

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 393 617**

51 Int. Cl.:  
**H02K 16/04** (2006.01)  
**H02K 1/14** (2006.01)  
**H02K 1/27** (2006.01)  
**H02K 21/12** (2006.01)

12

### TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **09741459 .3**  
96 Fecha de presentación: **25.08.2009**  
97 Número de publicación de la solicitud: **2321890**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **18.05.2011**

54 Título: **Máquina eléctrica rotativa**

30 Prioridad:  
**03.09.2008 IT FA20080167**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**26.12.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**26.12.2012**

73 Titular/es:  
**LISI, RENZO (50.0%)**  
**Via Meazza 32**  
**50195 Carmignano (PO), IT y**  
**LENZI, LEONARDO (50.0%)**

72 Inventor/es:  
**LIZI, RENZO y**  
**LENZI, LEONARDO**

74 Agente/Representante:  
**TORO GORDILLO, Francisco Javier**

ES 2 393 617 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 rotativa

5 La presente invención se refiere a una máquina eléctrica rotativa.

En particular, la presente invención se refiere ventajosamente a la producción de máquinas tales como generadores eléctricos y motores síncronos multifase.

10 Se sabe que, desde un punto de vista constructivo, las máquinas rotatorias eléctricas consisten básicamente en dos elementos, uno que es capaz de girar alrededor de un eje de la máquina y el otro que es fijo, respectivamente llamado rotor y estator. También se sabe que, en una máquina sincrónica, la velocidad angular del rotor está estrictamente vinculada con la frecuencia de la tensión alterna producida o aplicada, dependiendo de si la máquina funciona como un generador o un motor, y los campos de inducción y e inducido giran en sincronismo sin deslizamiento. Un ejemplo de una máquina convencional se describe en el documento WO 93/15547.

15 La presente invención se refiere a una máquina del tipo descrito anteriormente y su propósito principal es permitir la realización de máquinas eléctricas rotativas, tales como generadores de alto rendimiento y motores síncronos multifase. Otro objetivo de la presente invención es simplificar el montaje de máquinas eléctricas rotativas con particular referencia a la realización del rotor y del estator. Otro objetivo de la presente invención es proponer una máquina eléctrica rotativa que, gracias a su simplicidad constructiva, sea particularmente fiable.

20 Estos resultados se han logrado de acuerdo con la presente invención mediante la adopción de la idea de hacer una máquina que tenga las características descritas en la reivindicación 1. Otras características de la presente invención son el objeto de las reivindicaciones dependientes.

25 Una máquina eléctrica de acuerdo con la presente invención presenta una alta eficiencia, a pesar de su simplicidad estructural relativa. Además, una máquina eléctrica de acuerdo con la presente invención está estructurada para montarse en un tiempo muy corto y con mayor facilidad que las máquinas convencionales, que se refleja positivamente en los costes de fabricación de la máquina, con particular referencia a la realización del rotor y del estator.

30 Cada técnico que trabaja en este campo comprenderá mejor estas ventajas y ventajas adicionales y características de la presente invención gracias a la siguiente descripción y a los dibujos adjuntos, dados como un ejemplo de la invención, pero no considerados en un sentido limitativo, en los que:

35 La figura 1A muestra una vista esquemática en despiece en perspectiva de una máquina eléctrica de acuerdo con la presente invención, en la que algunas partes de que no se muestran para destacar mejor otras partes;

40 La figura 2 muestra esquemáticamente una etapa de montaje sobre el montaje del núcleo del estator interno en un cubo de soporte;

45 La figura 1C muestra una vista en perspectiva esquemática de una máquina eléctrica de acuerdo con la presente invención;

La figura 1D muestra una vista frontal esquemática de la máquina mostrada en la figura 1C;

La figura 1E muestra una vista en sección a lo largo de la línea A-A de la figura 1D;

50 Las figuras 2 y 3 muestran esquemáticamente la disposición relativa de dos láminas del núcleo del estator interno y externo de acuerdo con una posible realización;

55 Las figuras 4A y 4B son diagramas que muestran la relación dimensional entre los dientes y la corona de las láminas del núcleo del estator;

La figura 5 muestra una vista esquemática en perspectiva del inductor;

La figura 6 muestra una vista frontal del inductor que se muestra en la figura 5;

60 Las figuras 7A-7G muestran esquemáticamente un procedimiento de montaje para el rotor de una máquina según la presente invención;

65 La figura 8 muestra esquemáticamente la disposición de los imanes del rotor respecto a las láminas del núcleo del rotor interno y externo, donde la lámina interna es girada en 6° para destacar mejor la relación dimensional entre el diente D1 y el diente D2;

La figura 9 muestra esquemáticamente un imán del rotor;

La figura 10 muestra una vista en despiece del grupo del estator interno que presenta sólo algunas de las bobinas asociadas con el núcleo del estator interno;

5 La figura 11 muestra una vista en despiece de los grupos de estator interno y externo en la que, por razones de simplicidad, las bobinas no han sido mostradas;

La figura 12 muestra esquemáticamente una etapa de conexión de los dos grupos del estator;

10 La figura 13 muestra el conjunto de los dos grupos de estator unidos;

La figura 14 muestra esquemáticamente una fase de montaje de la presente máquina con la inserción del rotor entre los dos grupos del estator.

15 La figura 1A muestra un inductor anular del rotor (1) provisto de una pluralidad de imanes permanentes (2), tal como se describe más adelante, y el estator, que comprende dos núcleos de láminas (S1, S2) colocadas coaxialmente al inductor (1), uno en el interior y el otro en el exterior del inductor, que se definen como "núcleo del estator interno" y "núcleo del estator externo" a continuación en la siguiente descripción. De manera similar, las láminas del núcleo del estator interno se definen como "láminas internas" y las del núcleo del estator externo se definen como "láminas externas".

20 La figura 1A muestra un cubo (3) en la que el núcleo del estator interno (S1) está anclado y a través del cual pasa el eje (4) de la máquina, tal como se describe más adelante. Además, la figura 1A muestra un separador anular (5) proporcionado detrás del núcleo del estator externo (S2) y una cubierta de protección (6) montado detrás del separador (5). Dicho separador permite el montaje de dicha cubierta (6) sin interferir con el inductor (1). En el lado opuesto se proporciona una brida (7) que, en cooperación con dicho separador anular (5), se aprieta y sujeta el núcleo del estator externo (S2). Para este fin, se utilizan una pluralidad de pernos (8) y dichos pernos pasan a través de orificios (60, 50, F2, 72) correspondientes proporcionados en los bordes periféricos de la cubierta (6), del separador (5), de los elementos (L2) que constituyen el núcleo del estator externo (S2), y de la brida (7). Dichos pernos (8) están orientados en paralelo al eje (X-X) de la máquina y están dispuestos con sus cabezas adyacentes a la brida (7) y con sus extremos frontales que sobresalen más allá de dicha cubierta (6), de manera que es posible enroscar correspondientes tuercas de apriete (80) en las mismas. La brida (7) dispone de una pluralidad de cavidades de iluminación (70) que, en el ejemplo mostrado en los dibujos adjuntos, están simétricamente dispuestas respecto al eje longitudinal de la propia brida (7). La cubierta (6), el separador (5), las láminas de los núcleos del estator internos y externos (S1, S2), el cubo (3) y la brida (7) son coaxiales con el eje (X-X) de la máquina.

