

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 951 034**

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: **18.05.2018** **E 18173096 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.06.2023** **EP 3569537**

54 Título: **Procedimiento para bobinar un producto a bobinar**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**17.10.2023**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**KERLING, SEBASTIAN y**  
**SEELINGER, BJÖRN**

74 Agente/Representante:

**LOZANO GANDIA, José**

ES 2 951 034 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 producto a bobinar

5 La presente invención se refiere a un procedimiento para bobinar un producto a bobinar desde un mecanismo de alimentación sobre un cuerpo para bobinar con sección transversal de forma no circular.

10 Cuando se bobina un producto a bobinar, en particular cuando se trata de un alambre o una lámina, sobre un cuerpo para bobinar, se somete el producto a bobinar regularmente a una tensión de bobinado. La tensión de bobinado corresponde entonces a la fuerza (por unidad de superficie de sección transversal) con la que se bobina el producto a bobinar sobre el cuerpo para bobinar. En equipos modernos para bobinar un producto a bobinar puede ajustarse la tensión de bobinado. En otras palabras, la tensión de bobinado es la tensión de tracción del producto a bobinar. El documento EP 2 485 227 A1 describe una máquina para bobinar alambre y una regulación para una tal máquina de bobinar alambre.

15 En la solicitud EP 3 333 106 A1 de la entidad solicitante se describe un procedimiento para bobinar un producto a bobinar desde un mecanismo de alimentación sobre un cuerpo para bobinar con sección transversal de forma no circular, en el cual el producto a bobinar lo proporciona el mecanismo de alimentación y se bobina sobre el cuerpo para bobinar, pudiendo ajustarse la tensión de bobinado del producto a bobinar a una tensión de bobinado prevista, controlándose o regulándose una velocidad de giro del cuerpo para bobinar para ajustar la tensión de bobinado y/o ajustándose la tensión de bobinado mediante una unidad de ajuste a la tensión de bobinado prevista.

20 La solicitud US 2016/0036086 A1 se refiere a un aparato para fabricar baterías de acumulador con mandril de bobinado y un sistema de control diseñado para controlar una cantidad suministrada de material inicial proporcionado, así como un giro del mandril de bobinado, habiendo memorizado el sistema de control un perfil de la cantidad a suministrar de material inicial en relación con la velocidad de giro del mandril de bobinado y estando diseñado para, basándose en el perfil, controlar en sincronismo la cantidad suministrada y el giro del mandril de bobinado.

25 La solicitud internacional WO 2018/029129 A1 se refiere a un equipo para bobinar, para generar bobinados planos, incluyendo el equipo para bobinar al menos un equipo de control, al menos un mecanismo de aportación de material y un núcleo para bobinar, incluyendo el equipo para bobinar al menos un dispositivo posicionador para el núcleo de bobinado, pudiendo moverse el núcleo de bobinado mediante el dispositivo posicionador con un movimiento de traslación, así como a un procedimiento para generar bobinados planos. Puede ajustarse un perfil de movimiento correspondiente al movimiento de traslación y dado el caso también un perfil de movimiento correspondiente al movimiento de rotación puede ajustarse entonces de forma tal que una velocidad de recepción del material sea constante o no varíe en más de una medida predeterminada.

30 Partiendo de esta base, consiste un objetivo de la presente invención en mejorar el proceso de bobinar un producto a bobinar sobre un cuerpo para bobinar con sección transversal de forma no circular.

35 Según un primer aspecto, se propone un procedimiento para bobinar un producto a bobinar desde un mecanismo de alimentación sobre un cuerpo para bobinar con sección transversal de forma no circular de una máquina para bobinar. El procedimiento incluye las siguientes etapas:

40 Aportación del producto a bobinar desde el rodillo de alimentación y proceso de bobinar el producto a bobinar proporcionado por el mecanismo de alimentación a través de al menos un rodillo de desvío sobre el cuerpo para bobinar, ajustándose una tensión de bobinado real del producto a bobinar a una tensión de bobinado de consigna en función de una señal de compensación que depende de la posición y memorizada en una unidad de memoria, para compensar una longitud libre del producto a bobinar entre el rodillo de desvío y el cuerpo para bobinar, que varía al tener el producto a bobinar una sección transversal no circular.

45 Puesto que la tensión de bobinado real se ajusta a la tensión de bobinado de consigna mediante la señal de compensación que depende de la posición y que está memorizada en la unidad de memoria ya con anterioridad al proceso de bobinar, puede reducirse el volumen de cálculo para el ajuste, en particular frente a soluciones en las cuales la señal de compensación se calcula durante el proceso de bobinar, es decir, online. Al reducirse el volumen de cálculo, puede adaptarse o elegirse también correspondientemente el equipo de control que realiza el ajuste de la tensión de bobinado real. En particular frente a soluciones en las cuales la señal de compensación se calcula durante el proceso de bobinar, puede utilizarse un equipo de control con menor capacidad de cálculo. Ventajosamente esto ahorra costes.

