producto del programa informático o el medio del programa informático.

Según un cuarto aspecto, se propone un equipo de control para la bobinadora según el segundo aspecto, estando configurado el equipo de control para realizar el procedimiento anteriormente explicado para bobinar un material de bobinado desde un rollo de alimentación en un cuerpo de bobinado con ayuda de los accionamientos.

El equipo de control puede estar implementado por técnica de hardware y/o de software. En el caso de una implementación por técnica de hardware, el equipo de control puede estar configurada como dispositivo o como parte de un dispositivo, por ejemplo, como ordenador o como microprocesador o como ordenador de control. En el caso de una implementación por técnica de software, el equipo de control puede estar configurado como producto de programa informático, como una función, como una rutina, como parte de un código de programa o como objeto ejecutable.

Las formas de realización y características descritas para el procedimiento propuesto se aplican correspondientemente para el equipo de control propuesto, así como para la bobinadora propuesta.

Otras configuraciones y aspectos ventajosos de la invención son objeto de las reivindicaciones dependientes, así como de los ejemplos de realización de la invención que se describen a continuación. A continuación, la invención se explica con más detalle con ayuda de formas de realización preferentes, haciéndose referencia a las figuras adjuntas.

La figura 1 muestra una vista esquemática de un ejemplo de realización de una bobinadora;

La figura 2 muestra un diagrama de flujo esquemático de un ejemplo de realización de un procedimiento para bobinar un material de bobinado desde un rollo de alimentación en un cuerpo de bobinado;

la figura 3 muestra un diagrama de bloques esquemático de un ejemplo de realización de un procedimiento para proporcionar señales de compensación dependientes de la posición para accionamientos de dos equipos de bobinado de la bobinadora según la figura 1; y

la figura 4 muestra un diagrama de bloques esquemático de un ejemplo de realización de un equipo de control para una bobinadora.

Los elementos que son iguales o tienen la misma función se han provisto de las mismas referencias en las figuras, a menos que se indique lo contrario.

En la figura 1 se muestra una vista esquemática de un ejemplo de realización de una bobinadora 10.

Además, la figura 2 muestra un diagrama de flujo esquemático de un ejemplo de realización de un procedimiento para bobinar un material de bobinado D desde un rollo de alimentación 4 de la bobinadora 10 en un cuerpo de bobinado 1 con una sección transversal no circular. A continuación, se explican las figuras 1 y 2, haciendo referencia una a la otra: La bobinadora 10 de la figura 1 comprende un cuerpo de bobinado 1, una polea de inversión 2, un rodillo bailarín 3, un rollo de alimentación 4 y un avance 5. El rodillo bailarín 3 actúa a este respecto como unidad de ajuste EE. Adicional o alternativamente, la unidad de ajuste EE puede presentar un freno de material de bobinado o un almacén de material de bobinado. El avance 5 está dispuesto entre el rollo de alimentación 4 y el rodillo bailarín 3 y alimenta el material de bobinado D al rodillo bailarín 3.

El cuerpo de bobinado 1, así como el rollo de alimentación 4 son accionables mediante los accionamientos M1, M4. El accionamiento M1 está asignado a este respecto al cuerpo de bobinado 1 y el accionamiento M4 está asignado al rollo de alimentación 4. De esta manera, el cuerpo de bobinado 1 y el rollo de alimentación 4 son ejemplos de equipos de bobinado de la bobinadora 10 accionables por accionamientos M1, M4. También el avance 5 puede tener asignado un accionamiento (no mostrado).

Los accionamientos M1, M4 pueden controlarse o regularse mediante un equipo de control SE. En particular, el equipo

de control SE controla o regula los accionamientos M1, M4 o motores del cuerpo de bobinado 1 y/o del rollo de alimentación 4. Durante el proceso de bobinado, el cuerpo de bobinado 1 gira con una primera velocidad de giro W1. El rollo de alimentación 4 gira con una segunda velocidad de giro W4. El material de bobinado D se enrolla alrededor del cuerpo de bobinado 1. El material de bobinado D pasa por la bobinadora 10 a una velocidad determinada. Durante el proceso de bobinado, el material de bobinado D presenta una tensión de bobinado determinada. La tensión de bobinado determinada se ajusta con ayuda del accionamiento M1 del cuerpo de bobinado 1 y con ayuda del accionamiento M4 para el rollo de alimentación 4 en una tensión de bobinado teórica o tensión de bobinado prevista.