25 El núcleo del estator interno (S1) se monta sobre el cubo (3). Dicho cubo, tal como se muestra en la figura 1B, dispone de una cabeza anular (30) en la que se proporcionan más orificios roscados (31) y una pluralidad de correspondientes pernos (32) pasan a través de dichos orificios roscados. Dichos pernos pasan también a través de correspondientes orificios (F1) de las láminas (L1) del estator interno y de un anillo (300) situado en el lado que está opuesto a dicha cabeza anular (30) respecto a las láminas (L1). De esta manera, el núcleo de las láminas internas (L1) es sólido con el cubo (3), estando dicho núcleo sujeto entre el anillo (300) y la cabeza anular (30) del cubo (3). Tal como se muestra en la figura 1C, la figura 1D y la figura 1E, los extremos delanteros de dicho pernos (32) sobresalen más allá de la cabeza (30) del cubo (3) para permitir la fijación de la brida (7) mencionada anteriormente. Dicha brida, de hecho, cuenta con una serie de orificios (71) dispuestos en su correspondiente borde interno y las partes frontales (320) de los pernos (32) pasan a través de dichos orificios. Correspondientes tuercas (33) se enroscan en las partes frontales (320) de los pernos (32) y sobresalen más allá de los orificios (71) de la brida (7); dichas tuercas bloquean la brida (7) en la cabeza anular (30) del cubo (3).

30 Cuando la máquina está montada, el cubo (3), el núcleo del estator interno (S1) y el anillo (300) son coaxiales con el eje (X-X) de la máquina.

35 Un escalón anular (35), cuya altura es igual a la profundidad de la abertura central de la brida (7), es decir, al espesor de la cara frontal de dicho brida, está previsto en el lado externo de la cabeza del cubo (3). Durante el montaje de los grupos del estator (tal como se muestra en la figura 12), dicho escalón anular (35) está colocado coaxialmente en la abertura central de la brida (7) que, por lo tanto, actúa como un elemento de guía y facilita las operaciones de montaje.

40 Dicho cubo (3) presenta una pluralidad de orificios longitudinales y radiales (34) que permiten el paso del aire dentro de la máquina y, como consecuencia, su refrigeración.

45 Las figuras 2 y 3 muestran dos láminas (L1, L2) de los núcleos del estator interno (S1) y externo (S2). Dichas láminas disponen de un perfil circular y están conformadas de manera que cada una de las mismas presenta una pluralidad de cavidades radiales (C1, C2). Más precisamente, cada lámina (L1) del núcleo del estator interno dispone de una pluralidad de cavidades externas radiales (C1), es decir, previstas en el lado externo de la lámina, y

así girado hacia una lámina (L2) correspondiente del estator del núcleo externo. Viceversa, cada lámina (L2) del núcleo del estator externo (S2) dispone de sus respectivas cavidades (C2) en el lado interno respectivo y, por lo tanto, girado hacia una lámina correspondiente (L1) del núcleo del estator interno (S1). Cada una de dichas cavidades (C1, C2) está lateralmente delimitada por dos dientes (D1, D2), que sobresalen radialmente desde una parte anular correspondiente (CR1, CR2). Los dientes (D1) de las láminas internas (L1) sobresalen centrífugamente hacia el exterior desde su correspondiente parte anular (CR1). Los dientes de las láminas externas (D2), en cambio, sobresalen de manera centrípeta hacia el interior de su correspondiente parte anular (CR2). Por lo tanto, dichos dientes (D1, D2) están dentro del espacio delimitado por las partes anulares (CR2, CR1) de las láminas (L1, L2). Los dientes (D1) de las láminas internas (L1) están alineados con la línea central de las cavidades (C2) de las láminas externas (L2) y, viceversa, los dientes (D2) de las láminas exteriores (L2) están alineados con la línea central de las cavidades (C1) de las láminas internas (L1). En la práctica, cada diente (D1, D2) se coloca delante de una cavidad (C2, C1) correspondiente.

El área de superficie de la planta de cada cavidad (C1) es igual al área de superficie de la planta de cada cavidad (C2).

Con referencia al ejemplo mostrado en la figura 2 y en la figura 3, el ángulo (d) entre dos dientes adyacentes de la lámina interna (L1) es igual a 12°, y el ángulo (g) entre el eje longitudinal de un diente (D1) de la lámina interna y el eje longitudinal de un diente (D2) de una lámina externa que delimita un lado de la cavidad opuesta (C2) es igual a 6°.

Las láminas internas (L1) disponen de una serie de muescas (R1) a lo largo de sus respectivos bordes internos que, cuando el núcleo del estator interno (1) está sobre el cubo (3), forman una serie de canales correspondientes entre la superficie del cubo (3) y el núcleo de estator interno para facilitar la circulación de aire y, como consecuencia, la refrigeración de la máquina, también para el suministro del radial (34) del cubo (3). De hecho, tal como se muestra esquemáticamente en las figuras 1A, 1B, 11 y 12, los canales formados por las muescas anteriores (R1) están sobre los orificios radiales (34) del cubo (3).

Con referencia a los diagramas de la figura 4A y de la figura 4B, en los que un diente (D1, D2) idealmente se muestra aislado de los otros dientes de la lámina (L1, L2) para destacar mejor la parte anular (CR1, CR2) de la lámina, el área de la parte anular es "n" veces mayor que el área del diente (D1, D2) donde "n" es el número de dientes (D1, D2). En otras palabras, si el área de la parte anular de una lámina (L1) o (L2) es "AC" y si el área de un diente correspondiente (D1) o (D2) es "DC",  $AC/DC = n$ . De acuerdo con el ejemplo mostrado en los dibujos,  $n = 30$ .

Cada diente (D1, D2) dispone de un vástago (G1, G2) para su conexión a la parte anular (CR1, CR2) de una respectiva lámina (L1, L2) y una porción de cabeza más grande (T1, T2). En otras palabras, cada diente (D1, D2) dispone de una expansión (T1, T2) en su extremo orientado hacia la lámina opuesta (L2, L1).

Las figuras 5 y 6 muestran la disposición anular de los imanes (2) del inductor (1). Preferentemente, dichos imanes son bloques de neodimio. Los imanes (2) están dispuestos de modo que sus respectivas polaridades (N, S) se alternan a lo largo del anillo que está así formado.

Además, los imanes (2) se colocan con su lado paralelo al eje largo (X-X) de la máquina.

Con referencia al ejemplo mostrado en la figura 5 y en la figura 6, el inductor (1) comprende diez pares polares, de manera que los imanes (2) de cada par polar están separados con un valor ( $\beta$ ) que es igual a 18°.

