

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 970 747**

51 Int. Cl.:

H02K 15/04 (2006.01)

H02K 15/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.06.2022** **PCT/IB2022/055872**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.01.2023** **WO23281340**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.06.2022** **E 22741378 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.12.2023** **EP 4150746**

54 Título: **Método y aparato para ensamblar un devanado de horquillas**

30 Prioridad:

05.07.2021 IT 202100017636

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

30.05.2024

73 Titular/es:

**TECNOMATIC S.P.A. (100.0%)
Zona Industriale Santa Scolastica,
Via Copernico 2
64013 Corropoli (Teramo), IT**

72 Inventor/es:

**RANALLI, GIUSEPPE;
TANCREDI, SERGIO;
LUCCHETTI, FRANCESCO y
MICUCCI, MAURILIO**

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 970 747 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

Método y aparato para ensamblar un devanado de horquillas

- 5 La presente invención se refiere a un método y aparato para ensamblar un devanado de horquillas u otros conductores.

Técnica anterior

- 10 Es generalmente conocido fabricar los estatores o rotores de máquinas eléctricas, tales como generadores o motores eléctricos, por ejemplo, para aplicaciones en vehículos eléctricos híbridos (HEV), en los que el devanado del estator o rotor está formado por una pluralidad de conductores de barra doblados e interconectados entre sí de diversas formas para formar devanados eléctricos también conocidos como "devanados de barra". Dichos conductores de barras plegadas también se denominan "conductores de horquilla" o simplemente "horquillas". Los devanados de barra pueden estar formados por uno o más grupos de devanados concéntricos, a veces conocidos como "coronas", estando cada grupo de devanados ya devanado en sí mismo ("conjuntos de devanados").

- 20 En particular, los devanados con horquillas que tienen un corte transversal circular (también llamados "conductores de alambre redondo") o un corte transversal rectangular, o incluso conductores con una geometría de corte transversal variable a lo largo de su longitud (por ejemplo, conductores redondos de forma rectangular en la parte alojada en la ranura) son conocidos en la técnica anterior. A este respecto, alambre conductor "rectangular" o "cuadrado" significa en esta descripción un alambre que tiene cuatro lados sustancialmente planos, cada uno de ellos unido a los lados adyacentes, típicamente mediante un borde redondeado. Se conocen barras conductoras que tienen un corte transversal con forma trapecoidal.

- 25 Los conductores básicos antes mencionados se suelen realizar mediante doblado en "U" o en "P" a partir de conductores de barra recta. La patente US 7.480.987 describe un ejemplo de un método para preformar barras conductoras rectas para formar horquillas. Los conductores preformados en forma de "U" o "P", a menudo también denominados "conductores básicos preformados" en el campo técnico, tienen típicamente dos patas adyacentes, de longitud igual o diferente, cada una provista de una porción de extremo libre y una porción de extremo opuesta, que está conectada a la otra pata por medio de una porción de conexión en forma de puente. Dado que las porciones de extremo sobresalen cuando se insertan en el rotor o estator, en adelante se denominarán "porción sobresaliente libre" y "porción sobresaliente conectada opuesta". La porción conectada que sobresale también puede denominarse "porción de cabeza" o "porciones conectadas en forma de puente". El conjunto de las "porciones de cabeza" de las patas de una misma horquilla constituye la denominada "conexión en forma de puente".

- 40 Con referencia a la figura 1(a), se preforma una horquilla 255 a partir de un conductor lineal (no mostrado) doblándolo para formar una primera pata 255a con una respectiva porción 255aE de extremo sobresaliente libre y una segunda pata 255b con una respectiva porción 255bE de extremo sobresaliente libre. La forma curvada forma al mismo tiempo una conexión en forma de puente 255C entre las dos patas 255a, 255b. La horquilla preformada, en este ejemplo, tiene forma de "U" aplanada. Para formar un estator de una máquina eléctrica, por ejemplo, es conocido someter las horquillas preformadas en forma de "U" o de "P" a dos tipos diferentes de torsión.

- 45 Un núcleo de estator o rotor de una máquina eléctrica de flujo magnético radial es esencialmente un anillo que tiene dos caras planas y dos superficies cilíndricas, que tiene generadores perpendiculares a las dos caras planas paralelas al eje de rotación del rotor de la máquina eléctrica. Las direcciones radial, circunferencial y axial de aquí en adelante se refieren al último eje, a menos que se especifique lo contrario. Una de las dos superficies cilíndricas es adyacente, al menos en parte, al hueco de aire de la máquina eléctrica, al que pertenece dicho estator o rotor y define un conjunto de ranuras en las que se alojan las partes rectas del devanado. Las dos superficies planas se dividen en la superficie o lado de inserción y la superficie o lado opuesto al lado de inserción. Las partes del devanado que sobresalen de dicho núcleo se denominan cabezales. Los extremos de las porciones libres de los conductores pertenecen al cabezal que sobresale del lado opuesto a la cabeza de inserción, la mayoría de los cuales son sometidos a soldadura. Si en el devanado existen porciones sobresalientes unidas en forma de puente con los brazos insertados en las ranuras del estator, entonces pertenecen al cabezal que sobresale del lado de inserción. Las porciones que sobresalen del lado de inserción, ya sea libres o unidas en forma de puente, se designan a continuación como porciones del lado de inserción.

- 60 La región del núcleo del estator o rotor entre una ranura y una adyacente se denomina diente. El número de dientes es igual al número de ranuras. La parte de conexión de los dientes del núcleo, que también define una porción de cada ranura y está ubicada con respecto a ella en el lado opuesto a la abertura de la ranura en el hueco de aire de la máquina, se denomina yugo.

- 65 La ranura se puede dividir en una matriz de posiciones en cada una de las cuales se puede colocar una pata de un conductor básico. Los conductores alojados en la misma posición radial de las ranuras definen la denominada capa de devanado.

En un primer tipo de torsión, también denominada "torsión desde el lado de inserción", los conductores básicos preformados se insertan apropiadamente en correspondientes bolsas alineadas radialmente, que están provistas en un dispositivo de torsión, adaptado para deformar tales conductores después de la inserción. El dispositivo de torsión se usa sustancialmente para separar las patas en forma de "U" o "P" de manera que las dos patas de cada conductor, después de haber extraído el conductor del dispositivo, puedan insertarse sucesivamente en un par de ranuras correspondientes de un núcleo del estator, que están mutuamente desplazados angularmente por una distancia predeterminada, sustancialmente igual a la distancia angular entre las ranuras en las que se insertan sucesivamente las patas y distanciadas radialmente por la distancia radial entre las posiciones de las ranuras ocupadas respectivamente por las patas.

Partiendo de una horquilla preformada, por ejemplo, pero no exclusivamente como se muestra en la figura 1(a), se forma una horquilla de forma adecuada para su inserción en el estator (o rotor) separando las patas 255a, 255b y conformando la conexión en forma de puente 255c, por ejemplo, para obtener la forma en la figura 1(b). El número de referencia 255p indica el paso de la horquilla, es decir, la distancia lineal o la distancia angular, o la distancia en términos de pasos de ranura, entre las patas. Vale la pena señalar que, nuevamente, en este caso, la parte superior central 255c2 de la horquilla formada es la zona en la que el corte transversal del conductor es sometido a una rotación de 180° con respecto a la superficie media de la horquilla (la superficie que pasa por dentro de la horquilla e incluye las dos patas). Dicha rotación es útil en unas horquillas en capas, que a continuación se definirán para transponer las capas (intercambio de posiciones de ranuras) reduciendo así las corrientes parásitas que circulan por los extremos de las capas cuando están soldadas entre sí, respecto al caso en el que las mismas capas corren paralelas sin intercambiar la posición de la ranura en la transición de una pata a la otra.

La solicitud de patente publicada con el número US 2009/0178270 describe un ejemplo de un método de torsión desde el lado de inserción para torcer con un paso uniforme los conductores de barra preformados después de haberlas insertado en las cavidades de un dispositivo de torsión, en el que las horquillas tienen un corte transversal rectangular.

De acuerdo con la técnica anterior y con referencia a la figura 2, las horquillas también se pueden obtener mediante estampación, un proceso en el que se presiona un conductor recto contra un contraste en un sistema de tipo punzón y matriz. La figura 2(a) muestra tal conductor estampado; no tiene un corte transversal que gire con respecto a la superficie media de la horquilla.

Esta horquilla estampada o también una horquilla preformada y extendida, obtenida como se describe anteriormente, puede someterse a la denominada "torsión en el lado de soldadura", en cuyo caso es posible introducir una forma "en forma de escalón" de las patas 255a y 255b, en la que, por ejemplo, la pata 255a tiene una primera porción recta 255a1, una porción en forma de escalón 255a2 y una segunda porción recta 255a3 (que corresponde sustancialmente a la porción 255aE en la figura 1), viene en la figura 2(b).

Con referencia a la figura 3, la forma de la porción sobresaliente en el lado de inserción, es decir, de la conexión en forma de puente 255c, para una horquilla estampada, puede comprender tres porciones 255c1, 255c3 y 255c2 comenzando desde la conexión a la segunda pata 255b y terminando en la conexión con la primera pata 255a (oculta a la vista en la figura 3). La porción 255c1 tiene una dirección de extensión principal B y un radio de curvatura RB, la porción 255c3 tiene una dirección de extensión principal A y un radio de curvatura RA, la porción 255c2 tiene una dirección de extensión principal C (y posiblemente una curvatura, no indicada). En lo sucesivo, la porción 255c2 se denomina "curvatura de cambio de capa"; de hecho, en virtud de ello, las porciones de cabeza y pata de las horquillas están en capas diferentes cuando se insertan en las respectivas ranuras del paquete de estator. La referencia $\alpha 1$ indica el ángulo entre las direcciones A y C, la referencia $\alpha 2$ indica el ángulo entre las direcciones A y B y la referencia $\alpha 3$ indica el ángulo entre las direcciones B y C, igual a la suma de los ángulos $\alpha 1$ y $\alpha 2$. Esta es sólo una de las posibles formas finales de una horquilla, todas las demás formas con diferentes porciones y conformaciones tanto de la porción en forma de puente como de las patas se pueden usar con el aparato y un método de acuerdo con la presente descripción.

También existen conductores llamados conductores "inversos"; son horquillas con la dirección de flexión en la conexión en forma de puente opuesta a una de la mayoría de las horquillas que forman el mismo devanado. Estas se usan para pasar de la última capa de una corona a la primera capa de la siguiente corona. Además, con referencia a la figura 4A, hay una horquilla en capas ("trenzada") con una inversión del corte transversal en el punto de flexión (figura 4A(a)), lo que provoca el intercambio de la posición ocupada por las capas.

Como se puede ver en el sombreado del tipo de corte transversal en la figura 4A(a), en virtud de dicha inversión o intercambio de posición, la capa superior en el par de capas en la ranura izquierda está debajo de la otra en la ranura derecha. En otra forma de horquilla, la transposición puede ser continua a lo largo de las porciones de la horquilla alojadas en la ranura (figura 4A(b); documento US 3837072). La variante que se muestra en la figura 4B es una horquilla en capas libre de inversión, que se muestra en la patente US 8552611 B2. La figura 4C (tomada de la figura 6 de la patente US 6894417 B2) muestra las variantes de la disposición de las patas de las horquillas en capas en un devanado de doble corona en diferentes posiciones en la ranura. Las letras de referencia A y B

indican la corona a la que pertenecen las patas que se muestran en la ranura (pertenecientes a diferentes horquillas).

Además, hay conductores denominados "pasadores en I", es decir, un conductor que se aloja en una sola ranura y, cuando está en la ranura, tiene porciones con extremos libres que sobresalen de ambas caras planas del núcleo del estator. La figura 4D muestra un ejemplo de un pasador en I, que no necesariamente tiene que tener todos los cambios de dirección mostrados porque también puede tener ninguno y estar doblado desde el lado de salida de un tambor de conjunto de devanado de horquilla. Los extremos del pasador en I se pueden soldar a los extremos de otros conductores que sobresalen de las ranuras o a elementos de terceros (por ejemplo, barras colectoras, ojales) o pueden servir como terminales de fase. Las porciones pueden ser sometidas a flexión del tipo "lado de soldadura". Un ejemplo de pasador en I se puede encontrar en los conductores mostrados con las referencias 81-83 en el documento US 7622843B2. También se conocen "conductores en forma de W", véase por ejemplo la patente US 7622843 B2 nuevamente y la figura 4E. Se puede formar un conductor en forma de W soldando una horquilla estampada con un pasador en I o soldando un cuarto conductor a tres pasadores en I. Una vez más, el pasador en W no necesariamente tiene que tener todos los cambios de dirección mostrados, tampoco puede tener ninguno y estar doblado desde el lado de salida del tambor del conjunto de devanado de horquilla.

Con referencia a la figura 4F (obtenida del documento US 10749399 B2), también existe la llamada "horquilla de inversión", es decir, una horquilla que puede formarse extendiendo la pata (no con el método de torsión del lado de inserción descrito anteriormente) o estamparse con sistemas de "prensa y matriz", caracterizados porque las patas en sus respectivas ranuras ocupan la misma posición radial, es decir, pertenecen a la misma capa. Por lo tanto, sus extremos se doblarán en la misma dirección en el lado de torsión. En realidad, las porciones que sobresalen en el lado de la conexión en forma de puente pueden plegarse en la misma dirección tangencial o adoptar una forma de V. Es posible que se requieran al menos dos dobleces de cambio de capa en la porción de conexión.

Finalmente, hay pares de horquillas cuyas patas homólogas pertenecen a diferentes capas (figura 4G) o a la misma capa (figura 4H) y están configuradas y dimensionadas para superponerse.

En adelante, todos los tipos de "horquilla" y los pasadores en I y los pasadores en W se incluirán en la definición de "conductores básicos".

Después de haber sido sometidos al primer tipo de torsión o después de haber sido estampados, los conductores básicos típicamente son preensamblados en un conjunto de devanado como se mencionó anteriormente. El aparato de preensamblaje tendrá una serie de ranuras, generalmente en número igual a las ranuras del estator asociadas al devanado, en las que insertar las patas de cada horquilla, y será generalmente diferente del dispositivo de torsión.

El conjunto de devanado se inserta entonces en el bloque en las ranuras del núcleo del estator a través de un primer lado del mismo (el llamado "lado de inserción" o "cara de inserción") con las respectivas porciones libres sobresaliendo de un segundo lado del núcleo (llamado "lado de soldadura" o "lado de conexión" o "cara de soldadura" o "cara de escape") opuesto al primer lado.

Basándose en el patrón de devanado específico que se desea lograr, las porciones libres de los conductores básicos que sobresalen del lado opuesto al lado de inserción pueden ser sometidas a un segundo tipo de torsión, también denominada "torsión del lado de soldadura", por ejemplo, después de haber sido insertados en bolsas hechos en un dispositivo de torsión apropiado. El dispositivo de torsión en el presente documento tiene como objetivo doblar o torcer las porciones libres de los conductores para darles la forma adecuada a dichas porciones libres y en consecuencia permitir realizar las conexiones eléctricas apropiadas entre los conductores para completar el devanado. Una solicitud de patente publicada con el número US 2009/0302705 describe un ejemplo de un método de torsión desde el lado de soldadura del tipo discutido anteriormente.

Con referencia a la figura 5A, la solicitud de patente de Odawara US 2019/0190359, y también la solicitud US 2019/0356188 del mismo propietario, describe un sistema de formación de conductores básicos y posterior ensamblaje de los mismos en un devanado, que luego se inserta en el estator, con una sola planta. La solicitud de Odawara US 2019/0190359 describe principalmente la sección de formación del conductor básico, mientras que la solicitud US 2019/0356188 describe el conjunto de devanado y la sección de inserción, con una gran superposición con respecto a esta última. Las solicitudes, relativas al conjunto de devanado y a la sección de inserción, mencionan "medios de guía", que son los representados por ejemplo en la figura 24A de la solicitud US 2019/0190359 con el número de referencia 112, que se reproduce en esta descripción como figura 5A (las figuras de la solicitud US 2019/0356188 relacionadas con el mismo aparato son idénticas, al igual que el contenido técnico relacionado con ellas). La solicitud de Odawara se refiere a las siguientes partes:

- formación en línea (aunque con rotaciones parciales de algunos elementos) de los conductores básicos;
- los medios 112 de guía de deslizamiento;

- el acercamiento radial de los conductores básicos 17S hacia las ranuras 109 formadas entre los elementos radiales (hojas) 108 (orientados en la dirección radial de la sección del tambor perpendicular a su eje de rotación C) y luego abiertos radialmente hacia el exterior del tambor 105;

- el hecho de que el engranaje 123 de arrastre del cilindro 105 tiene un diámetro mayor que este último.

Además, con referencia a la figura 29 de Odawara, la figura 5B de la presente descripción, es evidente que el mecanismo 123 de engranaje es tal que garantiza la precisión de rotación del tambor 105 mediante el servomotor (véase el párrafo 205 de la solicitud mencionada) y, por lo tanto, es esencial para la solución.

Además, el mecanismo 108 de manipulación de hojas del cilindro tiene un eje giratorio 121 que pone en movimiento unas levas 130, y que debe ser accionado axialmente actuando sobre otro elemento 129 conectado al eje 121, y no sobre la rueda 123 (figura 31, mostrado aquí como figura 5C). La rueda 123 y la corona 135 están adaptadas para la extracción del devanado y por tanto deben tener un radio mayor que el tambor y las hojas, estando dispuestas en eje. Dicho mecanismo requiere la inserción de la horquilla en dirección radial.