A este respecto, el material de bobinado D se hace pasar desde el rollo de alimentación 4 pasando por una polea de inversión 2 hasta el cuerpo de bobinado 1. En este sentido, el material de bobinado D es bobinado desde la polea de inversión 2 en el cuerpo de bobinado 1. En este sentido, en la figura 1 P1 designa el punto de apoyo del material de bobinado D en el cuerpo de bobinado 1, P2 el punto de apoyo del material de bobinado D en la polea de inversión 2 y P3 el punto de apoyo del material de bobinado D en el rollo de alimentación 4. El material de bobinado D sale de la polea de inversión 2 en el punto de apoyo P2. El material de bobinado D tiene contacto con el cuerpo de bobinado 1 en el punto de apoyo P1. La longitud libre x se extiende entre el punto de apoyo P1 y el punto de apoyo P2. La longitud libre x corresponde a la longitud del material de bobinado D entre la polea de inversión 2 y el cuerpo de bobinado 1. La longitud libre x cambia periódicamente durante el proceso de bobinado. Además, el punto de apoyo P2 en la polea de inversión 2 también cambia periódicamente.

En lo sucesivo se hablará del procedimiento según la figura 2.

El bloque 100 en la figura 2 designa un recorrido de medición para generar las señales de compensación dependientes de la posición $k1(\alpha)$, $k4(\alpha)$, y el bloque 200 designa un funcionamiento (funcionamiento con regulación) de la bobinadora 10. Se explican más detalles del bloque 100 con referencia a la figura 3, que describe detalles de la generación de la señal de compensación dependiente de la posición $k1(\alpha)$ para el accionamiento M1 del cuerpo de bobinado 1 y la señal de compensación dependiente de la posición $k4(\alpha)$ para el accionamiento M4 del rollo de alimentación 4.

El ejemplo del procedimiento de la figura 2 comprende el recorrido de medición 100 con las etapas 110 a 150, así como el funcionamiento con regulación 200 con las etapas 210 y 220: Según el bloque 100, la señal de compensación dependiente de la posición $k1(\alpha)$, $k4(\alpha)$ para el respectivo accionamiento M1, M4 se proporciona mediante las siguientes etapas 110 a 150.

En la etapa 110, se registra, en particular se muestrea, una magnitud perturbadora SG que representa el defecto durante el bobinado en el dominio del tiempo durante un recorrido de medición, en particular antes del funcionamiento con regulación 200 de la bobinadora 10 como señal discreta en el tiempo.

En la etapa 120, la magnitud perturbadora SG registrada se transforma del dominio del tiempo a un espectro S del dominio de la frecuencia. En este sentido, se usa en particular una transformada de Fourier, por ejemplo una FFT (transformada rápida de Fourier).

En particular, en la etapa 110 se muestrea mediante una primera frecuencia de muestreo la magnitud perturbadora SG para proporcionar una señal discreta en el tiempo. La señal muestreada se interpola a continuación mediante splines cúbicos, y la señal interpolada se muestrea con una segunda frecuencia de muestreo de modo que el número de puntos de muestreo corresponde a un número elevado al cuadrado. A continuación, se transforma en la etapa 120 la señal muestreada con la segunda frecuencia de muestreo mediante la FFT al dominio de la frecuencia.

En la etapa 130, el espectro S se filtra mediante un filtro F1, F4 específico del equipo de bobinado 1, 4 asignado al accionamiento M1, M4. En el presente ejemplo, el accionamiento M1 está asignado al cuerpo de bobinado 1 como equipo de bobinado. El accionamiento M1 tiene asignado a su vez un filtro específico F1 (véase la figura 3).

Correspondientemente, el accionamiento M4 para el rollo de alimentación 4 tiene asignado como equipo de bobinado el accionamiento M4. Correspondientemente, el filtro F4 está asignado al accionamiento M4 (véase la figura 3).

En la etapa 140, el espectro filtrado (véanse TS1, TS4 en la figura 3) se transforma del dominio de la frecuencia al dominio del tiempo para proporcionar una señal de compensación dependiente del tiempo $k1(t)$, $k4(t)$. Para ello, se usa una transformación inversa a la de la etapa 120. Si en la etapa 120 se ha usado por ejemplo una FFT, en la etapa 140 se usa una FFT inversa.

En la etapa 150 se transforma la señal de compensación dependiente del tiempo $k1(t)$, $k4(t)$ en la señal de compensación dependiente de la posición $k1(\alpha)$, $k4(\alpha)$.