Las figuras 7A-7G muestran un posible procedimiento para el montaje del rotor (R) de una máquina según la presente invención:

- se proporciona una brida anular (9) provista de orificios angularmente equidistantes (91) sobre su borde externo;
- una varilla roscada (13) se introduce en cada uno de dichos orificios (91) y las varillas roscadas (13) se bloquean perpendicularmente a la brida (9) mediante correspondientes tuercas (92) colocadas en el lado externo de la brida (véase la figura 7A);
- a continuación (ver la figura 7B), un elemento (12) se monta sobre cada una de dichas varillas roscadas (13), el elemento (12) que consiste en un cuerpo que tiene una sección transversal en forma de "C" con una parte central plana con un orificio pasante (121) y dos brazos (122) en los lados opuestos de dicha parte central perforada que están perpendicularmente orientados y sobresalen bilateralmente de la misma parte perforada, de modo que la parte central del elemento (12) se apoya sobre el lado interno de la brida (9) con sus brazos (122) orientados hacia arriba;
- un separador tubular (11) (ver la figura 7C) posteriormente se coloca sobre cada una de las varillas roscadas (13);
- posteriormente, un elemento adicional (12) se coloca sobre cada una de las varillas roscadas (12), siendo dicho elemento idéntico al descrito anteriormente - pero sus brazos (122) se dirigen hacia abajo (ver la figura 7D) para formar una serie anular de guías que están orientadas perpendicularmente respecto a la brida;
- en este punto, (ver la figura 7E) los imanes (2) se introducen en las guías previamente formadas;

- ahora, en los lados externos de los elementos (12) situados sobre los separadores (11), una segunda brida (90) provista de una serie de orificios pasantes (93) se coloca de tal manera que a través de dichos orificios se hacen pasar los extremos delanteros de las varillas roscadas (13), a continuación, la segunda brida (90) se bloquea mediante una pluralidad de tuercas (94) correspondientes de modo que el anillo inductor (1) se sujeta entre la primera brida (9) y la segunda brida (90) tal como se muestra en la figura 7F.

Las bridas (9) y (90), los separadores (11) y los elementos (12) están hechos de material diamagnético.

Es posible utilizar, por ejemplo, una brida opuesta (100) situada frente a una de las bridas (9, 90) sólida con el inductor (1) para hacer el inductor (1) sólido con el eje (4) de la máquina.

En el ejemplo mostrado en la figura 7G y en la figura 1E dicha brida opuesta (100) se coloca detrás de la brida (9) y se hace sólida la misma mediante pernos (101) que pasan a través de orificios correspondientes previstos en la brida (9) y en la brida opuesta (100). Un operador (110) que se acopla con la superficie exterior del eje (4) está dispuesto en la abertura de la brida opuesta (100). De esta manera, la rotación del eje (4) provoca la rotación correspondiente del inductor (1).

Tal como se ilustra en la figura 1C, dos cojinetes (43) están interpuestos entre el eje (4) y el cubo (3). La figura 8 muestra la disposición de los imanes (2) respecto a las láminas (L1, L2) de los núcleos del estator interno y externo.

En la práctica, los imanes (2) se mueven entre las expansiones (T1, T2) de los dientes (D1, D2) de las láminas (L1, L2) que forman los núcleos del estator interno y externo (S2).

Los imanes pueden ser paralelepípedos de neodimio (1) cuyos parámetros dimensionales (W2, H2, P2) se indican esquemáticamente en la figura 9.

La distancia radial (DR) entre las expansiones (T1, T2) de dos dientes enfrentados (D1, D2) de las láminas (L1, L2) es igual al espesor (H2) de los imanes (2) aumentado en un valor predeterminado (por ejemplo, 4 mm).

La anchura (LG1) de los vástagos (G1) de los dientes (D1) de las láminas internas (L1) es preferentemente igual al 30% de la anchura (W2) de los imanes (2) y la anchura (LT1) de sus respectivas expansiones (T1) es igual al 40% de dicha anchura (W2).

La anchura (LG2) de los vástagos (G2) de los dientes (D2) de las láminas externas (L2) es básicamente igual a la anchura (LT1) de las expansiones (T1) de los dientes (D1) de las láminas internas (LG2 ≈ LT1). El valor "LG2" respecto a un diente (D2) también puede determinarse gracias a la construcción gráfica indicada en el diagrama de la figura 8: dos radios (ri, re) que pasan a través de los bordes laterales de la expansión (T1) del respectivo diente (D1) se extraen de la centro común de las láminas y, dado el espesor (H2) de los imanes (2), es decir, dada la distancia (DR) mencionada anteriormente, el valor "LG2" se define en consecuencia mediante la cuerda del arco circular delimitado por dichos radios (ri, re), siendo el radio de dicho arco circular  $R = R1 + DR$ , donde R1 es el radio de la circunferencia a lo largo de la cual están dispuestas las expansiones (T1) de las láminas internas (L1). La anchura (LT2) de las expansiones (T2) se puede fijar en el 110% del valor "LG2". El valor "R1" se determina a partir del radio medio (RM) del inductor (1) y de la distancia (DR) entre las expansiones de los dientes (D1) y (D2):  $R1 = RM - 1/2DR$ .

Además, el paso (P) entre los dos imanes consecutivos (2), medido entre sus respectivos bordes inferiores enfrentados, preferiblemente, tiene un valor del 65% al 70% de la anchura (W2) de los imanes.

Se han realizado pruebas experimentales mediante el uso de imanes de neodimio (2) en forma de paralelepípedo cuya anchura (W2) es igual a 20 mm, cuyo espesor (H2) es igual a 10 mm y cuya longitud (P2) es igual a 50 mm, y los valores de dichos parámetros (DR) y (P) son, respectivamente, 14 mm y 13,5 mm. Este valor del paso (P) corresponde al 67,5% de la anchura (W2) de los imanes. El inductor (1) utilizado en las pruebas experimentales tenía un radio medio (RM) de 110,35 mm.

Tal como se ha dicho anteriormente, el núcleo formado por las láminas internas (L1) es sólido con el cubo (3) gracias al hecho de que está bloqueado entre el anillo (300) y la cabeza anular (30) del cubo. Una vez que esta operación se ha llevado a cabo, las bobinas (B1) están colocadas en las cavidades delimitadas por los dientes de las láminas internas (L1). Dichas bobinas están dispuestas con sus respectivos flancos en los espacios entre los dientes de las láminas del núcleo del estator (S1), entonces una placa (por ejemplo, una placa de fibra de vidrio) se inserta entre la parte superior de las bobinas (B1) y las expansiones (T1) de los dientes (D1) para bloquear definitivamente las bobinas. Dentro de dichos espacios están los flancos de dos bobinas adyacentes (B1).

De manera similar, se puede proceder para el núcleo del estator externo (S1), que está encerrado entre la brida (7) y el anillo (5). El posicionamiento y el bloqueo de las correspondientes bobinas (B2) se lleva a cabo tal como se describe para las bobinas (B1) y el núcleo del estator interno (S1).

Tal como se ilustra en la figura 14, una vez que se han colocado las dos unidades del estator, el rotor (R) se coloca entre dichas unidades y la cubierta (6) se aplica y se fija sobre la parte posterior del rotor (R) mediante tuercas apretadas en los extremos de los pernos (8) que sobresalen más allá de los orificios (60) de la cubierta (6).