De hecho, en Odawara, el sistema de inserción en el estator requiere una corona 135 de empuje, como se muestra en las correspondientes figura 34 y figura 5D de la presente descripción.

Esta configuración general tiene varias desventajas, entre ellas que la inserción de la horquilla se realiza con un movimiento de aproximación al tambor con componentes radiales y circunferenciales. La copresencia de dichos dos movimientos crea un sistema de confinamiento de la primera pata (pata no agarrada) de la horquilla, que puede seguir el ritmo de una cadencia de formación de horquilla alta excesivamente compleja (por ejemplo, 1,5 s). Además, en el estado de la técnica existe una baja precisión en la inserción de las patas de horquilla en el tambor de ensamblaje debido al tipo de manipulación de horquilla (en algunos casos con manipulación tanto radial como circunferencial). También vale la pena señalar que en la técnica anterior, existe una alta posibilidad de movimiento no deseado de las patas en las ranuras del tambor (con posible escape) porque la guía de Odawara debe permanecer a una distancia del tambor (al menos temporalmente) para que la inserción radial del conductor básico sea posible. Incluso añadiendo el confinamiento estándar, preservar el mencionado movimiento complicaría el resto del aparato.

También se conoce un sistema de conjunto de devanado de estator del solicitante por el documento patente WO 2012/007973 A1. En dicho documento, se describe un sistema de agarre de horquilla que consta de múltiples pinzas ensambladas sobre una base giratoria. Las pinzas se mueven desde una posición en la que se alimenta una horquilla a una posición en la que la horquilla se inserta en un tambor del conjunto de devanado del estator. Sin embargo, las horquillas no se insertan en el tambor de las pinzas; en su lugar, se acciona una hoja de deslizamiento, que mueve la horquilla tomada por la pinza (que no se mueve) hasta que las patas se insertan simultáneamente en las ranuras del tambor. Esto es posible porque las ranuras del tambor tienen un espacio que se extiende paralelo al eje del tambor y la hoja de inserción, y también en virtud del hecho de que la base giratoria está realmente por encima del tambor, es decir, su saliente a lo largo del eje del tambor se encuentra con el tambor mismo.

El uso del sistema del documento WO 2012/007973 A1, además de ser mecánicamente incompatible con el sistema de Odawara, impide la posterior inserción directa del devanado formado en el propio estator. El devanado debe extraerse en la dirección en la que se insertaron las horquillas, trasladarse a otro lugar e insertarse en un tambor. El tiempo de ciclo es por tanto considerablemente elevado, y se necesitan una serie de mecanismos de tambor para la correcta concatenación y compactación de las horquillas. Además, el uso de la hoja de inserción implica importantes problemas de precisión mecánica. Todo el aparato es caro y poco productivo.

Se siente la necesidad de un aparato y método para ensamblar devanados de conductores básicos que tenga una construcción simple, un tiempo de ciclo corto y que posiblemente permita la inserción directa (en la dirección axial sin desplazamiento a una posición diferente) del devanado ensamblado en el estator.

Objeto y materia de la invención

Un objeto de la presente invención es proporcionar un aparato y un método para ensamblar devanados de conductores básicos que resuelva los problemas y supere las desventajas de la técnica anterior, total o parcialmente.

Es objeto de la presente invención proporcionar un aparato de acuerdo con la reivindicación independiente 19 adjunta y un método de acuerdo con la reivindicación independiente 1 adjunta.

Descripción detallada de ejemplos de realizaciones preferidas de la invención

Lista de figuras

La invención se describirá ahora a modo de ejemplo, con referencia particular a los dibujos de las figuras adjuntas, en los que:

- 5 - La figura 1 muestra en (a) una horquilla preformada aplanada en forma de "U", y en (b) una horquilla formada, de acuerdo con la técnica anterior;
- 10 - la figura 2 muestra en (a) un conductor estampado y en (b) un conductor después de haber sido sometido a torsión en el lado de soldadura;
- 15 - la figura 3 muestra la horquilla de 2(a) anterior, de acuerdo con la técnica anterior;
- 20 - la figura 4A muestra en (a) una horquilla en capas ("trenzada") con inversión del corte transversal en el punto de flexión y en (b) con transposición continua a lo largo de las porciones de horquilla alojadas en una ranura, de acuerdo con la técnica anterior;
- 25 - la figura 4B muestra un tipo de horquilla en capas;
- 30 - la figura 4D muestra un ejemplo de pasador en I, de acuerdo con la técnica anterior;
- 35 - la figura 4E muestra un ejemplo de "pasador en W", de acuerdo con la técnica anterior;
- 40 - la figura 4F muestra un ejemplo de una "horquilla de inversión" de acuerdo con la técnica anterior;
- 45 - la figura 4G muestra un ejemplo de horquillas superpuestas en diferentes capas, de acuerdo con la técnica anterior;
- 50 - la figura 4H muestra un ejemplo de horquillas superpuestas en una misma capa, de acuerdo con la técnica anterior;
- 55 - las figuras 5A-5C corresponden a las figuras 24A, 29, 31, 34 de la solicitud de patente de Odawara US2019/0190359, donde se han rodeado con un círculo algunos elementos comentados anteriormente;
- 60 - la figura 6 muestra una vista lateral de una posible implementación del aparato de acuerdo con la invención;
- 65 - la figura 7 muestra una vista desde abajo de una posible implementación del aparato de acuerdo con la invención;
- 70 - la figura 8 muestra las guías de la figura 7 sin la presencia de los brazos;
- 75 - la figura 9 muestra una vista ligeramente en perspectiva de los brazos de las figuras anteriores;
- 80 - la figura 10 muestra un ejemplo de un mecanismo de movimiento radial de los carros de portador de pinza a lo largo de los brazos en las figuras anteriores;
- 85 - la figura 11 muestra una vista en perspectiva de una porción de la figura 10 ;
- 90 - la figura 12 muestra una vista lateral de la sección de movimiento del brazo superior, con las guías radiales para las pinzas;
- 95 - la figura 13 muestra una vista en perspectiva lateral de los brazos, junto con una porción de la sección de devanado, en la que α es un ángulo de inclinación del plano de las dos patas del conductor básico con respecto al plano de movimiento de los brazos;
- 100 - la figura 14 muestra en (a) un detalle de una conformación de una porción de la sección de ensamblaje, con el cilindro o tambor de ensamblaje, guía y elemento de contención de guía, y en (b) un detalle de los elementos retráctiles del cilindro de ensamblaje de acuerdo con una realización de la presente invención;
- 105 - la figura 15 muestra el arrastre de las horquillas insertadas en el tambor de ensamblaje, en (a) sobre la semicircunferencia superior del cilindro y en (b) con mayor detalle sobre un pequeño arco de circunferencia;
- 110 - la figura 16 muestra otra realización de la sección de ensamblaje, provista de un sistema de contención de las horquillas insertadas en las ranuras;
- 115 - la figura 17 muestra una vista de la sección de ensamblaje similar a la figura anterior pero en perspectiva;
- 120 - la figura 18 muestra la misma vista que en la figura anterior, con un primer conjunto de horquillas insertadas en

las ranuras y parcialmente en el brazo de guía;

- la figura 19 muestra una realización de la inserción de horquilla en el tambor de ensamblaje, en una vista en perspectiva detallada;

5

- la figura 20 muestra una vista similar a la de la figura anterior, pero a mayor escala, incluyendo también parte de los brazos de transporte de horquilla;

10

- las figuras 21 y 22 muestran, en dos vistas laterales opuestas, el posicionamiento de una horquilla sobre el brazo de guía en las figuras anteriores;

- las figuras 23-25 ilustran la misma situación que las figuras 21 y 22, en las que se muestra la horquilla en la posición que ocupa al final de la rotación del brazo;

15

- la figura 26 muestra una matriz de insertos para el posicionamiento radial y circunferencial de las partes rectas de las horquillas, posicionamiento necesario para la inserción del devanado de horquilla en el núcleo del estator;

20

- la figura 27 (a) muestra una vista lateral de inserción de un ejemplo de un dispositivo de inserción del devanado obtenido con el aparato de acuerdo con la invención, en un núcleo de estator o rotor; en (b) muestra un detalle de los insertos de las dos matrices de alineación, de acuerdo con un ejemplo de la invención; y

- la figura 28 muestra un tambor con coronas de devanado, insertado en el sistema de transferencia en virtud de una matriz de transferencia;

25

- la figura 29 muestra la matriz de transferencia de devanado o matriz de inserción para posicionar las patas de horquilla en preparación para su inserción en el paquete de estator: (a) posición abierta para el paso del tambor; (b) posición cerrada, que lleva las patas de horquilla a posiciones apropiadas para su manipulación e inserción axial sucesivas en el paquete de estator;

30

- la figura 29b muestra la matriz de las figuras 28 y 29, en las que se muestran dos elementos de contención de devanados adicionales para completar la contención alrededor de toda la circunferencia;

35

- la figura 30 muestra la matriz de transferencia y las carcasas del revestimiento interior aislante, de acuerdo con una realización de la presente invención; la matriz de posicionamiento tiene dedos/dientes que tienen biseles útiles para el posicionamiento preciso de conductores para su inserción en las cavidades del estator;

- la figura 31 muestra en (a) una estructura de soporte de la tapa de cierre del empujador, y en (b) el acercamiento de la tapa de cierre del empujador;

40

- la figura 32 muestra la inserción del devanado en el paquete del estator;

- la figura 33 muestra la finalización de la inserción del devanado en el paquete del estator después de la expansión de la matriz de transferencia;

45

- la figura 34 muestra una vista de una inserción de horquilla inversa con una guía de inserción circunferencial orientada en dirección opuesta a la mostrada en las figuras anteriores, mirando la horquilla desde los extremos de sus patas;

50

- la figura 35 muestra la situación de la figura 34, observando la horquilla desde la conexión en forma de puente; y

- la figura 36 muestra la situación de las figuras 34 y 35, observando la conexión en forma de puente con la pinza habiendo pasado la guía de inserción de tres lados;

55

- la figura 37 muestra una realización de la sección de inserción en el paquete de estator, en la que coexisten dos sistemas de ensamblaje de tambor colocados sobre otros tantos carros, transportando los sistemas desde la posición central de carga de horquilla hasta una posición lateral aumentando así el ciclo de producción; y

60

- la figura 38 muestra una realización diferente de la manipulación de conductores básicos entre una sección de alimentación y el tambor, en lugar del sistema de brazo.

Vale la pena señalar que en lo sucesivo se pueden combinar elementos de diferentes realizaciones para proporcionar realizaciones adicionales sin restricciones con respecto al concepto técnico de la invención, como un experto en la técnica entenderá fácilmente a partir de la descripción.

65

La presente descripción también hace referencia al estado de la técnica para su implementación, en lo que se refiere a características de detalle no descritas, como por ejemplo, elementos de menor importancia habitualmente

usados en el estado de la técnica en soluciones del mismo tipo.

Cuando se introduce un elemento siempre se entiende que puede haber "al menos uno" o "uno o más".

- 5 Cuando en esta descripción se proporciona una lista de elementos o características, se entiende que la invención de acuerdo con la invención "comprende" o alternativamente "consiste en" tales elementos.

En la siguiente descripción se entiende que el "devanado" o "conjunto de devanado" se encuentra completo o en su etapa de ensamblaje parcial.

10 Realizaciones

En la figura 6 se muestra una vista lateral de una posible implementación del aparato 1000 de acuerdo con la invención. Se proporciona una mesa 1200 que soporta un motor 1120 con el eje 1110 de rotación. Dicha rotación se transfiere a un elemento central con una serie de brazos radiales 1310 (4 brazos en el ejemplo; en general, 1
15 brazo o un número par de brazos) comprendiendo cada uno, en el extremo radial más alejado, una pinza 1321 para agarrar y transportar horquillas o conductores básicos 200 (que incluyen convencionalmente cualquiera de los tipos conocidos descritos anteriormente, incluida la horquilla inversa denominada en lo sucesivo 200R).

Cada brazo 1310 lleva al menos una horquilla desde una zona de recolección o alimentación (no mostrada) a la derecha de la figura hasta la sección 1400 de ensamblaje, que descansa sobre una base 1410 y soporta un bastidor o tambor 300 de ensamblaje con ranuras adaptadas para acomodar una o más patas de los conductores básicos (mostrado en figuras sucesivas). El bastidor 300 de ensamblaje tiene una forma cilíndrica con el eje 310 colocado perpendicular al eje 1110 de rotación de los brazos 1310. La figura 7 muestra una vista desde la parte inferior del
25 aparato 1000 en la figura 6. Esta figura muestra el movimiento de la pinza 1321 conectada a ella. En la posición indicada por P-A, la pinza toma el conductor básico de un área de alimentación de conductor básico. Inmediatamente después de haber agarrado el conductor básico, la pinza 1321 se retrae radialmente hacia el centro 1350, por ejemplo, a través de una guía 1230 de conexión específica mostrada en la figura 8 (que muestra las guías sin la presencia de los brazos). En este punto, el brazo que tomó el conductor básico se gira 180° siguiendo la guía 1220, pasando por la posición intermedia inferior P-B hasta que la pinza 1321 y el conductor básico 200 queden frente al bastidor 300 de ensamblaje, con la dirección de la pata o patas paralela al eje del bastidor 310. En dicha posición P-C, la pinza 1321 se mueve nuevamente radialmente, pero alejándose del centro 1350, hasta que al menos una de las patas del conductor básico se inserta al menos parcialmente en una ranura correspondiente (no mostrada) del bastidor 300. Una vez logrado esto, preferiblemente sin necesidad de mayor
35 movimiento radial, la pinza se desprende del conductor básico (de su extremo donde fue agarrada) y la rotación puede continuar en el sentido de las agujas del reloj constreñida por la guía 1210 pasando por la posición intermedia superior P-D y regresando a la posición de recogida P-A, concluyendo así el ciclo de carga/descarga. Evidentemente, al haber cuatro brazos en este ejemplo, la velocidad se cuadruplica respecto a una posible presencia de un solo brazo, ya que con cada rotación de 90° se puede realizar un agarre en posición P-A y una inserción en el bastidor en posición P-C. En general, si N no es igual a 1, las rotaciones de la estrella de brazos se realizan a intervalos de N/2 pasos angulares iguales, con N número de brazos.

Como paso preliminar en la inserción axial de un conductor básico en el tambor, la posición inicial del tambor (posición alrededor de su eje de rotación) puede ser tal que cualquiera de sus ranuras quede alineada con la
45 dirección de inserción del conductor básico.

De acuerdo con un aspecto preferido de la presente invención, la pinza no realiza movimientos complejos, que incluyan una rotación con respecto a un eje distinto al de rotación del brazo. Se puede usar una única pista circunferencial con las pausas de 180° necesarias para el movimiento radial, es decir, 1220 estaría a la misma distancia radial que 1210.

Con referencia a la figura 9, se puede observar que el elemento 1320 de soporte de pinza puede ser un carro que se mueve radialmente mediante una hoja, que se desliza, caso por caso, ya sea en la guía 1230 o en la guía 1240 con un deslizador en el lado opuesto (véase más abajo).

La parte del mecanismo del brazo al otro lado de la mesa 1200 se muestra con referencia a las figuras 10 y 11. Cabe destacar el motor 1355 que hace girar los travesaños en el extremo opuesto del eje central 1350, así como las guías 1240 para el deslizamiento radial de la hoja y luego, por transmisión de movimiento, de los carros 1320 movidos por los deslizadores 1615, 1625 ilustrados en dos posiciones de deslizamiento (la segunda está indicada por 1615', 1625'). Tales deslizadores se ponen en movimiento mediante los motores lineales 1620 y 1610, respectivamente. El número de referencia 1325 muestra el elemento de accionamiento del movimiento radial de la hoja y, por tanto, mediante la transmisión de movimiento, de la pinza (no mostrada) está conectado al carro 1320. El elemento 1325 es accionado por un motor específico 1620 y está conectado a un elemento en forma de "U" 1323 del carro 1320 que rodea el deslizador 1322.

La figura 12 muestra una vista lateral de la sección de movimiento del brazo anterior con las guías radiales 1240.

La figura 13 muestra una vista en perspectiva lateral de los brazos, junto con una porción de la sección 1400 de ensamblaje. Además de los elementos de las figuras anteriores, muestra el deslizador 1322 del brazo 1320 (llevado intencionalmente fuera de la guía 1230 o 1240, es decir, a una posición que no puede tomar en funcionamiento normal para hacerlo visible) hecho para deslizarse en la ranuras semicircunferenciales (no mostradas), así como el bastidor 300 de devanado, movido en rotación por el sistema de poleas 1320, a modo de ejemplo. También muestra una guía 400 de deslizamiento sobre una porción del bastidor 300, que se explicará mejor más adelante. En cambio, aquí se puede observar inmediatamente que existe un espacio (libre) entre la dirección de aproximación del conductor básico 200 y la parte superior del bastidor/tambor 300 de devanado; así, no existen obstáculos para el acercamiento radial (paralelo al eje de rotación/simetría del bastidor) del conductor básico y la inserción de al menos una de sus patas en una ranura del propio bastidor 300. En otras palabras, un sector circunferencial del bastidor cilíndrico 300 no está obstruido en la dirección axial; esto se puede lograr convenientemente actuando sobre la forma y disposición del mecanismo de rotación del cilindro 300. En otras palabras, el espacio de las ranuras del tambor (descritas con mayor detalle a continuación en una realización) se extiende en la dirección radial del tambor y a lo largo del eje del tambor, estando abierto el espacio en la dirección radial hacia afuera del tambor y pasando paralelo al eje del tambor.

