

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 783 324**

51 Int. Cl.:

**H02K 15/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.11.2016 PCT/EP2016/078666**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.06.2017 WO17089455**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.11.2016 E 16800986 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.01.2020 EP 3381108**

54 Título: **Procedimiento para producir un devanado de bobina para su inserción en ranuras radialmente abiertas de estatores o de rotores de máquinas eléctricas**

30 Prioridad:  
**27.11.2015 DE 102015120661**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**17.09.2020**

73 Titular/es:  
**ELMOTEC STATOMAT VERTRIEBS GMBH  
(100.0%)  
Max-Planck-Strasse 22-24  
61184 Karben, DE**

72 Inventor/es:

**SADIKU, SADIK y  
WITWER, KEITH**

74 Agente/Representante:

**SÁEZ MAESO, Ana**

ES 2 783 324 T3

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

## DESCRIPCIÓN

Procedimiento para producir un devanado de bobina para su inserción en ranuras radialmente abiertas de estatores o de rotores de máquinas eléctricas

5 La invención se refiere a un procedimiento para producir un devanado de bobina para su inserción en ranuras radialmente abiertas de estatores o de rotores de máquinas eléctricas, en donde el devanado de la bobina consiste en una serie de alambres entrelazados que se doblan varias veces en direcciones opuestas, de modo que las patas de los alambres paralelas entre sí, que están destinadas a llenar las ranuras, están conectadas por cabezales de devanado en forma de techo, que sobresalen frontalmente sobre los rotores o estatores, en donde se utiliza una plantilla de bobinado plana y giratoria y un dispositivo de manejo de alambres.

10 El procedimiento también es particularmente adecuado para usar alambres que son esencialmente rectangulares en sección transversal y que se prefieren en vista de un grado óptimo de llenado en las ranuras del estator. Los procedimientos de devanado convencionales para alambre redondo no pueden usarse para tales secciones transversales de alambre.

15 El presente procedimiento sirve principalmente para producir un llamado devanado ondulado distribuido, que luego se puede insertar en las ranuras de un estator (o rotor). Un devanado ondulado distribuido presenta una pluralidad de alambres paralelos que tienen porciones rectas que están dispuestas en las ranuras de un estator. Estas secciones rectas alternan entre una posición radial interna y una adyacente externa en el estator cuando el patrón de alambre se mueve radialmente alrededor del estator. Este patrón ondulado distribuido contiene un número X de fases o ranuras agrupadas en el estator. En general, X es un múltiplo de 3, pero también son posibles construcciones en las que X es cualquier otro número entero. El número de alambres paralelos en el patrón de devanado ondulado distribuido es 2X. En el patrón de onda, las porciones rectas del alambre de una ranura están conectadas a las porciones rectas del alambre en la ranura que son ranuras X distantes en sentido antihorario y horario, que se conectan mediante alambres de conexión en forma de horquilla o porciones de flexión terminales. La onda se genera conectando una de las dos secciones finales de conexión a las ranuras X en el sentido antihorario, mientras que en el lado opuesto del estator la sección de flexión terminal asociada se conecta a las ranuras X en el sentido horario. Estas conexiones finales se alternan porque el patrón de alambre se mueve radialmente alrededor del estator. Estas conexiones bifurcadas también proporcionan el cambio de posición entre las capas internas y externas alternas o externas e internas radialmente adyacentes de las secciones de alambre recto a través de las ranuras del estator para cada uno de los alambres individuales que forman el patrón de devanado. El patrón de alambre prefabricado final tiene 2 X alambres paralelos envueltos en un patrón de onda continuo, distribuido y entretejido en una capa inferior. Este patrón tiene 2 X alambres de inicio en una capa superior y 2 X alambres finales en una capa inferior. Estas son secciones simples de alambre recto. Todas las demás secciones de alambre recto entre estos alambres de inicio y finales se emparejan con un alambre en la capa inferior y un alambre en la capa superior. El número total de estas secciones de alambre recto está determinado por el número de conductores que se rellenan con este patrón en cada ranura de la construcción del estator. El número de conductores en una ranura del estator debe ser un múltiplo de dos, con el número total de alambres en una ranura del estator por llenar en este patrón que es dos A, donde A representa el número de vueltas que enrolla el patrón de devanado alrededor de la circunferencia del estator.

25 El aspecto exacto del devanado que se va a producir se discute con más detalle en el contexto del ejemplo de realización.

40 Del documento EP 1 469 579 B1, se conoce un procedimiento para producir dicho devanado, que se basa en una plantilla hexagonal. En la práctica, sin embargo, este procedimiento no podría prevalecer porque la implementación técnica es difícil.

45 Del documento DE 10 2014 003 602 A1, se conoce un procedimiento que también se basa en una plantilla de bobinado relativamente compleja que se gira en pasos de 120°. Este procedimiento también requiere un dispositivo de bobinado complejo, cuya implementación técnica es difícil.

50 Se conoce otro procedimiento del documento DE 10 2008 019 479 A1. Allí, como ya se mencionó, primero se deben enrollar dos mitades del devanado por medio de una plantilla plana en forma de tira, en donde luego las dos mitades se entrelazan para formar el devanado general que luego se insertará en el estator. Se conoce un proceso muy similar a partir del documento DE 10 2004 035 084 A1. Esto prevé una producción prácticamente idéntica de los dos devanados parciales, pero difiere en la forma en que se juntan las mitades del devanado. En cualquier caso, no es posible un devanado directo de todos los alambres con el número 2 X con ambos procedimientos, dado que, después del desplazamiento, que correspondería a la primera flexión para producir los cabezales de devanado doblados por X veces la distancia de los alambres, la mitad de los alambres aún chocaría con los alambres en el área de la alimentación de alambre. El ensamblaje de las dos mitades del devanado ondulado distribuido no es particularmente problemático, pero representa una etapa adicional del proceso y requiere una alineación exacta de las dos mitades entre sí antes de insertarlas en un cargador, desde el cual luego se insertan en las ranuras del estator. Las dos últimas etapas de insertar en el cargador y transferir a las ranuras del estator se conocen como tales y también se usan además del procedimiento presentado aquí para producir finalmente el estator o rotor deseado con los devanados producidos. La alimentación posterior de los alambres adicionales en el proceso actual tampoco es posible con este

diseño de procedimiento, ya que los alambres añadidos más tarde también entrarían en colisión con alambres ya procesados con la etapa de devanado inicialmente prevista aquí.

El objeto de la presente invención consiste en proporcionar un procedimiento del tipo mencionado al principio que, usando una plantilla de bobinado simple, permite la producción de todo el devanado de la bobina en una secuencia de procedimiento sin la posterior fusión de dos devanados parciales.

De acuerdo con la invención, el objetivo se logra mediante un procedimiento del tipo mencionado al principio, que tiene las siguientes etapas:

A) alimentación paralela de todos los alambres utilizados para el devanado de la bobina en una dirección perpendicular al eje de rotación de la plantilla de bobinado;

B) sujeción de los alambres en un punto de fijación en una primera área de retención de las patas que se formarán en la plantilla de bobinado;

C) sujeción de los alambres en un punto de fijación en una segunda área de retención a una distancia de la plantilla de bobinado en relación con la dirección de alimentación;

D) antes de la primera rotación de la plantilla de bobinado, se produce un desplazamiento relativo de la primera área de retención de la plantilla de bobinado en relación con la segunda área de retención paralela al eje de rotación de la plantilla de bobinado en una distancia, cuya longitud es aproximadamente igual o igual a la mitad de la distancia de los alambres más externos, mediante lo cual se forma una sección de alambre inclinada con respecto a las patas entre la primera y la segunda área de retención;

E) después de un desplazamiento previo de acuerdo con D, se produce un giro de la plantilla de bobinado en 180°, en donde el punto de fijación se mueve desde la primera área de retención a una tercera área de retención en el lado de la plantilla de bobinado opuesto a la primera área de retención y el punto de fijación se desplaza desde la segunda área de retención a la primera área de retención;

F) fijación de los alambres guiados al punto de fijación en la segunda área de retención y al punto de fijación en la primera área de retención;

G) antes o después de la etapa F, se produce una liberación de la acción de retención en la tercera área de retención;

H) desplazamiento de la primera área de retención con respecto a la segunda área de retención paralela al eje de rotación de la plantilla de bobinado en una distancia, cuya longitud es aproximadamente igual o igual a la mitad de la distancia de los alambres más externos, formando así una sección de alambre inclinada con respecto a las patas;

I) rotación de la plantilla de bobinado en 180°, en donde de nuevo el punto de fijación en la primera área de retención se desplaza a la tercera área de retención en el lado de la plantilla de bobinado opuesto a la primera área de retención y el punto de fijación en la segunda área de retención se desplaza a la primera área de retención;

J) repetición de las etapas F a I hasta completar el devanado de la bobina;

K) último desplazamiento relativo de la primera área de retención a la segunda área de retención paralela al eje de rotación de la plantilla de bobinado en una distancia, cuya longitud es aproximadamente igual o igual a la mitad de la distancia de los alambres más externos, por lo que se forma una sección de alambre inclinada con respecto a las patas entre la primera y la segunda área de retención;

L) separación de los alambres en la segunda área de retención;

M) pelado completo o parcial del devanado de la bobina de la plantilla de bobinado.

El nuevo procedimiento ofrece la ventaja de que todos los alambres con el número 2 veces X (en comparación con las dos mitades del giro que se retorcerán posteriormente, cada uno con un número X de alambres) pueden procesarse en un proceso continuo. Un aspecto esencial del procedimiento recién especificado es que, ya antes de que las secciones de alambre enrollado se enrollen sobre la plantilla de bobinado, se genera una sección de alambre inclinada en cada caso, que luego durante el devanado, es decir, cuando la plantilla de bobinado se gira en las etapas E o I, se dobla en el medio, formando así cabezas de bobinado en forma de techo. Como resultado de este cambio en la secuencia de procedimiento, se puede prescindir de la fusión de dos devanados parciales que inicialmente se generaron independientemente el uno del otro en todos los procesos de devanado que anteriormente funcionaban con una plantilla de bobinado plano y etapas de rotación de 180°, lo que representa una simplificación considerable en la producción de dichos devanados y, a menudo, hace posible la incorporación del procedimiento de devanado en procesos de fabricación más automatizados y de funcionamiento continuo.

También se ha demostrado que las secuencias de procedimiento cambiadas pueden formar cabezas de bobinado más cortas. Además de ahorrar material, este efecto también reduce la longitud axial total del rotor o estator, lo que tiene un efecto positivo en los posibles usos de una máquina eléctrica diseñada con tal estator o rotor, ya que una máquina con

mayor potencia puede usarse en el mismo espacio de instalación o puede ahorrar espacio.

5 También debe tenerse en cuenta que, en las áreas de retención, no es necesario fijar los alambres en una posición absolutamente precisa, y puede que ni siquiera sea deseable en ciertas circunstancias. Es esencial que el alambre se sostenga de tal manera que los procesos de conformación deseados se puedan llevar a cabo sin problemas, en donde un seguimiento particular de los cables o de los dispositivos que los sostienen es conveniente de todos modos en el contexto del desplazamiento para formar las secciones inclinadas, a fin de garantizar una compensación.

Los desarrollos preferidos del procedimiento se especifican en las reivindicaciones 2 a 17.

10 En primer lugar, el diseño básico del procedimiento permite que todos los alambres se formen juntos en un procedimiento continuo para formar un devanado, que puede hacerse de tal manera que todos los alambres se alimenten a la vez desde el principio o los alambres se introduzcan sucesivamente en el proceso en curso. Aquí, también, los alambres recién agregados se introducen primero sucesivamente, luego se desplazan en paralelo con la formación de una sección de techo inclinada y, finalmente, se incluyen en la secuencia de rotación/desplazamiento síncrono. En el último caso, el procedimiento se ejecuta al final correspondiente al número de alambres retrasados al final por el número correspondiente de etapas, sin que el flujo del procedimiento tenga que ser interrumpido por ello.

15 Una realización del procedimiento prevé que, en la etapa A, los alambres se alimenten utilizando un dispositivo de trefilado de alambres, en donde los alambres se extraen de un suministro de alambres.

Se prefiere tirar de los alambres debido a su rigidez inherente débilmente pronunciada y permite el uso de un suministro de alambres, por ejemplo, en forma de bobina, en la cual los alambres en bruto pueden almacenarse eventualmente en un estado preconfigurado y a distancia.

20 El dispositivo de trefilado de alambres también se usa preferiblemente para doblar los extremos libres de los alambres que todavía están apretados con él después de llevar a cabo la etapa B o C o también, en el caso de alambres introducidos más adelante, en el procedimiento adicional, en relación con la primera área de retención de los alambres para formar las conexiones de devanado en la dirección del eje de rotación de la plantilla de bobinado, por lo que se logra un flujo de procedimiento fluido sin dispositivos mecánicos adicionales.

25 Los alambres se fijan preferiblemente en los puntos de fijación usando dispositivos de retención como partes del dispositivo de manipulación de alambres. Los alambres se pueden sujetar rígidamente, pero esto a menudo no es necesario debido a su autobloqueo, por lo que no se deben utilizar dispositivos de retención con elementos de sujeción activables. Puede ser suficiente colocar dispositivos de retención con una geometría adecuada, por ejemplo, canales de guía, en los cables, que luego ofrecen una sujeción suficiente para evitar que se deslicen cuando se mueven lateralmente. En la segunda área de retención, se prefiere un dispositivo de sujeción, que puede mantenerse listo, por ejemplo, mediante la alimentación de alambre.

30 Se usan ventajosamente al menos dos dispositivos de retención, en donde un primer dispositivo de retención se usa en la etapa B en la primera área de retención y el segundo dispositivo de retención se usa en la segunda área de retención en la etapa C. Sin embargo, los dispositivos de retención no están ligados al área de retención respectiva sino que pueden moverse entre las tres áreas de retención, de modo que puedan mantener el efecto de retención no solo durante su desplazamiento sino también durante la rotación de la plantilla de bobinado.