- 5 A partir de la descripción anterior es evidente que la dispersión del flujo magnético se reduce al mínimo, mediante la formación de la unidad del estator con dos grupos (S1, S2) que están situados por encima y por debajo de los imanes (2) incluidos en la unidad del rotor (R). La simplicidad constructiva particular de la máquina es también evidente.
- 10 Se señala que el término "inductor" se ha utilizado bajo la hipótesis de un funcionamiento de la máquina como un generador eléctrico. Este término, sin embargo, no debe considerarse en un sentido limitativo, ya que la presente invención también puede emplearse en la realización de motores eléctricos. Aunque la forma de aparato aquí descrito constituye una realización preferida de esta invención, se ha de entender que la invención no se limita a las realizaciones descritas, sino que, por el contrario, está pensada para cubrir diversas modificaciones y disposiciones equivalentes incluidas dentro del alcance de la invención, que se define en las reivindicaciones adjuntas.
- 15

**REIVINDICACIONES**

1. Máquina eléctrica que comprende un rotor (R) con un eje (4) que tiene un eje longitudinal (X-X) y un estator (S1; S2) que incluye dos unidades del estator dispuestas coaxialmente una dentro y la otra fuera del rotor (R), en la que la unidad interna del estator (S1) está constituida por una pluralidad de láminas superpuestas (L1) que tienen una parte anular (CR1) desde la cual una pluralidad de dientes (D1) emergen radialmente y centrífugamente, en la que la unidad externa del estator (S2) está constituida por una pluralidad de láminas superpuestas (L2) que tienen una parte anular (CR2) desde la cual una pluralidad de dientes (D2) emergen radialmente y centripetamente, en la que cada uno de dichos dientes (D1, D2) tiene una porción de pata (G1, G2) que lo conecta con la respectiva parte anular (CR1, CR2) y una porción de cabeza ampliada (T1, T2), en la que dicho rotor (R) comprende un anillo del rotor (1) formado por una pluralidad de imanes permanentes paralelepípedos (2) que tienen una anchura, una altura y una longitud (W2, H2, P2) predeterminadas, caracterizada porque:
- la anchura (LG1) de los dientes de la unidad interna del estator (S1) es  $LG1 = 30\% W2$ ;
  - la anchura (LT1) de la porción de cabeza ampliada (T1) de los dientes de la unidad interna del estator (S1) es  $LT1 = 40\% W2$ ;
  - la anchura (LG2) de los dientes (D2) de la unidad externa del estator (S2) es igual a la cuerda de un arco de círculo delimitado por dos radios ( $r_i, r_e$ ) tangentes a los bordes de la cabeza ampliada (T1) de un diente (D1) de la unidad interna del estator (S1), siendo el radio de dicho arco de círculo  $R = R1 + RD$ , en el que  $R1 = RM - 1/2DR$ , RM es el radio promedio del anillo del rotor (1) y DR es la distancia radial entre las porciones de cabeza ampliada (T1, T2) de dichos dientes (D1, D2);
  - la anchura (LT2) de la porción de cabeza ampliada (T2) de los dientes de la unidad externa del estator (S2) es  $LT2 = 110\% LG2$ .
2. Máquina eléctrica según la reivindicación 1, caracterizada porque  $DR = H2 + 4$  mm.
3. Máquina eléctrica según la reivindicación 1, en la que cada uno de los imanes permanentes (2) del anillo del rotor (1) tiene un borde inferior opuesto al borde inferior de un imán permanente adyacente (2), caracterizada porque la distancia entre los bordes inferiores de los imanes adyacentes está comprendida entre el 65% y el 70% de la anchura (W2) de dichos imanes permanentes (2).
4. Máquina eléctrica según la reivindicación 3, caracterizada porque dicha distancia (P) es el 67,5% de dicha anchura (W2).
5. Máquina eléctrica según una o más de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque  $W2 = 20$  mm,  $H2 = 10$  mm,  $P2 = 50$  mm,  $DR = 14$ mm,  $RM = 110,35$  mm y  $P = 13,5$  mm.

