

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 443 215**

51 Int. Cl.:

H01F 41/06

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.08.2005** **E 05773971 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.10.2013** **EP 1789978**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para la fabricación de un arrollamiento de bobina**

30 Prioridad:

03.09.2004 AT 14772004

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

18.02.2014

73 Titular/es:

**COIL HOLDING GMBH (100.0%)
NIKOLA-TESLA-STRASSE 1
4070 EFERDING, AT**

72 Inventor/es:

**EDER, JOSEF y
GRISENTI, ALEXANDER**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 443 215 T3

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

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y dispositivo para la fabricación de un arrollamiento de bobina

La invención se refiere a un procedimiento para la fabricación de un arrollamiento de bobina compuesto por una o varias capas de arrollamiento formadas por conductores o haces de conductores conformados sustancialmente de forma rectangular, así como a un dispositivo de arrollamiento para la fabricación de un arrollamiento de bobina compuesto por una o varias capas de arrollamiento formadas por conductores o haces de conductores conformados sustancialmente de forma rectangular.

El documento JP55-163826A describe la fabricación de una bobina para un transformador. Para aumentar la densidad de los hilos del arrollamiento, están previstos hilos trenzados o haces de conductores, conformados de forma rectangular en sección transversal. Los distintos hilos trenzados o haces de conductores se componen de una pluralidad de hilos individuales aislados. En el marco de la fabricación de estos haces de conductores, los hilos individuales recubiertos con un aislamiento eléctrico se desenrollan de varias bobinas de reserva y se reúnen formando una agrupación que mediante una placa está provista de pluralidad de perforaciones dispuestas de forma estructurada para los hilos individuales correspondientes. Después de dicha agrupación o la placa correspondiente con las perforaciones, los hilos individuales se alimentan a un dispositivo de formación de haz que confiere una forma de sección transversal rectangular al grupo correspondiente de hilos individuales, resultando un haz de conductores de sección transversal rectangular. A continuación de dicho dispositivo de formación de haz está previsto un dispositivo de arrollamiento con un cuerpo de arrollamiento en forma de espiral en el que se arrolla en forma de espiral el haz de conductores. Entre el dispositivo de arrollamiento y el dispositivo de formación de haz está dispuesto un soplador de aire caliente con el que se calientan los hilos individuales previstos de aislamiento y se encolan entre ellos mediante un procedimiento de fusión en caliente del aislamiento, iniciado durante ello. El soplador de aire caliente influye en el aislamiento eléctrico aplicado en cada uno de los hilos individuales. A continuación de dicho soplador de aire caliente, por tanto, el haz de conductores se enrolla en forma de espiral en el cuerpo de arrollamiento del dispositivo de arrollamiento. El cuerpo de arrollamiento comprende un cuerpo cilíndrico con almas de delimitación que se extienden en forma de espiral sobre la superficie envolvente. Mediante el giro activo del cuerpo de arrollamiento y el calentamiento del haz de conductores con el soplador de aire caliente se produce un haz de conductores con una sección transversal rectangular fijada, siendo enrollados los haces de conductores en las ranuras entre las almas guía que se extienden en forma de espiral. A continuación, este arrollamiento se retira del cuerpo de arrollamiento del dispositivo de arrollamiento girando el cuerpo de arrollamiento en sentido inverso y retirándolo. De esta manera, queda realizada una bobina eléctrica con una distancia estrecha entre las distintas espiras de la bobina. La forma geométrica del haz de conductores así como la bobina formada finalmente con estos está definida por la distancia de las almas guía sobre el cuerpo de arrollamiento y por el pretensado o la fuerza de tracción del cuerpo de arrollamiento con respecto al haz de conductores durante el enrollamiento del haz de conductores en el cuerpo de arrollamiento. La geometría de bobina y la precisión dimensional que se pueden conseguir de esta manera son poco satisfactorias sobre todo en el caso de cuerpos de bobina de gran volumen o de cuerpos de bobina para la transmisión de energía eléctrica en redes de suministro de energía.

El documento JP55-163826 da a conocer el preámbulo de las reivindicaciones 1 y 3.