50 Cuando se utiliza un mismo equipo de control, puede reducirse ventajosamente la duración del ciclo.

55 La señal de compensación dependiente de la posición se calcula en consecuencia en particular previamente para un proceso total de bobinado o para un proceso parcial de bobinado y se archiva en la unidad de memoria. En particular se archiva la señal de compensación calculada en una tabla o tabla polinómica, también llamada disco de levas.

60

Mediante el presente procedimiento puede aumentar ventajosamente la velocidad del proceso para una mecánica ya existente de la máquina de bobinar. Además mediante el presente procedimiento puede incrementarse también la calidad del proceso para una mecánica existente de la máquina de bobinar.

Como longitud libre del producto a bobinar se denomina en particular la longitud de la banda del producto a bobinar entre el rodillo de desvío y el cuerpo para bobinar. Cuando están previstos varios rodillos de desvío en la máquina de bobinar, nos referimos en particular al rodillo de desvío antepuesto inmediatamente antes del cuerpo para bobinar. Por ejemplo la longitud libre del producto a bobinar es la longitud de la banda entre el punto de apoyo del producto a bobinar sobre el rodillo de desvío y el punto de apoyo del producto a bobinar sobre el cuerpo para bobinar.

Bajo la tensión de bobinado se entiende la tensión, en particular la tensión mecánica, del producto a bobinar en el proceso de bobinar. En particular se define la tensión de bobinado como la fuerza que actúa sobre el producto a bobinar perpendicularmente a su superficie de sección transversal, dividida por la superficie de la sección transversal.

Bajo la tensión de bobinado de consigna se entiende la tensión de bobinado con la cual debe bobinarse el producto a bobinar sobre el cuerpo para bobinar. La tensión de bobinado de consigna puede denominarse también tensión de bobinado prevista. La tensión de bobinado de consigna puede estar representada como función de la orientación del cuerpo para bobinar. A modo de ejemplo esto es relevante cuando se bobina un alambre como producto a bobinar alrededor de un cuerpo para bobinar angular, para lograr un resultado optimizado.

Bajo una sección transversal de forma no circular se entiende una sección transversal distinta de una forma circular. Es decir, el producto a bobinar tiene un diámetro no constante, es decir, al menos dos diámetros diferentes. A modo de ejemplo, está conformado un tal cuerpo para bobinar con sección transversal de forma no circular, de forma elipsoidal o rectangular.

Por ejemplo se generan con el presente procedimiento con preferencia celdas de batería o condensadores de lámina. Bajo un mecanismo de alimentación se entiende en particular un equipo para proporcionar y/o mantener el producto a bobinar en la máquina de bobinar. El mecanismo de alimentación incluye con preferencia un rodillo de alimentación y/o un equipo de transporte.

A modo de ejemplo, el rodillo de alimentación es un rodillo de alambre o un rodillo sobre el cual está bobinada una lámina. El cuerpo para bobinar puede llevar asociada una primera velocidad de giro y por el contrario al rodillo de alimentación puede asociarse una segunda velocidad de giro, con lo que el rodillo de alimentación proporciona el producto a bobinar con una velocidad proporcional a la segunda velocidad de giro. Bajo rodillo de desvío se entiende con preferencia aquel rodillo desde el que se conduce el producto a bobinar hacia el cuerpo para bobinar.

La tensión de bobinado puede denominarse también tensión de la banda o tensión del producto a bobinar. En un proceso de bobinar sobre el cuerpo para bobinar con sección transversal no circular, varía el segmento entre el punto de apoyo del producto a bobinar sobre el cuerpo para bobinar y el punto de apoyo del producto a bobinar sobre el rodillo de desvío antepuesto cuando gira el cuerpo para bobinar. Esta variación se denomina en el presente caso longitud libre variable del producto a bobinar entre el rodillo de desvío y el cuerpo para bobinar. La variación de esta distancia entre los puntos de apoyo tiene como consecuencia una variación de la tensión de bobinado real y también en base a ello se ajusta mediante el presente procedimiento la tensión de bobinado real a la tensión de bobinado de consigna. Bajo ajuste se entiende en este caso en particular un control o una regulación. Adicionalmente tiene el punto de apoyo variable sobre el rodillo de desvío y el perímetro no constante del bobinador (a lo largo de 360° en comparación con un círculo) una influencia sobre la variación de la tensión de bobinado real.

Con preferencia la tensión de bobinado real es constante, en particular durante un ciclo de bobinado compuesto por N vueltas del cuerpo para bobinar. La tensión de bobinado real ha de mantenerse con preferencia constante en la fabricación de celdas de baterías y el bobinado de condensadores. Bajo "constante" ha de entenderse aquí en particular que la tensión de bobinado, en particular en el punto de apoyo del producto a bobinar, permanece constante sobre el cuerpo para bobinar (en particular ya bobinado) durante el proceso de bobinar.

En particular controla o regula para ello un equipo de control de la máquina para bobinar una unidad de ajuste y/o un accionamiento del cuerpo para bobinar. La unidad de ajuste incluye por ejemplo un acumulador del producto a bobinar variable y/o un freno del producto a bobinar ajustable y/o un rodillo danzante. Se encuentran ejemplos de una tal unidad de ajuste en el documento EP 3 333 106 A1.

