

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 967 639**

51 Int. Cl.:

<b>F16C 33/80</b>	(2006.01)
<b>F16C 35/04</b>	(2006.01)
<b>F16C 35/063</b>	(2006.01)
<b>F16C 35/077</b>	(2006.01)
<b>H02K 5/10</b>	(2006.01)
<b>H02K 5/15</b>	(2006.01)
<b>H02K 5/173</b>	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **31.12.2020 PCT/EP2020/088080**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **08.07.2021 WO21136834**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.12.2020 E 20841744 (4)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.09.2023 EP 4085203**

54 Título: **Máquina eléctrica provista con un conjunto de cojinete liberable**

30 Prioridad:

**31.12.2019 EP 19020729**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**03.05.2024**

73 Titular/es:

**ALSTOM HOLDINGS (100.0%)  
48 rue Albert Dhalenne  
93400 Saint-Ouen-sur-Seine, FR**

72 Inventor/es:

**LINDBERG, JOHAN**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 967 639 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

Máquina eléctrica provista con un conjunto de cojinete liberable

### Campo técnico de la invención

5 La presente invención se refiere a máquinas eléctricas tales como motores o generadores eléctricos. Se refiere en particular, aunque no exclusivamente, a motores eléctricos para la propulsión de vehículos, en particular motores eléctricos para vehículos ferroviarios.

10 En principio, la presente invención se puede aplicar a cualquier máquina eléctrica. Sin embargo, los beneficios son particularmente importantes en el caso de máquinas eléctricas excitadas por imanes permanentes, en las que se generan elevadas fuerzas magnéticas no solo cuando la máquina es alimentada energéticamente, sino de forma permanente.

### Antecedentes de la técnica

15 Las máquinas eléctricas para la propulsión de vehículos suelen estar provistas de un estator que comprende un protector de cojinete y un anillo de obturación laberíntico fijo, un rotor que comprende un eje de rotor y un anillo de obturación laberíntico rotativo, montado en el eje del rotor y orientado hacia el anillo de obturación laberíntico fijo a una distancia del anillo de obturación laberíntico fijo tal, que forma un laberinto anular entre el anillo de obturación laberíntico fijo y el anillo de obturación laberíntico rotativo. Uno o más conjuntos de cojinetes están montados de forma liberable entre el protector de cojinete y el eje del rotor, para guiar un movimiento de rotación del rotor alrededor del eje de revolución y para evitar un movimiento axial del rotor con respecto al estator.

20 Tales cojinetes de máquinas eléctricas se someten a un uso intensivo y deben revisarse o reemplazarse regularmente. Cambiar los cojinetes es relativamente complejo y conlleva el riesgo de dañar los componentes de la máquina eléctrica. Normalmente, el rotor debe desmontarse durante el cambio de cojinetes y luego volverse a montar. Esto puede ser una tarea difícil, especialmente en el caso de máquinas eléctricas excitadas por imanes permanentes, debido a las elevadas fuerzas magnéticas que aparecen en el entrehierro entre el rotor y el estator.

25 En el documento EP 2 610 514 se propone construir una máquina eléctrica en la que los anillos laberínticos se puedan mover uno con respecto a otro hasta que se toquen mutuamente en una posición de bloqueo, de modo que el rotor pueda fijarse en dirección axial y radial para el intercambio de los cojinetes. Los anillos laberínticos tienen superficies de forma cónica que en la posición de bloqueo se tocan entre sí, de modo que en la posición de bloqueo se puede conseguir una unión positiva entre los anillos laberínticos, lo que garantiza que el rotor quede fijado exactamente en el centro del eje de rotación. Durante el funcionamiento normal de la máquina eléctrica, el anillo laberíntico fijo está unido al protector de cojinete mediante pernos. Estos pernos se aflojan con el fin de transferir el anillo laberíntico a la posición de bloqueo para cambiar el cojinete. El anillo laberíntico fijo se puede fijar en la posición de bloqueo mediante al menos un perno de bloqueo, preferiblemente tres pernos de bloqueo dispuestos en ángulo. De este modo se garantiza una fijación segura de la posición del motor durante el cambio de cojinete, con un esfuerzo comparativamente reducido. En la posición de mantenimiento, los cojinetes de la máquina eléctrica se pueden reparar o sustituir de forma rápida y sencilla.

30 Sin embargo, una desventaja de esta solución es que la fijación es bastante débil y depende de cargas de compresión sobre los pernos para formar una junta de rozamiento en el laberinto, que solo proporciona superficies de contacto reducidas. Es más, en el laberinto suele haber grasa, lo que reduce aún más esta junta de rozamiento. Además, esta solución es sensible a la forma en que se aprietan los pernos de bloqueo y es necesario apretar los pernos en forma transversal con pequeños incrementos para evitar que el rotor se atasque. Por último, pero no menos importante, esta solución requiere anillos de obturación laberínticos específicos.

### Compendio de la invención

La invención tiene como propósito superar al menos algunos de los inconvenientes de la técnica anterior y proporcionar una máquina eléctrica que pueda mantenerse fácilmente.

45 De acuerdo con un primer aspecto de la invención, se proporciona una máquina eléctrica que comprende: un estator, un rotor y un conjunto de cojinete. El estator está provisto de un conjunto de protector de cojinete que comprende un protector de cojinete y un anillo de obturación laberíntico fijo que tiene una superficie laberíntica tortuosa. El rotor puede hacerse rotar alrededor de un eje de revolución con respecto al estator, y comprende un eje de rotor y un anillo de obturación laberíntico rotativo montado en el eje del rotor. El anillo de obturación laberíntico rotativo tiene una superficie laberíntica tortuosa orientada hacia la superficie laberíntica tortuosa del anillo de obturación laberíntico fijo, a una primera distancia axial mínima de la superficie laberíntica tortuosa del anillo de obturación laberíntico fijo, a fin de formar un laberinto anular entre la superficie laberíntica tortuosa del anillo de obturación laberíntico fijo y la superficie laberíntica tortuosa del anillo de obturación laberíntico rotativo. El conjunto de cojinete está montado de forma liberable entre el conjunto de protector de cojinete y el eje del rotor, para guiar un movimiento de rotación del rotor alrededor del eje de revolución. El conjunto de protector de cojinete está provisto de una cara de contacto fija, y el rotor comprende, además, una cara de contacto opuesta, orientada axialmente hacia la cara de contacto fija del

conjunto de protector de cojinete, a una segunda distancia axial de la cara de contacto fija del conjunto de protector de cojinete, siendo la segunda distancia axial más corta que la primera distancia axial mínima.

5 Cuando se afloja el cojinete liberable, es posible trasladar el rotor con respecto al estator hasta que la cara de contacto fija alcance la cara de contacto opuesta, lo que ocurre antes de que el anillo laberíntico rotativo entre en contacto con el anillo de obturación laberíntico fijo. La cara de contacto fija y la cara de contacto opuesta proporcionan superficies grandes y limpias para bloquear el rotor al estator.

10 En una realización, el conjunto de cojinete comprende un cartucho de cojinete, un anillo de pista exterior montado dentro del cartucho de cojinete, y un anillo de pista interior montado en el eje del rotor. Preferiblemente, el cartucho de cojinete está provisto de orificios pasantes de montaje paralelos al eje de revolución y alineados con unos orificios roscados del conjunto de protector de cojinete, comprendiendo el conjunto de cojinete unos pernos de sujeción insertados en los orificios pasantes de montaje del cartucho de cojinete y enroscados en los orificios roscados del conjunto de protector del cojinete para sujetar el cartucho de cojinete al conjunto de protector de cojinete. Los pernos de sujeción se pueden aflojar para desmontar el conjunto de cojinete.

15 En una realización, el cartucho de cojinete se apoya en una cara exterior del protector de cojinete, mientras que el anillo de obturación laberíntico fijo soporta una cara interior del protector de cojinete, opuesta a la cara exterior.