A continuación, el respectivo accionamiento M1, M4 puede someterse a un control previo mediante la respectiva señal de compensación dependiente de la posición $k1(\alpha)$, $k4(\alpha)$. En el ejemplo de la figura 1 se genera una señal de compensación dependiente de la posición $k1(\alpha)$ para el accionamiento M1 del cuerpo de bobinado 1, y se genera otra señal de compensación dependiente de la posición $k4(\alpha)$ para el accionamiento M4 del rollo de alimentación 4.

Además, es posible generar otra señal de compensación dependiente de la compensación (no representada) para la unidad de ajuste EE del rodillo bailarín 3, si el rodillo bailarín 3 tiene asignado un accionamiento.

Como se ha explicado anteriormente, la figura 3 muestra un diagrama de flujo esquemático de un ejemplo de realización detallado de un procedimiento para generar una señal de compensación dependiente de la posición $k1(\alpha)$ para el accionamiento M1 del cuerpo de bobinado 1 y una señal de compensación dependiente de la posición $k4(\alpha)$ para el rollo de alimentación 4.

Las etapas 110 a 150 del bloque 100 de la figura 3 se basan en las etapas 110 a 150 del bloque 100 de la figura 2, diferenciando las etapas 130 a 150 para los dos accionamientos M1, M4 o para la generación de las dos señales de compensación dependientes de la posición $k1(\alpha)$ y $k4(\alpha)$.

Para ello, se describirán en detalle las etapas 110 a 150 de la figura 3:

En la etapa 110 se registra la magnitud perturbadora SG que representa el defecto en el dominio del tiempo durante un proceso de bobinado.

En la etapa 120, la magnitud perturbadora SG se transforma a un espectro S en el dominio de la frecuencia.

A continuación, en las etapas 130 a 150 hay una respectiva ruta para el respectivo accionamiento M1, M4. La ruta para el accionamiento M1 y, por lo tanto, para la correspondiente señal de compensación dependiente de la posición $k1(\alpha)$ comprende las etapas 131, 141 y 151. La ruta para el accionamiento M4 o la correspondiente señal de compensación dependiente de la posición $k4(\alpha)$ comprende las etapas 132, 142 y 152.

En la etapa 131 se filtran aquellos espectros parciales TS1 del espectro S que corresponden a una frecuencia de funcionamiento del cuerpo de bobinado 1 asignado al accionamiento M1 o a uno o varios de sus armónicos. En la siguiente etapa 141, se transforma el espectro parcial filtrado TS1 del dominio de la frecuencia al dominio del tiempo para proporcionar una señal de compensación dependiente del tiempo $k1(t)$ para el accionamiento M1. En la etapa 151 se transforma a continuación la señal de compensación dependiente del tiempo $k1(t)$ en la señal de compensación dependiente de la posición $k1(\alpha)$ para el accionamiento M1.

De manera análoga se genera la señal de compensación dependiente de la posición $k4(\alpha)$ para el accionamiento M4 del rollo de alimentación 4. En la etapa 132 se filtran aquellos espectros parciales TS4 del espectro S que corresponden a una frecuencia de funcionamiento del rollo de alimentación 4 asignado al accionamiento M4 o a uno de sus armónicos. En la siguiente etapa 142, se transforma el espectro parcial filtrado TS4 del dominio de la frecuencia al dominio del tiempo para proporcionar una señal de compensación dependiente del tiempo $k4(t)$ para el accionamiento M4. En la etapa 152 se transforma a continuación la señal de compensación dependiente del tiempo $k4(t)$ en la señal de compensación dependiente de la posición $k4(\alpha)$ para el accionamiento M4.

En general, el filtro F1 es específico para el accionamiento M1 y el filtro F4 es específico para el accionamiento M4. Correspondientemente, el filtro F1 se parametriza en función de los parámetros del cuerpo de bobinado 1, en particular de su velocidad de giro W1. Correspondientemente, el filtro F4 se parametriza en función de los parámetros del rollo de alimentación 4 asignado al accionamiento M4, en particular de su velocidad de giro W4 durante el funcionamiento de la bobinadora 10.

Además, la figura 4 muestra un diagrama de bloques esquemático de un ejemplo de realización de un equipo de control SE (véase también la figura 1) para una bobinadora 10. Para proporcionar la señal de compensación dependiente de la posición $k1(\alpha)$, $k4(\alpha)$ para el respectivo accionamiento M1, M4, el equipo de control SE comprende una primera unidad 11, una segunda unidad 12, una tercera unidad 13, una cuarta unidad 14 y una quinta unidad 15.