Según una forma de realización, se regula la tensión de bobinado real del producto a bobinar hasta la tensión de bobinado de consigna en función de la señal de compensación dependiente de la posición para compensar la longitud libre variable del producto a bobinar entre el rodillo de desvío y el cuerpo para bobinar.

Según la invención, se calcula la señal de compensación dependiente de la posición en función de una correspondiente posición averiguada del cuerpo para bobinar para un ciclo de bobinado simulado a partir de N vueltas del cuerpo para bobinar antes de bobinar el producto a bobinar sobre el cuerpo para bobinar y se memoriza en una tabla de la unidad de memoria.

- La señal de compensación se calcula previamente, mediante una simulación basada en un ciclo de bobinado simulado compuesto por N vueltas del cuerpo para bobinar y se memoriza a continuación en la tabla de la unidad de memoria. El cálculo de la señal de compensación y la memorización en la tabla de la unidad de memoria tienen lugar antes de bobinar realmente el producto a bobinar sobre el cuerpo para bobinar.
- Según otra forma de realización, se utiliza como tabla para memorizar la señal de compensación dependiente de la posición una tabla polinómica. La tabla polinómica puede denominarse también disco de levas.
- Según otra forma de realización, se averigua la correspondiente posición del cuerpo para bobinar para el ciclo de bobinado simulado a partir de las N vueltas del cuerpo para bobinar en función de una longitud de bobinado del producto a bobinar y de una velocidad de giro del cuerpo para bobinar.
- Para averiguar la correspondiente posición del cuerpo para bobinar durante la simulación con el ciclo de bobinado simulado, son parámetros de entrada adecuados para una determinación precisa la longitud de bobinado y la velocidad de giro.
- Según la invención, la señal de compensación dependiente de la posición ya calculada se filtra antes de memorizarla en la tabla mediante un filtro de orden de filtro determinado y la señal de compensación dependiente de la posición ya filtrada se memoriza a continuación en la tabla de la unidad de memoria.
- La señal de compensación calculada puede en consecuencia modificarse o filtrarse de forma tal que se supriman determinados espectros de frecuencia y en consecuencia ya no se activen. Para ello es adecuado en particular un filtro de orden superior con respuesta de impulso finita.
- Particularmente puede aumentarse de esta manera ventajosamente la velocidad del proceso para una mecánica ya existente de la máquina para bobinar. Además puede aumentarse también particularmente la calidad del proceso para una mecánica ya existente de la máquina para bobinar mediante la presente forma de realización.
- Según otra forma de realización, se utiliza como filtro un filtro FIR (FIR; Finite Impulse Response, respuesta de impulso finita) con un determinado orden de filtro de al menos M y una respuesta de impulso finita. Por ejemplo se encuentra el orden del filtro M entre 1500 y 2000.
- Según otra forma de realización, al memorizar la señal de compensación dependiente de la posición filtrada en la tabla, se tiene en cuenta un comportamiento de respuesta transitoria del filtro y se compensa un tiempo muerto del filtro.
- Mediante el cálculo previo de la señal de compensación, pueden tenerse en cuenta el comportamiento de respuesta transitoria del filtro y el tiempo muerto del filtro resultante ya en el cálculo de la señal de compensación y/o su memorización en la unidad de memoria. Esto repercute de forma especialmente ventajosa en la utilización de filtros de orden superior.
- Según otra forma de realización, se determina la correspondiente posición del cuerpo para bobinar para el ciclo de bobinado simulado a partir de las N vueltas del cuerpo para bobinar en función de la longitud de bobinado del producto a bobinar, de la velocidad de giro del cuerpo para bobinar y del orden del filtro determinado en un grado de resolución predeterminado.
- Según otra forma de realización, para ajustar la tensión de bobinado real del producto a bobinar a la tensión de bobinado de consigna, se regula una velocidad de giro del cuerpo a bobinar.
- Según otra forma de realización, se regula la tensión de bobinado real del producto a bobinar a la tensión de bobinado de consigna mediante una unidad de ajuste.
- La unidad de ajuste incluye en particular un freno del producto a bobinar con potencia de frenado ajustable y/o un acumulador de producto a bobinar. La aplicación de una tensión puede también realizarse mediante un sistema danzante, mediante el accionamiento del bobinador y/o mediante el accionamiento de un eje de la banda participante. Entonces se conduce el producto a bobinar a través de un rodillo de desvío.
- Un freno del producto a bobinar puede complementarse ventajosamente mediante otras posibilidades de ajuste de la tensión de bobinado.
- Un acumulador de producto a bobinar tiene una pluralidad de rodillos de desvío, manteniéndose el producto a bobinar a través de la pluralidad de rodillos de desvío en una banda de longitud variable. Modificando la posición de al menos uno de los rodillos de desvío, es posible ajustar la longitud de la banda. La longitud de la banda del producto a bobinar se corresponde con la capacidad del acumulador de producto a bobinar. La modificación de la posición del correspondiente rodillo de desvío se realiza en particular mediante una etapa de ajuste.

Un acumulador de producto a bobinar puede combinarse con un rodillo danzante para compensar ligeras oscilaciones de la tensión de bobinado.