Con referencia ahora a la figura 14, se muestra el cilindro 300 de ensamblaje que puede comprender una capa superficial 330 y con insertos retráctiles 320 (dispuestas circunferencialmente en el tambor, es decir, en la superficie cilíndrica exterior del tambor) que definen mutuamente ranuras 324 (teniendo un espacio como en el párrafo anterior) entre ellos. Los insertos retráctiles pueden tener una dirección de extensión radial y una dirección de extensión axial, así como un grosor en la dirección circunferencial. La figura 14(b) muestra que los insertos retráctiles 320 pueden tener una depresión central 323. En este sentido, dado que los insertos realizan una función de "introducción" en la entrada de la pata no agarrada en la ranura del tambor, es conveniente que, en el momento de dicha entrada, al menos un par de ellos sobresalgan del conductor preinsertado o el fondo de la ranura en una cantidad muy superior al grosor radial de la pata de entrada. En aras de la simplicidad de construcción y funcionamiento, en una realización de la invención, todos los insertos, y no sólo un par de insertos, se mantienen a la misma elevación radial desde el eje del aparato. En este caso, las depresiones centrales 323 de los insertos son necesarias para permitir que los elementos del sistema de contención compacten las patas de los conductores básicos en las ranuras del tambor, para llevar las patas de los conductores básicos a una posición radial al eje del aparato tan cercano al que tendrán las propias patas en el estator cuando se refiere al eje del propio estator. Si las patas se colocan en dichas posiciones respectivas, el nivel máximo de ocupación de la ranura del tambor por las patas es menor que el nivel de la circunferencia que circunscribe los insertos. Si no existiera dicha depresión central 323, el sistema de contención podría mantener las patas de horquilla solo dentro de la circunferencia que circunscribe los insertos del tambor. Además, para asegurar el arrastre de las horquillas y evitar posibles atascos, es recomendable tener las patas bien compactadas y firmes cuando estén alejadas de la zona de inserción. La depresión 323 define dos dientes 325 en sus lados. Opcionalmente, los dos dientes 325 tienen un bisel 322 en ambos lados, formando las direcciones de los biseles un ángulo con la dirección radial. Los biseles opcionales cumplen la función de facilitar el deslizamiento de las patas de los conductores básicos dentro de las ranuras 324. En particular, el bisel es para la pata que no se recoge cuando cae fuera de la guía 410 porque la cuerda de la horquilla inclinada es más pequeña que la cuerda entre los insertos, y el arrastre hace que la pata insertada golpee el inserto. Esto se aplica a uno de los lados del inserto. En realidad, el bisel del otro lado no sirve para este propósito, sino que sólo es útil en el caso de girar el tambor en la dirección opuesta, y esto es necesario en el caso de la horquilla invertida (véase más abajo). En este caso, sin embargo, se necesita una guía especular respecto a la mostrada hasta ahora. En el caso de los pasadores en I, ya no son útiles porque no hay una segunda pata para insertar por gravedad.

La guía 400 de deslizamiento puede comprender un brazo 410 de guía y opcionalmente un elemento 420 de contención de guía. Se puede observar cómo las patas de los conductores básicos 200 se insertan gradualmente en las ranuras 324. Como se muestra en el ejemplo, los conductores básicos tienen dos patas, una de las cuales se inserta axialmente en una ranura y la otra se coloca contextualmente en el brazo de la guía 410 debajo del elemento 420 de contención (opcional). Dado que el brazo de guía está limitado en la dirección circunferencial, después de un determinado ángulo de arrastre de la pata hacia la ranura, la otra pata del brazo de guía también caerá sobre una ranura, como se verá mejor a continuación. En otras palabras, la guía de deslizamiento tiene un extremo de salida circunferencial de los conductores básicos en el sentido de rotación del tambor para arrastrar las patas no agarradas. Vale la pena señalar además que una vez completada la inserción axial de los conductores básicos en el tambor, algunas de las patas agarradas aún permanecerán en la guía de deslizamiento. En este caso, de acuerdo con una realización de la invención, será necesaria una rotación adicional del tambor para completar su deslizamiento sobre la guía de deslizamiento hasta caer en las correspondientes ranuras. Esto se puede hacer en cualquier etapa del conjunto de devanado, como después de la formación de una corona o después de la formación de la última corona (corona más externa). Además, para el ensamblaje del devanado específico, también es posible un reposicionamiento de las ranuras alrededor del eje de rotación del tambor 400 en cualquier momento útil durante el procedimiento de ensamblaje girando el tambor en una dirección circunferencial u otra para cualquier número de pasos de ranura como sea requerido.

Ventajosamente, el brazo de guía se puede colocar a una distancia adecuada del tambor, de modo que se impida

que el conductor insertado en la ranura del tambor entre/salga. En Odawara, esto no es necesario o incluso posible ya que este espacio se usa para el desplazamiento radial de la pata no agarrada de la horquilla hasta la ranura del tambor. Al ensamblar varias coronas, el brazo de guía se puede mover para dejar espacio para la extracción/expansión radial de los insertos necesarios para ensamblar la siguiente corona.

De acuerdo con una realización diferente de la presente invención, mostrada en la figura 16, el cilindro 300 de ensamblaje está frente a un sistema 500 de contención que puede formarse a partir de una matriz de elementos 510 que, como se muestra en la figura 16(b), pueden tener una conformación tal que se puede lograr un acoplamiento positivo para compensar una discontinuidad que puede crearse entre los elementos cuando los insertos se estiran. La forma de Z es ventajosa para reducir posibles "enganches" de los conductores de la corona durante el paso de ensamblaje con las superficies de discontinuidad orientadas entre los insertos. De hecho, si los insertos no tuvieran expansiones circunferenciales complementarias, las superficies de discontinuidad enfrentadas entre un inserto y el otro serían paralelas al eje del aparato y esencialmente paralelas a las patas de las horquillas, creando un nicho para que posiblemente escapen/se enganchen. En el caso de expansiones circunferenciales, la porción del conductor en contacto con las expansiones de los dientes adyacentes se puede dividir en dos partes. Cuando el conductor cruza la discontinuidad entre dos expansiones de inserto adyacentes, una primera parte se mantiene continuamente en contención radial; cuando la segunda parte cruza la primera discontinuidad entre las expansiones y así, debido a la rigidez del conductor, evita que se enganche en la primera discontinuidad (circunferencialmente a la derecha en la figura) una segunda parte se mantiene continuamente en contención radial; cuando la primera parte cruza la segunda discontinuidad (circunferencialmente a la izquierda en la figura) entre las expansiones y así, debido a la rigidez del conductor, evita que se enganche en la segunda discontinuidad.

Como se observa en la figura 17, la matriz de elementos 500 de contención está posicionada axialmente de modo que los elementos ocupen los huecos de los insertos retráctiles, a una distancia del eje menor que la de la circunferencia exterior del tambor.

Con referencia a la figura 19, de acuerdo con una realización, la pinza 1321 mantiene una de las dos patas de la horquilla ilustrada en su lugar, apoyando la otra pata en el brazo 410 de guía, que tiene un tope 411 posicionado y conformado para posicionar la pata no agarrada en una ranura 324 en el tambor 300 de ensamblaje antes de realizar un desplazamiento radial de inserción de la misma pata no agarrada. La figura 20 muestra la misma situación, pero a mayor escala, en la que todo el brazo 1310 en cuestión es visible, junto con las guías 1240 para el deslizamiento radial. También son visibles dos servomotores 1500, uno hace girar el tambor 300 y el otro expande los insertos del propio tambor.

Las figuras 21 y 22 muestran en dos vistas laterales opuestas la colocación de una horquilla en el brazo de guía 410, como anteriormente. El número de referencia 900 indica la pata no agarrada de la guía de introducción y el número de referencia 930 indica una estructura de soporte de la guía 900 de introducción. En el caso de pasadores en W, como más de una pata no está agarrada, puede haber una guía adicional para la segunda pata no agarrada, no mostrándose dicha guía adicional en las figuras.

Las figuras 23-25 todavía muestran la misma situación que antes. La horquilla se muestra en la posición que ocupa al final de la rotación del brazo. Al final de esta rotación, en una realización de la invención, el extremo libre/de horquilla está en una elevación radial, con respecto al eje de rotación del brazo, mayor que la distancia radial mínima de la guía de inserción desde el mismo eje. El dispositivo 900 de guía reduce la elevación de dicho extremo libre y simultáneamente permite una inserción axial precisa. A este respecto, una primera porción estrecha 911A está posicionada en el tope 911 (mostrado genéricamente en la figura 19) en el brazo de guía desde el lado hacia la pinza 1321. En virtud de este estrechamiento inicial, con el movimiento radial posterior, la pata no agarrada de la horquilla puede alinearse progresivamente con la ranura 915 de tres lados, recuperando la desalineación de la pata por recuperación elástica. Durante el paso de formación de la horquilla, se puede asignar intencionalmente una ligera divergencia a las patas de la horquilla para permitir que el primer estrechamiento funcione apropiadamente y así hacer que la posición de la pata de la horquilla sea predeterminable. Alternativamente, con la misma pinza se puede asignar un pequeño desplazamiento angular con respecto a la dirección radial. Si los conductores básicos mostraran la probabilidad de tener patas convergentes, se necesitaría un elemento móvil para crear la cuarta cara de la ranura 915, que, junto con las otras tres, concurre a rodear en una posición conocida la pata no agarrada. Dicho elemento móvil deberá retirarse en algún momento para dejar pasar la conexión en forma de puente de horquilla. Después de la primera porción 911A de estrechamiento, en dirección hacia el tambor 300, hay una segunda porción 911B, que gradualmente acerca la pata en cuestión de la horquilla a la tercera cara usada para guiar el conductor. Finalmente, hay un segundo estrechamiento de la guía para entrar en la ranura 915 de tres lados a lo largo de la misma dirección que la tercera porción 911C. Puede existir una distancia entre el primer estrechamiento y el segundo estrechamiento para tener en cuenta las diferentes longitudes de patas del conjunto de horquillas procesables con el dispositivo.

Aunque aquí se ha ilustrado una guía de inserción de tres lados, también son posibles otros tipos de guías de inserción de horquilla, por ejemplo, para confinar la pata no agarrada axialmente en cuatro lados.

En este punto, se describe la inserción del devanado de horquilla en el núcleo de un estator o rotor.

La figura 26 (a) muestra una matriz 340 de insertos 341 para el posicionamiento radial y circunferencial de las partes rectas de las horquillas ya insertadas en el tambor, en una posición adecuada para insertar un paquete de estator en la ranura mediante deslizamiento axial sobre la superficie interior del tambor. Dos insertos adyacentes 341 definen, en la posición de distancia mínima del eje, un perímetro dentro (o sustancialmente al ras con) el perímetro de la ranura del núcleo del estator (no mostrada) del devanado en cuestión. Los insertos 351 del peine 350 de respaldo del revestimiento interior (comúnmente usado para el aislamiento eléctrico de las diversas capas de horquilla) se insertan con movimiento radial entre porciones sobresalientes consecutivas del papel. Se evita que el revestimiento interior, en virtud de su porción abocinada que descansa sobre la parte biselada de los insertos, mediante dichos insertos se mueva axialmente durante la inserción de los conductores en la ranura.

Las figuras 26(b)-(d) muestran desde varios lados los elementos de las matrices de alineación usadas para transferir el devanado al paquete del estator, como se mostrará a continuación. Una matriz inicial 650 comprende elementos retráctiles 651 con la forma adecuada, que se alternan con elementos intermedios 652 que los mantienen en la posición radial correcta. El número de referencia 651A indica la pared del elemento 651 en contacto con los conductores 200 que se transfieren, y el número de referencia 651B indica las perforaciones útiles para retraer el inserto 651 completamente dentro de la matriz 650. Se puede disponer una segunda matriz 660 más en la dirección de inserción en el paquete de estator (que se muestra en las siguientes figuras) para una alineación más fina. Preferiblemente, la matriz 660 tiene dientes fijos 661.

La figura 27 muestra el bloque completo 600 que comprende las dos matrices 650 y 660, con detalle de dientes, donde uno de los dientes 651 se retira para mostrar el diente 661 de la matriz 660.

A este respecto, cuando se completa el ensamblaje de las coronas de devanado, el tambor 300 mantiene separados los haces rectos a insertar en las respectivas ranuras del paquete de estator mediante sus insertos 320 totalmente extraídos. En este punto, el sistema de ensamblaje que incluye el tambor 300 se acerca a la matriz 650 de insertos mostrada en las figuras 28-33. El posicionamiento del tambor 300 para la transferencia de devanado sucesiva incluye un paso de posicionamiento angular de modo que los insertos 320 del tambor 300 estén alineados radialmente con los insertos 651 de la matriz 650 de transferencia y un paso de posicionamiento axial dentro del sistema de transferencia, como se muestra en figura 28. Antes de transferir el devanado, puede estar presente un paso que comprende una rotación de alineación del tambor con las ranuras del estator de acuerdo con las posiciones asignadas de acuerdo con el tipo de devanado.

Durante la transferencia del devanado al paquete de estator, el tambor 300 mantiene separados los haces rectos de patas pero normalmente no es capaz de posicionar las patas en forma de horquilla con un grado de precisión adecuado para la inserción en el paquete de estator, especialmente las patas más alejadas del eje del aparato. De hecho, la ranura para alojar los haces de conductores en el tambor es trapezoidal, como se muestra en la figura 29. Los haces de patas de las horquillas que llenan una ranura del estator deben posicionarse dentro de un perímetro rectangular incluido en el de la ranura antes de insertar el devanado en el paquete del estator. Para este propósito, los insertos 651 de la matriz de transferencia se mueven radialmente hacia el aparato o eje de devanado (desde la posición en la figura 29 (a) hasta la posición en la figura 29 (b)), preferiblemente sincronizados con el estrechamiento (indentación) de los insertos 320 del tambor 300, véase la figura 29. Al finalizar dicha extracción, las patas de las horquillas se constriñen en posiciones adecuadas para la sucesiva inserción en paquetes.

El posicionamiento del tambor para la transferencia de devanado sucesivo incluye un paso de posicionamiento angular para que los insertos del tambor queden alineados radialmente con los insertos de la matriz de transferencia y un paso de posicionamiento axial dentro del sistema de transferencia, como se muestra en la figura 28.

Con referencia a la figura 29b, la matriz 650 en las figuras 28 y 29 puede orientarse hacia al menos un elemento 670 de contención de devanado adicional para completar la contención de los elementos 500, 510 alrededor de toda la circunferencia del devanado. Esta disposición es ventajosa para dejar espacio para la inserción del conductor básico en el tambor sin tener que disponer un confinamiento móvil en la media circunferencia superior del tambor relacionado con la inserción de los conductores básicos.

Se logra un mayor refinamiento de la posición de los haces de conductores mediante el uso de la matriz 660 de posicionamiento ("matriz de peine") mostrada en la figura 30.

Al final de los movimientos descritos anteriormente, o superponiéndolos, el empujador 800 que consta de dos partes 810 y 820 se acerca (en la dirección de la flecha 840) al cabezal 300 de devanado donde sobresalen los conectores en forma de puente de la horquilla como se muestra en la figura 31. El empujador está fabricado en dos partes porque, en un paso anterior del ensamblaje, es necesario poder retirar una de sus partes 810 para dejar espacio para la inserción de horquillas en las ranuras 300 del tambor. Por tanto, la parte 810 también tiene movimiento vertical (dirección 830 perpendicular a 840).

Cuando el empujador es ensamblado, se puede mover para empujar los conductores dentro de las ranuras del

paquete 750, 760 de estator o rotor soportado por el dispositivo 700, como se muestra en la figura 32. El número de referencia 750 indica el yugo del estator y el número de referencia 760 es el revestimiento interior del paquete del estator. Antes de completar la inserción de los conductores en las ranuras, la matriz 650 de transferencia se lleva a la posición abierta para permitir que los conectores en forma de puente se deslicen sobre la superficie del tambor 300. Continuando con el movimiento mostrado en la figura 33, se puede completar la inserción del devanado (en dirección de derecha a izquierda).

Finalmente, se dan más detalles de una realización en la que se inserta un pasador inverso en el devanado, con referencia a las figuras 34-36. Es evidente que la definición de horquilla normal o inversa es convencional; por ejemplo, una vez que se toma una horquilla con una dirección de flexión hacia la derecha en la conexión en forma de puente, la horquilla inversa tiene una dirección de flexión hacia la izquierda y viceversa. La rotación del tambor 400 es opuesta en los dos casos.

Como puede verse en la figura 34, en el tambor 300, por ejemplo, ya se han insertado conductores básicos y ahora se desea insertar un pasador inverso. Para este propósito, en lugar de la guía superior 410R se usa la guía superior 410L, que tiene una dirección de extensión circunferencial opuesta a la guía 410 (en las figuras de izquierda a derecha en lugar de derecha a izquierda en vistas desde los extremos de las patas libres). La figura 35 muestra la misma situación pero comenzando desde la conexión en forma de puente de pasador inverso. La figura 36 es una vista en perspectiva desde el lado de conexión en forma de puente del pasador inverso.