En bobinas, especialmente bobinas de reactancia con aislamiento seco, exentas de núcleo de hierro, con dos o tres capas de arrollamiento cilíndricas, conectadas eléctricamente en paralelo y dispuestas concéntricamente unas dentro de otras dejando libres intersticios, se conoce el modo de arrollar las capas de arrollamiento a partir de conductores o haces de conductores conformados de forma rectangular, presentando las capas de arrollamiento diferentes números de espiras que disminuyen principalmente desde dentro hacia fuera.

La estructura fundamental de capas de arrollamiento conectadas eléctricamente en paralelo, dispuestas concéntricamente unas dentro de otras, se conoce por el estado de la técnica, por ejemplo por la patente europea EP0092018B1. Las figuras 1 y 2 muestran la estructura constructiva fundamental de ese tipo de capas de arrollamiento 1 o de los arrollamientos de bobina realizados con éstas. Las capas de arrollamiento 1 dispuestas concéntricamente unas dentro de otras alrededor de un eje central de bobina 7 común, que están fabricadas a partir de conductores o haces de conductores 6 conformados de forma sustancialmente rectangular, se mantienen unidas a través de elementos de sujeción 2 por los extremos de bobina, por ejemplo, mediante las llamadas estrellas de arrollamiento hechas de metal o de materia sintética. Generalmente, los elementos de sujeción 2 dispuestos en las dos secciones finales distales de la bobina se mantienen unidos a través de una construcción tensora, por ejemplo mediante varios elementos de tracción 3 de fibras de vidrio impregnadas, que se disponen a lo largo del arrollamiento. Entre los elementos de sujeción 2 y los extremos de bobina o de arrollamiento habitualmente se ponen elementos de aislamiento 4, sobre todo si los elementos de sujeción 2 son electroconductivos. Las capas de arrollamiento 1 dispuestas concéntricamente unas dentro de otras están situadas

a una distancia entre ellas en el sentido radial mediante elementos aislantes 5 adicionales, por ejemplo listones de intersticio electroaislantes para producir intersticios verticales para la refrigeración natural por aire del conjunto del arrollamiento de bobina de reactancia. El uso de conductores o haces de conductores 6 formados por varios conductores individuales aislados depende de las pérdidas por corrientes parásitas esperadas que han de mantenerse dentro de límites rentables. Los números de espiras de las capas de arrollamiento 1 o de las bobinas eléctricas que han de fabricarse se determinan de tal manera que se consiga tanto la inductividad deseada como la distribución deseada de la corriente y de la temperatura de funcionamiento por las capas de arrollamiento 1 conectadas en paralelo - véase la figura 1. Con este requerimiento resultan diferentes números de espiras que principalmente disminuyen desde dentro hacia fuera, para las capas de arrollamiento 1 conectadas en paralelo.

Un gradiente de tensión axial lo más homogéneo posible en todas las capas de arrollamiento 1 y, por tanto, la evitación de diferencias de tensión notables entre espiras opuestas de capas de arrollamiento 1 contiguas se garantizan mediante la realización de alturas idénticas o longitudes idénticas de las distintas capas de arrollamiento 1, es decir, mediante el cumplimiento de alturas de capa de arrollamiento H lo más idénticas posible. Esto se consigue mediante la adaptación de la altura GH1, GH2, GH3 del conductor o del haz de conductores 6, medida en el sentido axial de las capas de arrollamiento 1, a los diferentes números de espiras de las capas de arrollamiento 1 conectadas eléctricamente en paralelo. La altura GH1, GH2, GH3 del conductor o del haz de conductores 6 en las distintas capas de arrollamiento 1, medida en el sentido axial de las capas de arrollamiento 1, se denomina también altura de paso que define las medidas del conductor o del haz de conductores 6 en el sentido del eje de arrollamiento o de bobina. A causa de los números de espiras que disminuyen principalmente desde las capas de arrollamiento 1 interiores hasta las capas de arrollamiento 1 exteriores, los conductores o haces de conductores 6 presentan en las capas de arrollamiento 1 exteriores mayores medidas en el sentido axial. Especialmente, los conductores o haces de conductores 6 de las capas de arrollamiento 1 exteriores presentan en sentido paralelo con respecto al eje longitudinal o central de bobina 7 mayores alturas GH2, GH3 que las alturas GH1 de los conductores o haces de conductores 6 de la capa de arrollamiento 1 interior de la bobina.