35 Si solo se utilizan dos dispositivos de retención para las tres áreas de retención, el dispositivo de retención respectivo se mueve después de que se haya cancelado el efecto de retención en la tercera área de retención inmediatamente en la segunda área de retención para sujetar o fijar allí de otro modo los alambres que se están guiando. Este procedimiento requiere mecanismos y controles más complejos, y, en ciertas circunstancias, los tiempos de ciclo también se extienden.

40 Por lo tanto, se utiliza preferiblemente un tercer dispositivo de retención, que interviene por primera vez en la secuencia del procedimiento en la etapa F y sujeta los alambres guiados en la segunda área de retención. De esta manera, la acción de retención en la tercera área de retención se puede liberar cerca de la etapa F, y el desplazamiento del primer dispositivo de retención de la tercera a la segunda área de retención se puede llevar a cabo como parte del siguiente procedimiento de giro de la plantilla de bobinado. Los dispositivos de retención se mueven durante las operaciones de giro de la plantilla de bobinado desde la primera hasta la tercera área de retención, luego durante la siguiente operación de giro desde la tercera hasta la segunda área de retención y, finalmente, otra vez desde la segunda hasta la primera área de retención, desde donde se repite la secuencia de movimientos cuando la plantilla de bobinado se sigue girando.

45 Por supuesto, la guía del dispositivo de retención preferiblemente también permite su desplazamiento individual paralelo al eje de rotación de la plantilla de bobinado para permitir que las etapas D, H y K se realicen en la posición de retención.

50 Alternativamente, son posibles dos dispositivos de retención (primer y tercer dispositivo de retención) acoplados respecto del movimiento giratorio con la plantilla de bobinado, que fijan los alambres alternativamente en la primera o tercera área de retención, dependiendo del estado de rotación. El segundo dispositivo de retención se desacopla

preferiblemente del movimiento de rotación de la plantilla de bobinado y se mueve entre la primera y la segunda área de retención, en donde puede describir una trayectoria curva para estar siempre dispuesto cerca de la plantilla de bobinado plana cuando ejecuta su movimiento de rotación.

5 El primer y el tercer dispositivo de retención se mueven preferiblemente de modo radial y axial con respecto al eje de rotación de la plantilla de bobinado entre dos posiciones finales, en donde los alambres están libres en una posición radialmente externa y los alambres están fijados en una posición radialmente interna. Los dispositivos de retención se mueven en la dirección axial a una posición final máximamente extendida cuando se lleva a cabo la etapa de desplazamiento D, H o K. En la posición final axial opuesta, el dispositivo de retención retraído puede moverse más allá de los alambres cuando se mueve desde la tercera hasta la primera área de retención con la plantilla de bobinado.

10 En un desarrollo preferido del procedimiento, se prevé que las cabezas de bobinado se formen finalmente en la región de la zona de flexión formada previamente en la etapa E o I a partir del área del alambre inclinado girando la plantilla de bobinado. Este proceso de conformación puede compensar cualquier irregularidad en la forma de las cabezas de bobinado y, en particular, también sirve para reducir aún más la protuberancia ya discutida de las cabezas de bobinado sobre el estator o el rotor en el sentido de la ventaja de acuerdo con la invención que se da en cualquier caso. Por ejemplo, aquí se puede usar una herramienta de moldeo, que se presiona contra las cabezas de bobinado.

15 Después de que se ha formado el devanado completo de la bobina, los alambres se cortan en la etapa L en una posición preferiblemente rotacional de la plantilla de bobinado, en la cual los extremos de alambre alimentados inicialmente se encuentran en el lado de la plantilla de bobinado en donde se alimenta el alambre. De esta manera, se logra que las conexiones en ambos extremos del devanado de la bobina se encuentren en el mismo lado después de que el devanado se haya insertado en el estator o rotor, lo que simplifica su contacto.

A continuación, se explican ejemplos de realización de la invención con más detalle con referencia a los dibujos adjuntos.

25 Fig. 1 a 13 muestran una secuencia de un procedimiento para producir un devanado de bobina plana, en el que en la sección superior a se muestra una vista frontal esquemática de un dispositivo de bobinado con tres dispositivos de retención giratorios para llevar a cabo el procedimiento, en la sección central b, una vista en planta del dispositivo de bobinado y en la sección inferior c, solo los devanados de la bobina ya generados con esta etapa en vista en planta;

Fig. 14 muestra una vista superior de un devanado plano con la mitad de una cantidad de alambres en comparación con los ejemplos mostrados anteriormente;

Fig. 15 muestra una vista de un estator, en cuyas ranuras se recibe el devanado de la Fig. 17;

30 Fig. 16 a 29 muestran una secuencia de una realización del procedimiento con una cinemática modificada de los dispositivos de retención en una representación similar a las Fig. 1 a 13;

35 Fig. 1 muestra la posición de inicio al comienzo de un procedimiento para producir un devanado 70 de bobina para un estator de un motor eléctrico (no mostrado). En el ejemplo de realización mostrado, un dispositivo 10 de bobinado está disponible para este propósito, que tiene una cabeza 12 de bobinado con un dispositivo 14 de manipulación de alambre, que presenta un dispositivo 16 de trefilado de alambre, tres dispositivos 18, 20, 22 de retención de alambre (véase también la Fig. 5) y un dispositivo 24 de conformación de cabeza de bobinado. El dispositivo 10 de bobinado funciona junto con una plantilla 26 de bobinado que está diseñada como una plantilla plana, es decir, tiene forma de tira. La sección transversal de la plantilla 26 de bobinado es clara en la parte superior a de la ilustración de la Fig. 1, desde la cual las regiones 27 de borde de la plantilla 26 de bobinado se estrechan hacia los flancos y un radio de los propios flancos se vuelven claros. La longitud de la plantilla 26 de bobinado, que no se muestra en toda su longitud, está determinada por la longitud del devanado 70 de bobina que se producirá y el diseño exacto del procedimiento, en donde la longitud de la plantilla 26 de bobinado no tiene que corresponder a la longitud del devanado 70 de bobina y luego considerablemente, por ejemplo, puede ser más corta que el devanado 70 de bobina si ya se ha pasado sucesivamente desde la plantilla a un dispositivo de transferencia (no mostrado) en el curso del procedimiento. Al dispositivo de bobinado también se le asigna un dispositivo 28 de enrollado de alambre que, durante los procesos de rotación, enrolla y forma alambres para procesar para un mejor contacto con la plantilla 26 de bobinado.

40 El curso del procedimiento es el siguiente. De acuerdo con la Fig. 1, un primer dispositivo 18 de retención (A) se encuentra en una posición de espera separada de la plantilla 26 de bobinado. Un segundo dispositivo 20 de retención (B) se encuentra en una posición de descanso liberada para que los comienzos de los alambres que lo atraviesan no se atasquen. El dispositivo 16 de trefilado de alambre está sujeto a los comienzos 30 de los alambres. En el ejemplo de realización mostrado, se procesan 12 alambres 32 al mismo tiempo, que se extraen guiados paralelamente entre sí de un suministro de alambre (no mostrado). Sin embargo, también es posible primero introducir solo una parte de los alambres en el procedimiento y recién después introducir los alambres restantes en el curso del proceso. Comenzando de la Fig. 1, el dispositivo 16 de trefilado de alambre tira del haz paralelo de alambres 32 a una posición definida que se muestra en la Fig. 2, de modo que los comienzos 30 de alambre sobresalen en cierta medida más allá de la plantilla 26 de bobinado. Los alambres 32 pueden pasar en este caso el segundo dispositivo de retención (B) que aún no está apretado sin obstáculos. Posteriormente, el primer dispositivo 18 de retención (A) se mueve desde su posición de reposo hasta una posición de retención que se aproxima o está en contacto con la plantilla 26 de bobinado (véase la

Fig. 3). Cuando se activa, se define un primer punto de fijación en una primera área 34 de retención en la parte superior de la plantilla 26 de bobinado plano. El segundo dispositivo 20 de retención (B) se activa cerca de la obstrucción de los alambres 32 en la primera área 34 de retención, de modo que se define una segunda área 36 de retención de los alambres, que se encuentra a cierta distancia de la primera área 34 de retención. La segunda área 36 de retención se encuentra entre el suministro de alambre y la primera área 34 de retención.

En la Fig. 3, también se ilustra cómo se transfieren los comienzos 30 de alambre por medio del dispositivo 16 de trefilado de alambre mediante un movimiento lateral de este último en una sección de alambre doblada, que representa el punto de conexión del devanado 70 de bobina terminado. Un dobléz 38 está definido por el primer dispositivo 18 de retención en la primera área 34 de retención. El dispositivo de trefilado se libera de los comienzos 30 de alambre y ya no es necesario para el resto de la ejecución del procedimiento en la variante descrita aquí como un ejemplo de realización. El dispositivo de trefilado de alambre se mueve correspondientemente a una posición de reposo, que se muestra en la Fig. 4.

Además, en la Fig. 4, se ilustra una etapa del procedimiento en la que se genera una sección 40 de alambre inclinado. Estas secciones 40 de alambre luego forman cabezas 42 de bobinado entre las patas rectas 44, que se encuentran en las ranuras de un estator o rotor. Las cabezas 42 de bobinado se discutirán con más detalle en la siguiente etapa del procedimiento y también más adelante. También se puede ver claramente en la Fig. 4 respecto de la Fig. 3 que el segundo dispositivo 20 de retención se acerca a la plantilla 36 de bobinado mediante la etapa de desplazamiento, porque la longitud de la sección inclinada debe corresponder a la distancia entre el primer dispositivo 34 de retención y el segundo dispositivo 36 de retención en la Fig. 3. Este movimiento de reajuste es guiado y puede llevarse a cabo mediante un seguimiento activo o mediante un movimiento compensador pasivo.

Después de la etapa de desplazamiento que se muestra en la Fig. 4 de la sección de alambre fijada en la primera área 34 de retención con respecto a la sección de alambre fijada en la segunda área 36 de retención mientras se forma la sección 40 de alambre inclinada, el dispositivo giratorio 28 se activa y gira la plantilla 26 de bobinado e igualmente con el primer dispositivo 18 de retención (A) acoplado con ella en la dirección de rotación desde la primera área 34 de retención hasta una tercera área 46 de retención mostrada en la Fig. 5, en donde el segundo dispositivo 20 de retención (B), que está sujeto a los alambres 32 sin modificación, se lleva desde la segunda área 36 de retención hasta la primera área 34 de retención y, en este caso, el alambre adicional de los alambres 32 también se retira del suministro de alambres.

La sección 40 de alambre inclinado se transfiere mediante la rotación de la plantilla de bobinado en las cabezas 42 de bobinado en forma de techo ya mencionadas, porque los alambres se adhieren contra los flancos de la plantilla 26 de bobinado, en donde las cabezas 42 de bobinado se estrechan hacia los puntos 48 de giro de acuerdo con la forma de las regiones 27 de borde y, en los puntos 48 de inflexión, se forman radios de curvatura.

En la Fig. 5, se muestra también el tercer dispositivo 22 de retención (C) por primera vez, pero aquí todavía está en una posición de reposo porque recién interviene más tarde en la secuencia del procedimiento.

Se ilustra una etapa opcional en la Fig. 6, en la que las cabezas 42 de bobinado producidas previamente reciben una forma final por medio del dispositivo 24 de formación de alambre. El dispositivo 24 de formación de alambre tiene un elemento conformado 50 que está diseñado como una forma negativa de las cabezas 42 de bobinado en su forma final deseada y se presiona contra las cabezas 42 de bobinado bajo presión.

En la preparación de las siguientes etapas del procedimiento, el tercer dispositivo 22 de retención (C) se mueve a la segunda área 36 de retención. El primer dispositivo 18 de retención (A) también puede liberarse, pero también puede permanecer apretado con los alambres 32 en la tercera área 46 de retención a través de la siguiente etapa de procedimiento.

La siguiente etapa del procedimiento, que se muestra en la Fig. 7, a su vez, prevé la formación de una región 40 de transición inclinada entre el punto de fijación previamente generado por activación del tercer dispositivo 22 de retención (C) en la segunda área 36 de retención y el segundo dispositivo 20 de retención (B) que todavía está apretado, que aún se halla en la primera área 34 de retención. Esto se hace, a su vez, por el desplazamiento axial relativo de los dispositivos de retención apretados (aquí B y C) en la primera y segunda área 34, 36 de retención paralelas al eje de rotación de la plantilla 26 de bobinado. Si el tercer dispositivo 22 de retención (C) todavía está apretado, lo cual puede ser ventajoso por razones de estabilización de la parte ya generada del devanado 70 de bobina, el dispositivo de retención (aquí A) en la tercera área 46 de retención se mueve junto con el dispositivo de retención (aquí B) en la primera área de retención axialmente con respecto al dispositivo de retención (aquí C) en la segunda área 36 de retención.

En la parte c de la Fig. 7, se puede ver que, después de esta etapa, se halla una primera sección 52 de patas paralelas 44 generado en la etapa según la Fig. 4 en desplazamiento lateral respecto de los alambres 32 retirados paralelamente del suministro de alambres en la parte inferior a la plantilla 26 de bobinado. Esto significa que, cuando un proceso de devanado posterior se lleva a cabo nuevamente girando correspondientemente 180° la plantilla 26 de bobinado, la primera sección de alambre producida no entra en contacto con los siguientes alambres. Por lo demás, las realizaciones correspondientes a la Fig. 5 también se aplica de manera análoga al proceso de devanado de acuerdo

con la Fig. 8, pero, sin embargo, los dispositivos 18, 20, 22 de retención están ubicados en diferentes áreas de retención. La Fig. 8c muestra un primer giro completo del devanado posterior de la bobina en la plantilla 26 de bobinado con cabezas 42 de bobinado en ambos lados de las patas rectas 52, que luego se encuentran en las ranuras del estator o rotor. Como se ilustra en la Fig. 9, esto es seguido por una etapa opcional de conformación de las cabezas 42 de bobinado por medio del elemento de conformación 50 del dispositivo 24 de conformación de alambre, que ya se ha explicado en relación con la Fig. 6, para optimizar la conformación de las cabezas 42 de bobinado.