La figura 37 muestra una realización de la sección de inserción en el paquete de estator, en la que hay dos sistemas 700 de ensamblaje de tambor colocados en tantos carros 710 que transportan los sistemas desde la posición de carga de horquilla central a una posición lateral, aumentando así el ciclo de producción. Cuando se completa el conjunto de devanado, se transfiere a una posición donde se realiza la carga en el paquete del estator. En una realización, el sistema de ensamblaje (tambor, actuadores de rotación y expansión de los insertos, sistema de contención radial) se coloca sobre un carro 710 que puede moverse perpendicular al eje del tambor, desde la posición de carga de horquilla (Pos1) hasta una de las posiciones de carga del devanado en el paquete del estator (Pos2/Pos3), como se muestra en la figura 37. De acuerdo con un aspecto ventajoso de la invención, coexisten dos sistemas de ensamblaje de tambor colocados sobre igual número de carros que transportan los sistemas desde la posición central de carga de horquilla hasta una posición lateral entre Pos2 para el tambor derecho y Pos3 para el tambor izquierdo. En virtud de dicha coexistencia, es posible superponer temporalmente los pasos de transportar e insertar el devanado en el paquete del estator con la de cargar las horquillas en el tambor para aumentar la productividad de la planta.

De acuerdo con la figura 38, el sistema de brazo se puede reemplazar por un "carrusel" 1500 en el que hay una pluralidad de unidades 1510 de manipulación provistas de una pinza para agarrar la pata del conductor básico 200 y configuradas para moverse desde una sección 1550 de alimentación al tambor 300 sin que tengan que moverse a una distancia mutua predeterminada (esto es cierto incluso cuando las unidades de manipulación son en sí mismas brazos no restringidos). De acuerdo con un aspecto de esta realización, las unidades 1550 de manipulación pueden moverse a lo largo de una guía ovalada 1520. Las unidades de manipulación están equipadas con guías de deslizamiento (no mostradas) para insertar el conductor básico en el tambor, mientras que pueden estar equipadas o no con guías o medios de deslizamiento similares para tomar el conductor básico en la sección 1550 de alimentación. Alternativamente, un elemento puede moverse desde la sección 1550 de alimentación a la unidad de manipulación para transportar el conductor básico. El resto del aparato puede ser como se describió anteriormente, con o sin uno o más de los elementos opcionales o preferidos.

Basándose en las características del aparato descrito anteriormente, pero también de manera más general, a continuación se describen los pasos de una realización del método inventivo para manipular y ensamblar horquillas o conductores básicos:

F1. cuando una de las N unidades 1310, 1510 de manipulación está en una posición correspondiente a una de dichas una o más estaciones de alimentación, accionar dicha pinza 1321 para agarrar una pata 255a, 255b de un conductor básico 200, denominándose dicha pata pata agarrada;

F2. desplazar dicha unidad de manipulación con respecto al eje predeterminado 1110 (o "eje del aparato") al aparato para llevarlo a una o más de dichas estaciones de ensamblaje;

F3. en la posición alcanzada en el paso F2, desplazar dicha pinza 1321 en una dirección perpendicular con respecto a dicho eje predeterminado 1110 hacia dicho tambor 300 de ensamblaje, hasta que alternativamente:

- insertar la pata agarrada en el espacio de una ranura 324 del tambor 300 de ensamblaje, si la pata agarrada es la única pata de la horquilla 200;

- insertar una pata no agarrada por la pinza 1321 en el espacio de una ranura 324 del tambor 300 de ensamblaje, si la horquilla tiene una pluralidad de patas, quedando la pata agarrada orientada hacia dicho segundo lado de la guía 400 de inserción;

F4. soltar la horquilla 200 mediante la pinza 1321;

F5. desplazar dicha unidad de manipulación de pasos F1-F4 con respecto al eje predeterminado 1110 hasta posicionarla en una de dichas una o más estaciones de alimentación;

F6. repetir los pasos F1 a F5, con rotación concomitante del tambor 300 mediante al menos un paso de ranura en la dirección hacia dicho extremo de salida circunferencial de la guía 400 de deslizamiento;

F7. finalmente, girar más el tambor hasta que todos los conductores básicos 200 de dicha guía 400 de deslizamiento de conductor básico salgan. De acuerdo con un aspecto de la invención, dichas unidades de manipulación pueden ser N brazos 1310 de manipulación de conductores básicos 200, siendo los N brazos giratorios con respecto a dicho eje predeterminado 1110, donde $N = 1$ o N es mayor o igual a 2, en donde para N mayor o igual a 2, los N brazos:

- se disponen angularmente uniformemente alrededor del eje predeterminado 1110;

- se configuran para girar integralmente en un plano predeterminado alrededor del eje predeterminado 1110;

- cada uno provisto de una pinza respectiva 1321 que agarra y transporta conductores básicos, la pinza 1321 a lo largo de los brazos accionando los medios de deslizamiento de la pinza.

Preferiblemente, en el paso F1 dicha pinza 1321 se mueve en una dirección perpendicular a dicho eje predeterminado 1110 hacia dicha estación de alimentación.

En una realización, si N es mayor o igual a 2, la rotación completa del brazo en los pasos F1 a F6 se produce en pasos de $360^\circ/N$ cada uno, tomando el brazo un conductor básico en el paso F1 simultáneamente a la inserción, en el tambor 300 de ensamblaje, de un conductor básico ya agarrado uno o más pasos antes por un brazo diferente al de los pasos F1-F6.

De acuerdo con un aspecto de la invención, el siguiente paso adicional se realiza entre el paso F5 y el paso F6:

F5b. restablecer la posición de las ranuras del tambor tras la rotación del propio tambor en una de las direcciones circunferenciales.

De acuerdo con un aspecto de la invención, $N = 4$.

De acuerdo con un aspecto adicional de la invención, en el paso F1, la pata agarrada y una pata no agarrada del conductor básico forman un ángulo α tal que la pata agarrada, en el paso F3, puede permanecer orientada hacia dicho segundo lado de la guía 400 de inserción, sin rotaciones de la pinza 1321.

Como se muestra arriba, dicho conjunto de ranuras 324 puede formarse ventajosamente alternando un conjunto correspondiente de insertos 320 de tambor radiales. Dichos insertos radiales 320 son ventajosamente retráctiles y radialmente expandibles, ajustándose la correspondiente retracción o expansión radial durante el ensamblaje del conjunto de devanado de acuerdo con los pasos F1-F7.

Para tener valores para evitar que se escapen los conductores básicos insertados en las ranuras 324 orientados hacia dicho primer lado de dicha guía 400 de deslizamiento, la distancia entre dicha guía 400 de deslizamiento y dichos insertos radiales 320 se ajusta durante el ensamblaje del conjunto de devanado de acuerdo con los pasos F1-F7.

En el caso de un conductor básico con una pluralidad de patas, en el paso F3, se puede interponer convenientemente un dispositivo de guía para insertar axialmente la pata no agarrada de la horquilla 200 en una ranura 324 entre la pinza 1321 y las ranuras 324.

De acuerdo con un aspecto de la invención, los insertos radiales 320 tienen axialmente una depresión 323 adaptada para acomodar elementos 510 de confinamiento circunferenciales de los conductores básicos 200 en las ranuras 324, movidos por un sistema 510 de confinamiento.

Una vez que el conjunto de devanado está ensamblado en el tambor 300, se pueden realizar los siguientes pasos adicionales para insertar el devanado en un paquete de estator o rotor:

F8. retraer los insertos radiales 320 del tambor 300;

F9. colocar medios 810, 811, 820 de empuje para aplicar un empuje a dicho conjunto de devanado en el tambor 300 desde el lado de las conexiones en forma de puente de los conductores básicos 200;

F10. accionar los medios 810, 811, 820 de empuje en la dirección 840 del eje 310 del tambor hacia un paquete 750, 760 de estator o rotor para insertar los extremos libres de los conductores básicos 200 en los asientos correspondientes del paquete 750, 760 de estator o rotor.

Para este propósito, antes del paso F10 se puede realizar un paso adicional de alinear los extremos libres de los conductores básicos con las posiciones respectivas en las ranuras del paquete de estator o rotor, asignándose las posiciones respectivas de acuerdo con un patrón de devanado predeterminado, siendo la alineación llevada a cabo por uno o más conjuntos de alineación para la alineación de los extremos libres de los conductores básicos 200.

En este caso, una o más matrices de alineación de los extremos libres de los conductores básicos 200 pueden comprender una matriz con elementos radiales móviles, que pueden moverse hacia el eje del tambor 300.

Si los conectores básicos del conjunto de devanado comprenden horquillas de diferentes direcciones de flexión de conexión en forma de puente (horquilla inversa, véase arriba), en el paso F3 se usa una guía 400 de deslizamiento que tiene un extremo de salida circunferencial opuesto, caso por caso.

Antes del paso F3, se puede ajustar convenientemente la distancia mutua entre el eje 320 del tambor y la pinza 1321.

Para aumentar la productividad del aparato de acuerdo con la invención, se proporcionan dos unidades de manipulación de tantas estaciones 300 de ensamblaje, y en las que se realizan los siguientes pasos:

F11. accionar una primera unidad de las dos unidades de manipulación para moverla desde la posición en el eje del paso F3 hasta una posición desplazada;

F12. accionar la segunda unidad de las dos unidades de manipulación para llevarla desde una posición desplazada a la posición en el eje del paso F3;

F13. realizar los pasos F8-F10 con la primera unidad de manipulación;

F14. ejecutar los pasos F1-F7 con la segunda unidad de manipulación; y

F15. repetir el ciclo de los pasos F11-F14 en el que la primera unidad de manipulación se identifica como la que sale del paso F14 y la segunda unidad de manipulación se identifica como la que sale del paso F13.

En el aparato y método de acuerdo con la invención, la situación parece diferente tanto morfológica como funcionalmente en comparación con la técnica anterior descrita en las solicitudes de patente de Odawara US2019/0190359 y US 2019/0356188. De hecho, la polea 1320 es más pequeña que el cilindro 300 de ensamblaje (véase la figura 13), y hay una abertura dedicada para acercarse a este último. Falta el contraste observado en Odawara, en el que, incluso si se hiciera un desplazamiento axial de la horquilla (que de todos modos no se sugiere), además de tener que cambiar los respectivos mecanismos, no habría espacio para tal movimiento, porque el engranaje de arrastre de cilindro tiene un diámetro mayor que este último, y este diámetro es funcional para el funcionamiento de otras partes del aparato.

El sistema de acuerdo con la invención resuelve, entre otros, el problema de trasladar y girar el conductor básico 180°. Se parte de que el conductor básico se alimenta desde la estación anterior con la cúspide (léase conexión en forma de puente) orientada hacia el sistema de ensamblaje, es decir, con las patas más alejadas de este que la cúspide. Para funcionar, el sistema de ensamblaje requiere que la horquilla se gire 180° antes de insertarla.

En general, la invención puede usar cualquier conductor básico 200, 200R de los descritos en la sección de la técnica anterior, incluidos pasadores en I, pasadores en W y pasadores inversos.

Dos o más de las partes (elementos, dispositivos, sistemas) descritas anteriormente pueden asociarse libremente y considerarse como kits de partes de acuerdo con la invención.

Ventajas de la invención

Las ventajas de la invención incluyen:

1. Inserción axial de la pata de horquilla entre dos insertos de tambor retráctiles consecutivos, lo que da como resultado un mayor control de la posición de la horquilla, útil para un mayor control del movimiento de la matriz de conductores en la zona de carga del tambor. Dicho movimiento es delicado debido al riesgo de bloqueo debido a la interferencia entre las porciones de conexión en forma de puente de las horquillas. Un mayor control evita este riesgo.

2. La distancia entre el brazo de guía y los insertos no podrá exceder el grosor del conductor que forma la horquilla. En Odawara esto no es posible porque para introducirlo se usa la dirección radial (axialmente en Odawara está el empujador, como mucho se puede cerrar la guía después de que la horquilla haya pasado radialmente, que de todos modos no está indicado). Incluso si la horquilla pudiera pasar radialmente y luego quedar confinada por el desplazamiento radial a una posición en la que el brazo de guía no tiene aberturas, en realidad antes del desplazamiento rotacional podría salir parcialmente hacia atrás por la misma abertura de entrada y así quedar atascado con el resto del brazo. La guía de la presente invención actúa a la vez como guía y contención, incluso la segunda pata no cae por gravedad sino que va acompañada. Esto es especialmente importante porque el conductor básico nunca es perfecto y, con acompañamiento, se pueden recuperar pequeñas variaciones de forma.

3. La inserción axial, junto con la necesidad de confinar adecuadamente la pata de horquilla intercalada entre dos insertos de tambor retráctiles contiguos, permite tiempos de ensamblaje de corona más cortos que en la técnica anterior. En efecto, en la técnica anterior, la horquilla se inserta con un movimiento de aproximación al tambor con componentes radiales y circunferenciales (TBV). La copresencia de estos dos movimientos hace que sea más complejo diseñar un sistema de confinamiento de horquilla de la primera pata, que pueda mantener una cadencia de formación de horquilla alta (1,5 s). En otras palabras, la adición de un dispositivo de confinamiento de la primera pata de la horquilla, en un dispositivo de acuerdo con la técnica anterior, lograría la ventaja 1, pero a costa de la complejidad adicional necesaria para liberar espacio para la inserción de la siguiente horquilla. Para evitar esta acción adicional, resulta ventajoso colocar la horquilla sobre el tambor con movimiento axial, y para ello, con un aparato que permita aprovechar de forma adecuada y consistente dicho movimiento;

4. En el sistema de acuerdo con la presente descripción, el brazo de guía se puede colocar a una distancia apropiada del tambor, de modo que se impida que el conductor insertado en la ranura del tambor se escape/entre. En el caso de Odawara, por otro lado, el espacio entre el brazo de guía y los insertos del tambor se usa para insertar la pata no agarrada de la horquilla en la ranura del tambor. Ventajosamente, la guía se puede mover radialmente para cambiar la distancia desde el tambor.

Hasta ahora, hemos descrito las realizaciones preferidas y sugerido algunas variantes de la presente invención, pero se entiende que una persona experta en la técnica puede realizar modificaciones y cambios sin apartarse del respectivo alcance de protección, tal como se define en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1.- Un método para ensamblar conductores básicos (200) en un conjunto de devanado para un estator o rotor de máquina eléctrica, que comprende el uso de:

- una o más estaciones (200) de alimentación de conductores básicos, comprendiendo cada conductor básico una o más patas;

- N unidades (1310, 1510) de manipulación para la manipulación de los conductores básicos (200), estando provista cada unidad de manipulación de una respectiva pinza (1321) para agarrar y transportar conductores básicos a lo largo de una respectiva trayectoria alrededor de un eje predeterminado;

- una o más estaciones de ensamblaje de conductores básicos para uno o más conjuntos de devanados, que comprenden:

▪ un tambor (300) de ensamblaje giratorio alrededor de un eje de tambor dispuesto perpendicular a dicho eje predeterminado y que comprende una serie de ranuras (324) dispuestas circunferencialmente en la superficie cilíndrica exterior del tambor con una separación secuencial de un paso de ranura, teniendo cada ranura un espacio que se extiende en la dirección radial y a lo largo del eje del tambor, estando abierto el espacio en la dirección radial hacia afuera desde el tambor y pasando paralelamente al eje del tambor;

▪ una guía (400) de deslizamiento de conductor básico con un primer lado orientado hacia un arco de circunferencia de dicho tambor (300) y un segundo lado opuesto a dicho primer lado, y con un extremo de salida circunferencial desde donde salen los conductores básicos, al girar dicho tambor (300), en un extremo de dicho arco de circunferencia;

comprendiendo el método los siguientes pasos:

F1. cuando una de las N unidades (1310) de manipulación está en una posición correspondiente a una de dichas una o más estaciones de alimentación, accionar dicha pinza (1321) para agarrar una pata (255a, 255b) de un conductor básico (200), denominándose dicha pata pata agarrada;

F2. desplazar dicha unidad de manipulación con respecto al eje predeterminado (1110) para llevarla a una de dichas una o más estaciones de ensamblaje;

F3. en la posición alcanzada en el paso F2, desplazar dicha pinza (1321) en una dirección perpendicular a dicho eje predeterminado (1110) hacia dicho tambor (300) de ensamblaje, hasta que alternativamente:

- se inserta, por medio de dicha pinza, la pata agarrada en el hueco de una ranura (324) paralela al eje del tambor (300) de ensamblaje, si la pata agarrada es la única pata del conductor básico (200);

- se inserta, por medio de dicha pinza, una pata no agarrada por la pinza (1321) en el hueco de una ranura (324) paralela al eje del tambor (300) de ensamblaje, si el conductor básico tiene una pluralidad de patas, permaneciendo la pata agarrada orientada hacia dicho segundo lado de la guía (400) de inserción;

F4. después del paso F3, liberar el conductor básico (200) por la pinza (1321);

F5. desplazar dicha unidad de manipulación del paso F1-F4 con respecto al eje predeterminado (1110) hasta posicionarla en una de dichas una o más estaciones de alimentación;

F6. repetir los pasos F1 a F5, con rotación simultánea del tambor (300) en al menos un paso de ranura en dirección hacia dicho extremo de salida circunferencial de la guía (400) de deslizamiento;

F7. finalmente, girar más el tambor hasta que todos los conductores básicos (200) de dicha guía (400) de deslizamiento de conductores básicos salgan.

2.- Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dichas unidades de manipulación son N brazos (1310) de manipulación de conductores básicos (200), siendo giratorios los N brazos con respecto a dicho eje predeterminado (1110), en el que N = 1 o N es mayor que o igual a 2, donde para que N sea mayor o igual a 2, los N brazos:

- se disponen angularmente de manera uniforme alrededor del eje predeterminado (1110);

- se configuran para girar integralmente en un plano predeterminado alrededor del eje predeterminado (1110);

- están provistos cada uno de una respectiva pinza (1321) para agarrar y transportar conductores básicos,

deslizándose la pinza (1321) a lo largo de los brazos accionando los medios de deslizamiento de pinza.