5 Según otra forma de realización, se regula la tensión de bobinado real del producto a bobinar en base a la tensión de bobinado de consigna en función de la señal de compensación dependiente de la posición para ajustar una fuerza de tracción real que actúa sobre el producto a bobinar a una fuerza de tracción de consigna.

10 Según otra forma de realización, se ajusta, en particular se regula un momento real que actúa sobre el producto a bobinar mientras se bobina el producto a bobinar sobre el cuerpo para bobinar a un momento de consigna.

Según otra forma de realización, se regula un momento real que actúa sobre el producto a bobinar a un momento de consigna en función de la señal de compensación dependiente de la posición memorizada en la unidad de memoria, para compensar la longitud libre variable debido a la sección transversal de forma no circular del producto a bobinar.

15 Según un segundo aspecto no reivindicado, se propone un producto de programa informático que provoca sobre un equipo controlado por programa la realización del procedimiento antes de escrito para bobinar un producto a bobinar desde un mecanismo de alimentación sobre un cuerpo para bobinar con sección transversal de forma no circular.

20 Un producto de programa informático, como por ejemplo un medio de programa informático, puede proporcionarse o suministrarse por ejemplo como medio de memoria, como por ejemplo tarjeta de memoria, lápiz USB, CD-ROM, DVD o también en forma de un fichero descargable desde un servidor en una red. Esto puede realizarse por ejemplo en una red de comunicación inalámbrica mediante la transmisión de un fichero correspondiente con el producto de programa informático o el medio de programa informático.

25 Segundo un tercer aspecto no reivindicado, se propone un equipo de control para una máquina de bobinar tal que el equipo de control tiene una unidad de regulación que está diseñada para ejecutar, con ayuda de accionamientos y/o una unidad de ajuste, el procedimiento antes descrito para bobinar un producto a bobinar desde un mecanismo de alimentación sobre un cuerpo para bobinar con sección transversal con forma no circular.

30 La unidad de regulación puede estar implementada en técnica de hardware y/o también en técnica de software. En una implementación en técnica de hardware puede estar realizada la unidad de regulación como equipo o como parte de un equipo, por ejemplo como computadora o como microprocesador o como ordenador de control. En una implementación en técnica de software, puede estar realizada la unidad de regulación como producto de programa informático, como una función, como una rutina, como parte de un código de programa o como objeto que puede ejecutarse.

35 Según un cuarto aspecto no reivindicado, se propone una máquina de bobinar para bobinar un producto a bobinar. La máquina de bobinar incluye un mecanismo de alimentación para proporcionar el producto a bobinar, un cuerpo para bobinar con sección transversal de forma no circular de una máquina de bobinar y un equipo de control, que incluye una unidad de regulación, que está diseñada para, al bobinar el producto a bobinar, proporcionado por el mecanismo de alimentación a través de al menos un rodillo de desvío, sobre el cuerpo para bobinar, ajustar una tensión de bobinado real del producto a bobinar a una tensión de bobinado de consigna en función de una señal de compensación dependiente de la posición y memorizada en una unidad de memoria, para compensar una longitud libre variable, debida a la sección transversal de forma no circular, del producto a bobinar entre el rodillo de desvío y el cuerpo para bobinar.

45 Las formas de realización y características descritas para el procedimiento propuesto, son válidas correspondientemente para el equipo de control propuesto, así como para la máquina de bobinar propuesta.

50 Otras variantes de configuración y aspectos ventajosa/os de la invención son objeto de las reivindicaciones subordinadas, así como de los ejemplos de realización de la invención descritos a continuación. A continuación se describirá más en detalle la invención en base a formas de realización preferidas, con referencia a las figuras adjuntas.

La figura 1 muestra una vista esquemática de un ejemplo de realización de una máquina de bobinar;  
la figura 2 muestra un diagrama secuencial esquemático de un ejemplo de realización de un procedimiento para bobinar un producto a bobinar desde un rodillo de alimentación sobre un cuerpo para bobinar con sección transversal de forma no circular;  
la figura 3 muestra un diagrama de bloques esquemático de un ejemplo de realización de un procedimiento para calcular y memorizar una señal de compensación dependiente de la posición y  
la figura 4 muestra un diagrama de bloques esquemático de un ejemplo de realización de un equipo de control para una máquina de bobinar.

En las figuras se han dotado los elementos iguales o que tienen igual función de las mismas referencias, siempre que no se indique otra cosa.

65 En la figura 1 se representa una vista esquemática de un ejemplo de realización de una máquina de bobinar 10.

Además muestra la figura 2 un diagrama secuencial esquemático de un ejemplo de realización de un procedimiento para bobinar un producto a bobinar D desde un rodillo de alimentación 4 de la máquina de bobinar 10 sobre un cuerpo para bobinar 1 con sección transversal de forma no circular. A continuación se describirán las figuras 1 y 2 con referencia una a otra:

La máquina de bobinar 10 de la figura 1 incluye un cuerpo para bobinar 1, un rodillo de desvío 2, un acumulador de banda 3 y un rodillo de alimentación 4. El acumulador de banda 3 funciona entonces como unidad de ajuste EE. Adicional o alternativamente puede tener la unidad de ajuste EE un freno del material a bobinar o un acumulador del material a bobinar.