Las etapas del procedimiento que se muestran en las Fig. 4 a 9 se repiten a continuación de acuerdo con el número de vueltas requeridas del devanado 70 de bobina, pero en donde la disposición de los dispositivos 18, 20 y 22 de retención cambia y no siempre corresponde a la posición de los dispositivos de retención allí mostrados, dado que estos cambian su posición relativa después de cada carrera, como ya es evidente de la disposición diferente en las Fig. 4 a 6, por un lado, y las Fig. 7 a 9 para el experto en la técnica. Por supuesto, la secuencia se repite regularmente, de modo que con cada tercer proceso de devanado a 180°, los dispositivos 18, 20, 22 de retención vuelven a sus respectivas posiciones.

Alternativamente, el procedimiento también se puede llevar a cabo con solo dos dispositivos de retención, en cuyo caso el dispositivo de retención desplazado a la tercera área de retención con el proceso de giro/devanado se mueve inmediatamente de regreso a la segunda área de retención, para allí fijar los alambres 32 que se han introducido antes de llevar a cabo un proceso de desplazamiento para generar una sección 40 de alambre inclinado.

Las etapas finales del procedimiento para producir el devanado de la bobina, que se llevan a cabo de manera diferente a las etapas repetitivas del procedimiento, se ilustran en las Fig. 10 a 13, en donde las etapas del procedimiento de las Fig. 10 a 12 repiten nuevamente la secuencia de desplazamiento, rotación/devanado y conformación (opcional) de las cabezas 42 de bobinado, como también ocurre en las Fig. 4 a 6 y Fig. 7 a 9.

La etapa final para hacer el devanado 70 completo de la bobina se muestra en la Fig. 13. En este momento, se han generado una serie de patas rectas 52, que se desean para el montaje de las ranuras del rotor o estator. Sin embargo, en la Fig. 13, solo se muestra un devanado 70 de bobina acortado para una mejor claridad. En el ejemplo de realización mostrado, es deseable que todos los alambres de conexión del devanado 70 de bobina terminado estén en un lado y, en consecuencia, la etapa de la Fig. 13 se lleva a cabo cuando los comienzos 30 de alambre están en el lado de la alimentación de alambre.

Antes de que el devanado 70 de bobina terminado se separe del suministro de alambre por medio de un dispositivo de corte (no mostrado), se lleva a cabo primero un proceso de desplazamiento final de la primera área de retención (aquí nuevamente usando el primer dispositivo 18 de retención (A) apretado) en relación con la segunda área de retención (aquí dispositivo 20 de retención (B)) paralelo al eje de rotación de la plantilla 26 de bobinado. Después de que los alambres se han cortado, los alambres inclinados con respecto a las patas 52 forman extremos 54 de alambre, que también sirven como los comienzos 30 de alambre como conexiones eléctricas para el devanado 70 de bobina.

Después de que los extremos 54 del alambre se hayan cortado del suministro de alambre, el devanado 70 de la bobina terminado se transfiere al estator o rotor de una manera conocida per se, en donde primero se retira de la plantilla del devanado y, si corresponde, se inserta en un dispositivo de transferencia en una etapa intermedia.

El procedimiento no se especifica, en particular con respecto al número de alambres procesados en paralelo, que se indica con doce en el ejemplo de realización mostrado y descrito. Se puede procesar cualquier número par de alambres en paralelo para un patrón ondulado distribuido del devanado 70 de la bobina. En el caso de que se produzca un patrón ondulado no distribuido para un devanado, el procedimiento es prácticamente adecuado para cualquier número de alambres. Como ya se mencionó, el procedimiento está destinado en particular a la producción de devanados 70 de bobinas a partir de alambres planos que tienen una sección transversal rectangular.

En la Fig. 14, se muestra un devanado 70 prefabricado en el estado plano, correspondiendo esta posición al estado en el que el devanado 70 descansa sobre la plantilla 26 en forma de tira, pero que no se muestra. Sin embargo, en el caso del devanado 70 mostrado en la Fig. 14 se trata solo de un devanado con seis alambres de conexión cada uno, que están formados por los comienzos 30 de alambre y los extremos 54 de alambre, es decir, en este caso, X es 3. El proceso básico para el procedimiento no cambia, solo que no se alimentan doce alambres paralelos sino solo seis. La trayectoria axial se reduce correspondientemente cuando las regiones 42 de transición inclinadas se desplazan y se forman entre las secciones 44 de alambre rectas.

La Fig. 15 muestra, como ejemplo, un estator 80, en el que el devanado 70 se inserta en las ranuras 82 del estator. Los alambres de conexión formados por los comienzos 30 de alambre y los extremos 54 de alambre al principio y al final del devanado se encuentran a un lado del estator 80, lo que facilita su conexión. En el ejemplo de realización mostrado, también se puede ver que la longitud del devanado 70 del estator es un múltiplo de la circunferencia del estator 80, en el ejemplo de realización mostrado, es el doble de la longitud. En el caso de secciones transversales rectangulares en particular, los estatores producidos de esta manera pueden lograr excelentes grados de llenado de las ranuras 82, de modo que los motores compactos tienen un alto rendimiento. Las cabezas 42 de bobinado, que están aplanadas por el desplazamiento, aseguran un bajo consumo de material y un pequeño espacio de instalación axial del rotor.

En las Fig. 16 a 29, se presenta un dispositivo 110 de bobinado, que prevé una cinemática diferente, en particular con respecto a los tres dispositivos 118, 120 y 122 de retención, pero que, por lo demás, permite una secuencia de procedimiento sustancialmente idéntica. Por lo tanto, las etapas individuales mostradas corresponden en gran medida a las Fig. 1 a 13 en la misma secuencia, en donde una etapa intermedia que se muestra adicionalmente en la Fig. 20 para ilustrar las diferentes cinemáticas. Dado que muchas partes del dispositivo 110 de bobinado son idénticas o funcionalmente similares al dispositivo 10 de bobinado descrito anteriormente, la mayoría de los números de referencia también se han dejado idénticos.

La diferencia esencial entre el dispositivo 110 de bobinado que se muestra en la Fig. 16 y el dispositivo 10 de bobinado que se muestra en las Fig. 1 a 13 consiste en que ya no se utilizan tres dispositivos de retención, que están diseñados de manera más o menos idéntica, por ejemplo, como dispositivos de sujeción, que se usan uno tras otro en una especie de circulación en las tres áreas 34, 36 y 46 de retención, sino que los dispositivos 118 y 122 de retención primero y tercero están acoplados a la cabeza 12 de bobinado en la dirección de rotación. Los dispositivos 118 y 122 de retención primero y tercero se mueven en las direcciones radial y axial con respecto al eje de rotación de la plantilla 26 de bobinado.

El segundo dispositivo 120 de retención está diseñado como un dispositivo de tendido de alambres y no gira con la plantilla 26 de bobinado. Sin embargo, el dispositivo de tendido de alambres, que también permite que los alambres 32 se sujeten de manera extensible en su área de acoplamiento, realiza un movimiento arqueado durante el movimiento de avance en la dirección de la plantilla 26 de bobinado, por un lado, para no chocar con la plantilla de bobinado y, por otro lado, para poder colocar el alambre lo más cerca posible de la plantilla 26 de bobinado, mientras que el movimiento de retorno es lineal pero no tiene que producirse. Esto se discute en mayor detalle en relación con la descripción de las Fig. 16 a 29, pero la secuencia de movimiento X también se ilustra en las representaciones individuales.

En la Fig. 16, se muestra la posición de todas las partes del dispositivo 110 de bobinado correspondiente al estado del procedimiento de la Fig. 1. Los dispositivos 118 y 122 de retención primero y tercero están en una posición de reposo axial completamente retraída en la cabeza 12 de bobinado, en la que liberan el espacio alrededor de la plantilla 26 de bobinado, en donde esto no es absolutamente necesario para llevar a cabo las etapas del procedimiento que siguen en principio. El dispositivo de tendido de alambre como el segundo dispositivo 120 de retención está en una posición de descanso liberada, es decir, los comienzos 30 de alambre que corren a través de él, a su vez, no se atascan con él ni se fijan de ninguna otra manera. Aquí, también, el procesamiento simultáneo de todos los alambres se muestra como un ejemplo, por lo que también es posible una alimentación sucesiva de los alambres en el curso del procedimiento.

Como en la realización descrita anteriormente, a partir de la Fig. 16, el dispositivo 16 de trefilado de alambre tira del haz paralelo de alambres 32 a la posición mostrada en la Fig. 17, donde el alambre comienza a sobresalir cierta cantidad más allá de la plantilla 26 de bobinado, en donde pasan al dispositivo de colocación de alambre. El primer dispositivo de retención se coloca entonces axialmente por encima de los alambres 32 y luego se baja radialmente hacia la plantilla 26 de bobinado, de modo que los alambres se fijan en la región de las patas 44 que se formarán (véase la Fig. 18). A continuación, el dispositivo de trefilado de alambre se mueve en paralelo al eje de rotación de la plantilla 26 de bobinado para formar las orejetas de conexión dobladas del devanado 70 posterior. La siguiente etapa al estado que se muestra en la Fig. 19 nuevamente consiste en desplazar axialmente el primer dispositivo 118 de retención en relación con el segundo dispositivo 120 de retención para producir la sección 40 de alambre inclinado, en donde la ruta es igual a la mitad del ancho de todo el haz de alambres, independientemente de la cantidad de alambres que se procesen.

Para una mejor comprensión del proceso de devanado posterior con la formación de las cabezas 42 de bobinado, se muestra una etapa intermedia en la Fig. 20, en la que la plantilla 26 de bobinado solo se ha girado 90°. Se puede ver claramente que el primer dispositivo 118 de retención todavía fija los alambres 32 en la plantilla 26 de bobinado, es decir, permanece en la posición axialmente desplazada por la mitad del ancho. El dispositivo 28 de enrollado de alambre asegura que los alambres se ajusten a la forma básica de la plantilla de bobinado durante la rotación, mientras que el dispositivo de tendido de alambre como segundo dispositivo 120 de retención permanece axialmente en la misma posición y describe una trayectoria arqueada durante la operación de giro de la plantilla 28 de bobinado, lo que resulta si la punta del dispositivo de tendido de alambres sigue el contorno exterior de la plantilla 26 de bobinado giratorio.

El tercer dispositivo 122 de retención está en una posición axialmente retraída durante el proceso de rotación ilustrado en las Fig. 20 y 21 y puede retraerse completamente, por ejemplo, en la cabeza de bobinado. Como resultado, esquiva el dispositivo de tendido de alambres y los alambres 32 ubicados cerca de la plantilla de bobinado.

También debe tenerse en cuenta que, en una desviación del modo de funcionamiento del dispositivo 10 de bobinado mostrado en las Fig. 1 a 13, el dispositivo de trefilado de alambre permanece sujeto aquí a los extremos 30 de alambre y sigue el movimiento de rotación de la plantilla 26 de bobinado. El dispositivo de trefilado de alambres estabiliza los alambres 32 y sirve como soporte adicional para que no se muevan o se deformen accidentalmente bajo la acción de la fuerza durante el devanado. Por cierto, esta medida también se puede utilizar sin ningún problema en el dispositivo 10 de bobinado descrito anteriormente.



Al final del proceso de rotación para formar las cabezas 42 de bobinado, el dispositivo de tendido de alambre, como un segundo dispositivo 120 de retención, se encuentra en el lado de la plantilla 26 de bobinado opuesta al primer dispositivo 118 de retención (véase la Fig. 21). Esto es seguido por el proceso de conformación de las cabezas 42 de bobinado ya mostradas en la Fig. 6 por medio del dispositivo 24 de conformación de alambres, en donde el dispositivo de tendido de alambres se separa de los cables alambres y se mueve de nuevo a la posición inicial, donde fija los alambres 32 nuevamente, por ejemplo, está apretado con ellos. El tercer dispositivo 122 de retención se baja para fijar los alambres 32 en la dirección de la plantilla 26 de bobinado tan pronto como el dispositivo de tendido de alambres (segundo dispositivo 120 de retención) haya liberado el espacio por encima de la plantilla 26 de bobinado.

Ahora, la siguiente etapa de desplazamiento se puede llevar a cabo a la mitad del ancho del haz de alambres, en cuyo final se produce el estado mostrado en la Fig. 23, en el que las patas 44 de la primera etapa de desplazamiento según la Fig. 19 ahora referidas al eje de rotación de la plantilla 26 de bobinado yacen axialmente al lado de los alambres 32 suministrados. Sigue otro proceso de devanado según la Fig. 24 y un proceso de conformado de alambre según la Fig. 25, repitiéndose los procesos de desplazamiento, devanado y conformado hasta el devanado 70 deseado, excepto las etapas mostrados en la secuencia final según las Fig. 26 a 29, que corresponden a las etapas de acuerdo con las Fig. 10 a 13 con la condición de que la cinemática de los dispositivos 118, 120 y 122 de retención esté diseñada como se describió anteriormente y se muestra a partir de la Fig. 16.

Como se desprende de los dos ejemplos de realización, el procedimiento puede llevarse a cabo con diferentes dispositivos. Por consiguiente, la invención no se limita a una de las realizaciones descritas anteriormente, sino que puede modificarse de muchas maneras.

La descripción anterior sirve exclusivamente para explicar la presente invención. Sin embargo, el alcance de la protección está determinado únicamente por las reivindicaciones adjuntas.