La primera unidad 11 está configurada para registrar una magnitud perturbadora SG que representa el defecto en el dominio del tiempo durante un proceso de bobinado.

La segunda unidad 12 está configurada para transformar la magnitud perturbadora SG registrada del dominio del tiempo a un espectro S en el dominio de la frecuencia.

La tercera unidad 13 está configurada para filtrar el espectro S mediante un filtro F1, F4 específico para el equipo de bobinado 1, 4 asignado al accionamiento M1, M4.

La cuarta unidad 14 está configurada para transformar el espectro filtrado TS1, TS4 del dominio de la frecuencia al dominio del tiempo para proporcionar una señal de compensación dependiente del tiempo $k1(t)$, $k4(t)$.

La quinta unidad 15 está configurada para transformar la señal de compensación dependiente del tiempo $k1(t)$, $k4(t)$ en la señal de compensación dependiente de la posición $k1(\alpha)$, $k4(\alpha)$.

Además, el equipo de control SE está configurado para ajustar, por ejemplo someter a un control previo o regular durante el bobinado del material de bobinado D proporcionado por el rollo de alimentación 4 al menos uno de los

accionamientos M1, M4 (en el ejemplo de la figura 1, los dos accionamientos M1 y M4) en función de las señales de compensación dependientes de la posición $k_1(\alpha)$, $k_4(\alpha)$.

Lista de referencias

5

D	Material de bobinado
F1	Filtro
F4	Filtro
$k_1(t)$	Señal de compensación dependiente del tiempo para el accionamiento M1
$k_1(\alpha)$	Señal de compensación dependiente de la posición para el accionamiento M1
$k_4(t)$	Señal de compensación dependiente del tiempo para el accionamiento M4
$k_4(\alpha)$	Señal de compensación dependiente de la posición para el accionamiento M4
M1	Accionamiento para el cuerpo de bobinado
M4	Accionamiento para el rollo de alimentación
P1	Punto de apoyo del material de bobinado en el cuerpo de bobinado
P2	Punto de apoyo del material de bobinado en la polea de inversión
P3	Punto de apoyo del material de bobinado en el rollo de alimentación
S	Espectro
SG	Magnitud perturbadora
TS1	Espectro parcial
TS4	Espectro parcial
W1	Velocidad de giro de la bobina
W4	Velocidad de giro del rollo de alimentación
x	Longitud libre del material de bobinado
α	Posición del cuerpo de bobinado
1	Cuerpo de bobinado
2	Polea de inversión
3	Rodillo bailarín
4	Rollo de alimentación
5	Avance
10	Bobinadora
100	Recorrido de medición
110 - 150	Etapas del procedimiento del recorrido de medición
200	Funcionamiento
210 - 220	Etapas de procedimiento del funcionamiento

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para bobinar un material de bobinado (D) mediante una bobinadora (10) que presenta una serie de equipos de bobinado (1, 4) que pueden ser accionados por un respectivo accionamiento (M1, M4) asignado y que comprenden al menos un rollo de alimentación (4) y un cuerpo de bobinado (1), con las etapas:

proporcionar (210) el material de bobinado (D) desde el rollo de alimentación (4), y bobinar (220) el material de bobinado (D) proporcionado por el rollo de alimentación (4) pasando por al menos una polea de inversión (2) en el cuerpo de bobinado (1), ajustándose al menos uno de los accionamientos (M1, M4) en función de una señal de compensación dependiente de la posición ($k_1(\alpha)$, $k_4(\alpha)$) que compensa al menos parcialmente un defecto, **caracterizado por** que la señal de compensación dependiente de la posición ($k_1(\alpha)$, $k_4(\alpha)$) se proporciona para el respectivo accionamiento (M1, M4) mediante las siguientes etapas:

- a) registrar (110) una magnitud perturbadora (SG) que representa el defecto en el dominio del tiempo durante un proceso de bobinado,
- b) transformar (120) la magnitud perturbadora (S4) registrada del dominio del tiempo a un espectro en el dominio de la frecuencia,
- c) filtrar (130) el espectro mediante un filtro (F1, F2) específico para el equipo de bobinado (1, 4) asignado al accionamiento (M1, M4),
- d) transformar (140) el espectro filtrado (TS1, TS4) del dominio de la frecuencia al dominio del tiempo para proporcionar una señal de compensación dependiente del tiempo ($k_1(t)$, $k_4(t)$), y
- e) transformar (150) la señal de compensación dependiente del tiempo (b) en la señal de compensación dependiente de la posición ($k_1(\alpha)$, $k_4(\alpha)$).