El cuerpo para bobinar 1, así como el rodillo de alimentación 4, pueden ser accionados mediante accionamientos M. Los accionamientos M pueden controlarse o regularse mediante un equipo de control SE. Para ello tiene el equipo de control SE una unidad de regulación RE. En particular controla o regula el equipo de control SE los accionamientos o motores M del cuerpo para bobinar 1 y/o del rodillo de alimentación 4. El cuerpo para bobinar 1 gira durante el proceso de bobinar con una primera velocidad de giro W1. El rodillo de alimentación 4 gira con una segunda velocidad de giro W2. El cuerpo para bobinar 1 se bobina con el producto a bobinar D. El producto a bobinar D recorre la máquina de bobinar 10 con una determinada velocidad. El producto a bobinar D presenta durante el proceso de bobinar una determinada tensión de bobinado. La tensión de bobinado determinada se ajusta con ayuda del accionamiento M del cuerpo para bobinar 1 y con ayuda del accionamiento M para el rodillo de alimentación 4 a una tensión de bobinado de consigna o tensión de bobinado prevista.

Al respecto se conduce el producto a bobinar D desde el rodillo de alimentación 4 a través de un rodillo de desvío 2 hasta el cuerpo para bobinar 1. Entonces se bobina el material a bobinar D desde el rodillo de desvío 2 sobre el cuerpo para bobinar 1. En la figura 1 significan P1 el punto de apoyo del producto a bobinar D sobre el cuerpo para bobinar 1, P2 el punto de apoyo del producto a bobinar D sobre el rodillo de desvío 2 y P3 el punto de apoyo del producto a bobinar D sobre el rodillo de alimentación 4. El producto a bobinar D abandona el rodillo de desvío 2 en el punto de apoyo P2. El producto a bobinar D toma contacto con el cuerpo para bobinar 1 en el punto de apoyo P1. Entre el punto de apoyo P1 y el punto de apoyo P2 se extiende la longitud libre x. La longitud libre x corresponde a la longitud del producto a bobinar D entre el rodillo de desvío 2 y el cuerpo para bobinar 1. La longitud libre x varía periódicamente durante el proceso de bobinar. Además varía el punto de apoyo P2 sobre el rodillo de desvío 2 igualmente de forma periódica.

A continuación nos referiremos al procedimiento de la figura 2, que incluye las etapas del procedimiento 201 y 202.

En la etapa 201 proporciona el rodillo de alimentación 4 el producto a bobinar D (véase la figura 1).

En la etapa 202 se bobina el producto a bobinar D proporcionado por el rodillo de alimentación 4 a través del rodillo de desvío 2 sobre el cuerpo para bobinar 1, ajustándose una tensión de bobinado real del producto a bobinar D a una tensión de bobinado de consigna en función de una señal de compensación k3 dependiente de la posición y memorizada en una unidad de memoria 40 (véase la figura 3 y la figura 4), para compensar la longitud libre x variable, debido a la sección transversal de forma no circular del producto a bobinar D, entre el rodillo de desvío 2 y el cuerpo para bobinar 1. Este ajuste puede consistir en un control o una regulación.

La señal de compensación dependiente de la posición se calcula en función de una correspondiente posición  $\alpha$  determinada para el cuerpo para bobinar 1 para un ciclo de bobinado simulado a partir de N vueltas del cuerpo para bobinar 1 y a continuación se memoriza en una tabla de la unidad de memoria.

En la figura 3 se representa un diagrama de bloques esquemático de un ejemplo de realización de un procedimiento para calcular y memorizar una señal de compensación dependiente de la posición. En la figura 3 k1 representa la señal de compensación calculada, k2 la señal de compensación filtrada y k3 la señal de compensación memorizada.

El procedimiento de la figura 3 incluye las siguientes etapas 301 a 305.

En la etapa 301 se determina la correspondiente posición  $\alpha$  del cuerpo para bobinar 1 para un ciclo de bobinado simulado compuesto por las N vueltas del cuerpo para bobinar 1 en función de una longitud de bobinado del producto a bobinar D y de una velocidad de giro W1 del cuerpo para bobinar 1.

Puesto que el ejemplo de realización de la figura 3 incluye un filtrado (véase la etapa 304), puede determinarse la correspondiente posición  $\alpha$  del cuerpo para bobinar 1 en la etapa 301 adicionalmente a la longitud de bobinado del producto a bobinar D y de la velocidad de giro W1 del cuerpo para bobinar 1 en función del orden del filtro en un grado de resolución predeterminado. Un grado de resolución puede ajustarse también sin filtrado. En función del grado de resolución ajustado y del orden del filtro, se adapta correspondientemente con preferencia el ciclo de bobinado simulado.

En la etapa 302 se calcula la señal de compensación  $k_1$  dependiente de la posición en función de la correspondiente posición  $\alpha$  determinada para el cuerpo para bobinar 1 antes de bobinar el producto a bobinar D sobre el cuerpo para bobinar 1. La señal de compensación  $k_1$  dependiente de la posición es una función de  $\alpha$ .