3.- Un método de acuerdo con la reivindicación 2, en el que en el paso F1 dicha pinza (1321) se mueve en una dirección perpendicular a dicho eje predeterminado (1110) hacia dicha estación de alimentación.

4.- Un método de acuerdo con la reivindicación 2 o 3, en el que, si N es mayor o igual a 2, la rotación completa del brazo en los pasos F1 a F6 se produce en pasos de $360^\circ/N$ cada uno, tomando el brazo un conductor básico en paso F1 simultáneamente a la inserción, en el tambor (300) de ensamblaje, de un conductor básico ya agarrado uno o más pasos antes por un brazo diferente al de los pasos F1-F6.

5.- Un método de acuerdo con una cualquiera o más de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el siguiente paso adicional se realiza entre el paso F5 y el paso F6:

F5b. restablecer la posición de las ranuras del tambor tras la rotación del propio tambor en una de las direcciones circunferenciales.

6.- Un método de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que $N = 4$.

7.- Un método de acuerdo con una o más de las reivindicaciones 1 a 6, en el que, en el paso F1, la pata agarrada y una pata no agarrada del conductor básico forman un ángulo α tal que la pata agarrada, en el paso F3, puede permanecer orientada hacia dicho segundo lado de la guía (400) de inserción, sin rotaciones de la pinza (1321).

8.- Un método de acuerdo con una o más de las reivindicaciones 1 a 6, en el que dicha serie de ranuras (324) se forma alternando una serie correspondiente de insertos radiales (320) del tambor.

9.- Un método de acuerdo con la reivindicación 8, en el que dichos insertos radiales (320) son radialmente retráctiles y expandibles, ajustándose la correspondiente retracción o expansión radial al ensamblar el conjunto de devanado de acuerdo con los pasos F1-F7.

10.- Un método de acuerdo con la reivindicación 9, en el que la distancia entre dicha guía (400) de deslizamiento y dichos insertos radiales (320) se ajusta al ensamblar el conjunto de devanado de acuerdo con los pasos F1-F7 como para tener valores tales que se evita que los conductores básicos insertados en las ranuras (324) orientadas hacia dicho primer lado de dicha guía (400) de deslizamiento se escapen.

11.- Un método de acuerdo con una o más de las reivindicaciones 1 a 10, en el que, en el paso F3, en el caso de un conductor básico con una pluralidad de patas, se interpone entre la pinza (1321) y las ranuras (324) un dispositivo de guía para insertar axialmente la pata no agarrada del conductor básico (200) en una ranura (324).

12.- Un método de acuerdo con una o más de las reivindicaciones 1 a 11, en el que dichos insertos radiales (320) tienen axialmente una depresión (323) adaptada para acomodar elementos (510) de confinamiento circunferencial de los conductores básicos (200) en las ranuras (324) movidos por un sistema (510) de confinamiento.

13.- Un método de acuerdo con una o más de las reivindicaciones 9 a 12, en el que, una vez que el conjunto de devanado se ha ensamblado en el tambor (300), se realizan los siguientes pasos adicionales:

F8. retraer los insertos radiales (320) del tambor (300);

F9. colocar medios (810, 811, 820) de empuje para aplicar un empuje a dicho conjunto de devanado en el tambor (300) desde el lado de las conexiones de puente de los conductores básicos (200);

F10. accionar los medios (810, 811, 820) de empuje en la dirección (840) del eje (310) del tambor hacia un paquete (750, 760) de estator o rotor para insertar los extremos libres de los conductores básicos (200) en los correspondientes asientos del paquete (750, 760) de estator o rotor.

14.- Un método de acuerdo con la reivindicación 13, en el que antes del paso F10 se realiza un paso adicional de alinear los extremos libres de los conductores básicos con las posiciones respectivas en las ranuras del paquete de estator o rotor, asignándose las posiciones respectivas de acuerdo con un patrón de devanado predeterminado, realizándose la alineación mediante una o más matrices de alineación para la alineación de los extremos libres de los conductores básicos (200).

15.- Un método de acuerdo con la reivindicación 14, en el que dichas una o más matrices de alineación de extremos libres de los conductores básicos (200) comprenden una matriz con elementos radiales móviles, que pueden moverse hacia el eje del tambor (300).

16.- Un método de acuerdo con una o más de las reivindicaciones 1 a 15, en el que, si los conductores básicos del conjunto de devanado comprenden conductores básicos con una dirección de flexión diferente de la conexión del

punto, se usa en el paso F3 en consecuencia una guía (400) de deslizamiento que tiene un extremo de salida circunferencial opuesto.

5 17.- Un método de acuerdo con una o más de las reivindicaciones 1 a 16, en el que la distancia mutua entre el eje (320) del tambor y la pinza (1321) se ajusta antes del paso F3.

18.- Un método de acuerdo con una o más de las reivindicaciones 1 a 17, en el que se proporcionan dos unidades de manipulación de tantas estaciones (300) de ensamblaje, y en el que se realizan los siguientes pasos:

10 F11. accionar una primera unidad de las dos unidades de manipulación para moverla desde la posición en el eje del paso F3 hasta una posición desplazada;

F12. accionar la segunda unidad de las dos unidades de manipulación para llevarla desde una posición desplazada a la posición en el eje del paso F3;

15 F13. realizar los pasos F8-F10 con la primera unidad de manipulación;

F14. realizar los pasos F1-F7 con la segunda unidad de manipulación;

20 F15. repetir el ciclo de los pasos F11-F14 en el que la primera unidad de manipulación se identifica como la que sale del paso F14 y la segunda unidad de manipulación se identifica como la que sale del paso F13.

19.- Un aparato para ensamblar conductores básicos (200) en un conjunto de devanado para un estator o rotor de máquina eléctrica, que comprende:

25 - una o más estaciones de alimentación de conductores básicos (200), comprendiendo cada conductor básico una o más patas;

30 - N unidades (1310) de manipulación de conductores básicos, estando provista cada unidad de manipulación de una pinza respectiva (1321) para agarrar y transportar conductores básicos a lo largo de una trayectoria respectiva alrededor de un eje predeterminado;

35 - una o más estaciones de ensamblaje de conductores básicos para uno o más conjuntos de devanados, que comprenden:

40 ▪ un tambor (300) de ensamblaje giratorio alrededor de un eje de tambor dispuesto perpendicular a dicho eje predeterminado y que comprende una serie de ranuras (324) dispuestas circunferencialmente en la superficie cilíndrica exterior del tambor con una separación secuencial de un paso de ranura, teniendo cada ranura un espacio que se extiende en la dirección radial y a lo largo del eje del tambor, estando abierto el espacio en la dirección radial hacia afuera desde el tambor y pasando paralelo al eje del tambor;

45 ▪ una guía (400) de deslizamiento de conductor básico con un primer lado orientado hacia un arco de circunferencia de dicho tambor (300) y un segundo lado opuesto a dicho primer lado, y con un extremo de salida circunferencial desde donde salen los conductores básicos, al girar dicho tambor (300), en un extremo de dicho arco de circunferencia;

en el que dicha pinza respectiva (1321) está configurada para alternativamente:

50 - insertar la pata agarrada en el hueco de una ranura (324) paralela al eje del tambor (300) de ensamblaje, si la pata agarrada es la única pata del conductor básico (200);

55 - insertar una pata no agarrada por la pinza (1321) en el hueco de una ranura (324) paralela al eje del tambor (300) de ensamblaje, si el conductor básico tiene una pluralidad de patas, quedando la pata agarrada orientada hacia dicho segundo lado de la guía (400) de inserción; y

liberar el conductor básico (200) y retraerlo perpendicularmente a dicho eje predeterminado una vez que la pata agarrada ha sido insertada en el tambor.

60 20.- Un aparato de acuerdo con la reivindicación 19, en el que dichas unidades de manipulación son N brazos (1310) de manipulación de conductores básicos (200), siendo giratorios los N brazos con respecto a dicho eje predeterminado (1110), donde N = 1 o N es mayor que o igual a 2, donde para N mayor o igual a 2 los N brazos:

- se disponen angularmente de manera uniforme alrededor del eje predeterminado (1110);

65 - se configuran para girar integralmente en un plano predeterminado alrededor del eje predeterminado (1110);

- están provistos cada uno de una respectiva pinza (1321) para agarrar y transportar conductores básicos, deslizándose la pinza (1321) a lo largo de los brazos accionando los medios de deslizamiento de la pinza.

21.- Un aparato de acuerdo con la reivindicación 20, en el que $N = 4$.

22.- Un aparato de acuerdo con la reivindicación 20 o 21, en el que dicha serie de ranuras (324) está formada alternando una serie correspondiente de insertos radiales (320) del tambor.

23.- Un aparato de acuerdo con la reivindicación 22, en el que dichos insertos radiales (320) son radialmente retráctiles y expandibles.

24.- Un aparato de acuerdo con una o más de las reivindicaciones 19 a 23, en el que, en el caso de un conductor básico con una pluralidad de patas, se proporciona entre la pinza (1321) y las ranuras (324) un dispositivo de guía para insertar axialmente la pata no agarrada del conductor básico (200) en una ranura (324).

25.- Un aparato de acuerdo con una o más de las reivindicaciones 19 a 24, en el que se proporcionan en las ranuras (324) elementos (510) de confinamiento circunferenciales de los conductores básicos (200), movidos por un sistema (510) de confinamiento, teniendo axialmente dichos insertos radiales (320) una depresión (323) adaptada para acomodar dichos elementos de confinamiento circunferencial.

26.- Un aparato de acuerdo con una o más de las reivindicaciones 19 a 25, en el que se proporcionan medios (810, 811, 820) de empuje para empujar dicho conjunto de devanado dentro del tambor (300), estando configurados los medios de empuje:

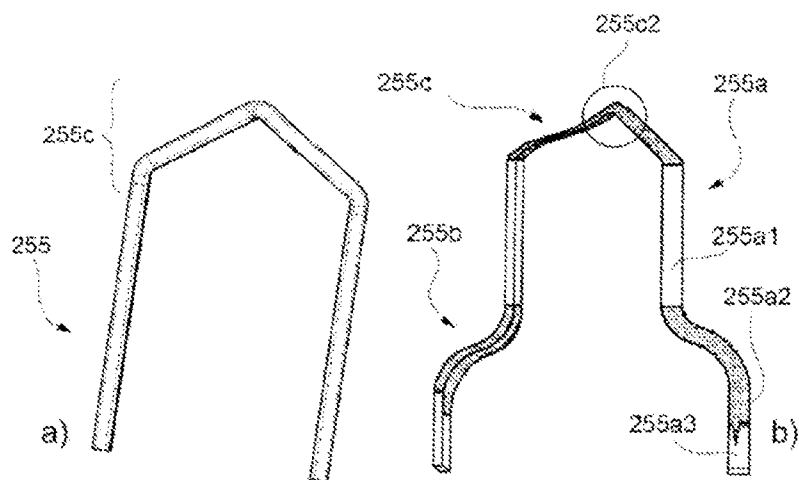
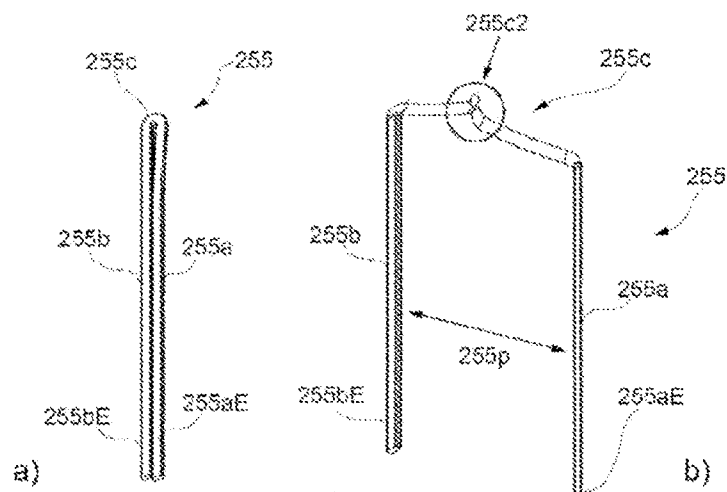
- para colocarse del lado de las conexiones en puente de los conductores básicos (200);

- para accionarse en la dirección (840) del eje (310) del tambor hacia un paquete (750, 760) de estator o rotor para insertar los extremos libres de los conductores básicos (200) en los correspondientes asientos del paquete (750, 760) de estator o rotor.

27.- Un aparato de acuerdo con la reivindicación 26, en el que se proporcionan una o más matrices de alineación para la alineación de los extremos libres de los conductores básicos (200), que están configuradas para alinear los extremos libres de los conductores básicos con posiciones respectivas en los asientos de los paquete de estator o rotor asignado de acuerdo con un patrón de devanado predeterminado.

28.- Un aparato de acuerdo con la reivindicación 27, en el que dichas una o más matrices de alineación de los extremos libres de los conductores básicos (200) comprenden una matriz con elementos radiales móviles, que puede moverse hacia el eje del tambor (300).

29.- Un aparato de acuerdo con una o más de las reivindicaciones 19 a 28, en el que, si los conductores básicos del conjunto de devanado comprenden conductores básicos con una dirección de flexión diferente de la conexión del puente, se proporciona además una guía (400) de deslizamiento que tiene un extremo de salida circunferencial opuesto.



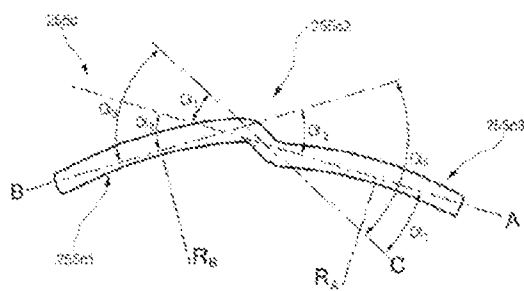


FIG. 3
(TÉCNICA ANTERIOR)

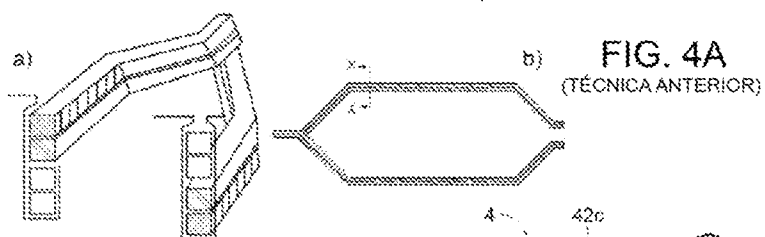


FIG. 4A
(TÉCNICA ANTERIOR)

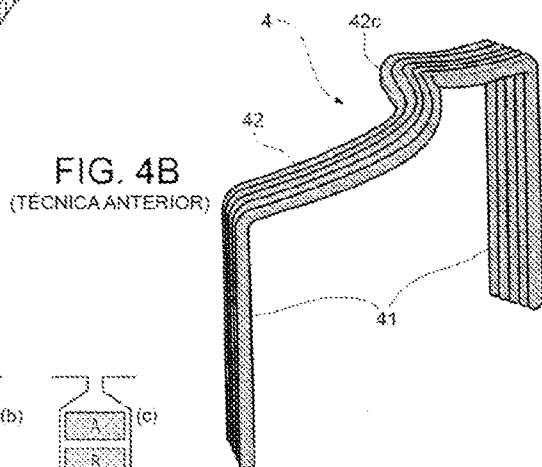


FIG. 4B
(TÉCNICA ANTERIOR)

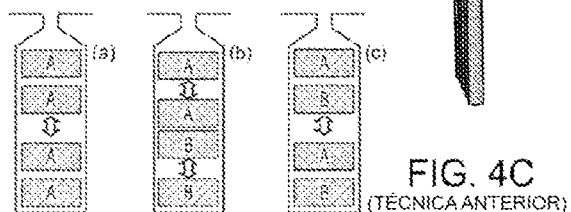
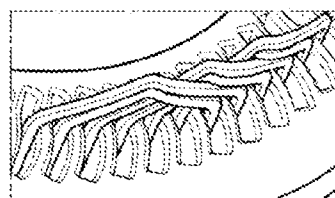
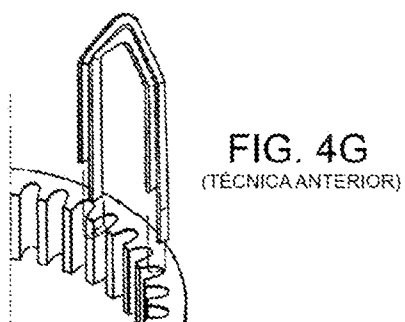
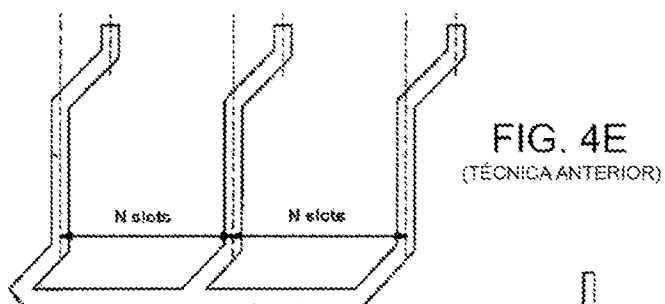
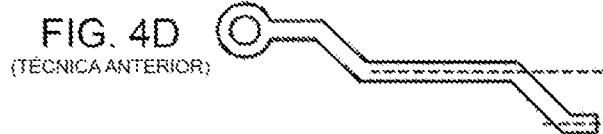