20 En una realización preferida, el cartucho de cojinete está provisto de orificios pasantes de holgura, que son paralelos al eje de revolución y están alineados con los orificios pasantes del conjunto de protector de cojinete, y que pueden alinearse con los orificios roscados del rotor en una posición angular indexada del rotor con respecto al estator, teniendo los orificios pasantes de holgura un diámetro mayor que los orificios pasantes del conjunto de protector de cojinete y los orificios roscados del rotor, de modo que, en la posición angular indexada, se puedan insertar pernos de bloqueo en los orificios pasantes de holgura y en los orificios pasantes del conjunto de protector de cojinete, y enroscarse en los orificios roscados del rotor, de manera que una cabeza de perno cilíndrica de los pernos de bloqueo se apoye axialmente contra un borde de los orificios pasantes del conjunto de protector de cojinete. Una vez que la cabeza de perno de uno de los pernos de bloqueo llega al borde del orificio pasante del conjunto de protector de cojinete, el apriete subsiguiente del perno dará como resultado un movimiento de traslación del rotor con respecto al estator paralelamente al eje del perno, es decir, paralelamente al eje de revolución, hasta que se establezca un contacto entre la cara de contacto del conjunto de protector de cojinete y la cara de contacto opuesta del rotor. Esta traslación está guiada por el contacto radial entre los vástagos de los pernos y la pared interior de los orificios pasantes del conjunto de protector de cojinete. Una vez que se establece el contacto entre las caras de contacto, los pernos de bloqueo son apretados adicionalmente hasta que los pernos de bloqueo, cargados a tracción, proporcionan suficiente presión entre las caras de contacto y el rotor se bloquea mediante el acoplamiento por rozamiento de las caras de contacto.

35 En una realización, una arandela de empuje está fijada de forma liberable en un extremo del eje del rotor de manera que se apoya axialmente contra el anillo de pista interior del conjunto de cojinete. Un extremo axial opuesto del anillo de pista interior puede apoyarse contra un hombro del eje del rotor u otro tope axial.

En una realización, el conjunto de cojinete comprende elementos rodantes entre el anillo de pista exterior y el anillo de pista interior. Los elementos rodantes pueden incluir bolas, rodillos cilíndricos, cónicos o en forma de barril, dispuestos en una o varias hileras.

40 En una realización, un espacio de cojinete interior lleno de lubricante está formado entre el anillo de pista interior y el anillo de pista exterior, y está obturado mediante el laberinto anular formado entre el anillo de obturación laberíntico fijo y el anillo de obturación laberíntico rotativo. El lubricante es, preferentemente, grasa.

45 En una realización, una cubierta de cojinete exterior está fijada de forma liberable al conjunto de protector de cojinete. La cubierta de cojinete exterior puede cerrar el espacio de lubricación interior del cojinete, que se extiende desde la cubierta de cojinete exterior hasta los anillos de obturación laberínticos. El cojinete exterior cubre, preferentemente, los orificios pasantes de montaje y/o los orificios pasantes de holgura del cartucho de cojinete.

En una realización, la cara de contacto fija está hecha de un material aislante eléctrico. Alternativa o adicionalmente, la cara de contacto opuesta está hecha de un material aislante eléctrico. Esto garantiza que no fluya corriente a través de las caras de contacto cuando estén en contacto.

50 En una realización, la cara de contacto fija está hecha de una sola pieza con el anillo de obturación laberíntico fijo. Alternativamente, la cara de contacto fija está formada sobre el protector de cojinete.

En una realización preferida, la cara de contacto fija incluye al menos una porción plana, que está orientada de cara a una porción plana de la cara de contacto opuesta, en dicha segunda distancia axial.

55 Ventajosamente, el anillo de obturación laberíntico fijo y el anillo de obturación laberíntico rotativo están provistos de nervaduras tubulares intercaladas alineadas con el eje de revolución, estando formado el laberinto por un espacio anular continuo entre dichas nervaduras tubulares intercaladas.

En la realización, la máquina eléctrica es un motor de accionamiento de un vehículo ferroviario.

**Breve descripción de las figuras**

Otras ventajas y características de la invención resultarán más claramente evidentes a partir de la siguiente descripción de una realización específica de la invención, proporcionada únicamente a modo de ejemplos no limitativos y representada en los dibujos adjuntos, en los que:

- 5 - la Figura 1 es una vista isométrica, desde un lado de accionamiento, de una máquina eléctrica de acuerdo con una realización de la invención;
- la Figura 2 es una vista isométrica de la máquina eléctrica de la Figura 1 desde un lado que no es de accionamiento, durante una etapa de desmontaje de un primer conjunto de cojinete en el lado que no es de accionamiento de la máquina eléctrica;
- 10 - la Figura 3 es una vista frontal de la máquina eléctrica de la Figura 1 desde el lado que no es de accionamiento, sin cubierta de cojinete exterior;
- la Figura 4 es un corte axial de la máquina eléctrica de la Figura 1 por un plano de corte IV-IV ilustrado en la Figura 3;
- 15 - la Figura 5 es un corte axial de la máquina eléctrica de la Figura 1 por un plano de corte V-V ilustrado en la Figura 3;
- la Figura 6 ilustra un detalle de la máquina eléctrica de la Figura 1 durante una etapa de desmontaje del primer conjunto de cojinete del lado que no es de accionamiento de la máquina eléctrica, en el plano de corte V-V ilustrado en la Figura 3;
- 20 - la Figura 7 ilustra un detalle de la máquina eléctrica de la Figura 1 durante otra etapa de desmontaje del primer conjunto de cojinete del lado que no es de accionamiento de la máquina eléctrica, en el plano de corte V-V ilustrado en la Figura 3;
- la Figura 8 ilustra un detalle de la máquina eléctrica de la Figura 1 durante la etapa de desmontaje de la Figura 7, en el plano de corte IV-IV ilustrado en la Figura 3;
- 25 - la Figura 9 ilustra un detalle de la máquina eléctrica de la Figura 1 durante una etapa de desmontaje de un segundo conjunto de cojinete del lado de accionamiento de la máquina eléctrica, en el plano de corte V-V ilustrado en la Figura 3;
- la Figura 10 ilustra un detalle de la máquina eléctrica de la Figura 1 durante otra etapa de desmontaje del segundo conjunto de cojinete del lado de accionamiento de la máquina eléctrica, en el plano de corte V-V ilustrado en la Figura 3.
- 30 Los números de referencia correspondientes se refieren a las mismas partes o a partes correspondientes en cada una de las figuras.

**Descripción detallada de realizaciones preferidas**

Con referencia a las Figuras 1 a 5, una máquina eléctrica 10, por ejemplo, un motor de accionamiento de un vehículo ferroviario, comprende un estator 12, un rotor 14, un primer conjunto de cojinete 16, situado en un extremo que no es de accionamiento de la máquina eléctrica 10, y un segundo conjunto de cojinete 116, situado en un extremo de accionamiento de la máquina eléctrica 10, para guiar un movimiento de rotación del rotor 14 con respecto al estator 12 alrededor un eje de revolución 100 de la máquina eléctrica 10.

El estator 12 está provisto de devanados 18 de estator alojados en un alojamiento 20 de estator, el cual comprende un bastidor 22 de estator, un primer conjunto de protector 24 de cojinete en el extremo que no es de accionamiento de la máquina eléctrica 10, y un segundo conjunto de protector 124 de cojinete en el extremo de accionamiento de la máquina eléctrica 10. El primer conjunto de protector 24 de cojinete es anular e incluye un protector 26 de cojinete y un anillo de obturación laberíntico fijo 28. El segundo conjunto de protector 124 de cojinete es anular e incluye un protector 126 de cojinete y dos anillos de obturación laberínticos fijos 128, 228.

El rotor 14 está centrado en el eje de revolución 100 y comprende un conjunto de devanados de rotor o imanes permanentes 30, un eje 32 de rotor, un primer anillo de obturación laberíntico rotativo 34, montado en el eje 32 del rotor y orientado hacia el anillo de obturación laberíntico fijo 28 del primer conjunto de protector 24 de cojinete, y un par de segundos anillos de obturación laberínticos rotativos 134, 234, montados en el eje 32 del rotor y orientados de cara a los dos anillos de obturación laberínticos fijos 128, 228 del segundo conjunto de protector 124 de cojinete. Los anillos de obturación laberínticos fijos 28, 128, 228 y los anillos de obturación laberínticos rotativos 34, 134, 234 están provistos de nervaduras tubulares intercaladas 36, 38, 136, 138, 236, 238 alineadas con el eje de revolución 100, y existe un camino tortuoso formado por un espacio anular continuo entre las nervaduras tubulares intercaladas 36, 38, 136, 138, 236, 238.