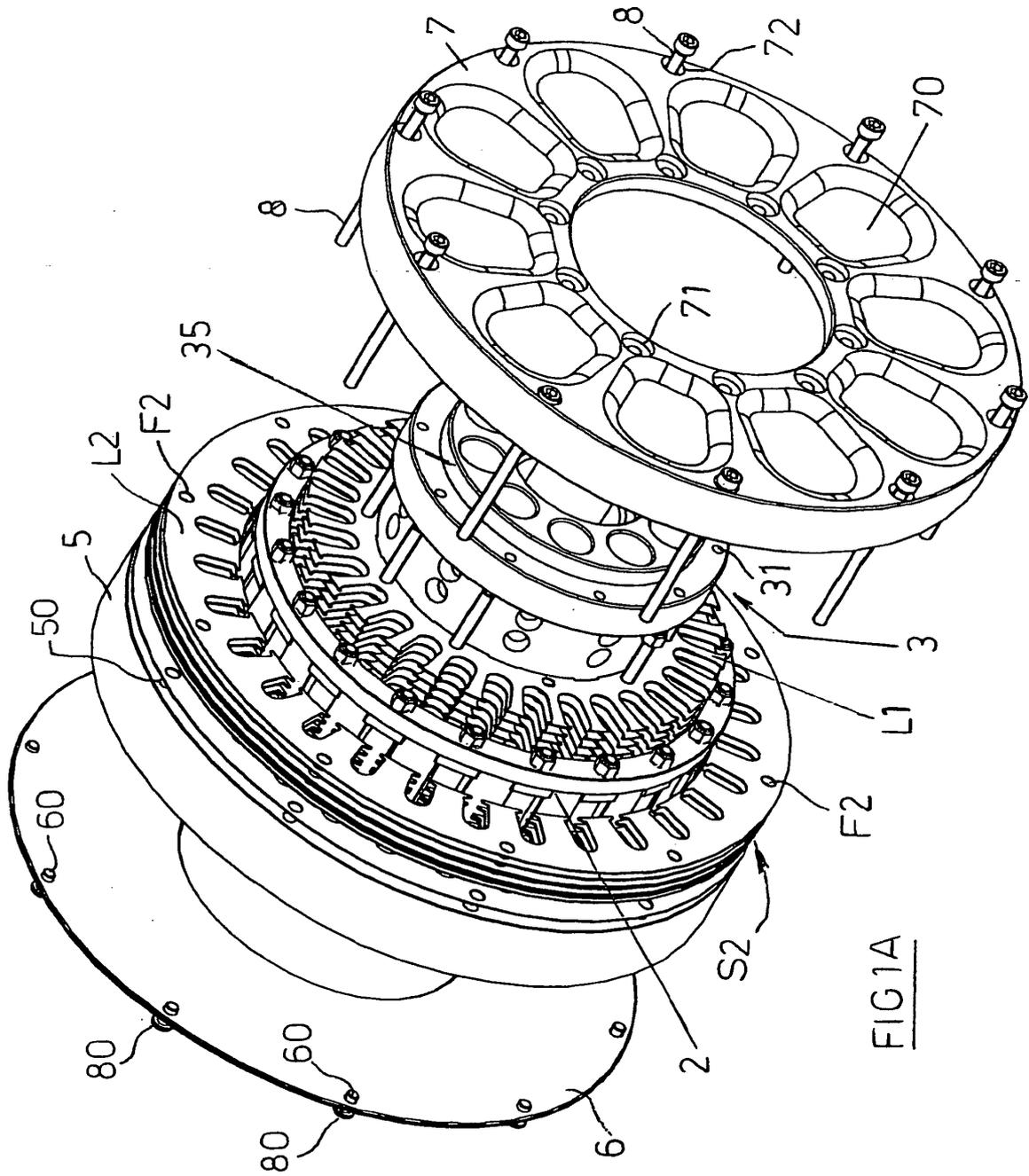


FIG 1A

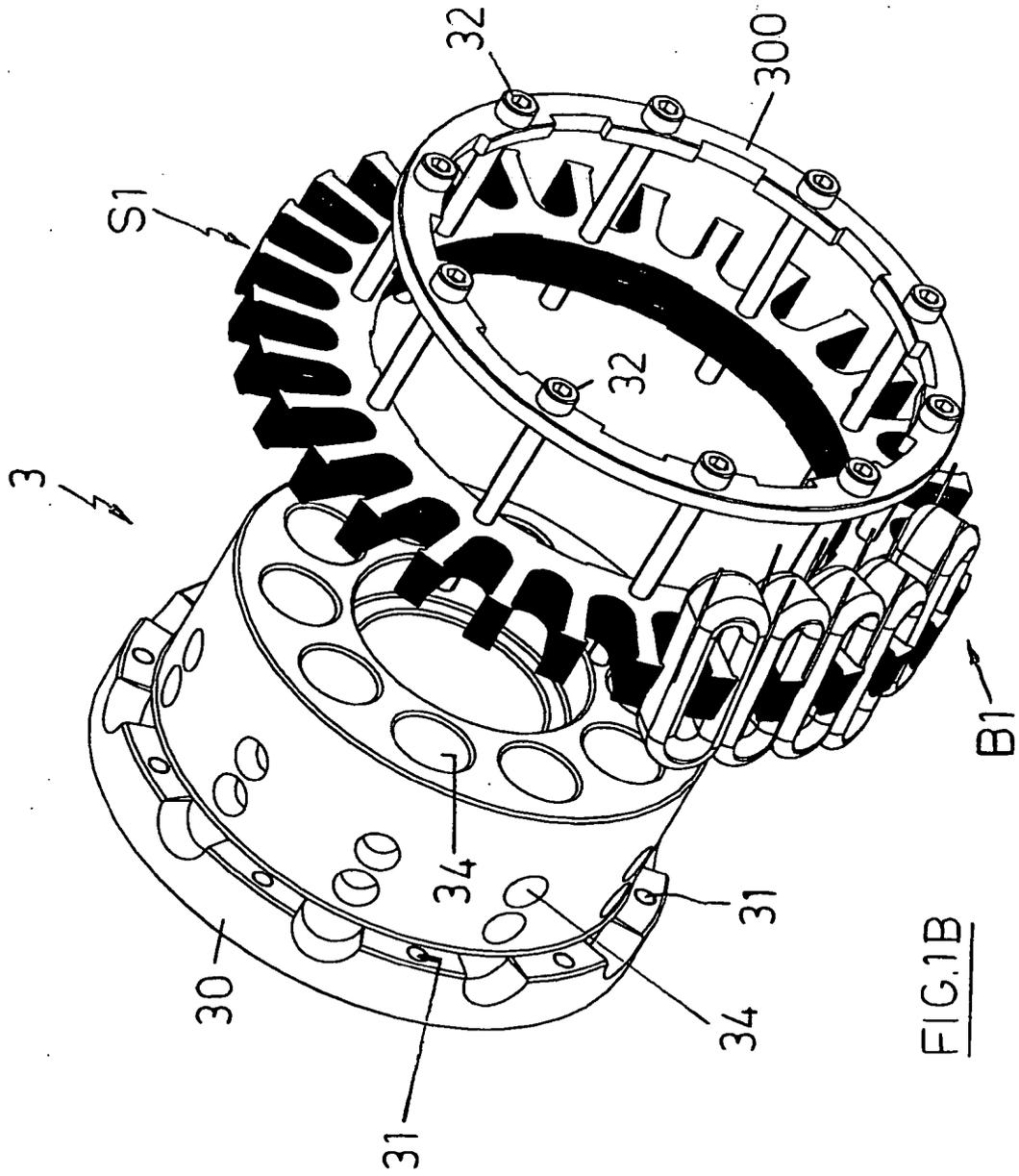