#### Lista de referencias

10: dispositivo de bobinado

12: cabeza de bobinado

14: dispositivo de manejo de alambres

16: dispositivo de trefilado de alambre

18: primer dispositivo de retención (A)

20: segundo dispositivo de retención (B)

22: tercer dispositivo de retención (C)

24: dispositivo de conformación de cabeza de bobinado

26: plantilla de bobinado

27: área del borde (de la plantilla de bobinado)

28: dispositivo de enrollado de alambre

30: comienzos de alambre

32: alambres

34: primera área de retención

36: segunda área de retención

38: doblez

40: sección de alambre inclinado

42: cabeza de bobinado

44: pata

46: tercera área de retención

48: punto de inflexión

50: elemento conformado

52: primera sección de patas paralelas

54: extremos de alambre

70: devanado de bobina

80: estator

5 82: ranuras de estator

110: dispositivo de bobinado

118: primer dispositivo de retención

120: segundo dispositivo de retención

122: tercer dispositivo de retención

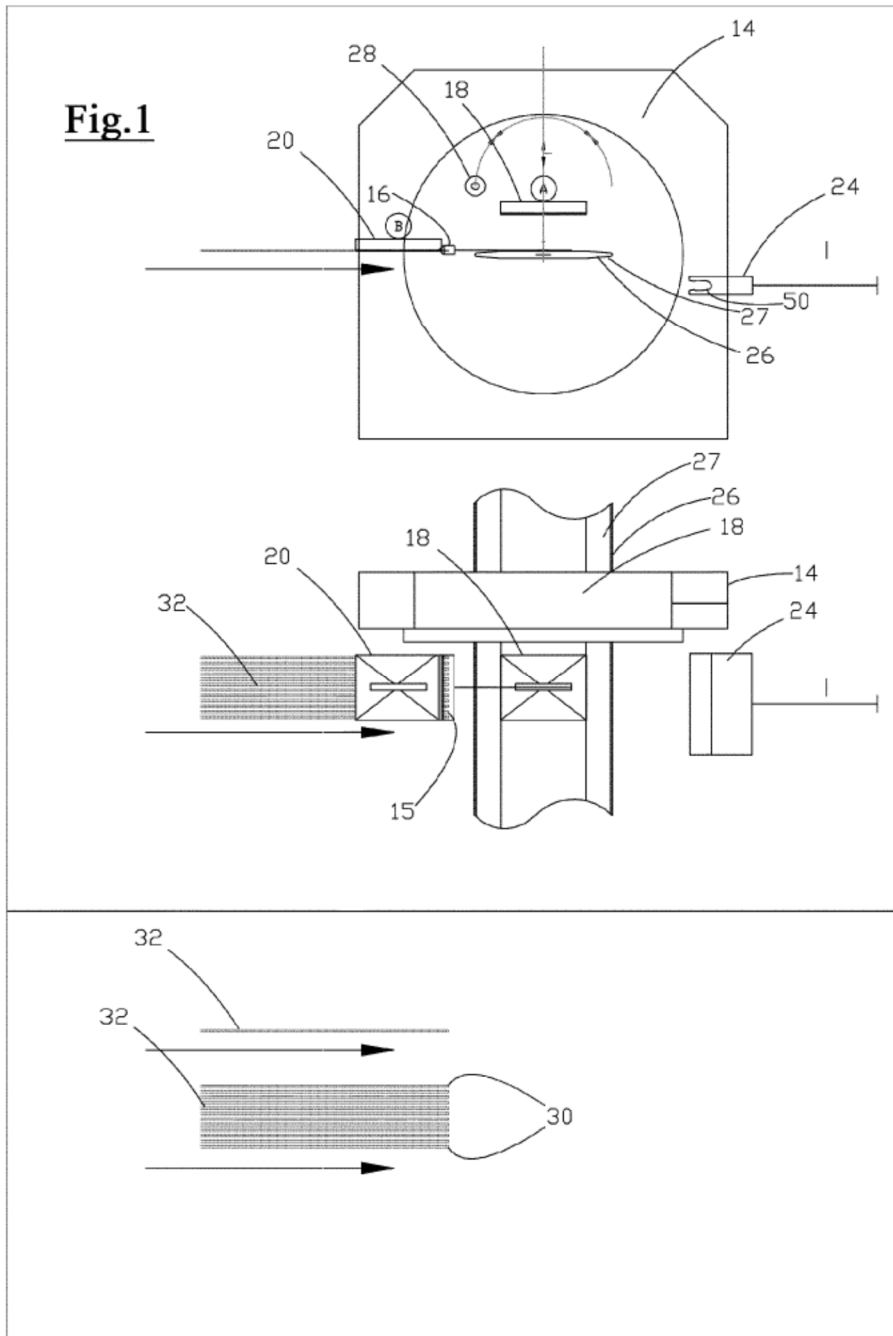
10

## REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para producir un devanado de bobina (70) para su inserción en ranuras radialmente abiertas (82) de estatores (80) o rotores de máquinas eléctricas, en el que el devanado de bobina (70) consiste en una cantidad de alambres entrelazados (32) que se doblan varias veces en direcciones opuestas de modo que las patas paralelas (44) de los alambres (32), que están destinadas a llenar las ranuras (82), están conectadas por cabezas de bobinado (42) que sobresalen frontalmente de los rotores o estatores (80), en donde se usan una plantilla de bobinado plana y giratoria (26), así como un dispositivo de manipulación de alambres (14), en donde se prevén las siguientes etapas de procedimiento:
- 5 A) alimentación paralela de todos los alambres (32) utilizados para el devanado de la bobina (70) en una dirección perpendicular al eje de rotación de la plantilla de bobinado (26);
- 10 B) sujeción de los alambres (32) en un punto de fijación en una primera área de retención (34) de las patas (44) que se formarán en la plantilla de bobinado (26);
- C) sujeción de los alambres (32) en un punto de fijación en una segunda área de retención (36) a una distancia frente a la plantilla de bobinado (26) con respecto a la dirección de alimentación;
- 15 D) antes de la primera rotación de la plantilla de bobinado después de la etapa E), se produce un desplazamiento relativo de la primera área de retención (34) de la plantilla de bobinado (26) con respecto a la segunda área de retención (36) paralela al eje de rotación de la plantilla de bobinado (26) en una distancia, cuya longitud es aproximadamente igual o igual a la mitad de la distancia de los alambres más externos con respecto a todos los alambres, formando así una sección de alambre (40) inclinada con respecto a las patas (44) entre la primera y la
- 20 segunda área de retención (34, 36);
- E) después de un desplazamiento anterior de acuerdo con D), se produce un giro de la plantilla de bobinado (26) de 180° mientras se guían los alambres (32), en donde el punto de fijación se desplaza desde la primera área de retención (34) a una tercera área de retención (46) en el lado opuesto a la primera área de retención (34) de la plantilla de bobinado (26) y el punto de fijación se desplaza desde la segunda área de retención (36) a la primera área de retención (34);
- 25 F) fijación de los alambres guiados o alimentados posteriormente (32) al punto de fijación en la segunda área de retención (36) y al punto de fijación en la primera área de retención (34);
- G) antes o después de la etapa F), se produce una liberación de la acción de retención en la tercera área de retención (46);
- 30 H) desplazamiento de la primera área de retención (34) con respecto a la segunda área de retención (36) paralela al eje de rotación de la plantilla de bobinado (26) en una distancia, cuya longitud es aproximadamente igual o igual a la mitad del espacio de los alambres más externos, por lo que se forma una sección de alambre inclinada (40) con respecto a las patas (44);
- I) rotación de la plantilla de bobinado (26) en 180° mientras se guía y/o se alimenta los alambres (32) por primera vez, en donde nuevamente el punto de fijación en la primera área de retención (34) se desplaza a la tercera área de retención (46) en el lado opuesto a la primera área de retención (34) de la plantilla de bobinado (26) y el punto de fijación en la segunda área de retención (36) se desplaza a la primera área de retención (34);
- 35 J) repetición de las etapas F) a I) hasta completar el devanado de la bobina (70);
- K) último desplazamiento relativo de la primera área de retención (34) a la segunda área de retención (36) paralela al eje de rotación de la plantilla de bobinado (26) en una distancia, cuya longitud es aproximadamente igual o igual a la mitad de la distancia de los alambres más externos, por lo que se forma una porción de alambre inclinada (40) con respecto a las patas (44) entre la primera y la segunda área de retención (34, 36);
- 40 L) corte de los alambres (32) en la región de la segunda región de retención (36);
- M) pelado completo o parcial del devanado de la bobina (70) de la plantilla de bobinado (26).
- 45 2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque todos los alambres (32) se alimentan simultáneamente de modo sincrónico desde el inicio del procedimiento.
3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque, al principio del procedimiento, solo se alimenta una parte de los alambres (32) y los alambres restantes se introducen en el procedimiento en el transcurso del mismo.
- 50 4. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 3, caracterizado porque los alambres (32) suministrados posteriormente corresponden se introducen primero de acuerdo con las etapas B) a D) entre los alambres que ya están en el procedimiento y se forman con una sección inclinada (40) antes de que se incorporen con las etapas E) o I) en las

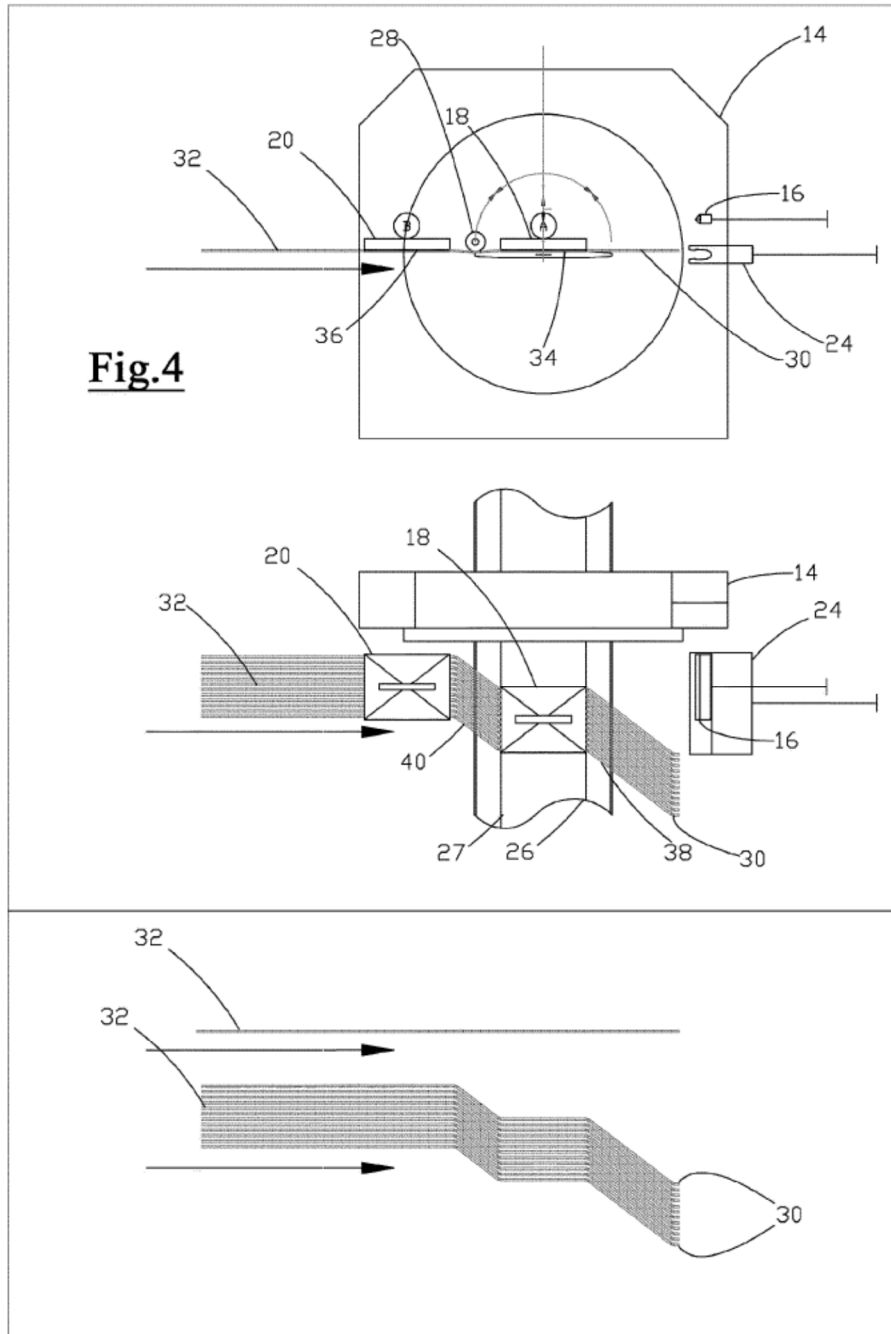
etapas repetitivas del procedimiento.

5. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque en la etapa A), E) o I) los alambres (32) se alimentan con sus extremos de alambre (30) usando un dispositivo de trefilado de alambre (16), siendo retirados los alambres (32) de un suministro de alambre.
- 5 6. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 5, caracterizado porque los extremos libres del alambre (30) de los alambres (32) de la etapa B) o C) que acaban de ser alimentados se doblan por medio del dispositivo de trefilado de alambre (16) sujeto a los extremos del cable (30) con respecto a la primera área de retención (34) de los alambres (32) para formar las conexiones de devanado en la dirección del eje de rotación de la plantilla de bobinado (26).
- 10 7. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque los alambres (32) en la etapa B se sujetan por medio de un primer dispositivo de retención (18) y en la etapa C por medio de un segundo dispositivo de retención (29) en la plantilla de bobinado (26) a los puntos de fijación.
8. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 6 o 7, caracterizado porque se lleva a cabo la formación de la sección de alambre inclinado (40) en la etapa D por desplazamiento relativo del primer dispositivo de retención (18) al segundo dispositivo de retención (20).
- 15 9. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8, caracterizado porque con la rotación de la plantilla de bobinado (26) en la etapa E, el primer dispositivo de retención (18) se desliza hasta el punto de fijación de la tercera área de retención (46) y el segundo dispositivo de retención con los alambres apretados (32) se desliza hacia la primera área de retención (34), como resultado de lo cual también se retira más alambre del suministro de alambre.
- 20 10. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque las cabezas de bobinado (42) se reforman en la región del área de doblado formada al girar la plantilla de bobinado (26) previamente en la etapa E o I desde la sección de alambre inclinado (40).
11. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 10, caracterizado porque, para la conformación final de las cabezas de bobinado (42) se presiona una herramienta de moldeo perfilada (50) contra las cabezas de bobinado (42).
- 25 12. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la sujeción de los alambres guiados (32) en la etapa F) se lleva a cabo utilizando un tercer dispositivo de retención (22).
- 30 13. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 12, caracterizado porque el primer y el tercer dispositivo de retención (118, 122) están acoplados en la dirección de rotación con la plantilla de bobinado (26) y, dependiendo del estado de rotación de la plantilla de bobinado (26), los alambres (32) se fijan en la primera o tercera área de retención (34, 46).
14. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 13, caracterizado porque el primer y el tercer dispositivo de retención (118, 122) se mueven axial y radialmente con respecto al eje de rotación de la plantilla de bobinado (26) en cada caso entre las posiciones finales.
- 35 15. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 13 o 14, caracterizado porque los alambres entre la segunda y la primera área de retención (34, 36) son transportados por el segundo dispositivo de retención (20) que se mueve hacia adelante y hacia atrás entre estas áreas de retención.
16. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 15, caracterizado porque se usa un dispositivo de tendido de alambre como el segundo dispositivo de retención (20).
- 40 17. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 12, caracterizado porque tres dispositivos de retención se mueven circunferencialmente entre las tres áreas de retención (34, 36, 46), en donde con el giro de la plantilla de bobinado (26) en la etapa I) se desliza el tercer dispositivo de retención (22) al punto de fijación de la primera área de retención (34) y el segundo dispositivo de retención (20) con los alambres apretados (32) se desliza hacia la primera área de retención (34), como resultado de lo cual también se extrae otro alambre del suministro de alambres.
- 45 18. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el corte de los alambres (32) en la etapa L) tiene lugar en una posición rotacional de la plantilla de bobinado (26), en la cual los comienzos de alambre (30) inicialmente alimentados están en el lado de la plantilla de bobinado, en el que tiene lugar la alimentación de alambre.
- 50 19. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque ciertos alambres (32) se intercambian una o varias veces en pares en el curso del procedimiento cuando se alimenta antes de llegar a la segunda área de retención (36).