2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que el filtro asignado al accionamiento (M1, M4) se parametriza en función de parámetros del equipo de bobinado (1, 4) asignado al accionamiento (M1, M4).

3. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que al filtrarse el espectro (S) en la etapa c) se ocultan las frecuencias del espectro (S) por encima de una frecuencia límite determinada.

4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por

que al filtrarse el espectro (S) en la etapa c) (130) se filtran aquellos espectros parciales (TS1, TS2) del espectro (S) que dependen de una frecuencia de funcionamiento del equipo de bobinado (1, 4) asignado al accionamiento (M1, M4), transformándose en la etapa d) (140) los espectros parciales filtrados (TS1, TS4) del dominio de la frecuencia al dominio del tiempo para proporcionar la señal de compensación dependiente del tiempo ($k_1(t)$, $k_4(t)$) para el accionamiento M1, M4).

5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por

que al filtrarse el espectro (S) en la etapa c) (130) se filtran aquellos espectros parciales (TS1, TS2) del espectro (S) que corresponden a una frecuencia de funcionamiento del equipo de bobinado (1, 4) asignado al accionamiento (M1, M4) o a uno de sus armónicos, transformándose en la etapa d) (140) los espectros parciales filtrados (TS1, TS4) del dominio de la frecuencia al dominio del tiempo para proporcionar la señal de compensación dependiente del tiempo ($k_1(t)$, $k_4(t)$) para el accionamiento M1, M4).

6. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por

que después de la etapa b) (120) se analiza el espectro (S) para asignar al menos un espectro parcial (TS1, TS4) a un equipo de bobinado (1, 4) que causa al menos en parte el defecto, filtrándose el respectivo espectro parcial (TS1, TS4) asignado a uno de los equipos de bobinado (1, 4), en particular en función de un resultado del análisis, transformándose el espectro parcial filtrado (TS1, TS4) del dominio de la frecuencia al dominio del tiempo para proporcionar al menos una parte de la señal de compensación dependiente del tiempo ($k_1(t)$, $k_4(t)$) para el accionamiento (M1, M4) asignado al equipo de bobinado (1, 4) causante.

7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que en la etapa a) se registra la magnitud perturbadora (SG) en el dominio del tiempo durante un recorrido de medición como señal discreta en el tiempo, en particular antes de un funcionamiento con regulación de la bobinadora (10).

8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que en la etapa b) (120) se transforma la magnitud perturbadora (SG) registrada del dominio del tiempo al espectro en el dominio de frecuencia mediante una transformación de frecuencia, en particular mediante una transformada de Fourier.

9. Procedimiento según la reivindicación 8, caracterizado por

que como transformación de frecuencia se usa una FFT (transformada rápida de Fourier), muestreándose en la etapa a) (110) la magnitud perturbadora (SG) con una primera frecuencia de muestreo para proporcionar una señal discreta en el tiempo, interpolándose la señal muestreada mediante splines cúbicos y muestreándose la señal interpolada con una segunda frecuencia de muestreo, de modo que el número de puntos de muestreo corresponde a un número elevado al cuadrado, transformándose en la etapa b) (120) la señal muestreada con la segunda frecuencia de muestreo mediante FFT al dominio de la frecuencia.

10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado por que el accionamiento (M1, M4) se somete a un control previo mediante la señal de compensación dependiente de la posición ($k_1(\alpha)$, $k_4(\alpha)$).

11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizado por que la señal de compensación dependiente del tiempo ($k_1(t)$, $k_4(t)$) se transforma en la señal de compensación dependiente de la posición ($k_1(\alpha)$, $k_4(\alpha)$) en función de una respectiva posición (α) del cuerpo de bobinado (1) para un ciclo de bobinado de N revoluciones del cuerpo de bobinado (1) y se almacena en una tabla de una unidad de almacenamiento.

12. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizado por que se proporciona una respectiva señal de compensación dependiente de la posición ($k_1(\alpha)$, $k_4(\alpha)$) para cada uno de los accionamientos (M1, M4) de los equipos de bobinado (1, 4) mediante la respectiva realización de las etapas a) a e).