5 En la etapa 303 se filtra la señal de compensación  $k_1$  dependiente de la posición y calculada antes de memorizarla en la tabla (véase la etapa 305) mediante un filtro del orden de filtro predeterminado y la señal de compensación  $k_2$  dependiente de la posición y filtrada se memoriza en la tabla de la unidad de memoria como señal de compensación  $k_3$  memorizada. En particular se memorizan  $k_3$  y  $\alpha$  como pares de valores con el grado de resolución determinado en la unidad de memoria 40.

10 El filtro es en particular un filtro FIR con el orden de filtro determinado de al menos M y una respuesta de impulso finita.

En la etapa 304 se tiene en cuenta el tiempo muerto del filtro que se utiliza en la etapa 303 para un desplazamiento temporal de la señal  $\alpha$ . Así se encuentran sincronizadas entre sí en el lado de entrada en la etapa 305 la señal de compensación  $k_2$  filtrada y la señal  $\alpha$  para la posición del cuerpo para bobinar 1.

15 En la etapa 305 se memoriza la señal de compensación  $k_2$  filtrada dependiente de la posición en función de la señal de la posición  $\alpha$ , en la tabla de la unidad de memoria 40, teniendo en cuenta con preferencia, además del tiempo muerto del filtro, también la respuesta transitoria del filtro.

20 Así, tras realizarse la etapa 305, se tiene una señal de compensación  $k_3$  memorizada en la unidad de memoria 40, que está sincronizada en el grado de resolución predeterminado a la posición  $\alpha$  del cuerpo para bobinar 1.

25 La figura 4 muestra un diagrama de bloques esquemático de un ejemplo de realización de un equipo de control SE para una máquina de bobinar 10. El equipo de control SE está diseñado para, con ayuda de un accionamiento, por ejemplo del accionamiento M para el cuerpo para bobinar 1 (véase la figura 1), ejecutar el procedimiento de la figura 2.

30 El equipo de control SE incluye una unidad de memoria 40 para memorizar la señal de compensación  $k_3$  (véase la figura 3), así como una unidad de regulación RE. La unidad de regulación RE incluye una unidad de cálculo 41, un regulador de posición 42, un regulador de la velocidad de giro 43 y un regulador de la intensidad de la corriente 44.

35 La unidad de cálculo 41 recibe la señal de compensación  $k_3$  actual de la unidad de memoria 40. "Actual" se refiere aquí al valor actual de la señal  $\alpha$  para la posición del cuerpo para bobinar. Además recibe la unidad de cálculo 41 una velocidad de consigna V para el producto a bobinar. La velocidad de consigna V para el producto a bobinar es por ejemplo de 10 m/min.

40 Por el lado de salida, proporciona la unidad de cálculo 41 un valor de consigna de la posición PS. El regulador de posición 42 recibe el valor de consigna de la posición PS y proporciona en el lado de salida un valor de consigna de la velocidad de giro DS. El regulador de la velocidad de giro 43 recibe el valor de consigna de la velocidad de giro DS y proporciona en el lado de salida un valor de consigna de la intensidad de la corriente IS (o bien un valor de consigna del momento) en función del valor de consigna de la velocidad de giro DS.

45 El regulador de la intensidad de la corriente 44 proporciona en el lado de salida una intensidad de corriente I en función del valor de consigna de la intensidad de la corriente IS. Mediante la intensidad de la corriente I se controla el motor M. Como consecuencia del control del motor mediante la intensidad de la corriente I resulta una posición actual  $\alpha$  del cuerpo para bobinar 1. Esa posición actual  $\alpha$  sirve a su vez (en la realimentación mostrada en la figura 4) como valor de entrada para la unidad de memoria 40, para proporcionar en el lado de salida una señal de compensación  $k_3$  actualizada. También puede utilizarse la posición de consigna actual  $\alpha$ , para obtener la señal de compensación  $k_3$  actualizada.