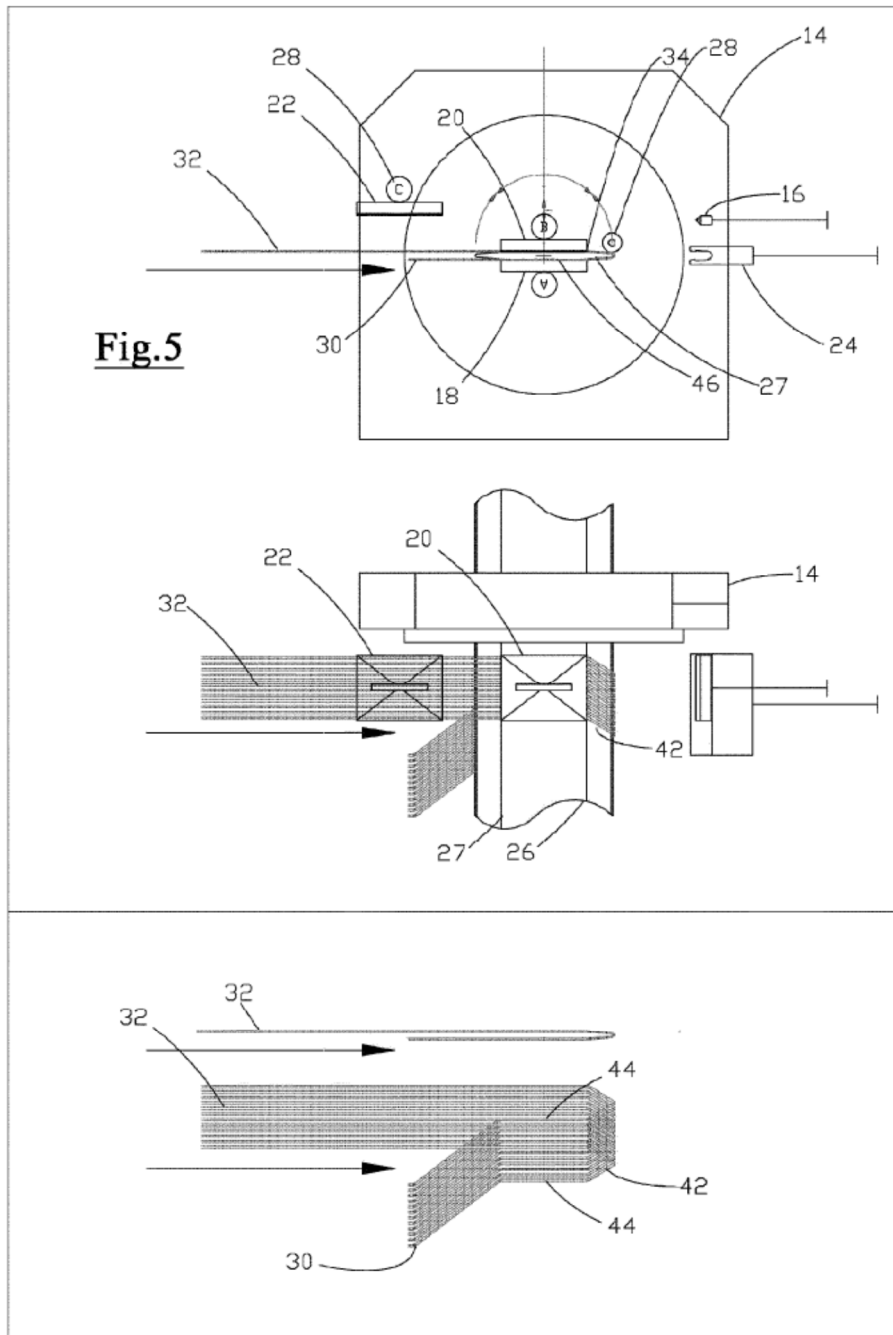


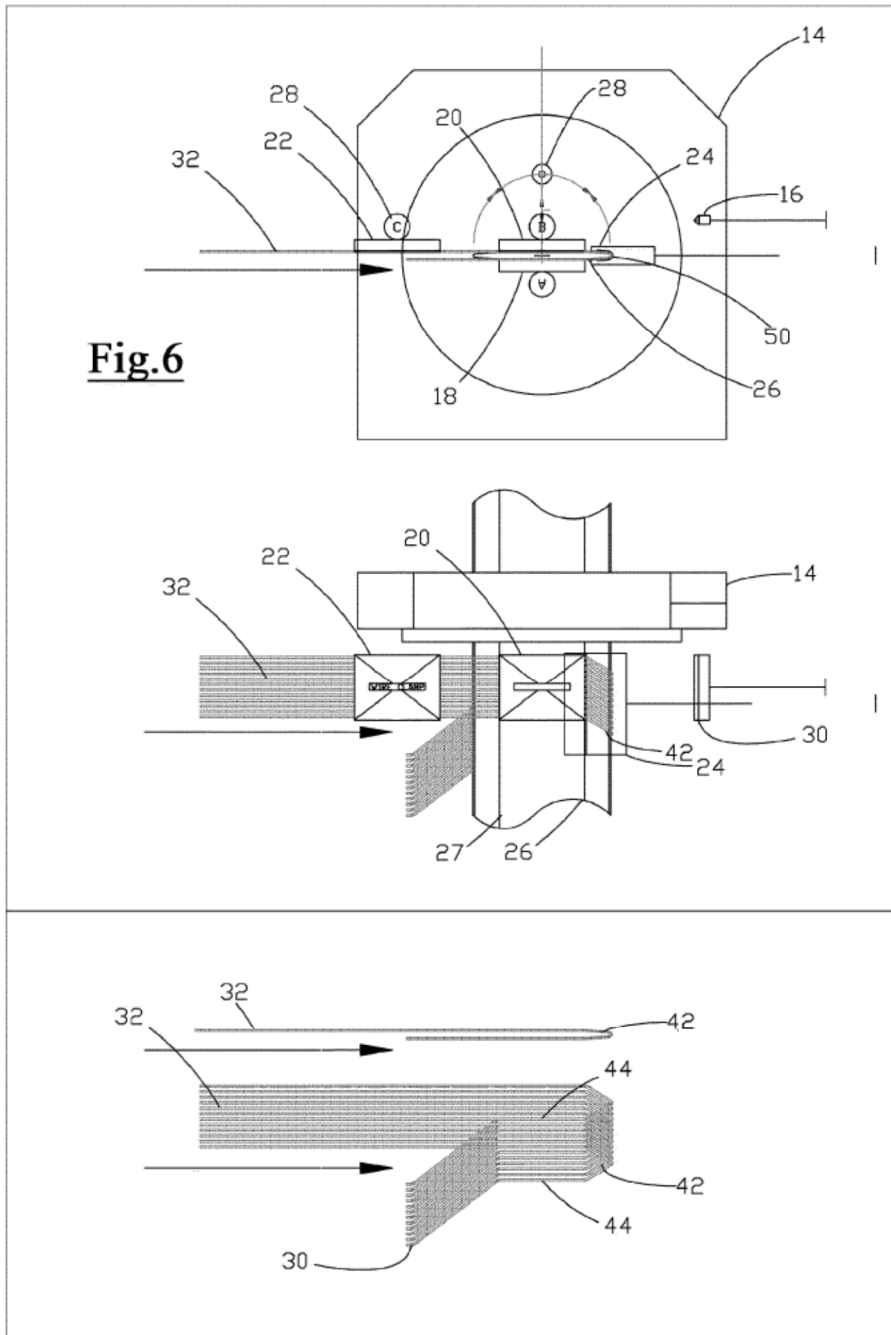


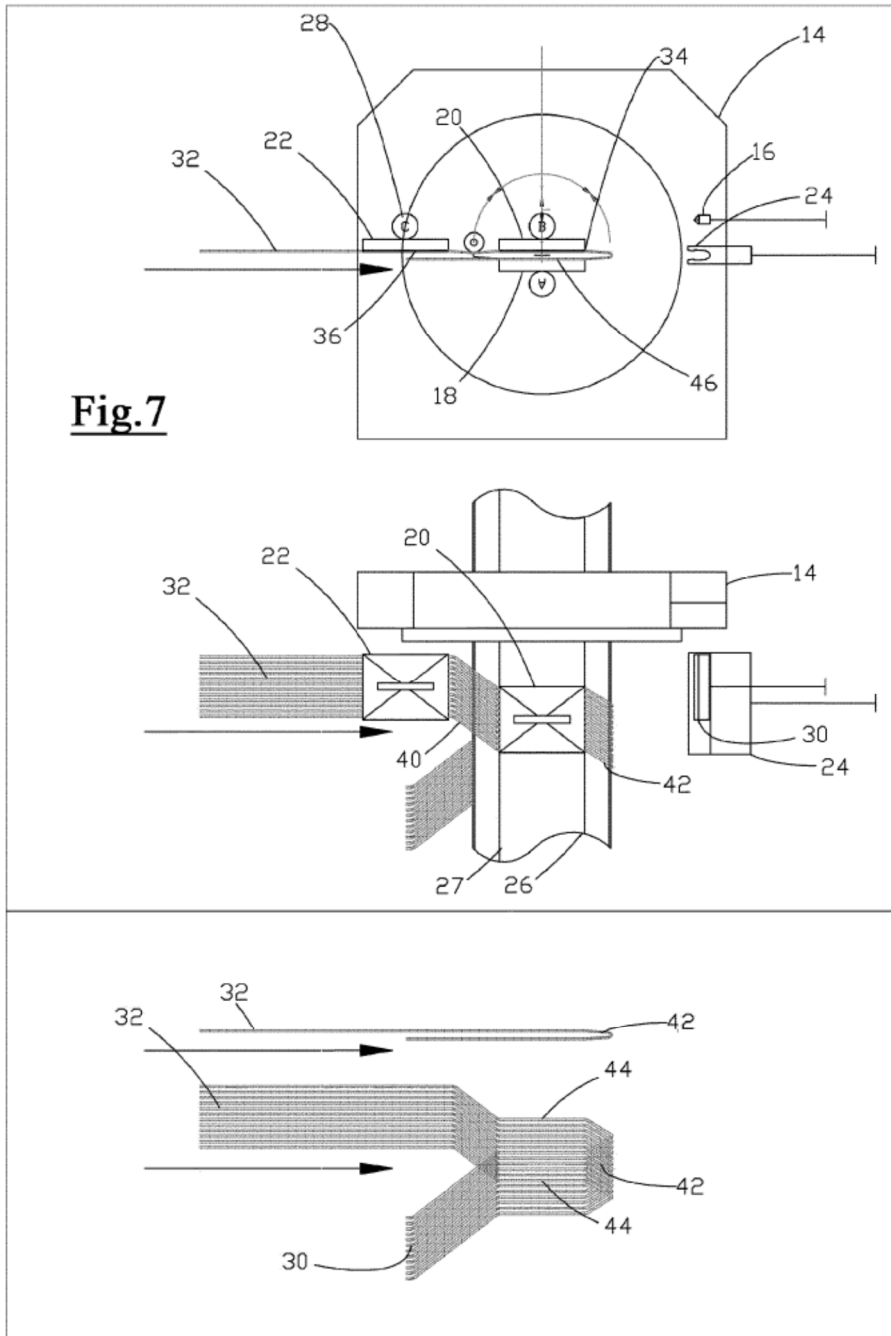


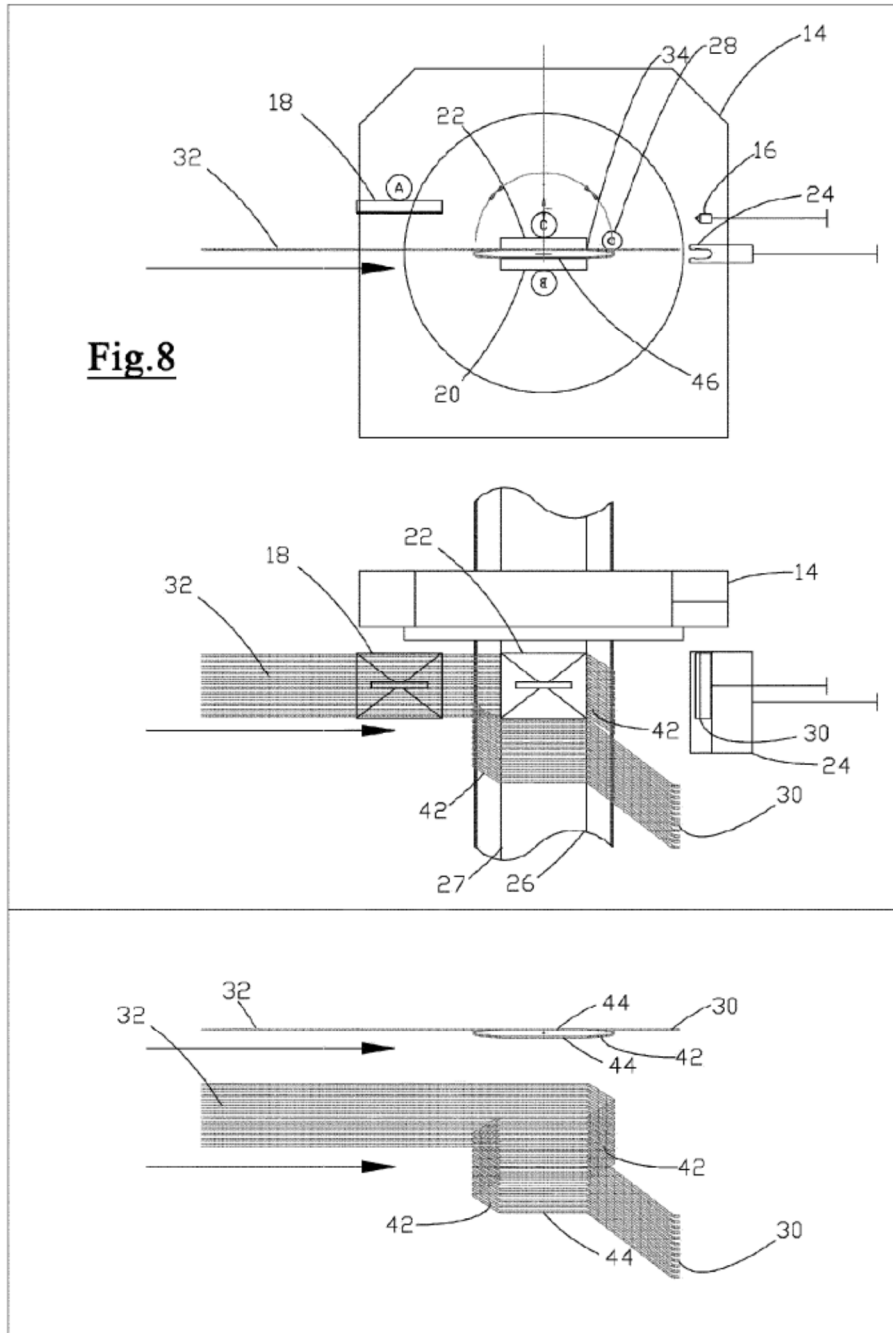