En la dirección axial paralela al eje de revolución 100, una distancia mínima D1 separa la superficie laberíntica tortuosa formada por las nervaduras tubulares 38 del anillo de obturación laberíntico rotativo 34, de la superficie laberíntica tortuosa formada por las nervaduras tubulares 36 del anillo de obturación laberíntico fijo 28.

5 Es de destacar que el conjunto de protector 24 de cojinete está provisto de una o más caras de contacto fijas 40 y el rotor 14 comprende, además, una o más caras de contacto opuestas 42 orientadas axialmente hacia la(s) cara(s) de contacto fija(s) 40 del conjunto de protector 24 de cojinete, a una distancia axial D2 de la cara de contacto fija del conjunto de protector de cojinete, siendo  $D2 < D1$ . La(s) cara(s) de contacto fija(s) y la cara de contacto opuesta son caras planas perpendiculares al eje de revolución.

10 Una distancia mínima D11 separa, en la dirección axial paralela al eje de revolución 100, las superficies laberínticas tortuosas formadas por las nervaduras tubulares 138, 238 de los anillos de obturación laberínticos rotativos 134, 234, de las superficies laberínticas tortuosas formadas por las nervaduras tubulares 136, 138 de los anillos de obturación laberínticos fijos 128, 228. D11 es tal que  $D2 < D11$ , y es, preferiblemente, igual a D1.

15 De manera similar, el conjunto de protector 124 de cojinete está provisto de una o más caras de contacto fijas 140 y el rotor 14 comprende, además, una o más caras de contacto opuestas 142 orientadas axialmente hacia la(s) cara(s) de contacto fija(s) 140 del conjunto de protector 124 de cojinete, a una distancia axial D22 de la cara de contacto fija del conjunto de protector de cojinete, siendo  $D12 < D11$ . La(s) cara(s) de contacto fija(s) y la cara de contacto opuesta son caras planas perpendiculares al eje de revolución. Preferiblemente, D12 es igual a D2.

20 El primer conjunto de cojinete 16 del extremo que no es de accionamiento de la máquina eléctrica 10 está montado entre el primer conjunto de protector 24 de cojinete y el rotor 14, mientras que el segundo conjunto de cojinete 116 está montado entre el segundo conjunto de protector 124 de cojinete y el rotor 14 para guiar un movimiento de rotación del rotor 14 alrededor del eje de revolución 100.

25 Más específicamente, el primer conjunto de cojinete 16 comprende un cartucho 44 de cojinete, un anillo de pista exterior 46, ajustado a presión dentro del cartucho 44 de cojinete, un anillo de pista interior 48, ajustado a presión sobre el eje 14 del rotor, y elementos rodantes 50 situados entre el anillo de pista interior 48 y anillo de pista exterior 46. En esta realización, los elementos rodantes 50 son bolas y los anillos interiores y exteriores 48, 46 tienen una sección transversal cóncava. El anillo de pista interior 48 se apoya axialmente contra un hombro 52 del eje 14 del rotor. Una arandela de empuje 54 está fijada de forma liberable en un extremo 56 del eje 32 del rotor mediante pernos 58 de manera que se apoya axialmente contra el anillo de pista interior 48 del conjunto de cojinete 16.

30 Como se representa en la Figura 4, el cartucho 44 de cojinete se apoya axialmente contra un lado exterior 60 del protector 26 de cojinete y está provisto de un conjunto de varios, preferiblemente tres o más, orificios pasantes de montaje 62 distribuidos sobre la circunferencia del cartucho 44 de cojinete y que se extienden en una dirección paralela al eje de revolución 100. Los orificios pasantes de montaje 62 están alineados con orificios intermedios 64 del protector 26 de cojinete y con orificios roscados 65 del anillo de obturación laberíntico fijo 28. Unos pernos de sujeción 66 se insertan en los orificios pasantes de montaje 62 del cartucho de cojinete y se enroscan en los orificios roscados 64 del protector 26 de cojinete para sujetar el cartucho 44 de cojinete al protector 26 de cojinete.

35 El cartucho 44 de cojinete está provisto, además, de un conjunto de varios, preferiblemente tres o más, orificios pasantes de holgura 68 distribuidos sobre la circunferencia del cartucho 44 de cojinete, ilustrados en la Figura 5, que son paralelos al eje de revolución 100 y están alineados con orificios pasantes 70, 72 del conjunto de protector 24 de cojinete, en esta realización a través del protector 26 de cojinete y del anillo de obturación laberíntico fijo 28.

40 Estos orificios pasantes de holgura 68 están alineados con orificios roscados 74 del rotor 14 cuando el rotor 14 se coloca en una posición angular indexada con respecto al estator 12. Los orificios roscados de holgura 68 tienen un diámetro mayor que los orificios pasantes 70, 72 del conjunto de protector de cojinete y que los orificios roscados 74 del rotor.

45 Una cubierta de cojinete exterior 76 está fijada de forma liberable al protector 26 de cojinete mediante pernos 78 y cubre los orificios pasantes de montaje 62 y los orificios pasantes de holgura 68 del cartucho 44 de cojinete. Un volumen de lubricación obturado 80 está formado entre los anillos de pista interior y exterior, 48, 46, cerrado en un extremo axial por la cubierta de cojinete exterior 76 y obturado en el extremo axial opuesto mediante el elemento de obturación laberíntico formado por el anillo de obturación laberíntico fijo 28 y el anillo de obturación laberíntico rotativo 34. Este volumen de lubricación se puede llenar con un lubricante, preferiblemente grasa.

50 De manera similar, el segundo conjunto de cojinete 16 del lado de accionamiento de la máquina eléctrica comprende un cartucho 144 de cojinete, integral con el anillo de obturación laberíntico fijo 228, un anillo de pista exterior 146, ajustado a la fuerza dentro del cartucho 144 de cojinete, un anillo de pista interior 148, ajustado a la fuerza sobre el eje 14 del rotor, y elementos rodantes 150 entre el anillo de pista interior 148 y el anillo de pista exterior 146. En esta realización, los elementos rodantes son rodillos cilíndricos y las pistas del anillo de pista interior 148 y del anillo de pista exterior 46 son cilíndricas. El anillo de pista interior 148 se apoya axialmente contra un hombro 152 del eje 14 del rotor.

Como se representa en la Figura 4, el cartucho 144 de cojinete se apoya axialmente contra un lado exterior 160 del protector 126 de cojinete y está provisto de un conjunto de varios, preferiblemente tres o más, orificios pasantes de montaje 162 distribuidos sobre la circunferencia del cartucho 144 de cojinete y que se extienden en una dirección paralela al eje de revolución 100. Los orificios pasantes de montaje 162 están alineados con los orificios pasantes intermedios del protector 126 de cojinete y con los orificios roscados 165 del anillo de obturación laberíntico fijo 128. Unos pernos de sujeción 166 se insertan en los orificios pasantes de montaje 162 del cartucho 144 de cojinete y se enroscan en los orificios roscados 164 del protector 126 de cojinete para sujetar el cartucho 144 de cojinete al protector 126 de cojinete.

El cartucho 144 de cojinete está provisto, además, de un conjunto de varios, preferiblemente tres o más, orificios pasantes 168 distribuidos sobre la circunferencia del cartucho 144 de cojinete, ilustrados en la Figura 5, que son paralelos al eje de revolución 100 y están alineados con unos orificios pasantes 170, 172 del conjunto de protector 124 de cojinete, en esta realización, a través del protector 126 de cojinete y del anillo de obturación laberíntico fijo 128. Estos orificios pasantes de holgura 168 se pueden alinear con unos orificios roscados 174 del rotor 14 cuando el rotor 14 está en una posición angular indexada con respecto al estator 12. Los orificios pasantes de holgura 168 tienen un diámetro mayor que los orificios pasantes 170, 172 del conjunto de protector de cojinete y que los orificios roscados 174 del rotor.