La adaptación de la altura axial GH1, GH2 ó GH3 del conductor o del haz de conductores 6 al conductor o haz de conductores 6 necesario respectivamente, con una forma de sección transversal aproximadamente o sustancialmente rectangular se realiza mediante el prensado de un conductor redondo o de un material conductor en forma de cable. Conforme a los números de espiras para las capas de arrollamiento 1 dispuestas concéntricamente, que se determinan durante la configuración eléctrica o térmica de la bobina de reactancia, se calculan las medidas necesarias de los conductores o de los haces de conductores 6, especialmente las alturas de paso GH1, GH2, GH3 mencionadas anteriormente. El aumento por el aislamiento exterior eléctrico del conductor o del haz de conductores 6, que se ha de aplicar a continuación, se tiene en cuenta al establecer las medidas necesarias.

Según el estado conocido de la técnica, los conductores o ramales de haces de conductores originales, que han de ser procesados, se conforman o se prensan confiriéndoles una forma de sección transversal sustancialmente rectangular con las medidas calculadas de manera fija previamente. En los procedimientos conocidos, el prensado del conductor o del haz de conductores es un proceso separado, previo al proceso de arrollamiento en sí. El conductor redondo o el haz de conductores producido previamente de forma redonda pasa por varios pares de rodillos de presión. Generalmente, la aplicación del aislamiento exterior para el conductor o para el haz de conductores se integra en dicho proceso. Para ello, se usan láminas aislantes estables a las altas temperaturas y/o cintas de tejido impregnables. La aplicación del material aislante se realiza inmediatamente después de la deformación del conductor o del haz de conductores, pero en cualquier caso antes de enrollar el conductor preconformado o del haz de conductores en un tambor de reserva de material de arrollamiento donde el conductor o el haz de conductores se almacenan de forma intermedia antes de arrollar con ellos bobinas eléctricas - en un proceso posterior.

Como cualquier otro proceso de fabricación, también los procesos del prensado del conductor o del haz de conductores y de la aplicación del aislamiento exterior presentan tolerancias de fabricación que conducen a una diferencia entre las medidas reales y las medidas precalculadas de la forma de sección transversal. Dado que, después del prensado, los conductores o haces de conductores hasta ahora se enrollan en un tambor de reserva de material de arrollamiento, también durante pueden producirse ello ligeras deformaciones o variaciones de la sección transversal a causa de fuerzas originadas en el conductor o el haz de conductores durante el enrollamiento. Finalmente, por la misma razón, durante el proceso de arrollamiento en sí, es decir, durante el arrollamiento de las capas de arrollamiento 1, pueden variar las medidas de sección transversal del conductor o del haz de conductores 6. Todos estos factores o influencias que pueden alterar las medidas de sección transversal después del prensado del conductor o del haz de conductores 6 tienen como consecuencia que, entre otras, las medidas axiales o las alturas axiales de arrollamiento H de las capas de arrollamiento 1 concéntricas no resulten exactamente idénticas. Esto significa que durante el funcionamiento de las bobinas de reactancia se producen

diferencias de tensión eléctrica entre espiras opuestas de capas de arrollamiento 1 contiguas. Además, las diferencias de la altura de capa de arrollamiento H precalculada conducen a diferencias de la distribución deseada de la corriente o de la temperatura a lo largo de las capas de arrollamiento 1 conectadas en paralelo.

- 5 En la actualidad, la práctica habitual consiste o bien en aceptar estas tolerancias de medidas a pesar de las desventajas mencionadas, o bien, compensar en la medida de lo posible estas tolerancias mediante diferentes presiones de apriete de las espiras durante el procedimiento de arrollamiento. Por presión de apriete se entiende la carga superficial con la que las distintas espiras de una capa de arrollamiento 1 quedan apretadas unas contra otras, en la dirección del eje central de bobina 7 durante el procedimiento de arrollamiento, por un dispositivo de apriete o con herramientas de presión manuales. Por ejemplo, si el conductor o el haz de conductores 6 tiene una altura axial GH1, GH2, GH3 demasiado grande, se incrementa la presión de apriete. Si la altura axial GH1, GH2, GH3 presenta una medida deficiente, se reduce la presión de apriete, es decir que se arrolla de forma más "floja". En este último caso, debido a la sollicitación térmica de las capas de arrollamiento 1 o del arrollamiento de una o de múltiples capas, durante el funcionamiento posterior de la bobina de reactancia pueden producirse compactaciones en las capas de arrollamiento 1 afectadas. Se trata especialmente de la disminución de la altura H de aquellas capas de arrollamiento 1 que han sido arrolladas con una presión de apriete reducida.