13. Bobinadora (10) para bobinar un material de bobinado (D) que presenta una serie de equipos de bobinado (1, 4) que pueden ser accionados por un respectivo accionamiento (M1, M4) asignado y que comprenden al menos un rollo de alimentación (4) para proporcionar el material de bobinado (D) y un cuerpo de bobinado (1),

con un equipo de control (SE) que está configurado para ajustar al menos uno de los accionamientos (M1, M4) en función de una señal de compensación dependiente de la posición ($k_1(\alpha)$, $k_4(\alpha)$) que compensa al menos parcialmente un defecto durante el bobinado del material de bobinado (D) proporcionado por el rollo de alimentación (4) pasando por al menos una polea de inversión (2) en el cuerpo de bobinado (1), **caracterizado por que**, para proporcionar la señal de compensación dependiente de la posición ($k_1(\alpha)$, $k_4(\alpha)$) para el respectivo accionamiento (M1, M4), el equipo de control (SE) presenta:

una primera unidad (11) para registrar una magnitud perturbadora (SG) que representa el defecto en el dominio del tiempo durante un proceso de bobinado,
una segunda unidad (12) para transformar la magnitud perturbadora (SG) registrada del dominio del tiempo a un espectro (S) en el dominio de la frecuencia,
una tercera unidad (13) para filtrar el espectro (S) mediante un filtro (F1, F4) específico para el equipo de bobinado (1, 4) asignado al accionamiento (M1, M4),
una cuarta unidad (14) para transformar el espectro filtrado (TS1, TS4) del dominio de la frecuencia al dominio del tiempo para proporcionar una señal de compensación dependiente del tiempo ($k_1(t)$, $k_4(t)$), y
una quinta unidad (15) para transformar la señal de compensación dependiente del tiempo ($k_1(t)$, $k_4(t)$) en la señal de compensación dependiente de la posición ($k_1(\alpha)$, $k_4(\alpha)$).

14. Producto de programa informático que induce la realización del procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 12 en el equipo de control de la bobinadora según la reivindicación 13.

15. Equipo de control (SE) para la bobinadora según la reivindicación 13, que está configurado para la realización de un procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 12 con ayuda de los accionamientos (M1, M4).