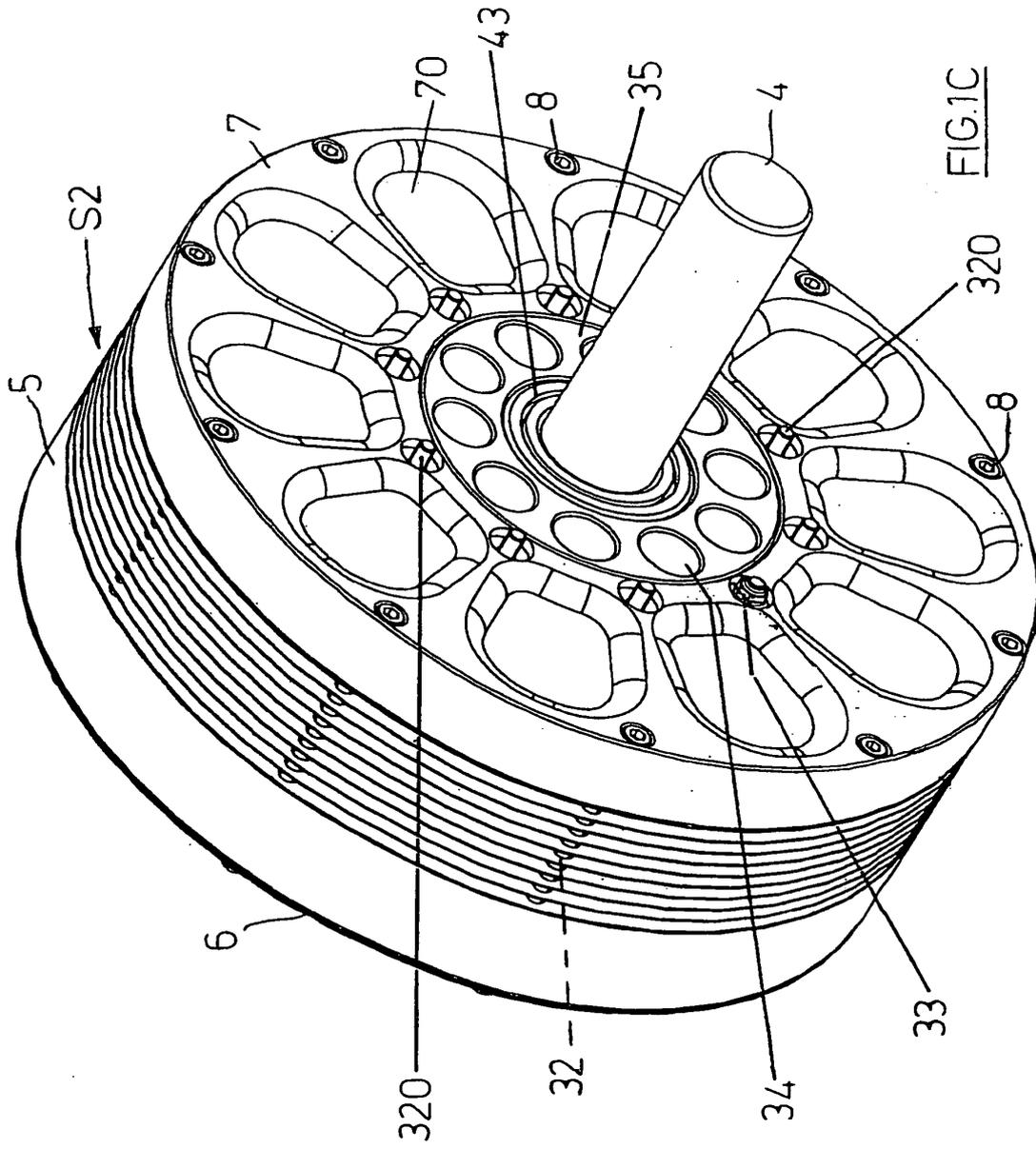