- 20 Partiendo de este estado de la técnica, la invención tiene el objetivo de proporcionar un dispositivo de arrollamiento que permita fabricar bobinas del tipo mencionado con una mayor racionalidad que hasta ahora y con el que además las capas de arrollamiento arrolladas no queden arrolladas ni con una presión de apriete demasiado grande ni de forma demasiado floja.

- 25 Este objetivo se consigue porque la deformación de los conductores o haces de conductores con un dispositivo de deformación que les confiere la sección transversal sustancialmente rectangular, el aislamiento de los conductores o haz de conductores deformados y el arrollamiento de los conductores o haces de conductores formando la capa de arrollamiento deseada se realizan en un solo paso de trabajo, y porque una longitud axial de una parte ya arrollada de la capa de arrollamiento se compara de forma continua o periódica como valor real con un valor teórico para la parte ya arrollada, y porque se determina una altura de paso teórica para la parte de la capa de arrollamiento que aún ha de arrollarse y porque el dispositivo de deformación se ajusta de tal forma que la longitud axial final o la altura de la capa de arrollamiento correspondan a un valor deseado o teórico.

- 30 Una ventaja que se consigue mediante las características de la reivindicación 1 consiste en que al reunir en un proceso cerrado integrado los procesos parciales, es decir, la deformación, el aislamiento y el arrollamiento de los conductores o haces de conductores, se reducen los costes y el tiempo de pasada de la fabricación de arrollamientos eléctricos, especialmente de aquellas para bobinas de reactancia con aislamiento seco, exentas de núcleo de hierro.

- 35 Además de la reducción de costes de proceso y tiempos de pasada, se consigue la ventaja de que los materiales aislantes se ven sometidos a una menor sollicitación mecánica y, por tanto, quedan protegidos mejor contra daños. Otra ventaja con vistas al aumento de la calidad de productos que se consigue mediante el procedimiento según la invención consiste en que mediante el control o la regulación continuos de las medidas del conductor o del haz de conductores durante el tendido de las espiras durante el procedimiento de arrollamiento se puede usar una presión de apriete al menos sustancialmente constante. De esta manera, se consigue eliminar el riesgo de compactaciones del arrollamiento por la sollicitación térmica durante el funcionamiento posterior de la bobina de reactancia. Además, de esta manera se consigue minimizar o mantener reducido el riesgo existente hasta ahora de daños o destrucciones del aislamiento exterior para el conductor o el haz de conductores como consecuencia de una presión de apriete demasiado grande.

- 40 Según una forma de realización de la invención, la capa de arrollamiento presenta al menos dos secciones de arrollamiento con diferentes alturas de paso. De esta manera se pueden realizar por ejemplo capas de arrollamiento en las que las partes del arrollamiento que se ven sometidas a diferentes sollicitaciones han de dotarse de un aislamiento distinto o de un grosor de aislamiento distintos.

- 45 El objetivo de la invención se consigue también mediante un dispositivo de arrollamiento que presente al menos un dispositivo de deformación, al menos un dispositivo para aislar y al menos un dispositivo de regulación de accionamiento automático o manual que ajusta el dispositivo de deformación o a través del cual el dispositivo de deformación pueda ajustarse de tal forma que la longitud axial final o la altura de arrollamiento de la capa de arrollamiento corresponda a un valor predeterminado o valor teórico.

- 50 Según una variante ventajosa de la invención está previsto que el dispositivo de regulación está realizado para la modificación automatizada o asistida por el usuario de los valores de ajuste del dispositivo de deformación durante

un proceso de arrollamiento en curso. De esta manera, es posible una intervención constante o una regulación continua o casi continua de los valores de deformación, de modo que se consigue alcanzar de la mejor manera posible los valores teóricos de la capa de arrollamiento final. Además, permite una producción con tiempos de pasada cortos.