Un volumen de lubricación obturado 180 está formado entre los anillos de pista interior y exterior 48, 46, obturado en un extremo axial mediante el elemento de obturación laberíntico formado por el anillo de obturación laberíntico fijo 128 y el anillo de obturación laberíntico rotativo 134, y obturado en el extremo axial opuesto mediante el elemento de obturación laberíntico formado por el anillo de obturación laberíntico fijo 228, integral con el cartucho 144 de cojinete, y el anillo de obturación laberíntico rotativo 34. Este volumen de lubricación se puede llenar con un lubricante, preferiblemente grasa.

Para desmontar el primer conjunto 16 de cojinete del extremo que no es de accionamiento de la máquina eléctrica 10, primero es necesario desenroscar los pernos 78 y retirar la cubierta de cojinete exterior 76, que da acceso a los orificios pasantes de holgura 68 del cartucho 44 de cojinete y a los orificios pasantes de montaje 62 del cartucho 44 de cojinete.

El rotor 14 se hace rotar a la posición angular indexada y los pernos de bloqueo 82 se insertan en los orificios pasantes de holgura 68 (véase la Figura 2) y en los orificios pasantes 70, 72 del conjunto de protector 24 de cojinete. Los pernos de bloqueo 82 se enroscan en los orificios roscados 74 del rotor 14, hasta que una cabeza de perno cilíndrica 84 de los pernos de bloqueo 82 se apoya axialmente contra un borde 86 de los orificios pasantes 70 del protector 26 de cojinete, como se ilustra en la Figura 6.

Una vez que las cabezas de perno 84 de los pernos de bloqueo 82 llegan a los bordes 86 de los orificios pasantes 70 del protector 26 de cojinete, los vástagos de los pernos de bloqueo 82 están en contacto con las paredes interiores de los orificios pasantes 70, 72 del protector 24 de cojinete y del anillo de obturación laberíntico fijo 28, y aseguran una colocación centrada del rotor 14 con respecto al eje de revolución 100 independientemente del conjunto de cojinete 16. Los pernos de montaje 66 pueden, por lo tanto, desenroscarse al menos parcialmente para permitir un movimiento de traslación limitado del rotor 14 con respecto al estator 12.

Un apriete subsiguiente de los pernos de bloqueo 82 produce un movimiento de traslación del rotor 14 con respecto al estator 12 paralelamente al eje del perno de bloqueo, es decir, paralelamente al eje de revolución 100, hasta que se establece un contacto entre la cara de contacto 40 del conjunto de protector 24 de cojinete y una cara de contacto opuesta 42 del rotor 14, como se ilustra en la Figura 7. Esta traslación está guiada por el contacto radial entre los vástagos de los pernos de bloqueo 82 y las paredes interiores de los orificios pasantes 70, 72 del conjunto de protector 24 de cojinete, y/o por los cuerpos rodantes 50 y el anillo de pista interior 48. Una vez que se ha establecido el contacto entre las caras de contacto 40, 42, los pernos de bloqueo 82 se aprietan más hasta que los pernos de bloqueo 82, cargados a tracción, proporcionan la suficiente presión entre las caras de contacto 40, 42 y el rotor 14 queda bloqueado por el acoplamiento por rozamiento de las caras de contacto 40, 42. Es de destacar que no se produce contacto entre las nervaduras intercaladas 36, 38 del anillo de obturación laberíntico fijo y del anillo de obturación laberíntico móvil porque  $D2 < D1$ . De manera similar, no se produce contacto entre las nervaduras intercaladas 136, 138, 236, 238 de los anillos de obturación laberínticos fijos 128, 228 y los anillos de obturación laberínticos móviles 134, 234 porque  $D2 < D1$ . Durante el movimiento de traslación del rotor, el rodillo cilíndrico 150 se desliza sobre la pista del anillo de pista interior 148.

Si no se han retirado por completo al final de la etapa de la Figura 5, los pernos de montaje 66 se pueden desenroscar y quitar completamente, así como los pernos 58. El cartucho 76 de cojinete, el anillo de pista exterior 46 y los cuerpos rodantes 50 se pueden retirar antes de insertar un extractor de anillos para llegar a la cara de extremo distante del anillo interior 48 y tirar del anillo interior 48.

Para desmontar el segundo conjunto de cojinete 116 del extremo de accionamiento de la máquina eléctrica 10, primero es necesario desenroscar los pernos 78 y retirar la cubierta de cojinete exterior 76 del extremo que no es de accionamiento de la máquina eléctrica 10, como se ilustra en la Figura 9, que da acceso a los orificios pasantes de holgura 68 del cartucho 44 de cojinete y a los orificios pasantes de montaje 62 del cartucho 44 de cojinete.

El rotor 14 se hace rotar a la posición angular indexada y, opcionalmente, una varilla de indexación roscada 90 se inserta en los orificios pasantes de holgura 68 y en los orificios pasantes 70, 72 del conjunto de protector 24 de cojinete, y se enrosca en los orificios roscados 74 del rotor 14, como se ilustra en la Figura 9.

5 Una vez que la varilla de indexación 90 está en su lugar, los vástagos de la varilla de indexación 90 están en contacto con las paredes interiores de los orificios pasantes 70, 72 del protector 24 de cojinete y con el anillo de obturación laberíntico fijo 28, y aseguran una colocación centrada del rotor 14 con respecto al eje de revolución 10 independientemente del conjunto de cojinete 16. Los pernos de montaje 66 pueden, por lo tanto, ser desenroscados al menos parcialmente para permitir un movimiento de traslación limitado del rotor 14 con respecto al estator 12.

10 Una vez que se han completado estas etapas preliminares en el extremo que no es de accionamiento de la máquina eléctrica 10, puede comenzar el funcionamiento real en el extremo de accionamiento. Unos pernos de bloqueo 182 son insertados en los orificios pasantes de holgura 168 y en los orificios pasantes 170, 172 del conjunto de protector 124 de cojinete, y enroscados en los orificios roscados 174 del rotor 14, hasta que una cabeza de perno cilíndrica 184 de los pernos de bloqueo 182 se apoya axialmente contra un borde 186 de los orificios pasantes 170 del protector 126 de cojinete, como se ilustra en la Figura 9.

15 Una vez que las cabezas de perno 184 de los pernos de bloqueo 182 han llegado a los bordes 186 de los agujeros pasantes 170 del protector 126 de cojinete, los vástagos de los pernos de bloqueo 182 están en contacto con las paredes interiores de los orificios pasantes 170, 172 del protector 124 de cojinete y del anillo de obturación laberíntico fijo 128, y aseguran una colocación centrada del rotor 14 con respecto al eje de revolución 10 independientemente del conjunto 116 de cojinete. Los pernos de montaje 166 pueden, por lo tanto, desenroscarse al menos parcialmente para permitir un movimiento de traslación limitado del rotor 14 con respecto al estator 12.

20 El apriete posterior de los pernos de bloqueo 182 produce un movimiento de traslación del rotor 14 con respecto al estator 12 paralelamente al eje del perno de bloqueo, es decir, paralelamente al eje de revolución 100, hasta que se establece un contacto entre la cara de contacto 140 del conjunto de protector 124 de cojinete y una cara de contacto opuesta 142 del rotor 14, como se ilustra en la Figura 10. Esta traslación está guiada por el contacto radial entre los vástagos de los pernos de bloqueo 182 y las paredes interiores de los orificios pasantes 170, 172 del conjunto de protector 124 de cojinete y/o por los cuerpos rodantes 150 y el anillo de pista interior 148. Una vez que se ha establecido el contacto entre las caras de contacto 140, 142, los pernos de bloqueo 182 se aprietan más hasta que los pernos de bloqueo 182, cargados a tracción, proporcionan suficiente presión entre las caras de contacto 140, 142 y el rotor 14 queda bloqueado por el acoplamiento por rozamiento de las caras de contacto 140, 142. Es de destacar que no se produce contacto entre las nervaduras intercaladas 136, 138, 236, 238 del anillo de obturación laberíntico fijo y del anillo de obturación laberíntico móvil, debido a los anillos de obturación laberínticos fijos 128, 228 y a los anillos de obturación laberínticos móviles 134, 234, porque  $D_{12} < D_{11}$ . Es de destacar que el conjunto de cojinete 16 del extremo que no es de accionamiento de la máquina eléctrica 10 se mueve con el rotor 14 y con la arandela de empuje 54 y empuja el anillo de obturación laberíntico fijo 28 en alejamiento del protector 26 de cojinete, al tiempo que la posición angular relativa entre ambas partes se mantiene mediante la varilla de indexación 90. El anillo de obturación laberíntico móvil 223 puede entonces extraerse como se muestra en la Figura 9, y el cartucho 176 de cojinete, el anillo de pista exterior 146 y los cuerpos rodantes 150 se pueden retirar antes de insertar un extractor de anillos para llegar a la cara de extremo distante del anillo interior 148 y tirar del anillo de pista interior 148.