FIG. 4C
(TÉCNICA ANTERIOR)



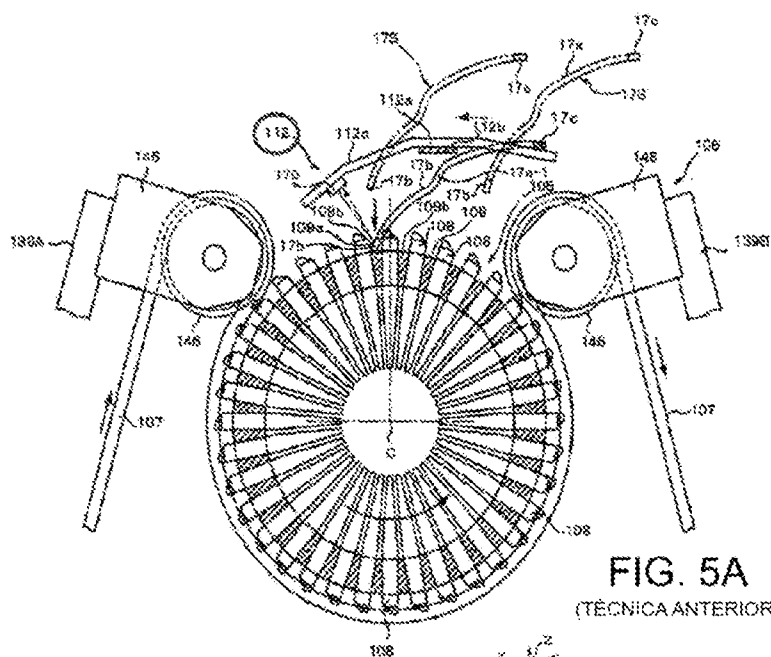


FIG. 5A
(TÉCNICA ANTERIOR)

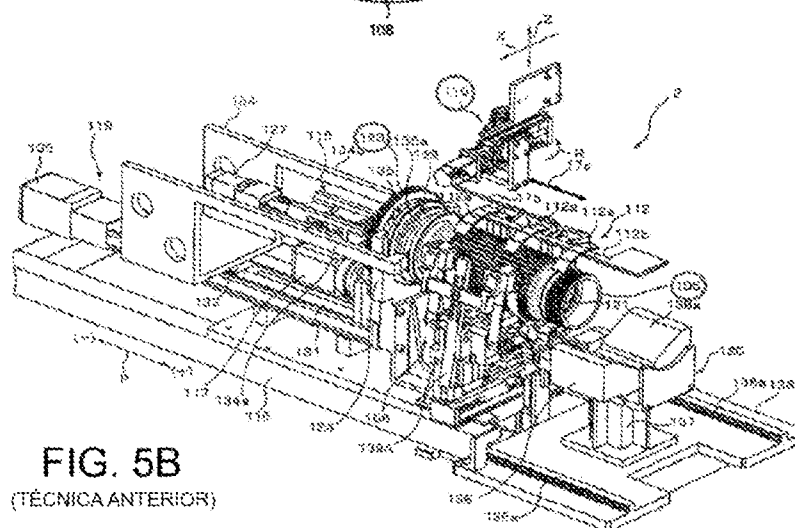
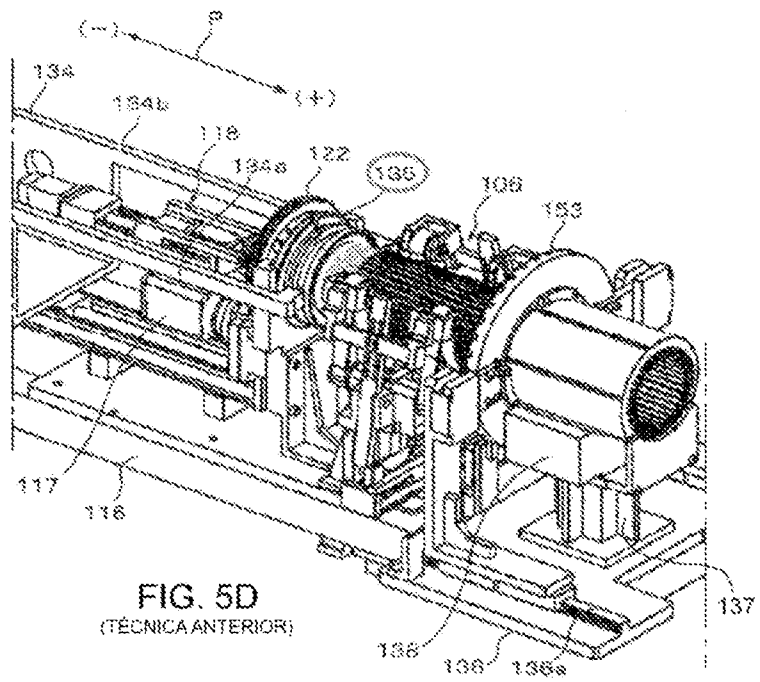
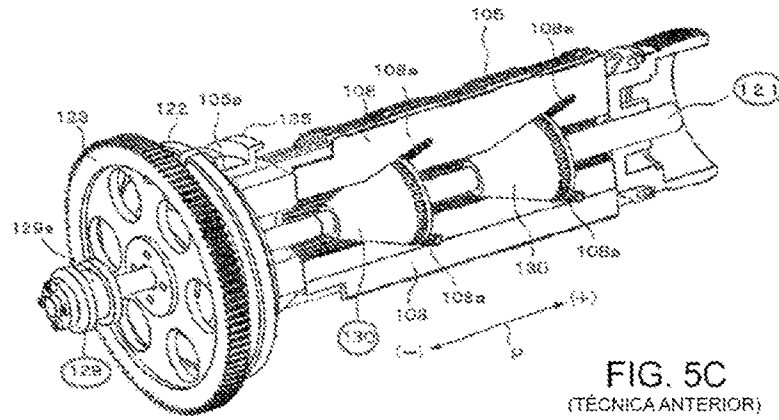


FIG. 5B
(TÉCNICA ANTERIOR)



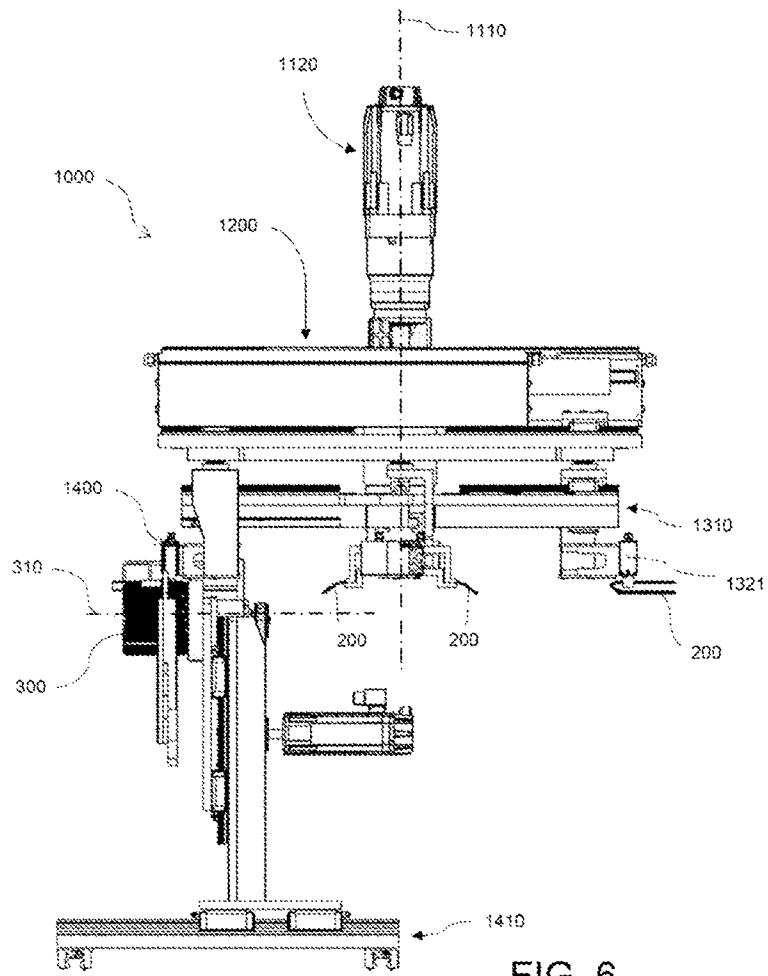
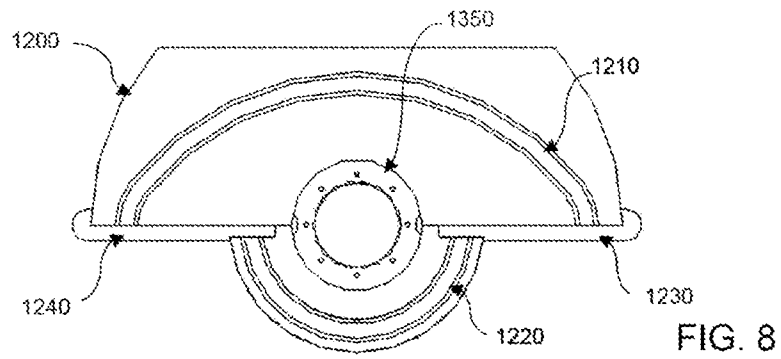
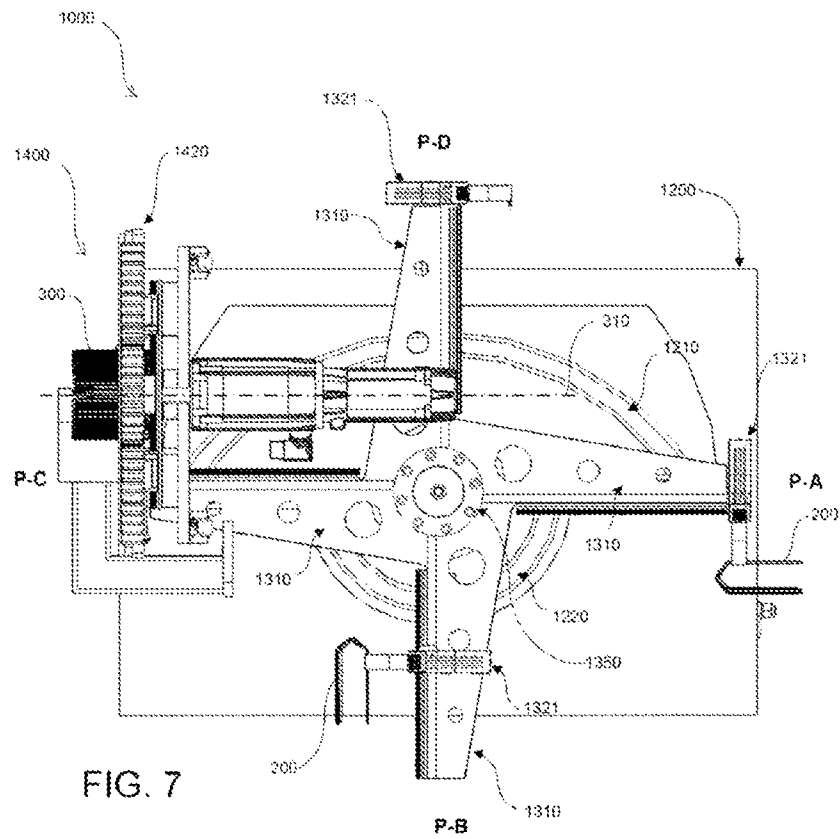