Según una forma de realización alternativa está previsto que el dispositivo de regulación está realizado para la modificación automatizada o asistida por el usuario de los valores de ajuste del dispositivo para el aislamiento durante un proceso de arrollamiento en curso. También de esta manera, es posible alcanzar con la exactitud suficiente los valores teóricos de las medidas de la capa de arrollamiento que ha de ser producida, especialmente si las intervenciones de regulación se realizan de forma temprana o de forma continua o periódica. También se consigue de esta manera evitar variaciones demasiado grandes de la conformación de los conductores o haces de conductores.

Una bobina según el estado de la técnica y algunos ejemplos de realización de la invención se describen a continuación a título de ejemplo haciendo referencia a los dibujos adjuntos.

Muestran:

La figura 1, un detalle de una bobina formada por tres capas de arrollamiento cilíndricas, dispuestas coaxialmente, según el estado de la técnica, en una representación esquemática simplificada;
la figura 2, una sección de detalle de la figura 1, a escala aumentada;
la figura 3, una representación esquemática de una forma de realización del procedimiento según la invención para la fabricación de capas de arrollamiento de un arrollamiento de bobina;
la figura 4, una vista fuertemente esquematizada de un dispositivo de arrollamiento para realizar el procedimiento según la invención.

Inicialmente, cabe destacar que las indicaciones de posición elegidas en la descripción, como por ejemplo arriba, abajo, lateralmente etc., se refieren a la figura descrita en concreto y a la figura representada y, en caso de un cambio de posición, han de transmitirse de forma análoga a la nueva posición. Además, las características individuales o combinaciones de características de los diferentes ejemplos de realización representados y descritos pueden constituir también soluciones independientes según la invención. Los ejemplos de realización muestran posibles variantes de realización de la invención, y cabe mencionar que la invención no se limita a los ejemplos de realización representados especialmente.

La estructura de las bobinas representadas en las figuras 1 y 2 se conoce por el estado de la técnica y ya se describió anteriormente.

La figura 3 muestra esquemáticamente una forma de realización del procedimiento según la invención. El proceso de la fabricación de bobina o del procesamiento del conductor o haz de conductores 6 está enmarcado por una línea interrumpida y está designado por 13 en la figura. Comprende los pasos de la deformación 12 del conductor o haz de conductores 6, del aislamiento 14 y del arrollamiento 15 formando la capa de arrollamiento 1 o arrollamiento de bobina deseada. La longitud o altura axial de la capa de arrollamiento 1 o bobina arrollada es medida de forma continua o periódica por un elemento medidor 17 y al mismo tiempo se detecta, por medio de un elemento de registro o elemento contador no representado, el número de espiras arrolladas ya. A partir de estos valores, un elemento de cálculo 18 calcula un valor real 9 esperado de la altura de bobina o de la altura H axial de la capa de arrollamiento. Este se compara con el valor teórico 8 de la altura de bobina o altura H de capa de arrollamiento y un dispositivo de regulación 10 calcula a partir de ello una magnitud de ajuste para un elemento de ajuste 11 del dispositivo de deformación 12.

Alternativamente al uso de un dispositivo de regulación 10 automatizado, también es posible prever un dispositivo de regulación 10 manual. Por ejemplo, mediante un dispositivo de ajuste que ha de modificarse manualmente, sobre todo para los elementos de deformación, especialmente los rodillos de presión del dispositivo de deformación 12 se puede conseguir una modificación de los valores de trabajo y una adaptación o una aproximación lo más exacta posible al valor teórico 8 de la altura H final. Evidentemente, también la detección de los valores reales actuales para la altura H de la capa de arrollamiento o para la altura de paso GH1, GH2, GH3 actual puede realizarse de forma manual, semiautomática o automática, a través de sensores adecuados. En lugar de la medición continua o periódica de la altura H de bobina o de capa de arrollamiento, también con la ayuda de la altura de paso GH1, GH2, GH3 correspondiente en la capa de arrollamiento 1 que se está produciendo y con la ayuda del número de espiras alcanzado es posible detectar el valor real de la altura H actual de la capa de arrollamiento, predetermined el valor real 9 esperado de la altura H de la capa de arrollamiento y actuar de forma temprana en el proceso de arrollamiento en curso a través de un ajuste o una regulación del dispositivo de deformación 12 mediante un elemento de ajuste 11 manual o automatizado, por ejemplo motorizado, de tal forma

que se alcance con la mayor exactitud posible el valor teórico 8 para la altura H de de la capa de arrollamiento 1 acabada.