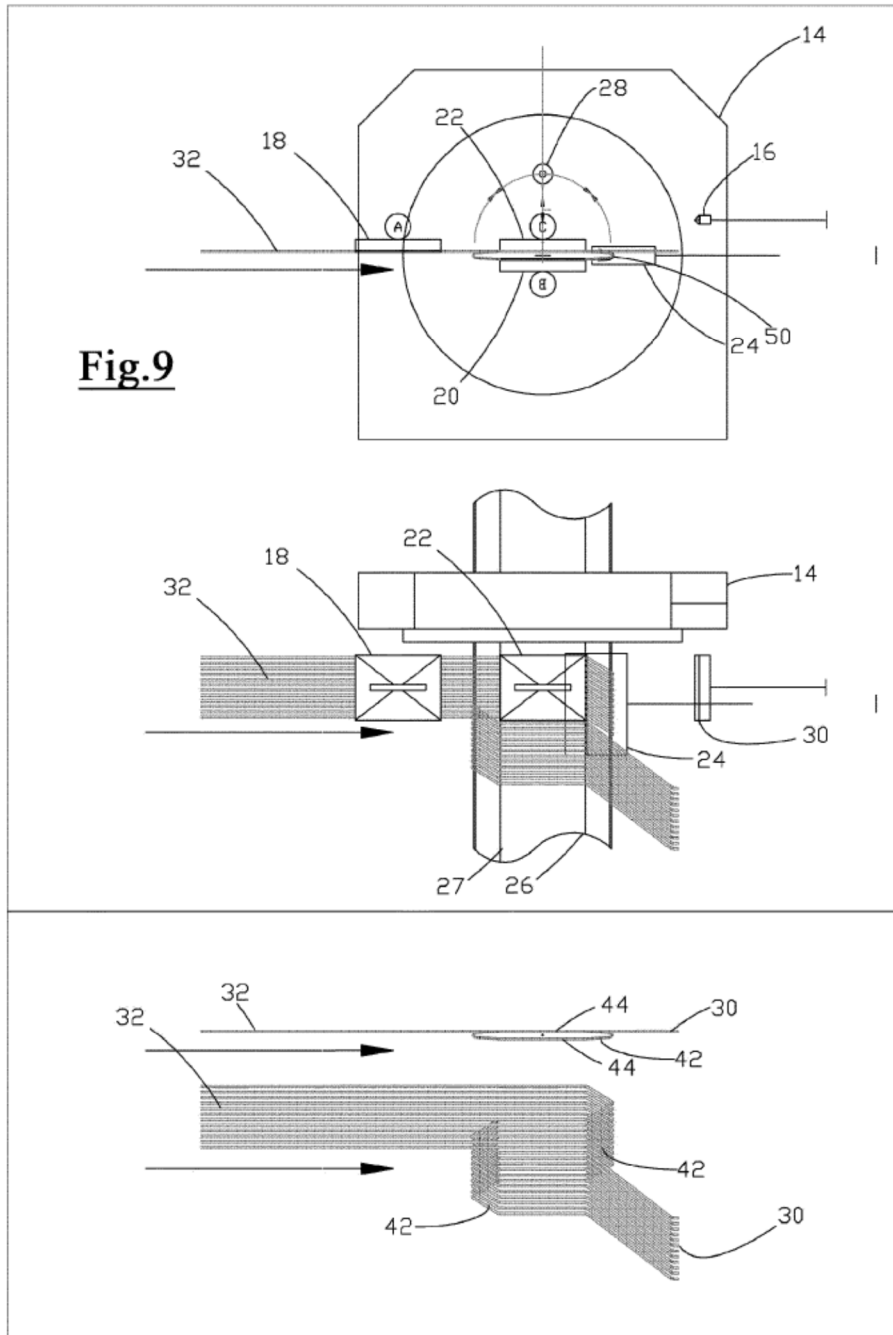


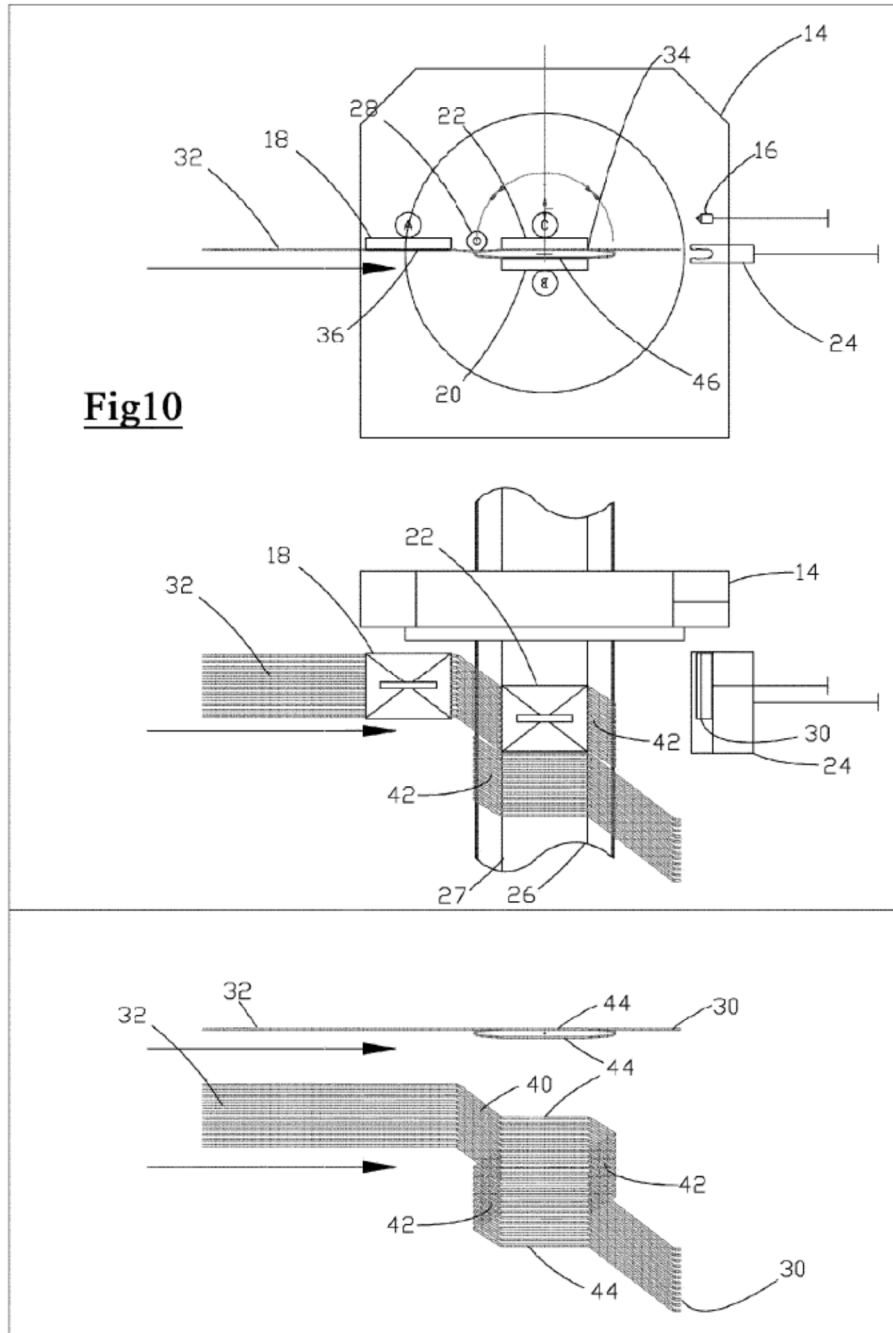


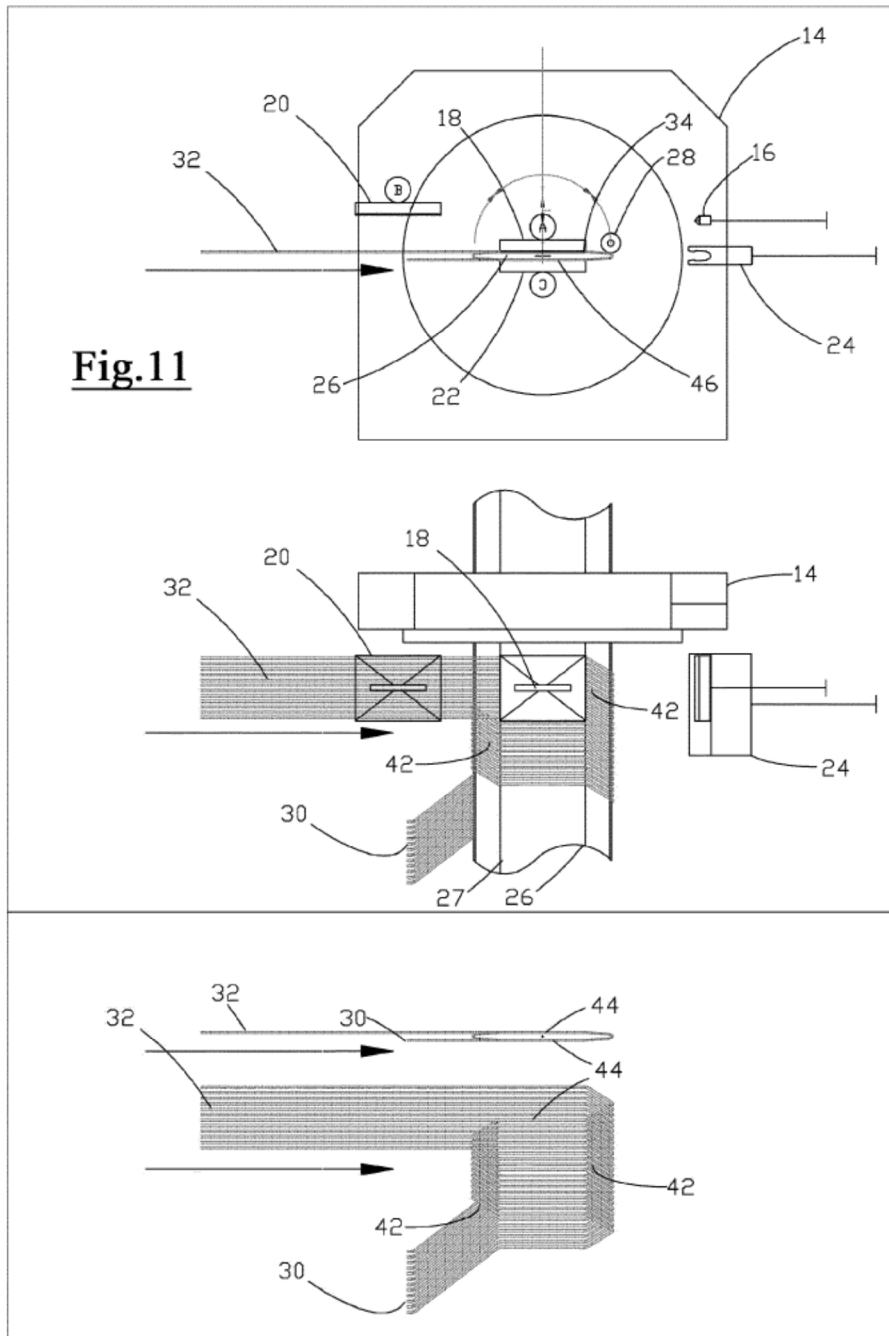