50

## REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para bobinar un producto a bobinar (D) desde un mecanismo de alimentación (4) sobre un cuerpo para bobinar (1) con sección transversal de forma no circular de una máquina para bobinar (10), con las etapas:  
 5      aportación (201) del producto a bobinar (D) desde el mecanismo de alimentación (4) y  
       proceso de bobinar (202) el producto a bobinar (D) proporcionado por el mecanismo de alimentación (4) a través de  
       al menos un rodillo de desvío (2) sobre el cuerpo para bobinar (1), ajustándose una tensión de bobinado real del  
       producto a bobinar (D) a una tensión de bobinado de consigna en función de una señal de compensación (k3)  
 10      dependiente de la posición y memorizada en una unidad de memoria (40), para compensar una longitud libre (x) del  
       producto a bobinar (D) entre el rodillo de desvío (2) y el cuerpo para bobinar (1), que varía al tener el producto a  
       bobinar (D) una sección transversal no circular,  
       **caracterizado porque** la señal de compensación (k1) dependiente de la posición se calcula en función de una  
       correspondiente posición ( $\alpha$ ) averiguada del cuerpo para bobinar (1) para un ciclo de bobinado simulado a partir de  
 15      N vueltas del cuerpo para bobinar (1) antes de bobinar el producto a bobinar (D) sobre el cuerpo para bobinar (1) y  
       se memoriza en una tabla de la unidad de memoria (40) y  
       **porque** la señal de compensación (k1) dependiente de la posición ya calculada se filtra antes de memorizarla en la  
       tabla mediante un filtro de un orden de filtro predeterminado y la señal de compensación (k2) dependiente de la  
       posición ya filtrada se memoriza en la tabla de la unidad de memoria (40).  
 20      2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1,  
       **caracterizado porque** la tensión de bobinado real del producto a bobinar (D) se regula hasta la tensión de bobinado  
       de consigna en función de la señal de compensación (k3) dependiente de la posición para compensar la longitud  
       libre (x) variable del producto a bobinar (D) entre el rodillo de desvío (2) y el cuerpo para bobinar (1).  
 25      3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2,  
       **caracterizado porque** como tabla para memorizar la señal de compensación (k3) dependiente de la posición se  
       utiliza una tabla polinómica.  
 30      4. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3,  
       **caracterizado porque** se averigua la correspondiente posición ( $\alpha$ ) del cuerpo para bobinar (1) para el ciclo de  
       bobinado simulado a partir de las N vueltas del cuerpo para bobinar (1) en función de una longitud de bobinado del  
       producto a bobinar (D) y de una velocidad de giro (W1) del cuerpo para bobinar (1).  
 35      5. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes,  
       **caracterizado porque** como filtro se utiliza un filtro FIR con un determinado orden de filtro de al menos M y una  
       respuesta de impulso finita.  
 40      6. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes,  
       **caracterizado porque** se determina la correspondiente posición ( $\alpha$ ) del cuerpo para bobinar (1) para el ciclo de  
       bobinado simulado a partir de las N vueltas del cuerpo para bobinar (1) en función de la longitud de bobinado del  
       producto a bobinar (D), de la velocidad de giro (W1) del cuerpo para bobinar (1) y del orden del filtro determinado en  
       un grado de resolución predeterminado.  
 45      7. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes,  
       **caracterizado porque** al memorizar la señal de compensación (k2) dependiente de la posición y filtrada en la tabla,  
       se tiene en cuenta un comportamiento de respuesta transitoria del filtro y se compensa un tiempo muerto del filtro.  
 50      8. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes,  
       **caracterizado porque** se regula la tensión de bobinado real del producto a bobinar (D) en base a la tensión de  
       bobinado de consigna en función de la señal de compensación (k3) dependiente de la posición para ajustar una  
       fuerza de tracción real que actúa sobre el producto a bobinar (D) a una fuerza de tracción de consigna.  
 55      9. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes,  
       **caracterizado porque** se regula un momento real que actúa sobre el producto a bobinar (D) a un momento de  
       consigna.  
 60      10. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes,  
       **caracterizado porque** la tensión de bobinado real del producto a bobinar (D) se regula hasta la tensión de bobinado  
       de consigna mediante una velocidad de giro (W1) del cuerpo a bobinar (1) y/o mediante una unidad de ajuste (EE).