Las magnitudes perturbadoras que actúan en el proceso total integrado y que por tanto influyen en la altura de paso de los conductores o haces de conductores 6, están designadas por 16 en la figura 3. Se trata especialmente de tolerancias en el ajuste de los elementos de conformación, especialmente los rodillos de presión, de variaciones dimensionales por la descarga de presión después de los rodillos de presión, especialmente cuando se comprimen haces de conductores, de tolerancias en la aplicación del aislamiento exterior y de fuerzas de modificación de forma originadas en el conductor o el haz de conductores 6 durante el arrollamiento de la capa de arrollamiento 1 o bobina. Estas últimas dependen entre otras de las medidas geométricas del conductor o del haz de conductores 6 y del diámetro de arrollamiento.

El procedimiento según la invención comprende también la posibilidad de realizar mediante la especificación de alturas teóricas para determinadas secciones de arrollamiento dentro de una capa de arrollamiento 1, diferentes alturas de paso GH1, GH2, GH3 para dichas secciones de la capa de arrollamiento 1. Esto es conveniente especialmente para tener en cuenta diferentes aislamientos exteriores del conductor o del haz de conductores 6 para secciones de arrollamiento solicitadas en distinta medida. De esta manera, por ejemplo, es posible de forma más sencilla dotar los conductores o haces de conductores 6 en las secciones finales frontales, distales, de las capas de arrollamiento 1 con un aislamiento distinto, especialmente más grueso o más espeso que el conductor o haz de conductores 6 en la sección central de una capa de arrollamiento 1. La modificación del grosor del aislamiento del conductor o haz de conductores 6 es tenida en cuenta por el procedimiento según la invención al determinar el valor teórico 8, por lo que incluso en caso de una distinta estructura del aislamiento dentro de una capa de arrollamiento 1 se cumple con la mayor exactitud posible la altura H final o definitiva de la capa de arrollamiento.

La figura 4 muestra una representación esquemática de un dispositivo de arrollamiento 20 según la invención. Partiendo de una bobina de reserva 21 con el material de cable que ha de ser procesado, estos conductores o haces de conductores pasan sucesivamente por un dispositivo 12 para la deformación y por un dispositivo 14 para el aislamiento de los conductores o haces de conductores 6 antes de enrollarse en el punto 15 formando la forma de bobina o se arrollan en un cuerpo de arrollamiento siendo procesados prácticamente en línea o de forma continua, es decir, sin interrupciones o almacenamientos intermedios sustanciales, formando las capas de arrollamiento 1 correspondientes para bobinas de reactancia eléctricas. Los conductores o haces de conductores 6 que han de ser procesados con el dispositivo de arrollamiento 20 pueden presionarse unos contra otros mediante un dispositivo de presión 19, con una presión determinada, sustancialmente constante.

El dispositivo de arrollamiento 20 permite, a través del dispositivo de regulación 10, una deformación regulada de forma automática, semiautomática o manual de los conductores o haces de conductores 6 que han de ser arrollados, en función de la altura de arrollamiento H prevista de la capa de arrollamiento 1 producida sin almacenamiento intermedio o arrollamiento intermedio del conductor, realizándose la adaptación o modificación de los resultados de deformación del dispositivo de deformación 12 durante el proceso de arrollamiento en curso, de modo que la deformación del conductor o haz de conductores 6 que ha de ser procesado está integrado en el proceso para la fabricación de la bobina eléctrica o capa de arrollamiento 1.

Según está representado con líneas discontinuas en la figura 4, también es posible asignar al dispositivo 14 para el aislamiento un dispositivo de regulación 10 o un accionador para influir en las medidas, especialmente en la altura GH1, GH2, GH3 del conductor o haz de conductores 6, a través de los cuales durante el proceso de arrollamiento en curso del dispositivo de arrollamiento 20 se regula de forma automatizada y se interviene de forma semiautomática o manual, de tal forma que una longitud axial final o una altura (H) final de la capa de arrollamiento 1 fabricada se corresponda de la forma más exacta posible con el valor teórico 8 predeterminado.