30 Los protectores 26, 126 de cojinete son preferiblemente metálicos. Los anillos de obturación laberínticos fijos 28, 128, 228 están hechos, preferiblemente, de un material aislante eléctrico, de modo que no se genere ningún camino eléctrico cuando las superficies de contacto 40, 42, 140, 142 se tocan entre sí.

35 Como variante, el apriete subsiguiente de los pernos de bloqueo 82 después de la etapa de la Figura 4 puede provocar una deformación elástica del protector 26 de cojinete, lo que resulta en un contacto entre las caras de contacto 40, 42 sin traslación del rotor 14 con respecto al estator 12. Alternativamente, puede producirse una deformación de la placa de presión del rotor en la que están situados los agujeros roscados 74.

40 Se puede conservar una holgura entre los vástagos de los pernos de bloqueo 82 y los agujeros pasantes 70, 72 del protector 24 de cojinete y del anillo de obturación laberíntico fijo 28, en cuyo caso la colocación centrada del rotor 14 con respecto al eje de revolución 10 cuando se retiran los pernos de montaje 66 viene proporcionada por el conjunto del cojinete 16.

50

**REIVINDICACIONES**

1. Una máquina eléctrica (10) que comprende:

- un estator (12), que comprende un conjunto de protector (24, 124) de cojinete que comprende un protector (26, 126) de cojinete y un anillo de obturación laberíntico fijo (28, 128) que tiene una superficie laberíntica tortuosa (36, 136),

5 - un rotor (14) rotativo alrededor de un eje de revolución (100) con respecto al estator (12), comprendiendo el rotor (14) un eje (32) de rotor y un anillo de obturación laberíntico rotativo (34, 134) montado en el eje (14) del rotor, teniendo el anillo de obturación laberíntico rotativo (34, 134) una superficie laberíntica tortuosa (38, 138) orientada hacia la superficie laberíntica tortuosa (36, 136) del anillo de obturación laberíntico fijo (28, 128) a una primera distancia axial mínima (D1, D11) de la superficie laberíntica tortuosa (36, 136) del anillo de obturación laberíntico fijo (28, 128), para  
10 formar un laberinto anular entre la superficie laberíntica tortuosa (36, 136) del anillo de obturación laberíntico fijo (28, 128) y la superficie laberíntica tortuosa (38, 138) del anillo de obturación laberíntico rotativo (34, 134), y

- un conjunto de cojinete (16, 116), montado de forma liberable entre el conjunto de protector (24, 124) de cojinete y el eje (32) del rotor, para guiar un movimiento de rotación del rotor (14) con respecto al estator (12) alrededor del eje de revolución (100),

15 caracterizada por que el conjunto de protector (24, 124) de cojinete está provisto de una cara de contacto fija (40, 140) y el rotor (14) comprende, además, una cara de contacto opuesta (42, 142) orientada axialmente hacia la cara de contacto fija (40, 140) del conjunto de protector (24, 124) de cojinete a una segunda distancia axial (D2, D12) de la cara de contacto fija (40, 140) del conjunto de protector (24, 124) de cojinete, siendo la segunda distancia axial (D2, D12) más corta que la primera distancia axial mínima (D1, D11).

20 2. La máquina eléctrica (10) de acuerdo con la reivindicación 1, en la que el conjunto de cojinete (16, 116) comprende un cartucho (44, 144) de cojinete, un anillo de pista exterior (46, 146) montado en el cartucho (44, 144) de cojinete, y un anillo de pista interior (48, 148) montado en el eje (32) del rotor.

3. La máquina eléctrica (10) de acuerdo con la reivindicación 2, en la que el cartucho (44, 144) de cojinete está provisto de orificios pasantes de montaje (62, 162) paralelos al eje de revolución (100) y alineados con orificios roscados (65, 165) del conjunto de protector (24, 124) de cojinete, comprendiendo el conjunto de cojinete (16, 116) pernos de sujeción (66, 166) insertados en los orificios pasantes de montaje (62, 162) del cartucho (44, 144) de cojinete y enroscados en los orificios roscados (65, 165) del conjunto de protector (24, 124) de cojinete para sujetar el cartucho (44, 144) de cojinete al conjunto de protector (24, 124) de cojinete.  
25

4. La máquina eléctrica (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 3, en la que el cartucho (44, 144) de cojinete está provisto de orificios pasantes de holgura (68, 168), que son paralelos al eje de revolución (100) y están alineados con orificios pasantes (70, 72, 170, 172) del conjunto de protector (24, 124) de cojinete, y que se pueden alinear con orificios roscados (74, 174) del rotor (14) en una posición angular indexada del rotor (14) con respecto al estator (12), de manera que los orificios pasantes de holgura (68, 168) tienen un diámetro mayor que los orificios pasantes (70, 72, 170, 172) del conjunto de protector de cojinete y que los orificios roscados (74, 174) del rotor (14), de modo que, en la posición angular indexada, los pernos de bloqueo (82, 182) se pueden insertar en los orificios pasantes de holgura (68, 168) y en los orificios pasantes (70, 72, 170, 172) del conjunto de protector (24, 124) de cojinete, y enroscarse en los orificios roscados (74, 174) del rotor (14) de manera que una cabeza de perno cilíndrica (84) de los pernos de bloqueo (82) se apoye axialmente contra un borde de los orificios pasantes (70, 72, 170, 172) del conjunto de protector (24) de cojinete.  
30  
35

5. La máquina eléctrica (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, que comprende, además, una arandela de empuje (54) fijada de forma liberable en un extremo del eje (32) del rotor de manera que se apoya axialmente contra el anillo de pista interior (48) del conjunto de cojinete (16).  
40

6. La máquina eléctrica (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 5, en la que el conjunto de cojinete (10) comprende elementos rodantes (50, 150) entre el anillo de pista exterior (46, 146) y el anillo de pista interior (48, 148).  
45

7. La máquina eléctrica (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 6, en la que está formado un espacio de cojinete interior (80, 180) lleno de lubricante, entre el anillo de pista interior (48, 148) y el anillo de pista exterior (50, 150), y obturado por el laberinto anular formado entre el anillo de obturación laberíntico fijo (28, 128) y el anillo de obturación laberíntico rotativo (34, 134).

8. La máquina eléctrica (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 7, que comprende, además, una cubierta de cojinete exterior (76) fijada de forma liberable al conjunto de protector (24) de cojinete.  
50

9. La máquina eléctrica (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la cara de contacto fija (40, 140) está hecha de un material aislante eléctrico.

10. La máquina eléctrica (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la cara de contacto opuesta (42, 142) está hecha de un material aislante eléctrico.
11. La máquina eléctrica de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en la que la cara de contacto fija (40, 140) está hecha de una sola pieza con el anillo de obturación laberíntico fijo (28, 128).
- 5 12. La máquina eléctrica de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en la que la cara de contacto fija (40, 140) está formada en el protector (26, 126) de cojinete.
13. La máquina eléctrica (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la cara de contacto fija (40, 140) incluye al menos una porción plana que está orientada de cara a una porción plana de la cara de contacto opuesta (42, 142) a dicha segunda distancia axial.
- 10 14. La máquina eléctrica (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el anillo de obturación laberíntico fijo (28, 128) y el anillo de obturación laberíntico rotativo (34, 134) están provistos de nervaduras tubulares intercaladas (36, 38, 136, 138) alineadas con el eje de revolución (100), estando formado el laberinto por un espacio anular continuo entre dichas nervaduras tubulares intercaladas (36, 38, 136, 138).
- 15 15. La máquina eléctrica (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, de manera que la máquina eléctrica (10) es un motor de accionamiento de un vehículo ferroviario.