FIG. 6



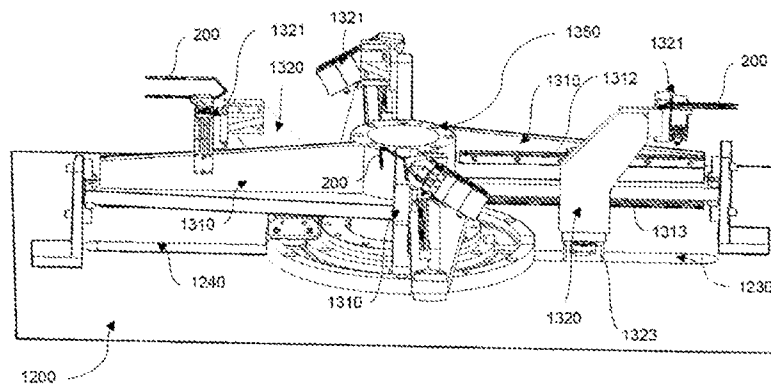


FIG. 9

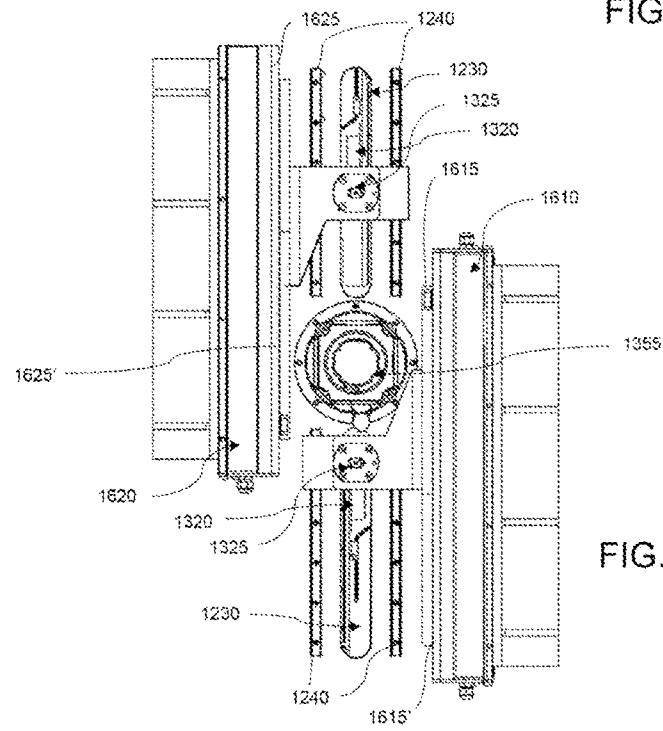


FIG. 10

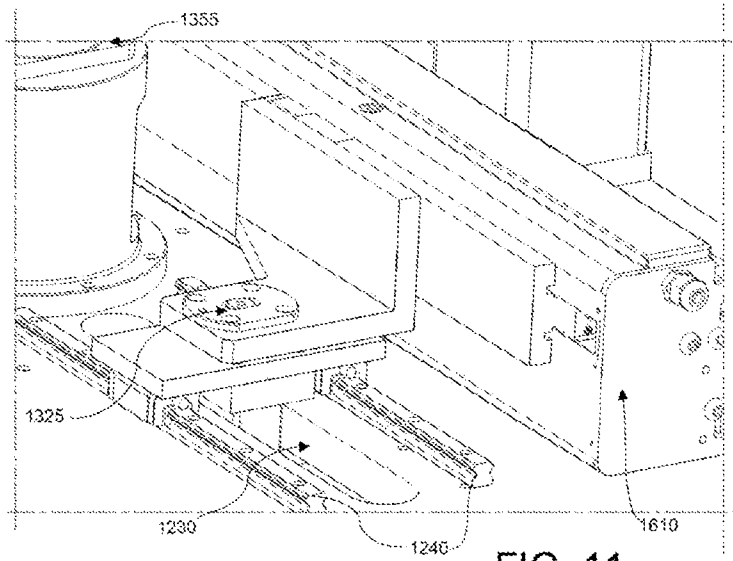


FIG. 11

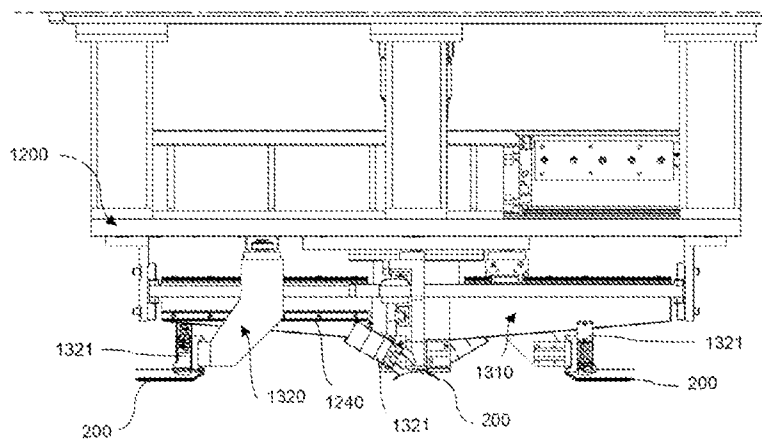


FIG. 12

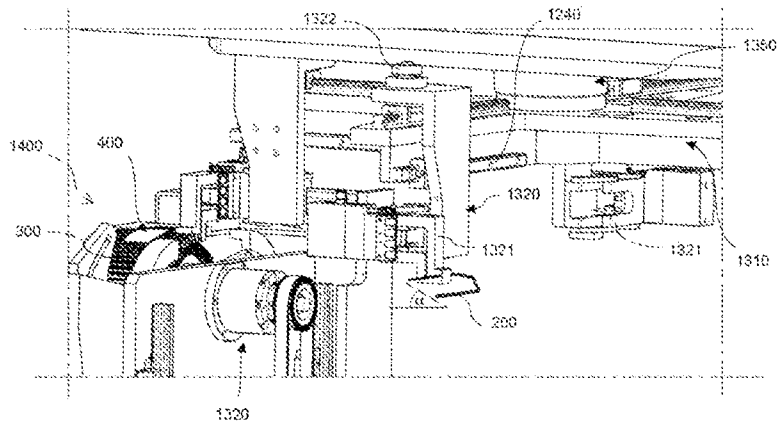


FIG. 13

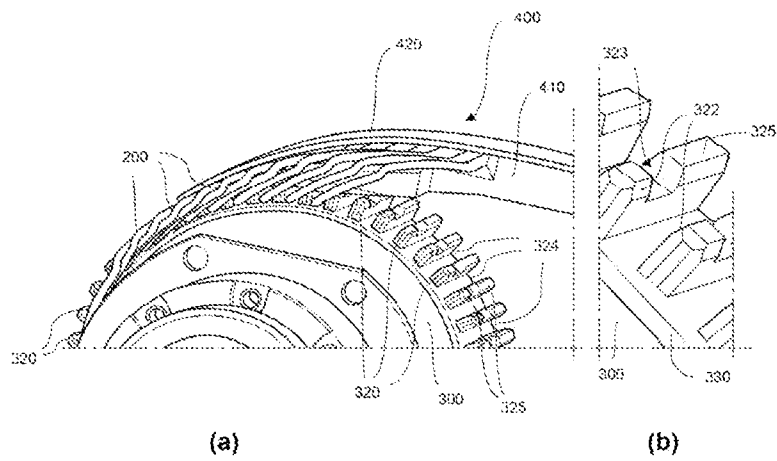


FIG. 14

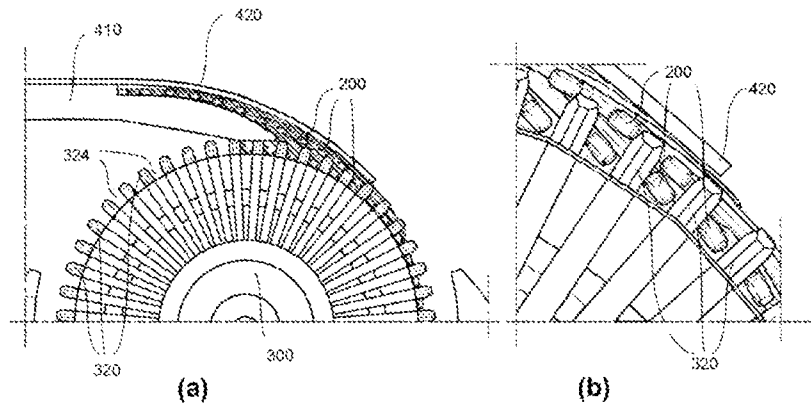


FIG. 15

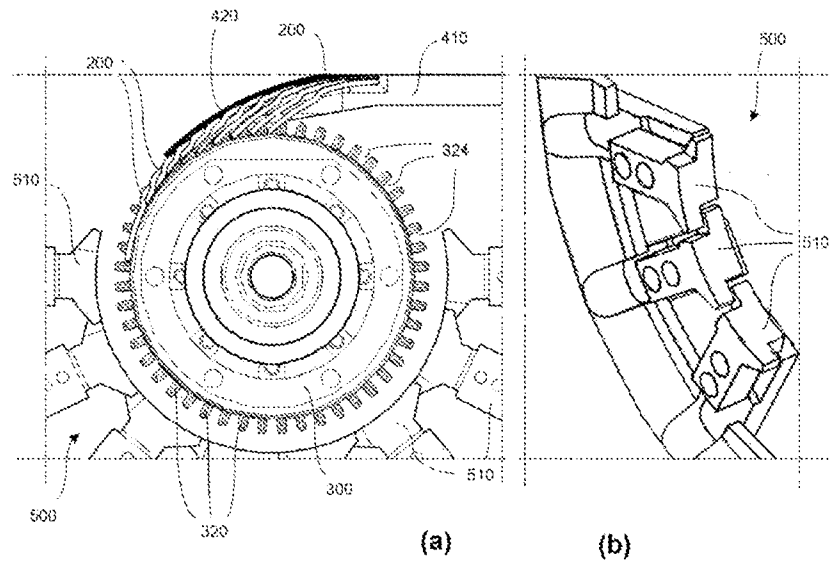
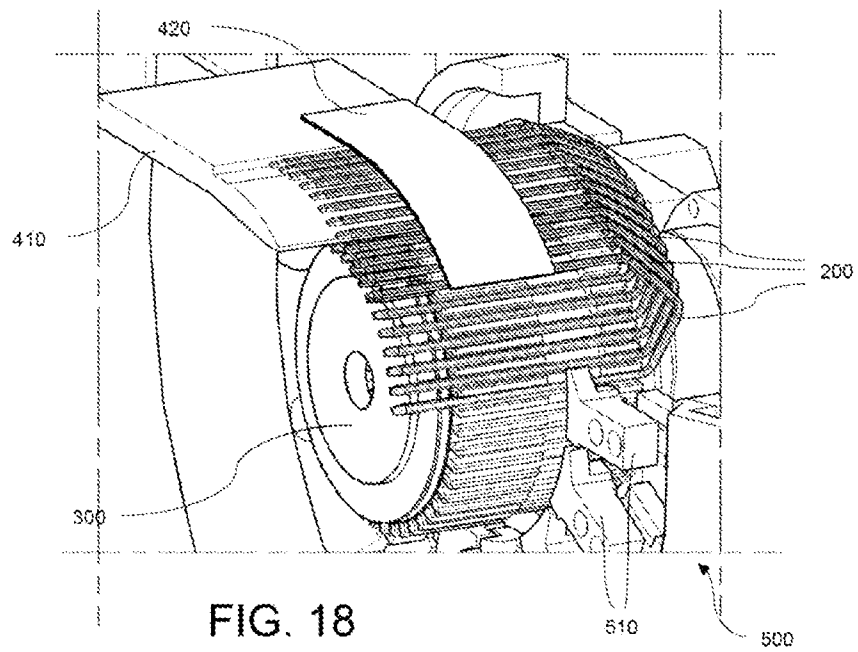
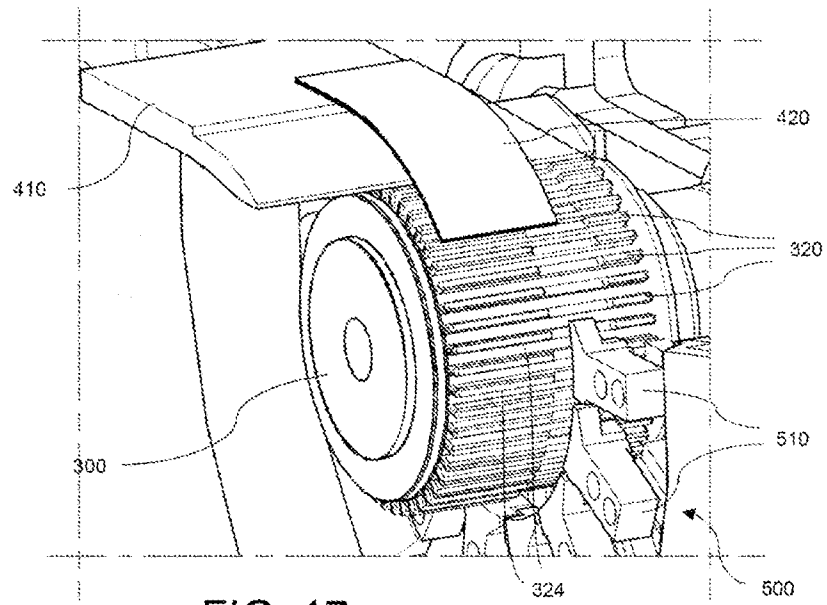


FIG. 16



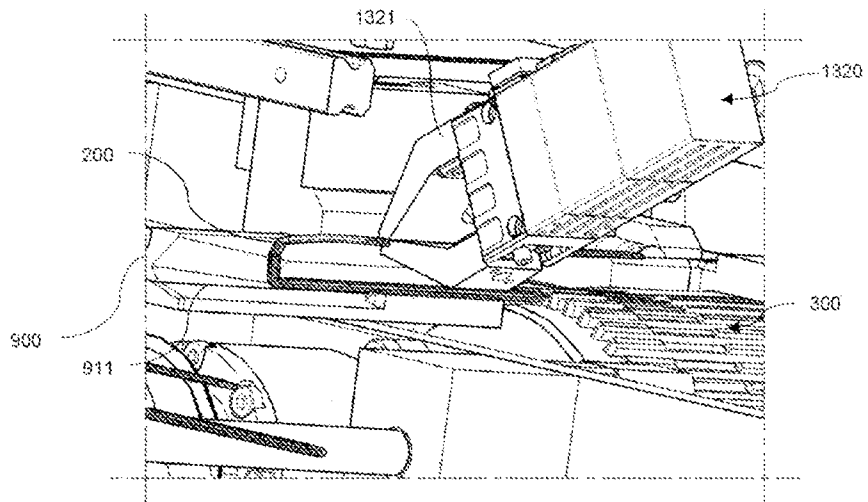


FIG. 19

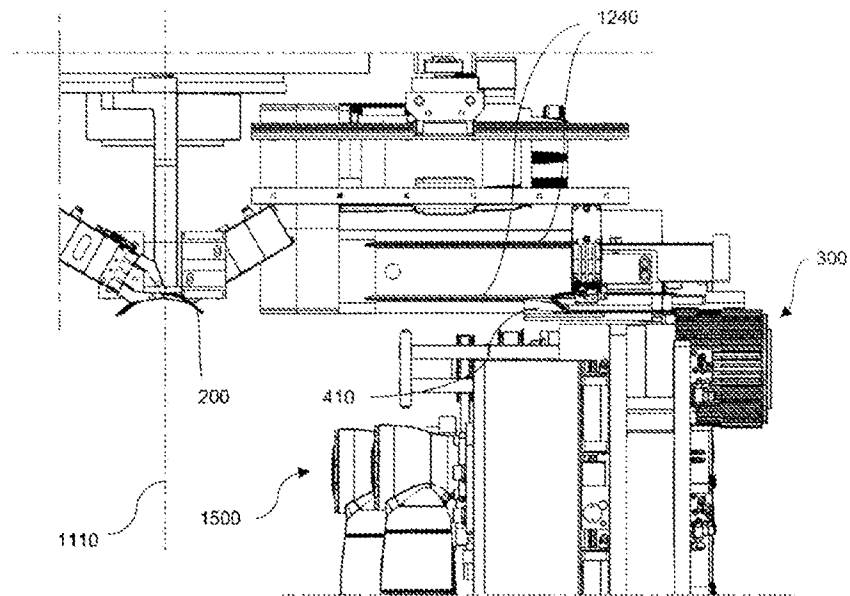
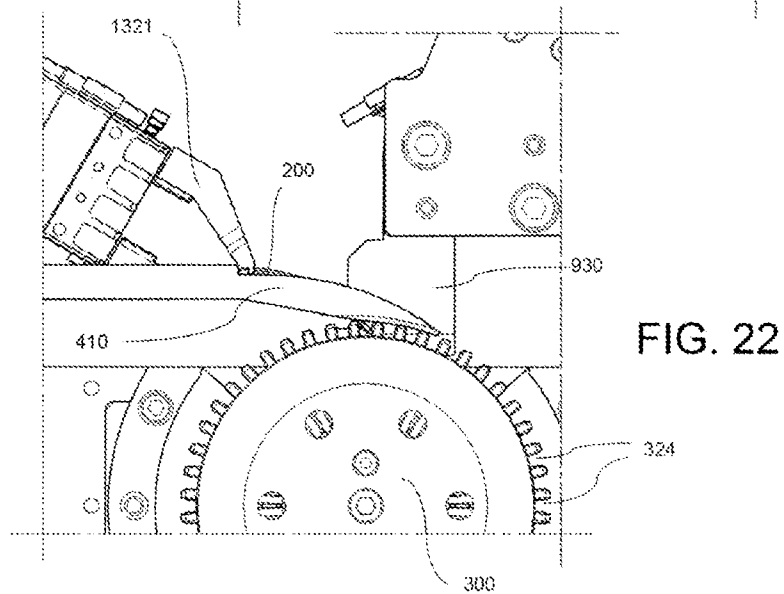
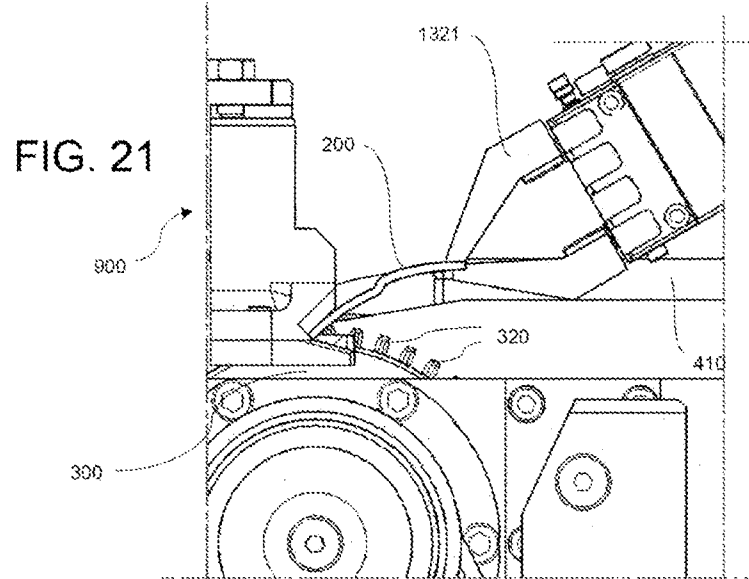