Por lo tanto, el dispositivo de regulación 10 puede requerir al menos en parte intervenciones o procedimientos de manejo por una persona o estar realizado de forma más o menos automatizada, en función de la integración de diversos sensores y/o actuadores.

Evidentemente, también es posible arrollar dos o más conductores o haces de conductores 6 paralelamente dentro de una capa de arrollamiento 1. Especialmente, con el dispositivo de arrollamiento 20 según la invención también es posible arrollar simultáneamente dos conductores o haces de conductores 6 paralelos o prever una disposición múltiple del dispositivo de arrollamiento 20 o de sus componentes. La representación de tres capas de arrollamiento 1 según la figura 1 o la figura 2 igualmente tiene carácter de ejemplo. Especialmente, también es posible realizar sólo una capa de arrollamiento 1 o una multiplicidad de capas de arrollamiento 1.

Finalmente, para completar, cabe señalar que para una mejor comprensión de la estructura de las bobinas, éstas y sus componentes están representados en parte a escala no real y/o a escala aumentada y/o a escala reducida.

Lista de signos de referencia

5	1 Capa de arrollamiento
	2 Elemento de sujeción
	3 Elemento de tracción
	4 Elemento de aislamiento
10	5 Elemento de aislamiento
	6 Haz de conductores
	7 Eje central de bobina
	8 Valor teórico altura de bobina / capa de arrollamiento
15	9 Valor real esperado altura de bobina / capa de arrollamiento
	10 Dispositivo de regulación
	11 Accionador
	12 Deformación
	13 Proceso
20	14 Aislamiento
	15 Arrollamiento
	16 Magnitud perturbadora
	17 Elemento medidor
25	18 Elemento de cálculo
	19 Dispositivo de presión
	20 Dispositivo de arrollamiento
	21 Bobina de reserva
30	H Altura de capa de arrollamiento
	GH1 Altura del conductor / del haz de conductores
	GH2 Altura del conductor / del haz de conductores
	GH3 Altura del conductor / del haz de conductores
35	

REIVINDICACIONES

- 1.- Procedimiento para la fabricación de un arrollamiento de bobina compuesto por una o varias capas de arrollamiento (1) formadas por conductores o haces de conductores (6) conformados sustancialmente de forma rectangular, en el cual la deformación de los conductores o haces de conductores (6) con un dispositivo de deformación (12) formando la sección transversal sustancialmente rectangular, el aislamiento de los conductores o haces de conductores (6) deformados y el arrollamiento de los conductores o haces de conductores (6) formando la capa de arrollamiento (1) deseada se realizan en un solo paso de trabajo, **caracterizado porque** una longitud axial de una parte ya arrollada de la capa de arrollamiento (1) se compara de forma continua o periódica como valor real con un valor teórico para la parte ya arrollada, y porque se determina una altura de paso teórica para la parte de la capa de arrollamiento (1) que aún ha de arrollarse y porque el dispositivo de deformación se ajusta de tal forma que la longitud axial final o la altura (H) de la capa de arrollamiento (1) correspondan a un valor deseado o teórico.
- 2.- Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** una capa de arrollamiento presenta al menos dos secciones de arrollamiento con diferentes alturas de paso.
- 3.- Dispositivo de arrollamiento para la fabricación de un arrollamiento de bobina compuesto por al menos una o varias capas de arrollamiento (1) de conductores o haces de conductores (6) conformados de forma sustancialmente rectangular, que presenta al menos un dispositivo de deformación (12), al menos un dispositivo (14) para aislar y al menos un dispositivo de regulación (10) automático o manual, **caracterizado porque** el dispositivo de regulación (10) compara de forma continua o periódica una longitud axial de una parte ya arrollada de la capa de arrollamiento (1) como valor real con un valor predefinido o valor teórico y ajusta el dispositivo de deformación (12) o permite ajustar el dispositivo de deformación (12) de tal forma que la longitud axial final o la altura (H) de la capa de arrollamiento (1) corresponda a un valor predefinido o valor teórico.
- 4.- Dispositivo de arrollamiento según la reivindicación 3, **caracterizado porque** el dispositivo de regulación (10) está realizado para la modificación automatizada o asistida por el usuario de los valores de ajuste del dispositivo de deformación (12) durante un proceso de arrollamiento en curso.
- 5.- Dispositivo de arrollamiento según la reivindicación 3 ó 4, **caracterizado porque** el dispositivo de regulación (10) está realizado para la modificación automatizada o asistida por el usuario de los valores de ajuste del dispositivo (14) para el aislamiento durante un proceso de arrollamiento en curso.