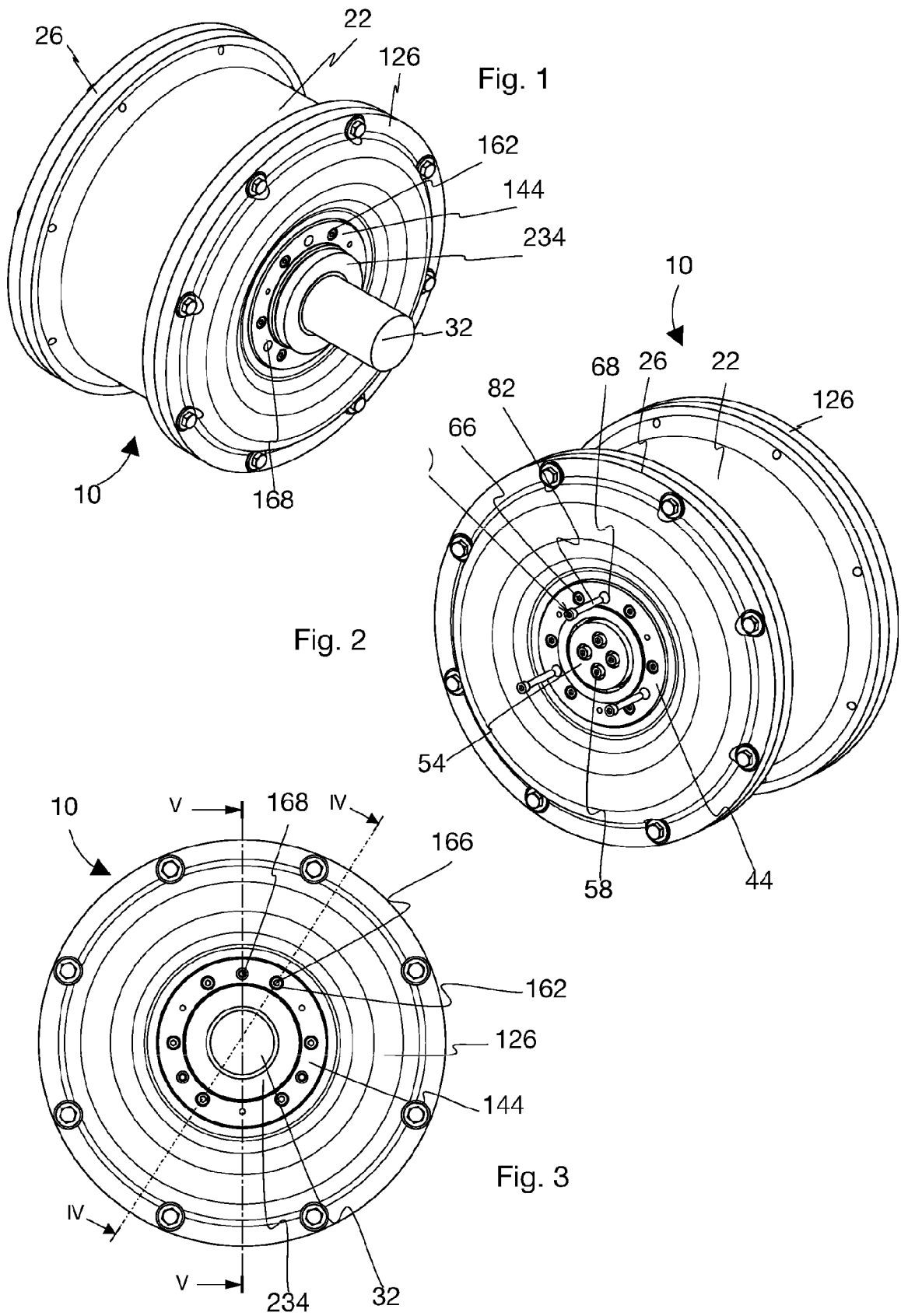


Fig. 4

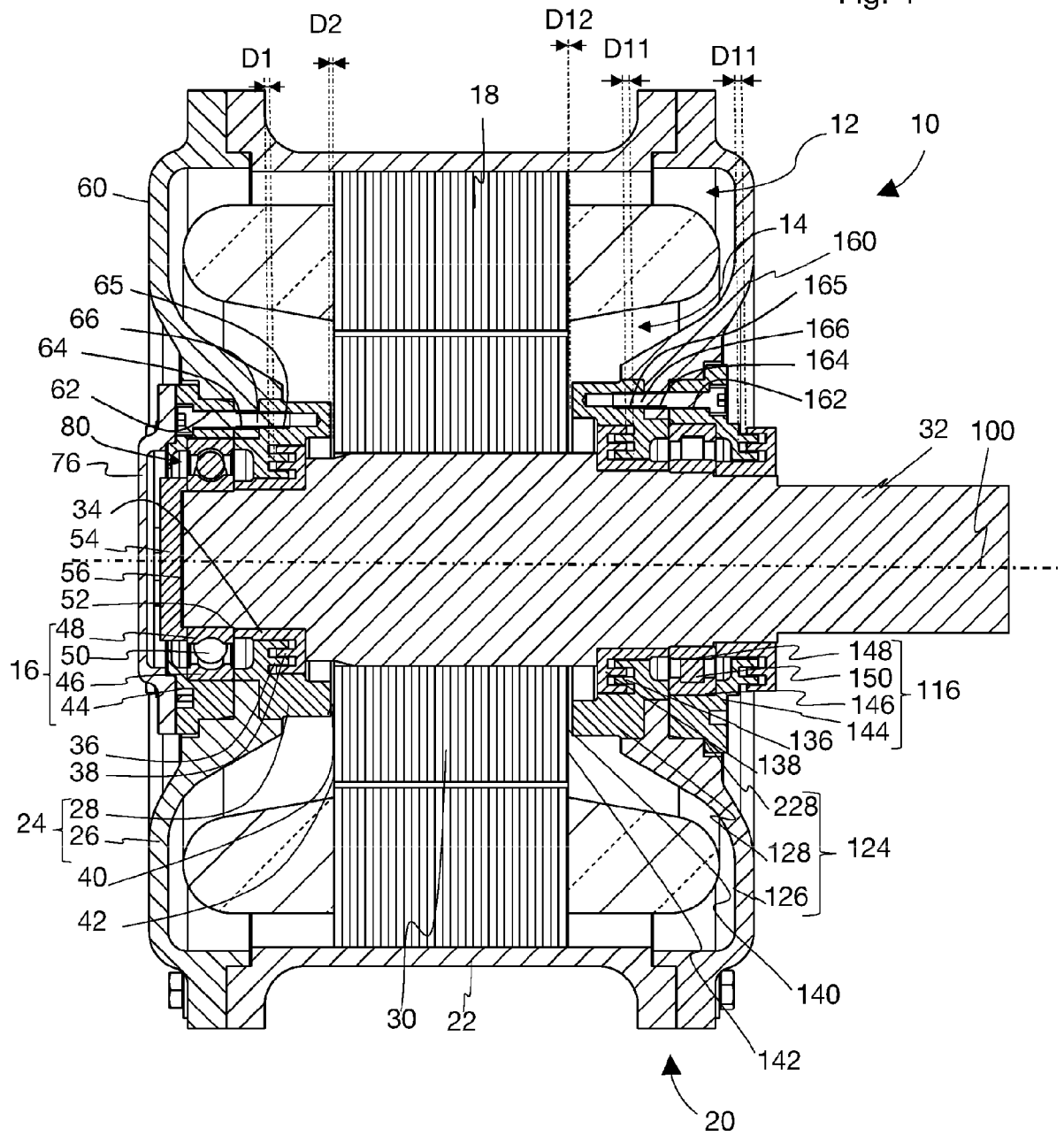


Fig. 5