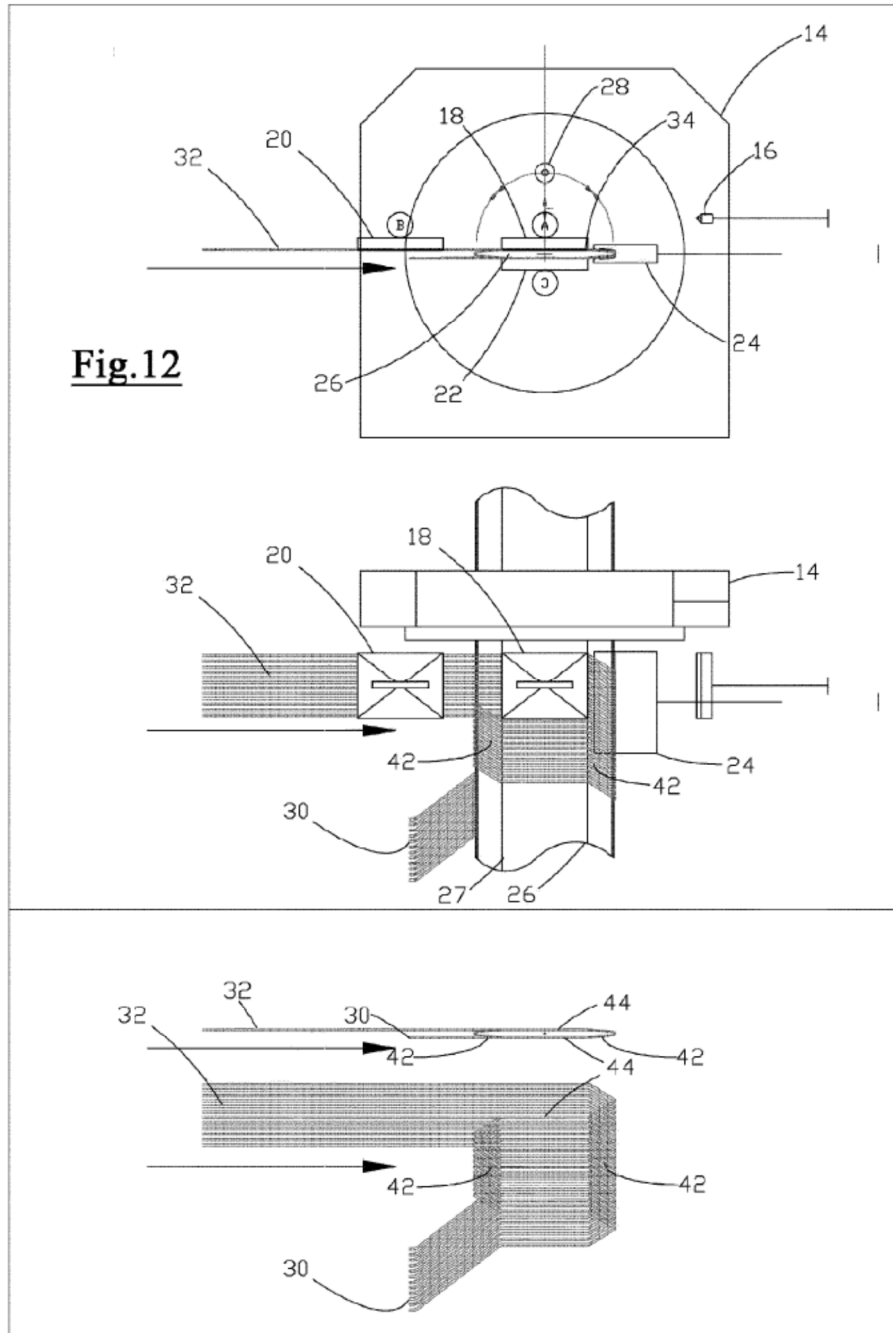




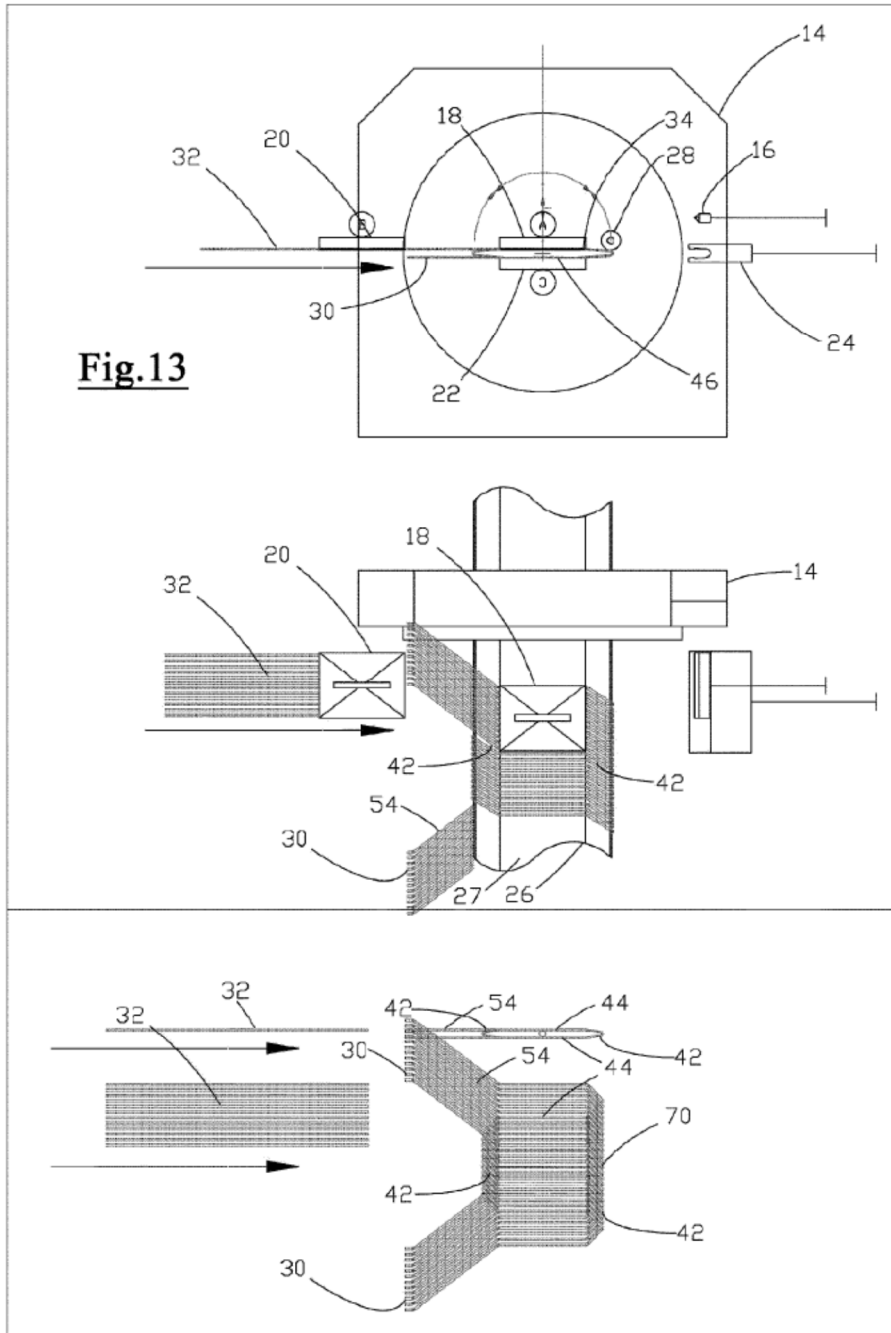


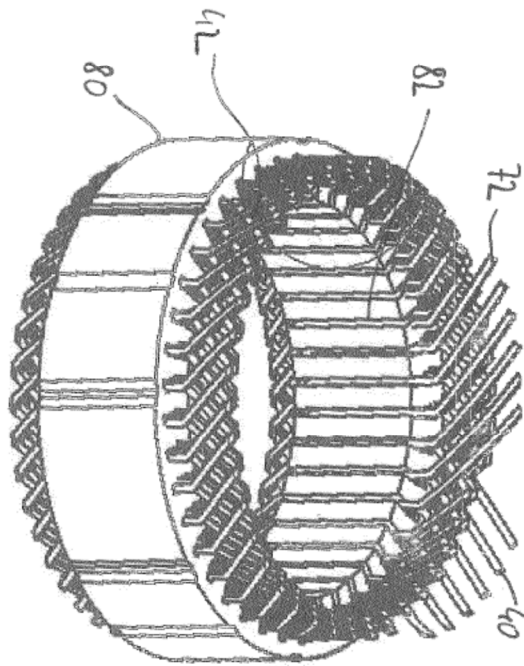
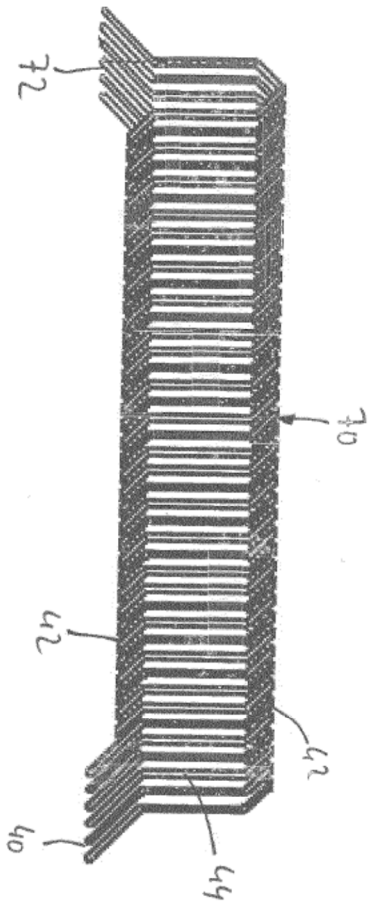