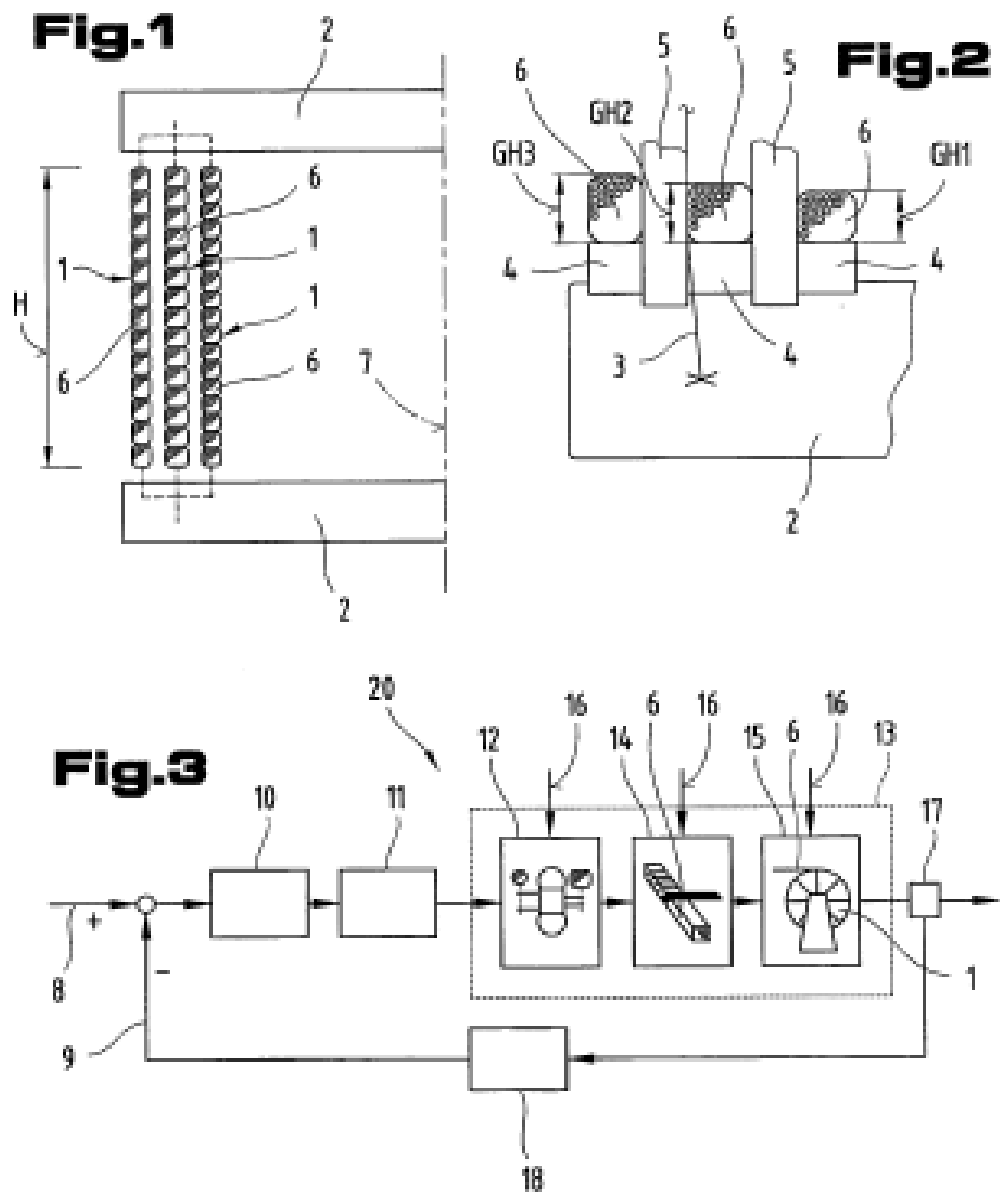


Fig.4