FIG 1

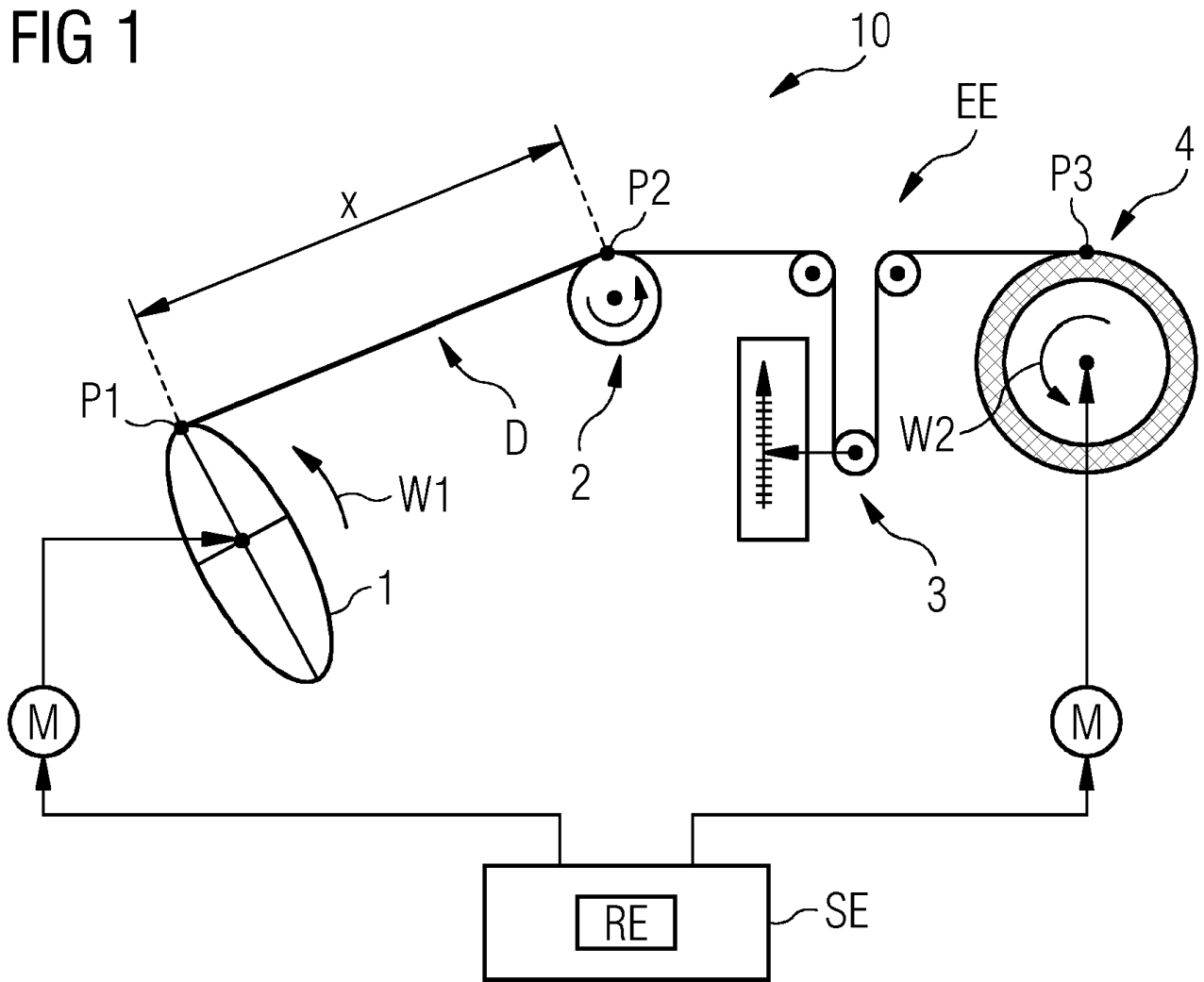


FIG 2

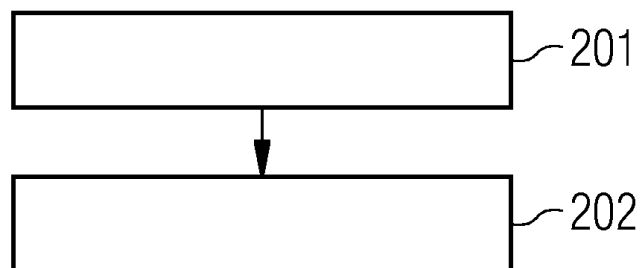


FIG 3

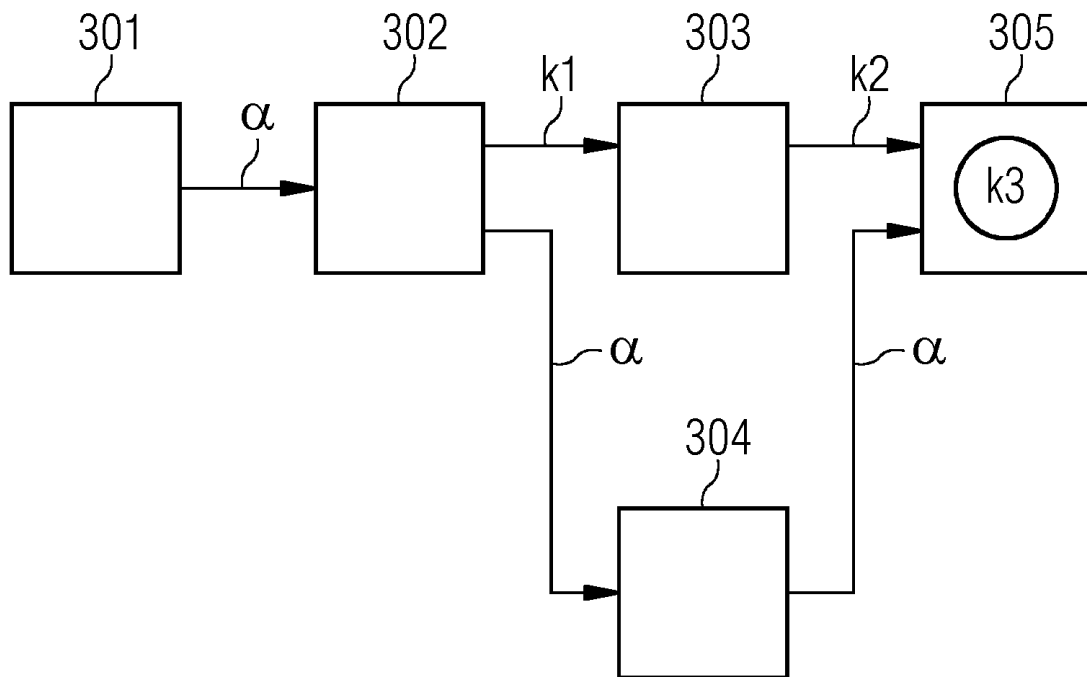


FIG 4