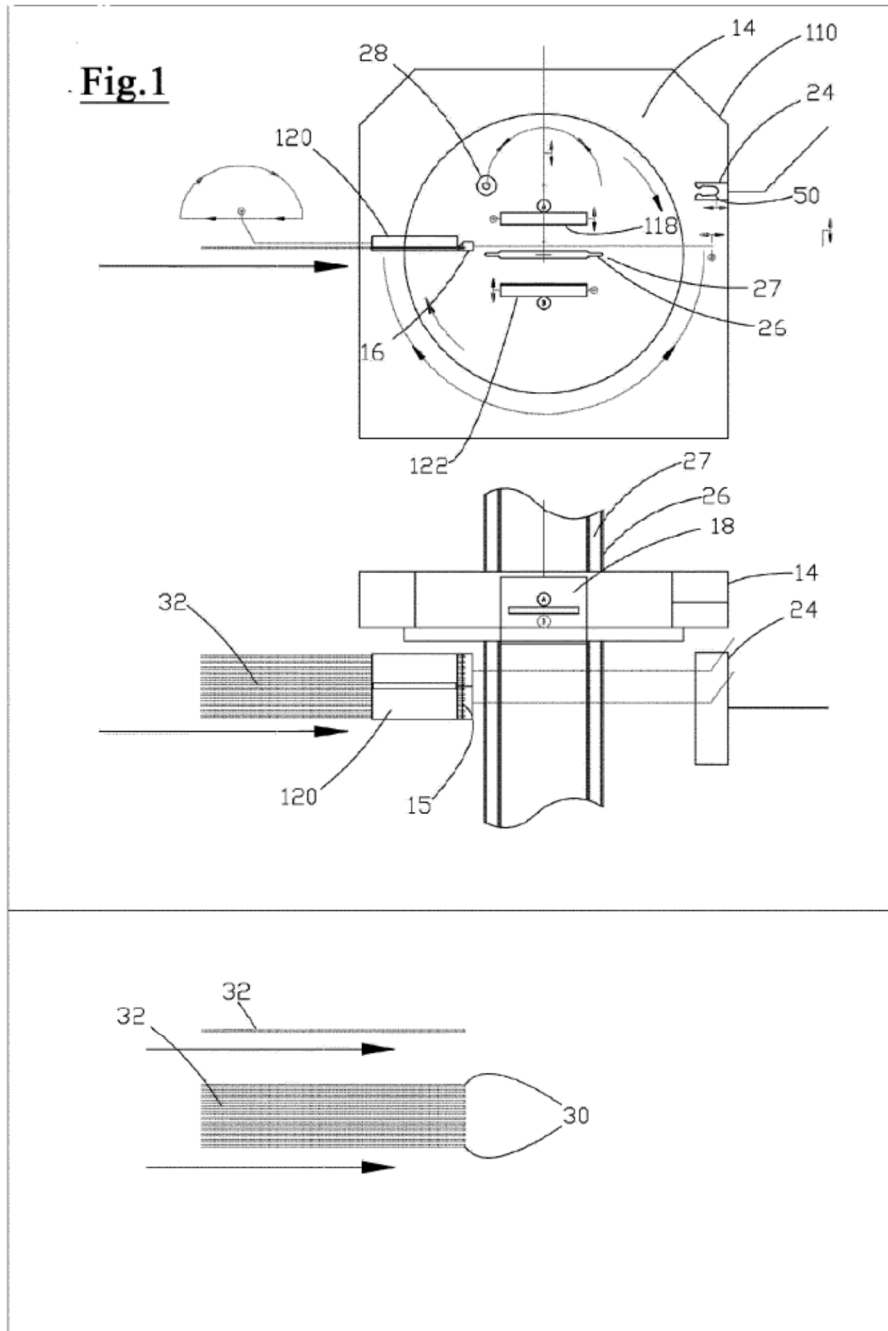


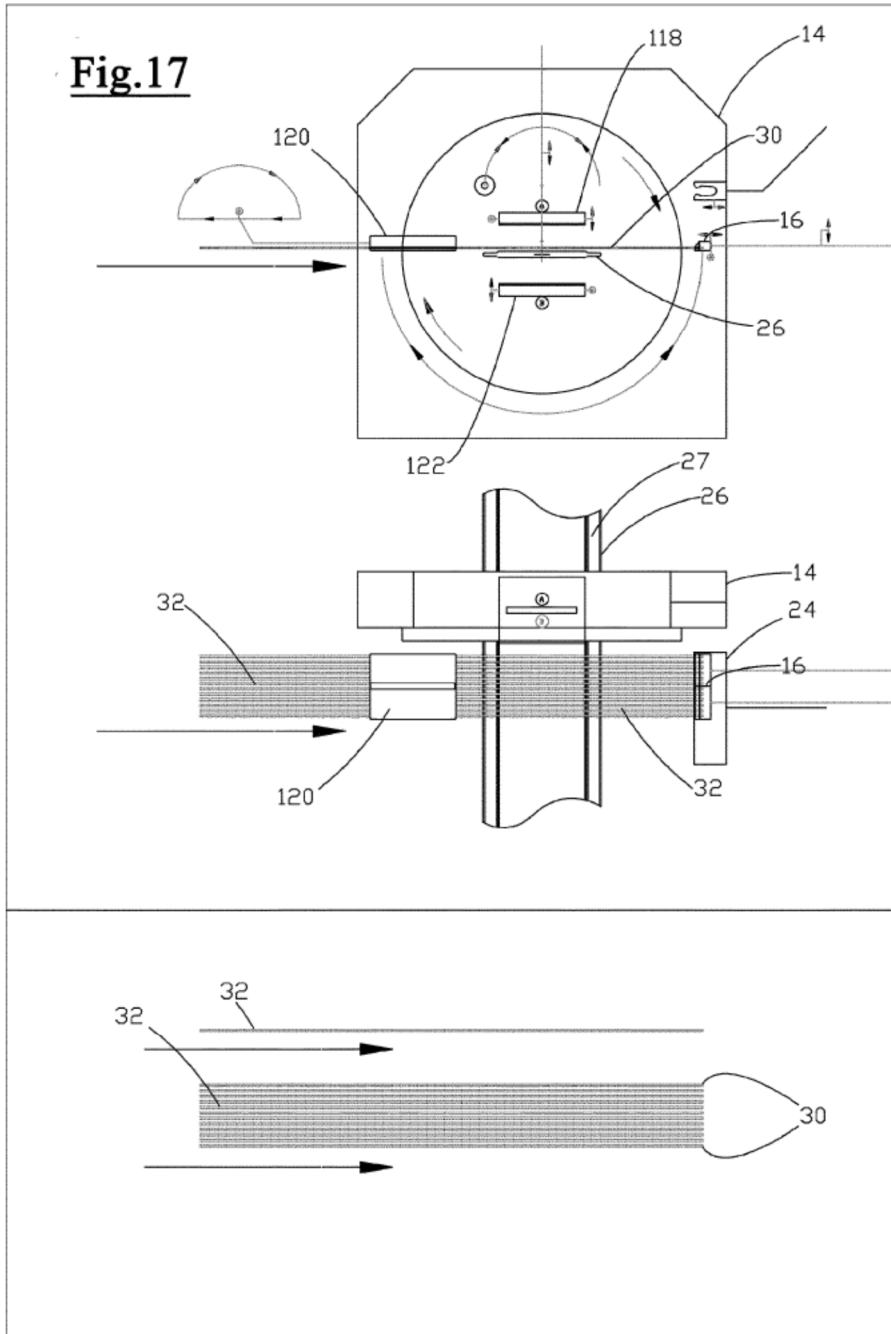


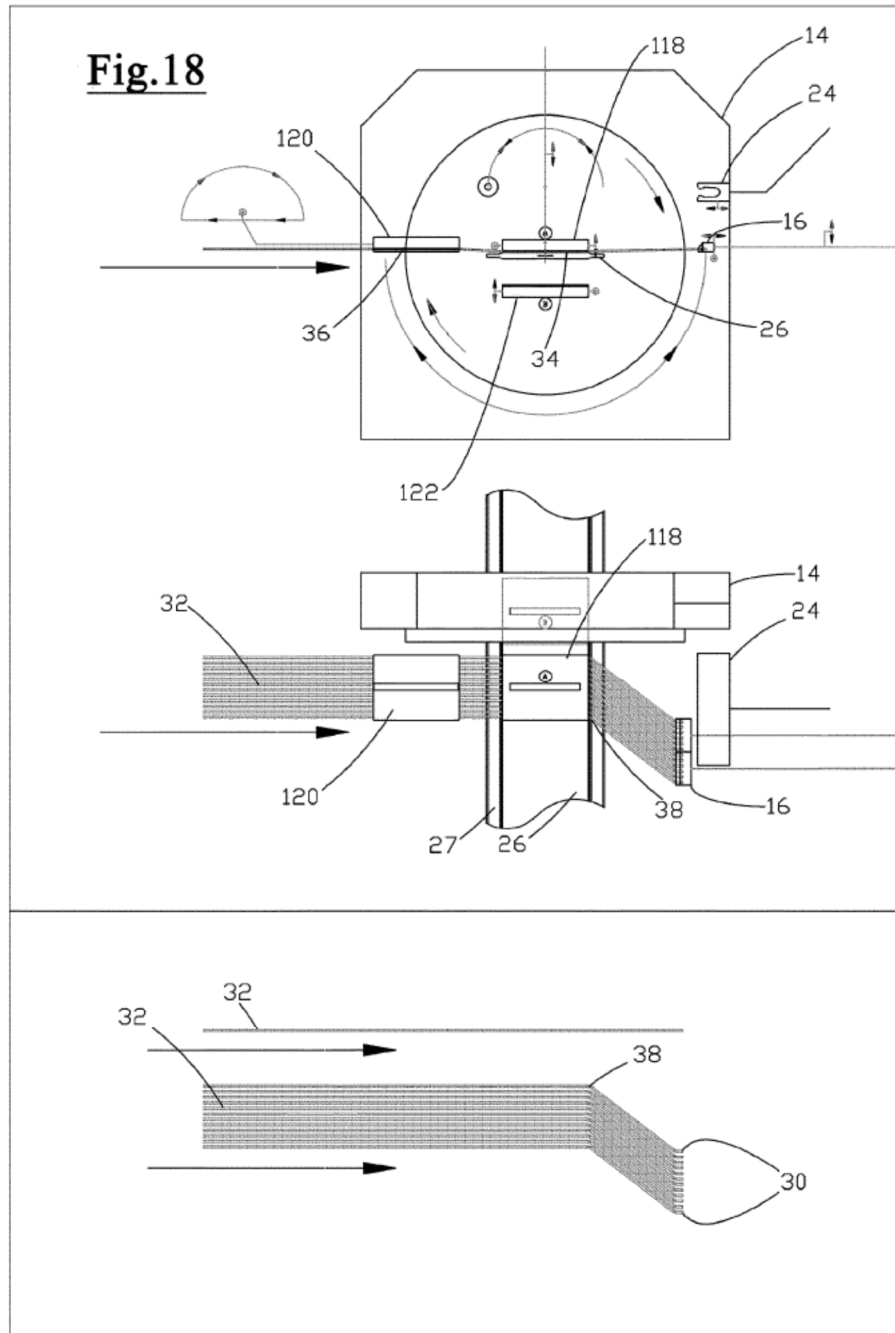


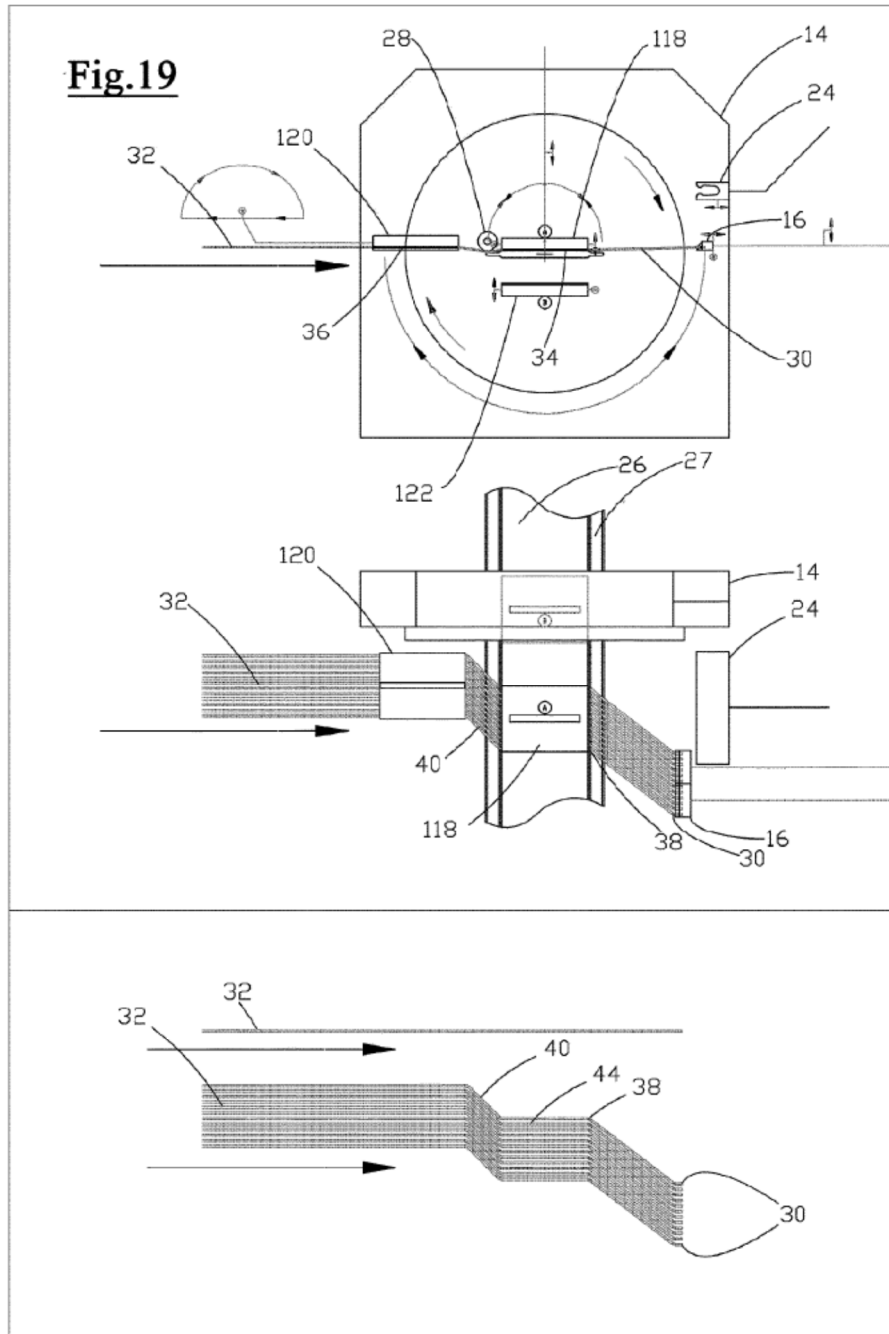




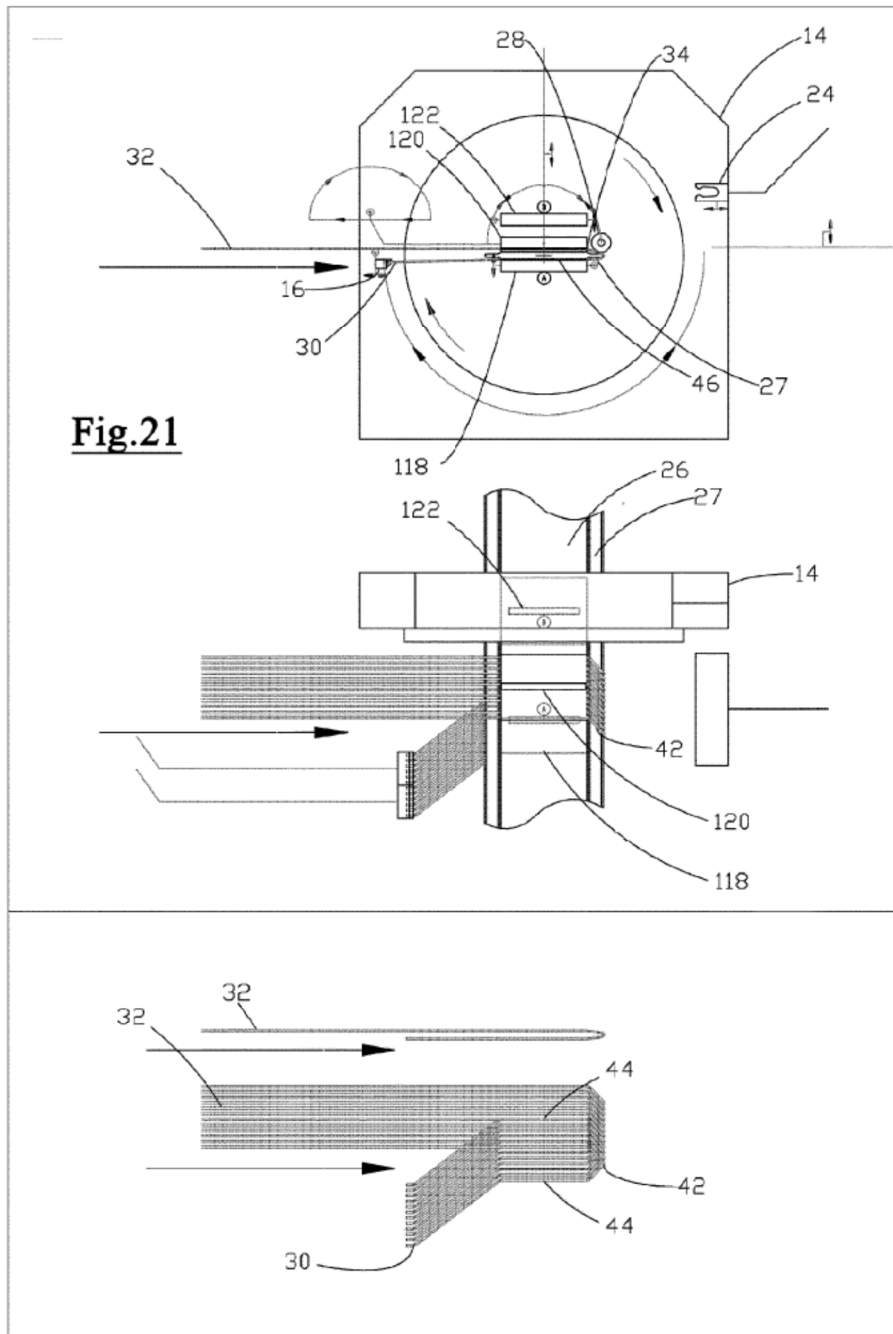














**Fig.22**