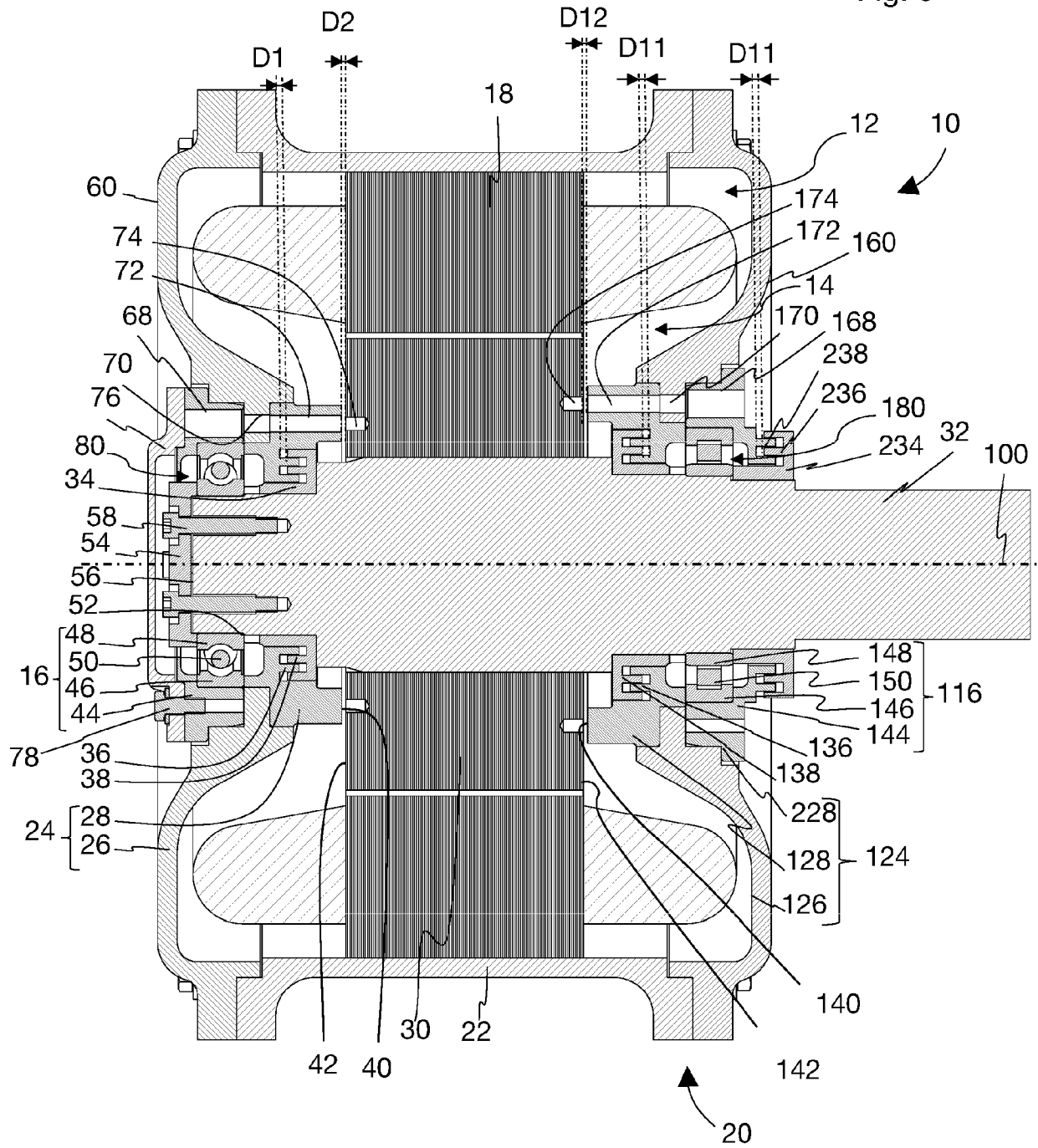


Fig. 6

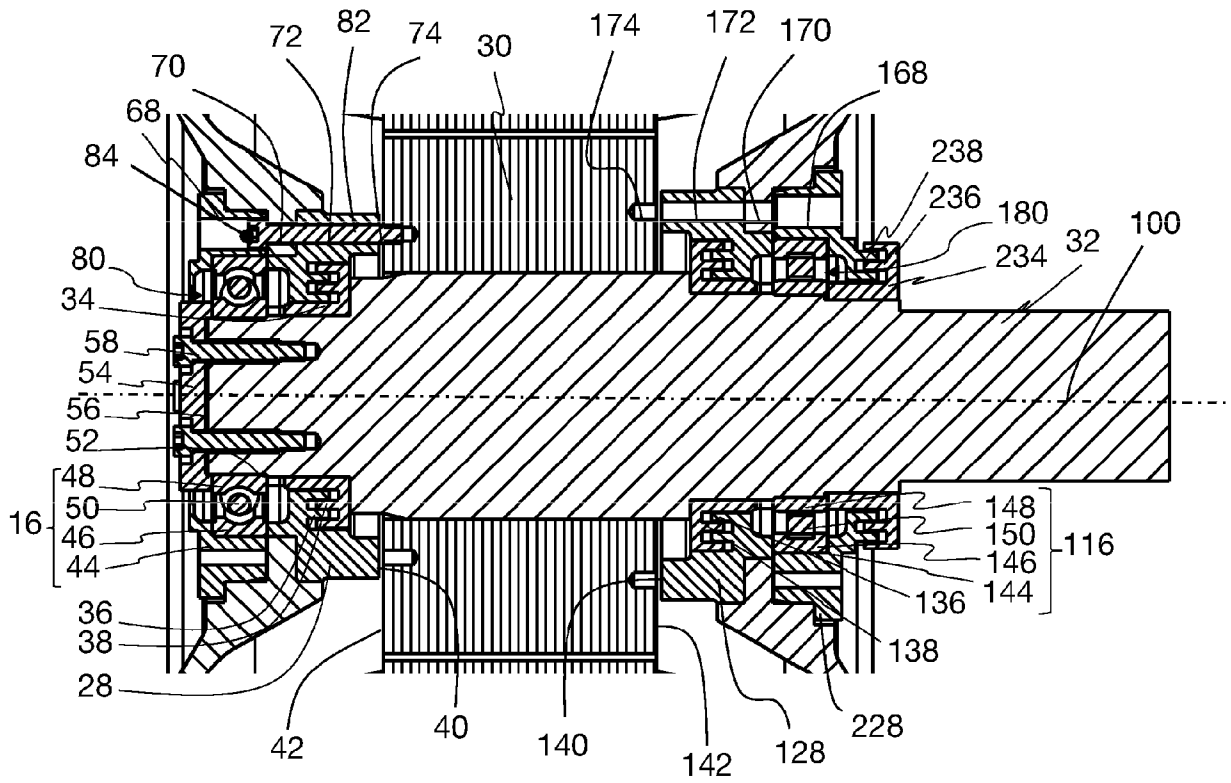
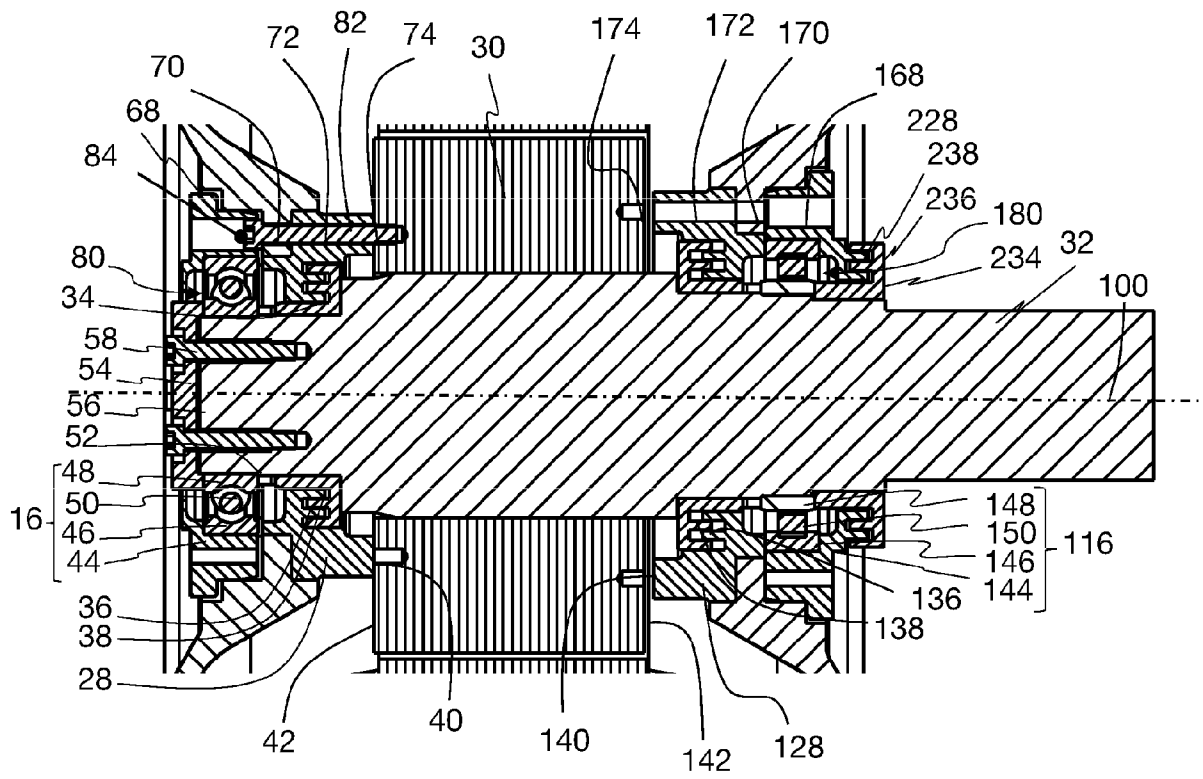