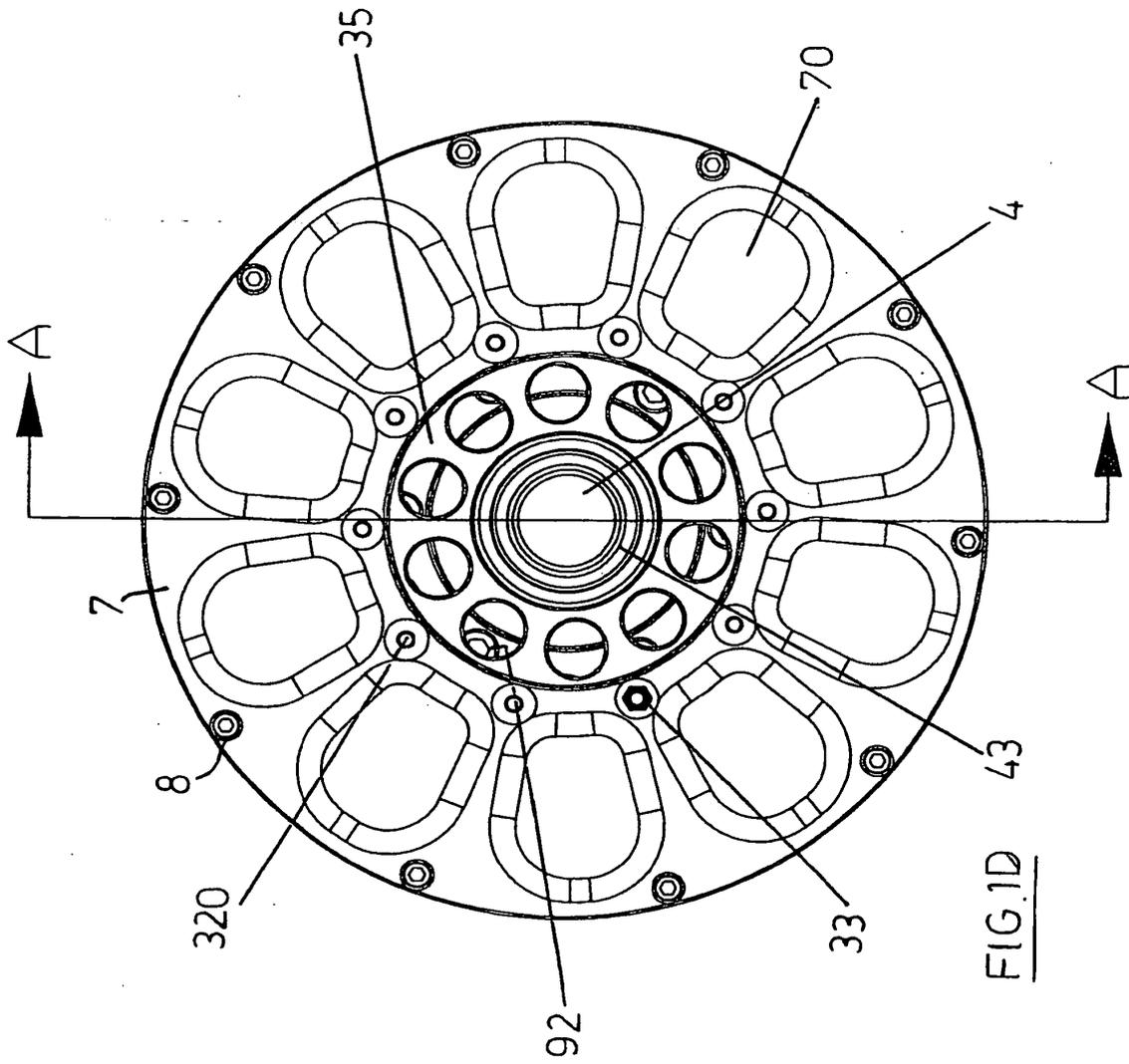
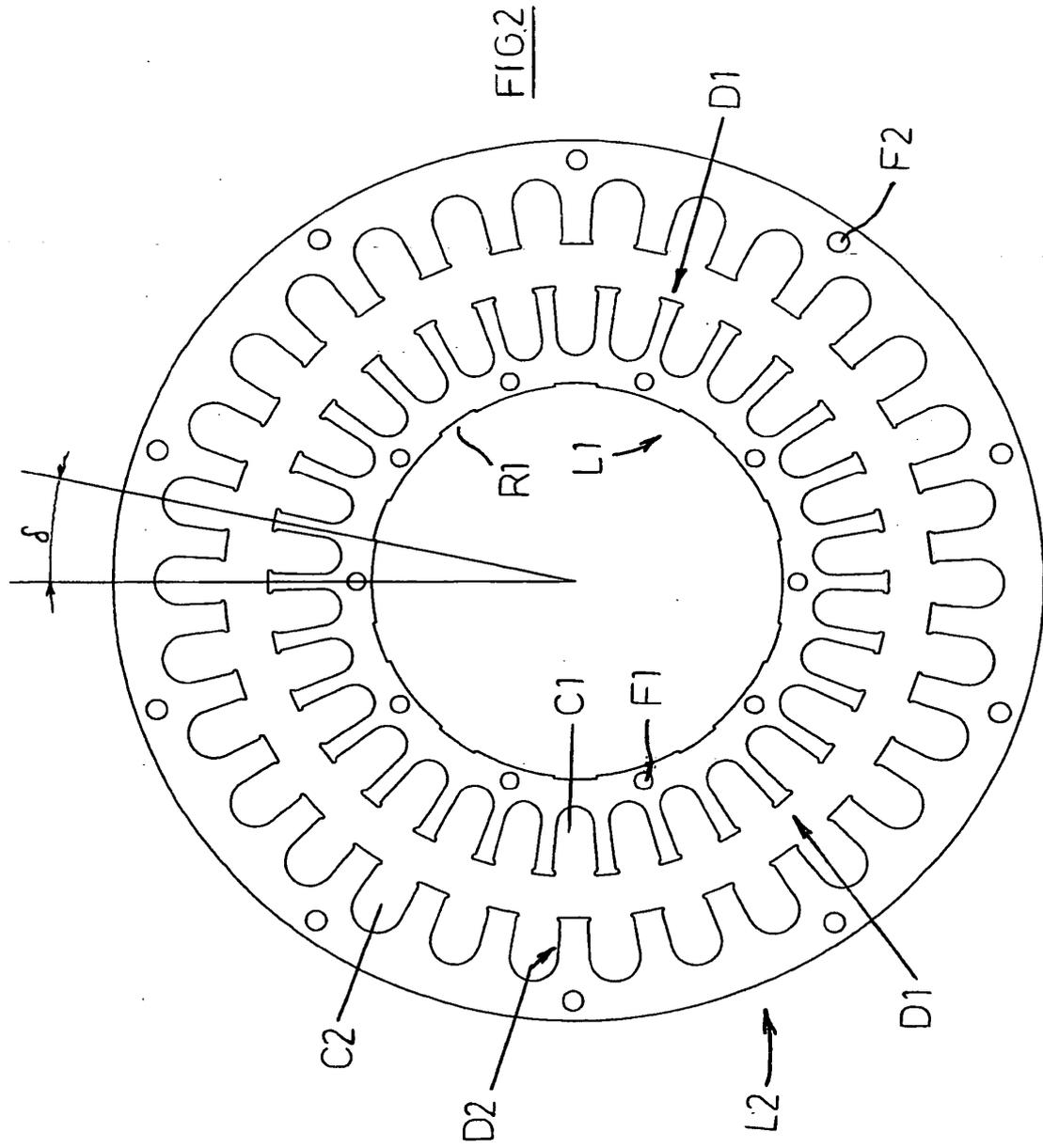