FIG 1

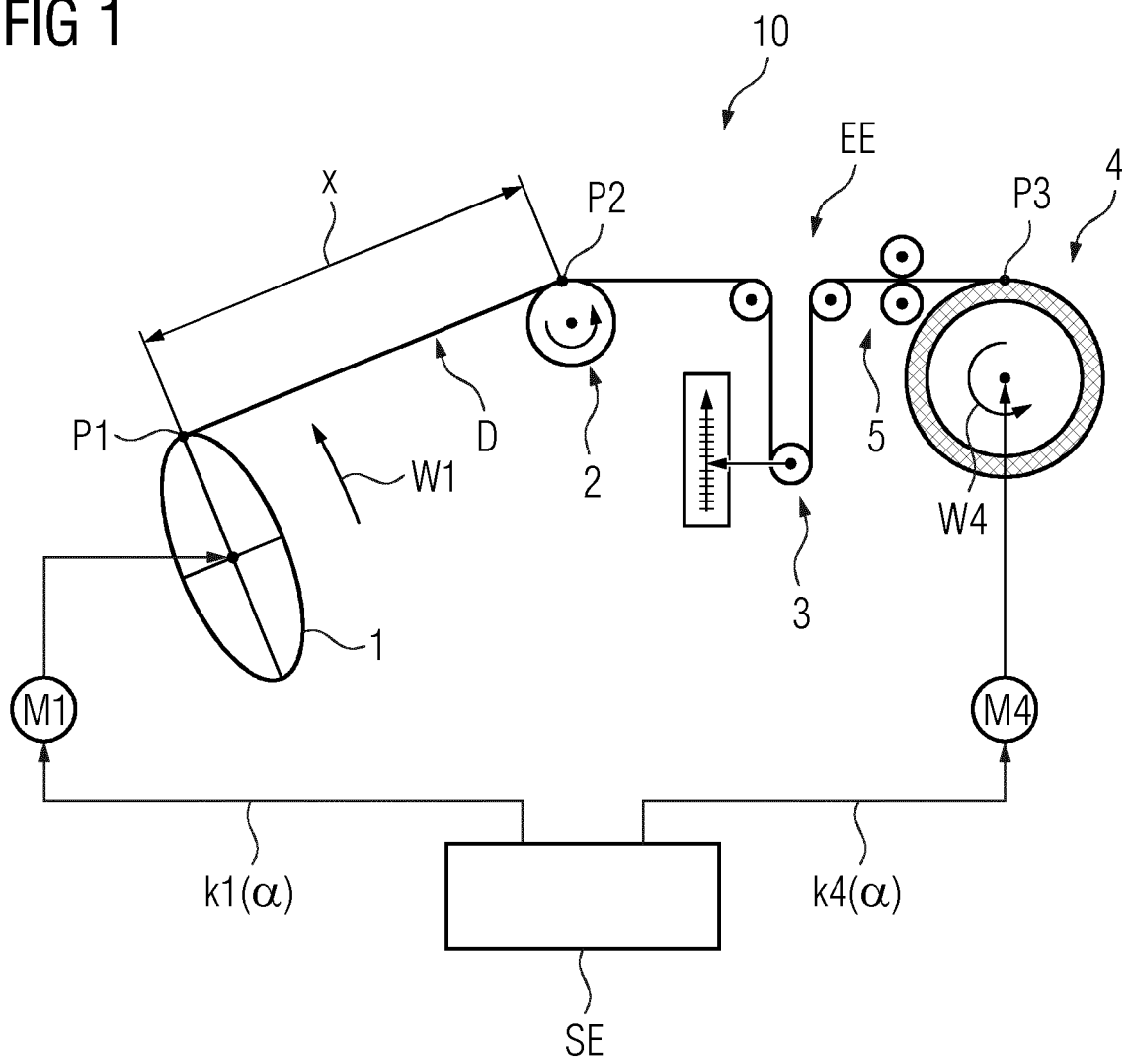


FIG 2

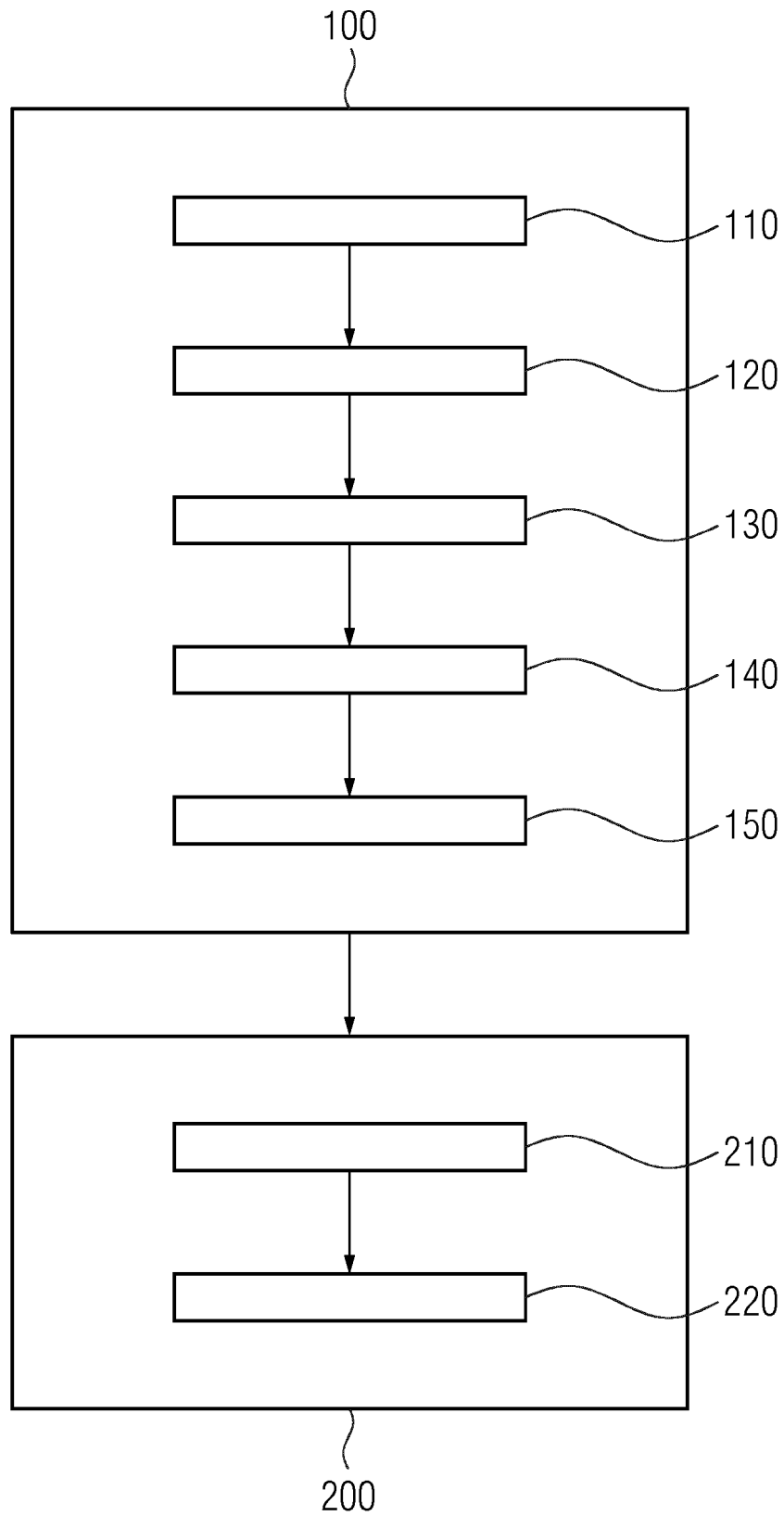