FIG. 20



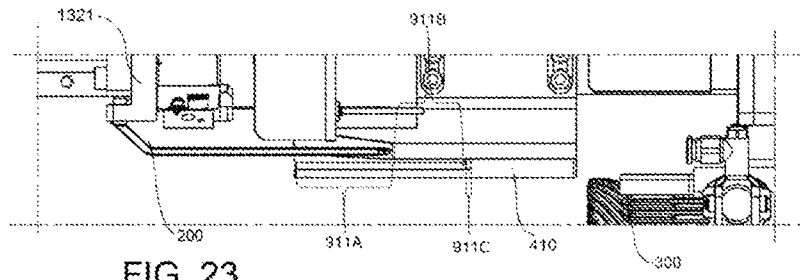


FIG. 23

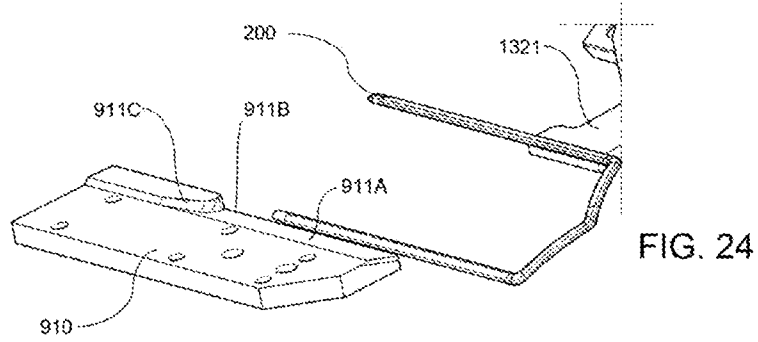


FIG. 24

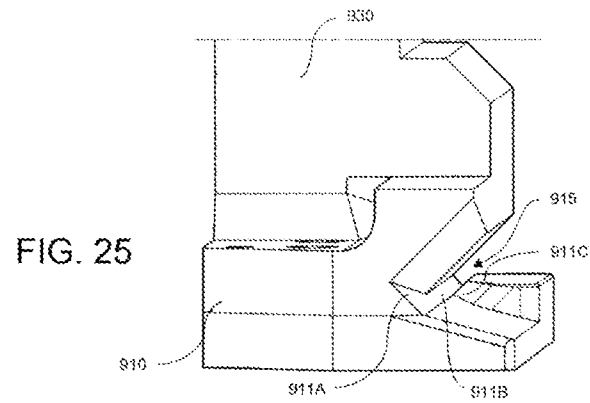


FIG. 25

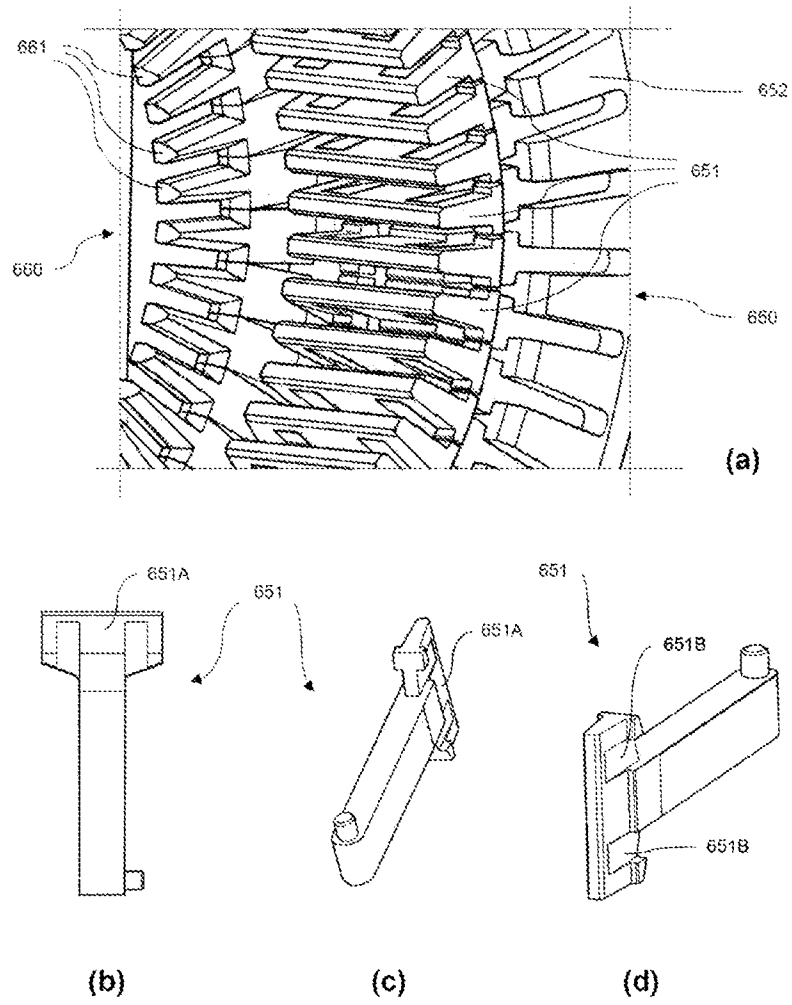


FIG. 26

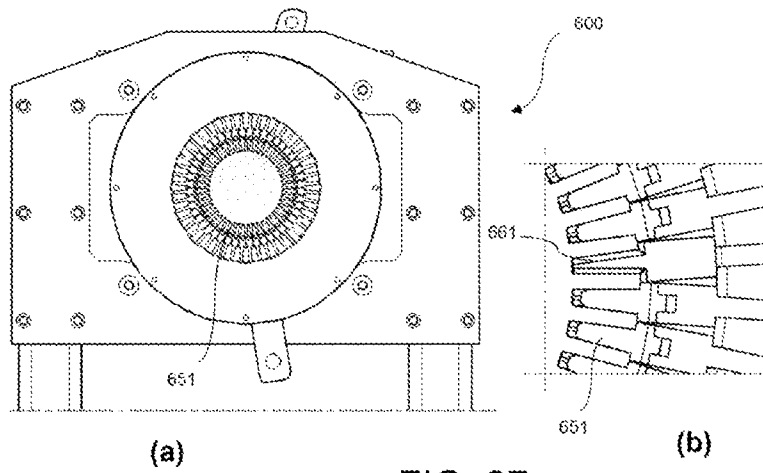


FIG. 27

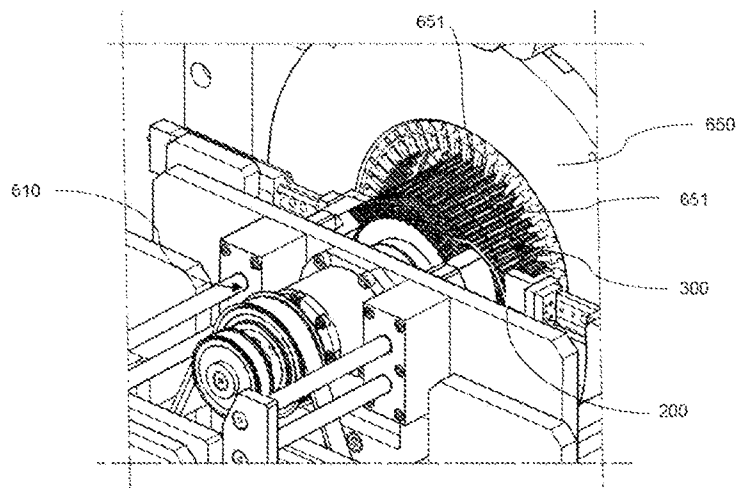


FIG. 28

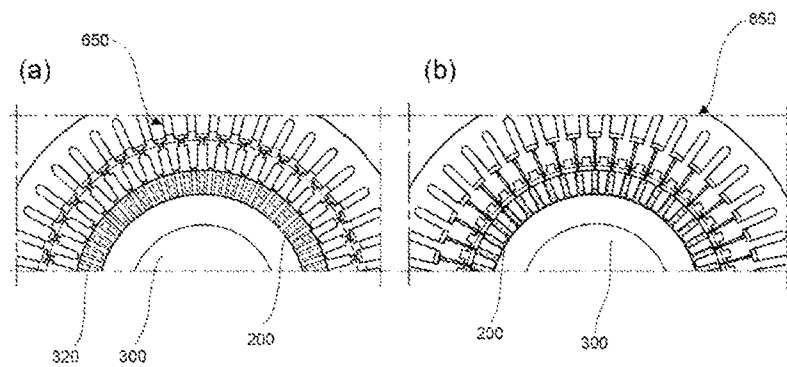


FIG. 29

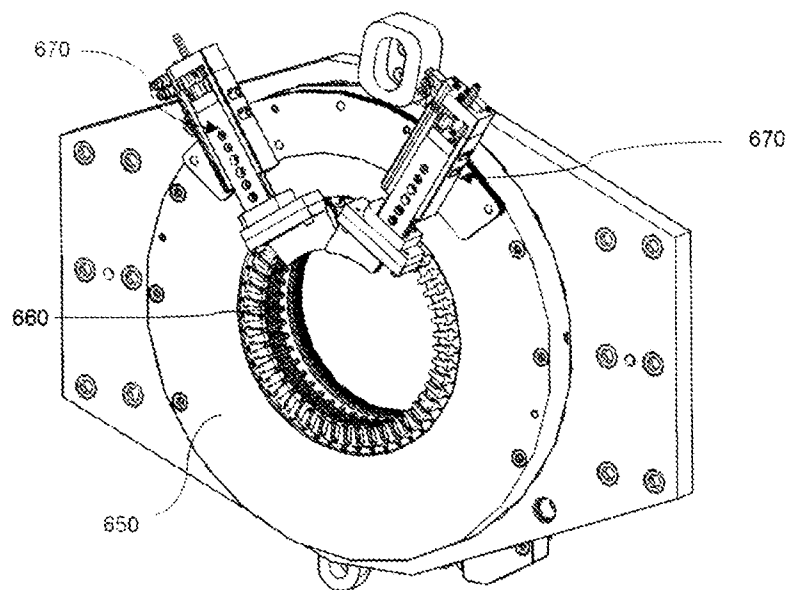


FIG. 29b

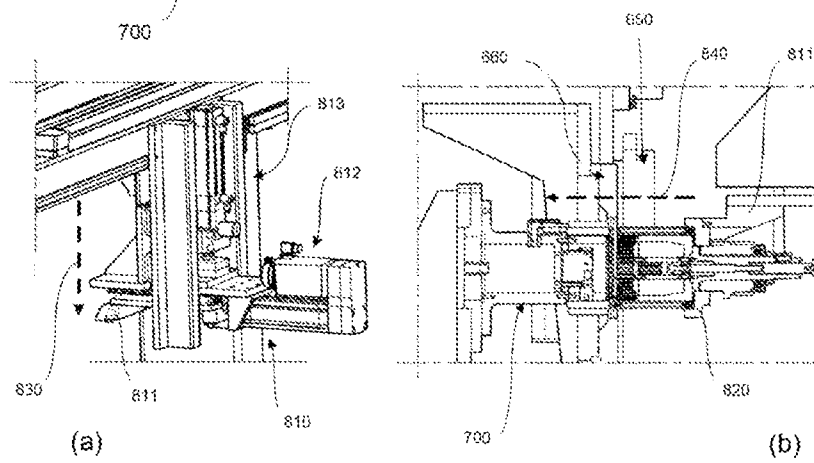
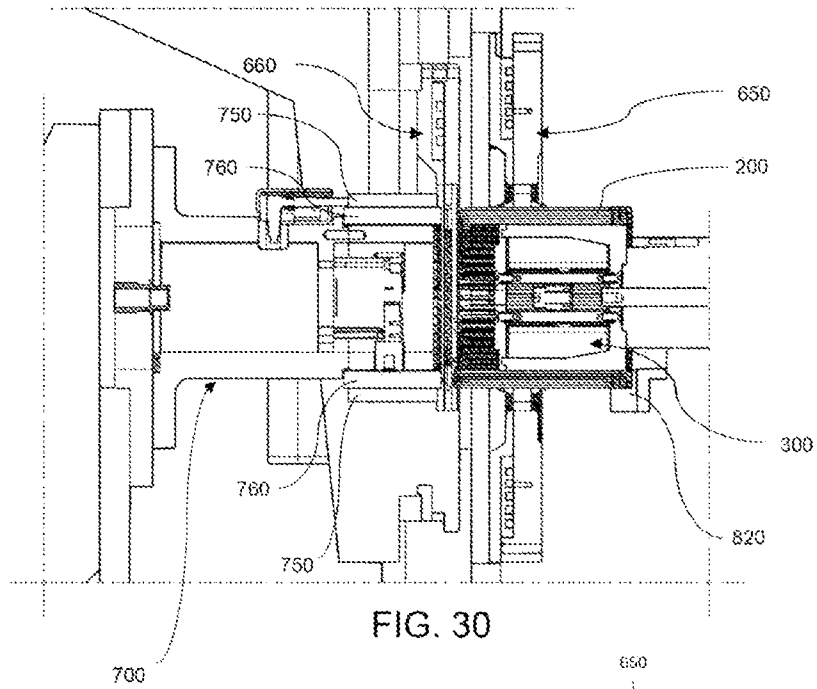
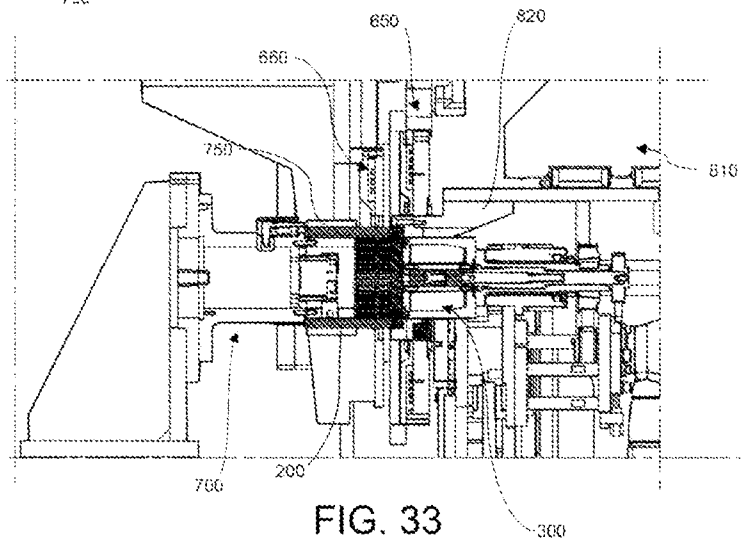
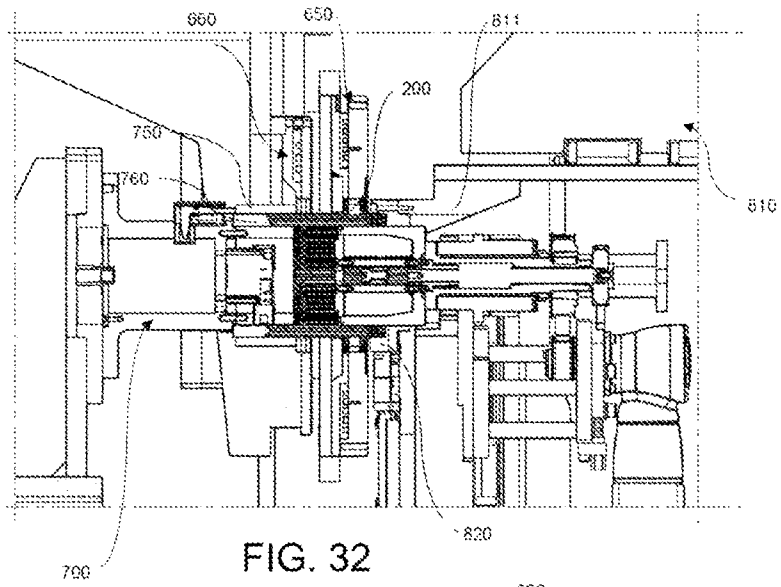
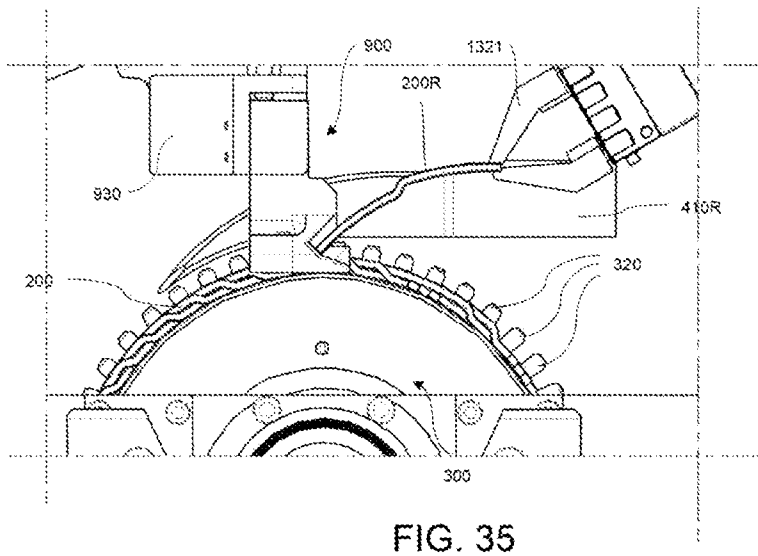
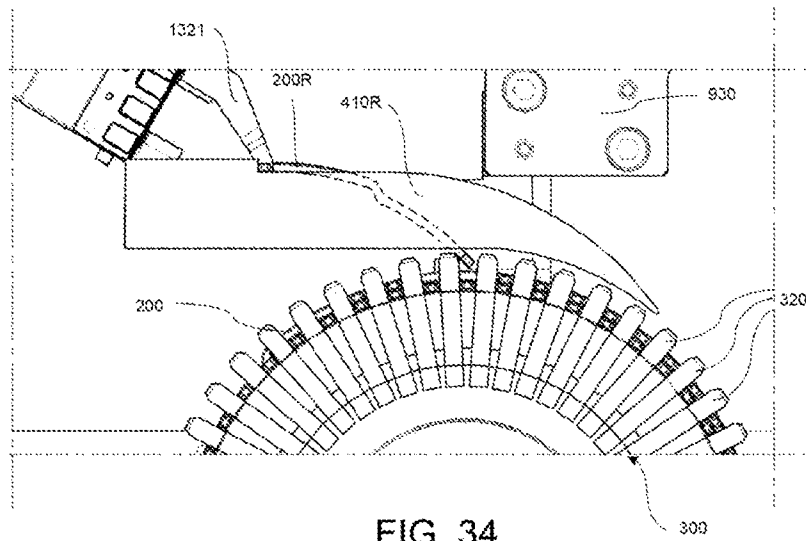


FIG. 31





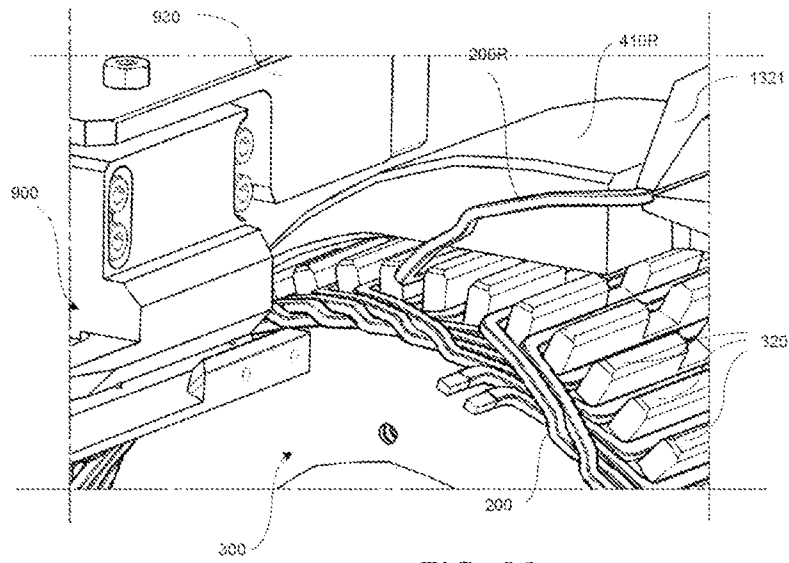


FIG. 36

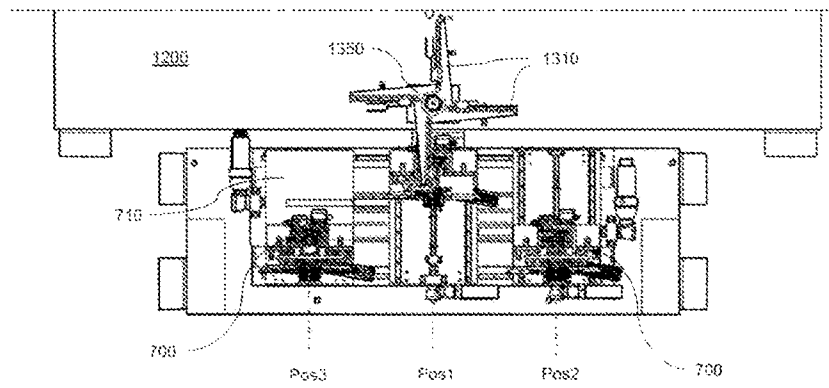


FIG. 37