Fig. 7



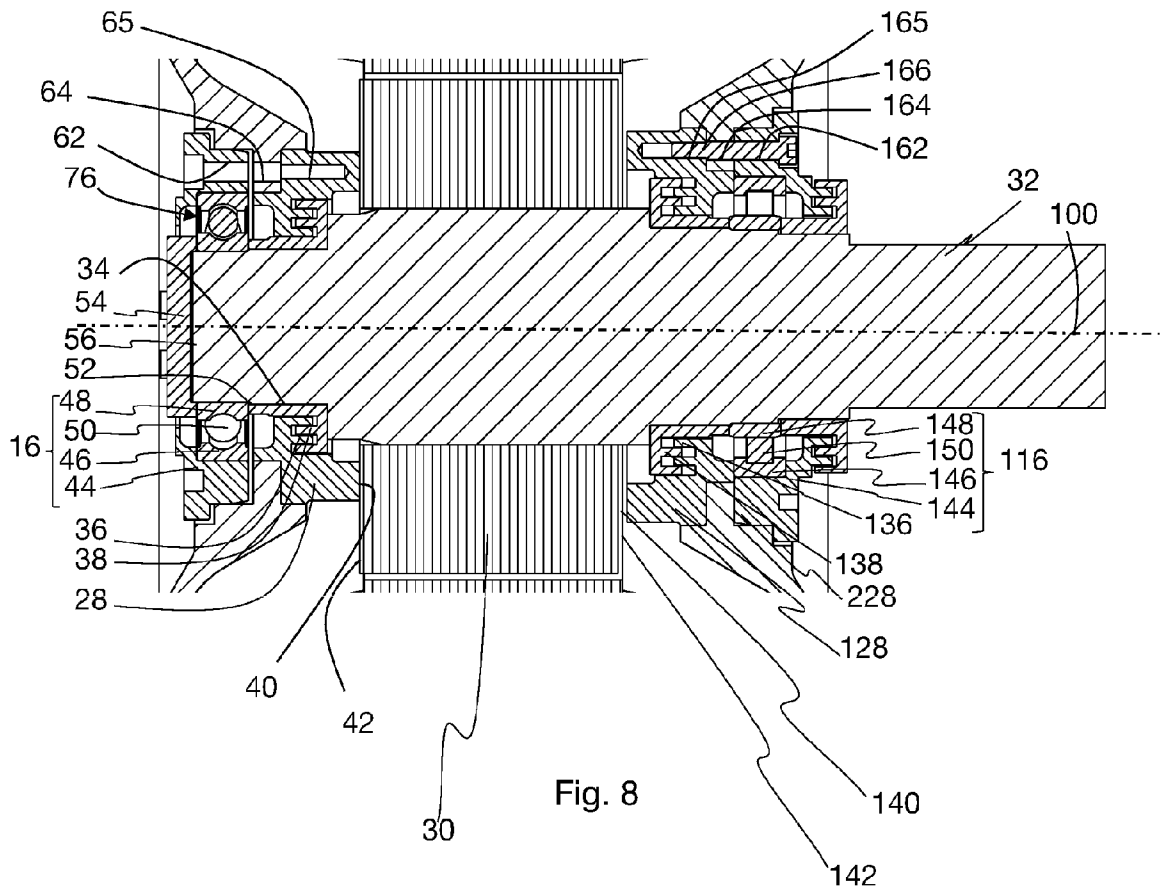


Fig. 8

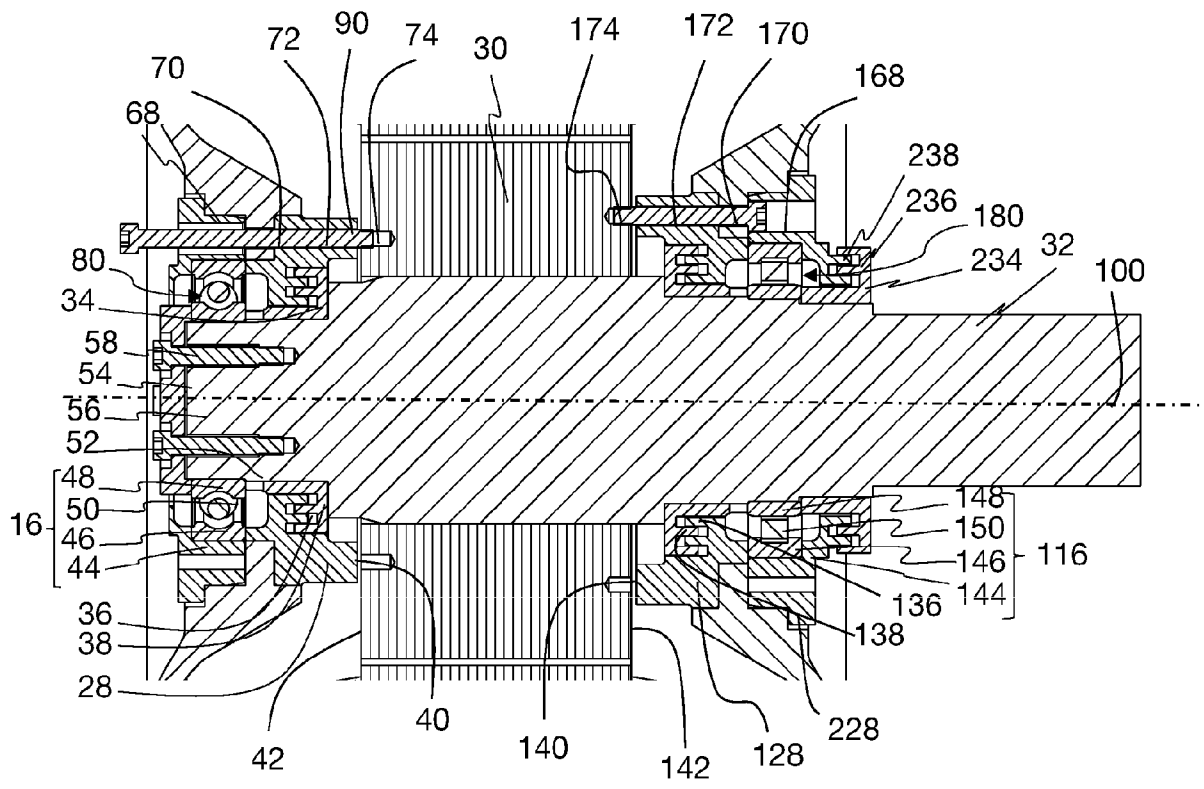


Fig. 9