FIG 3

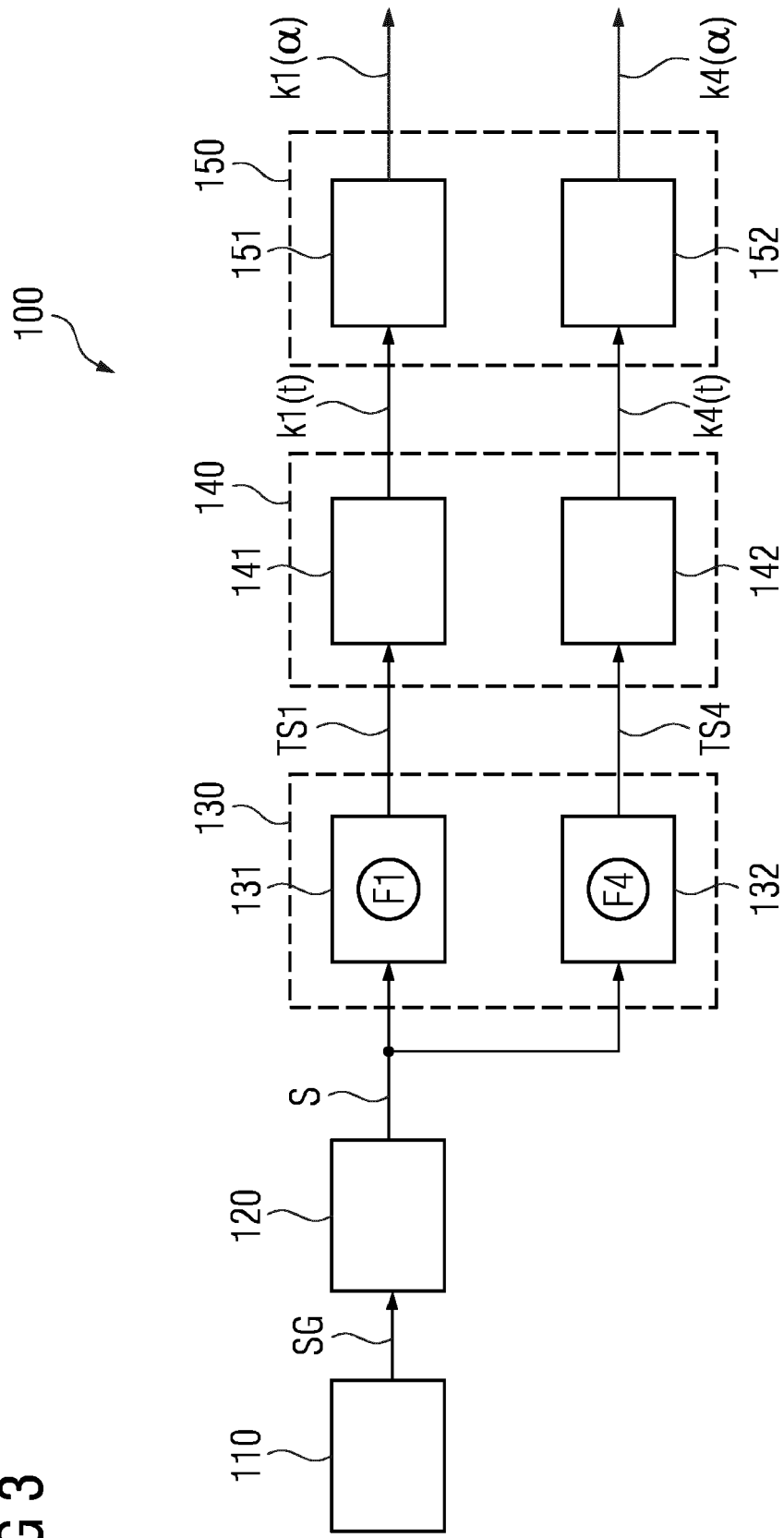


FIG 4