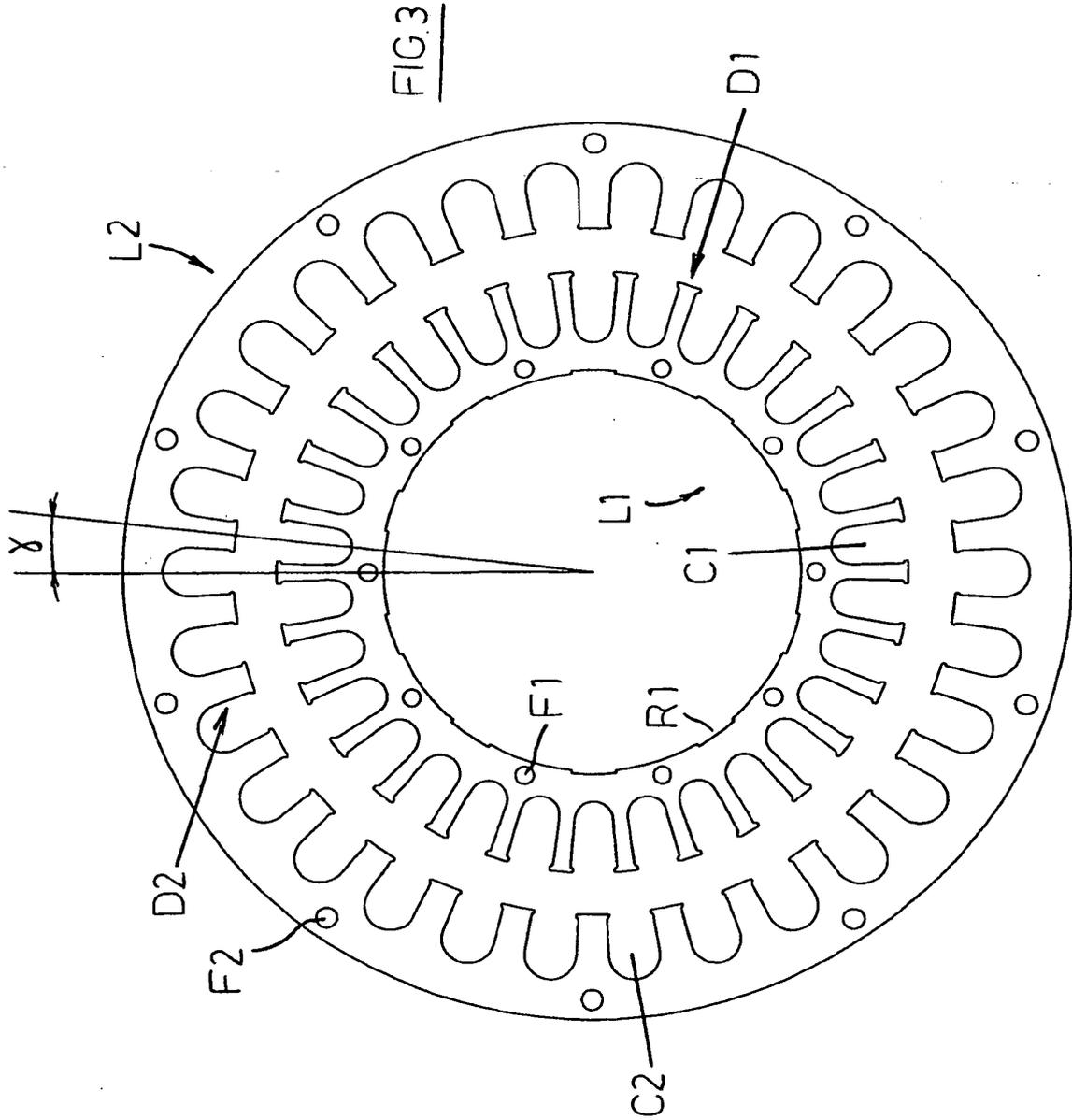
FIG. 1B

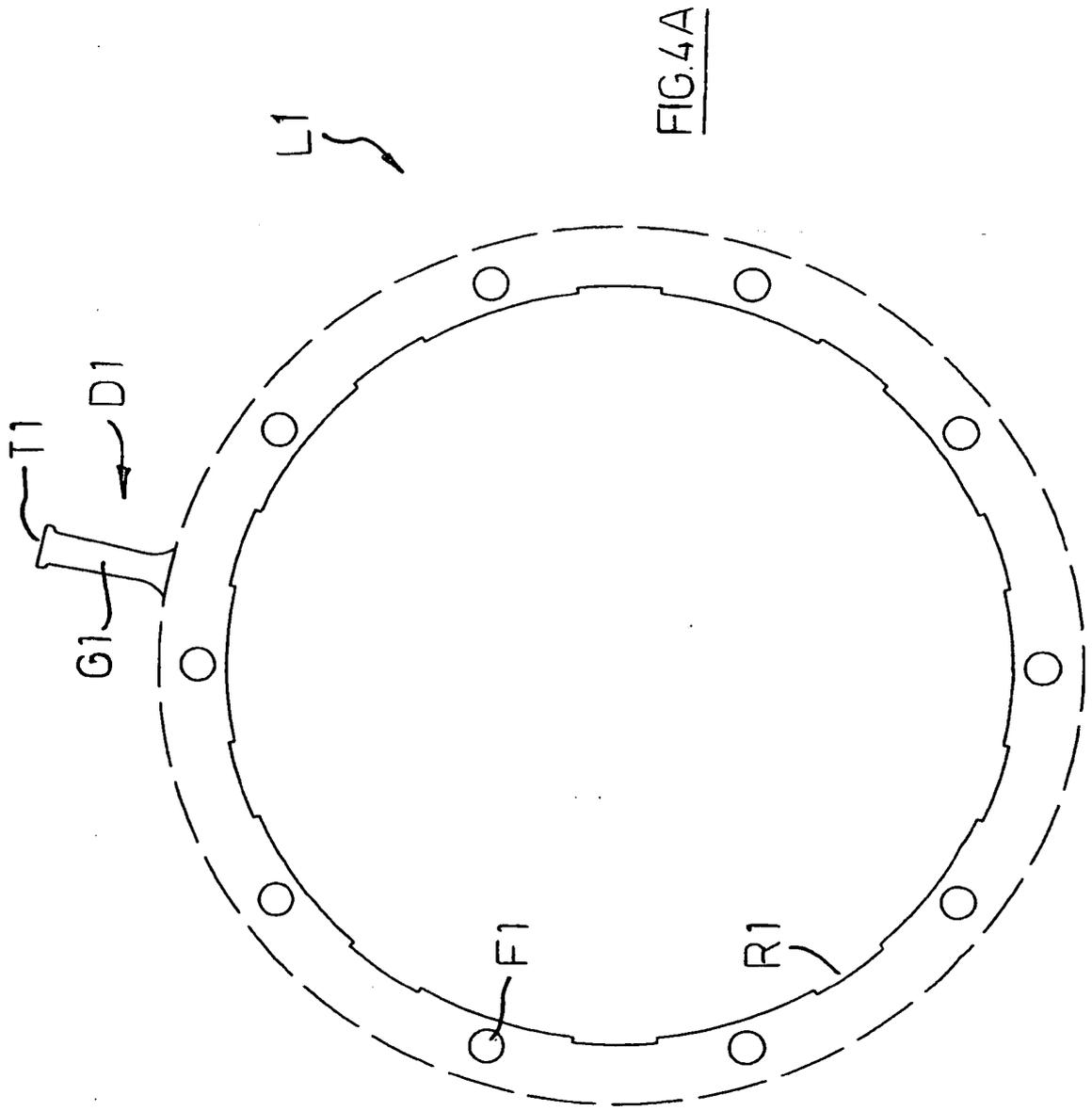












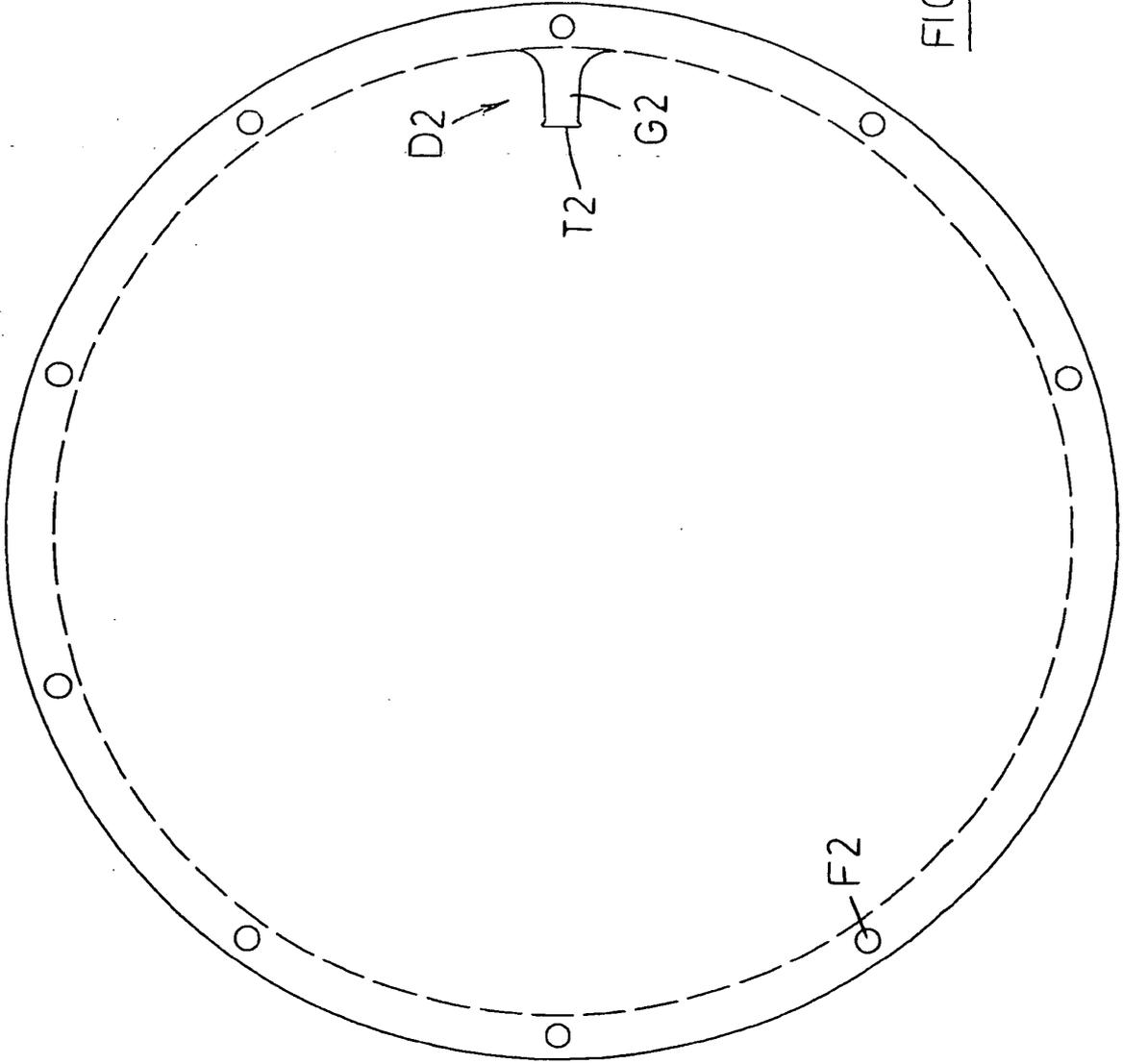
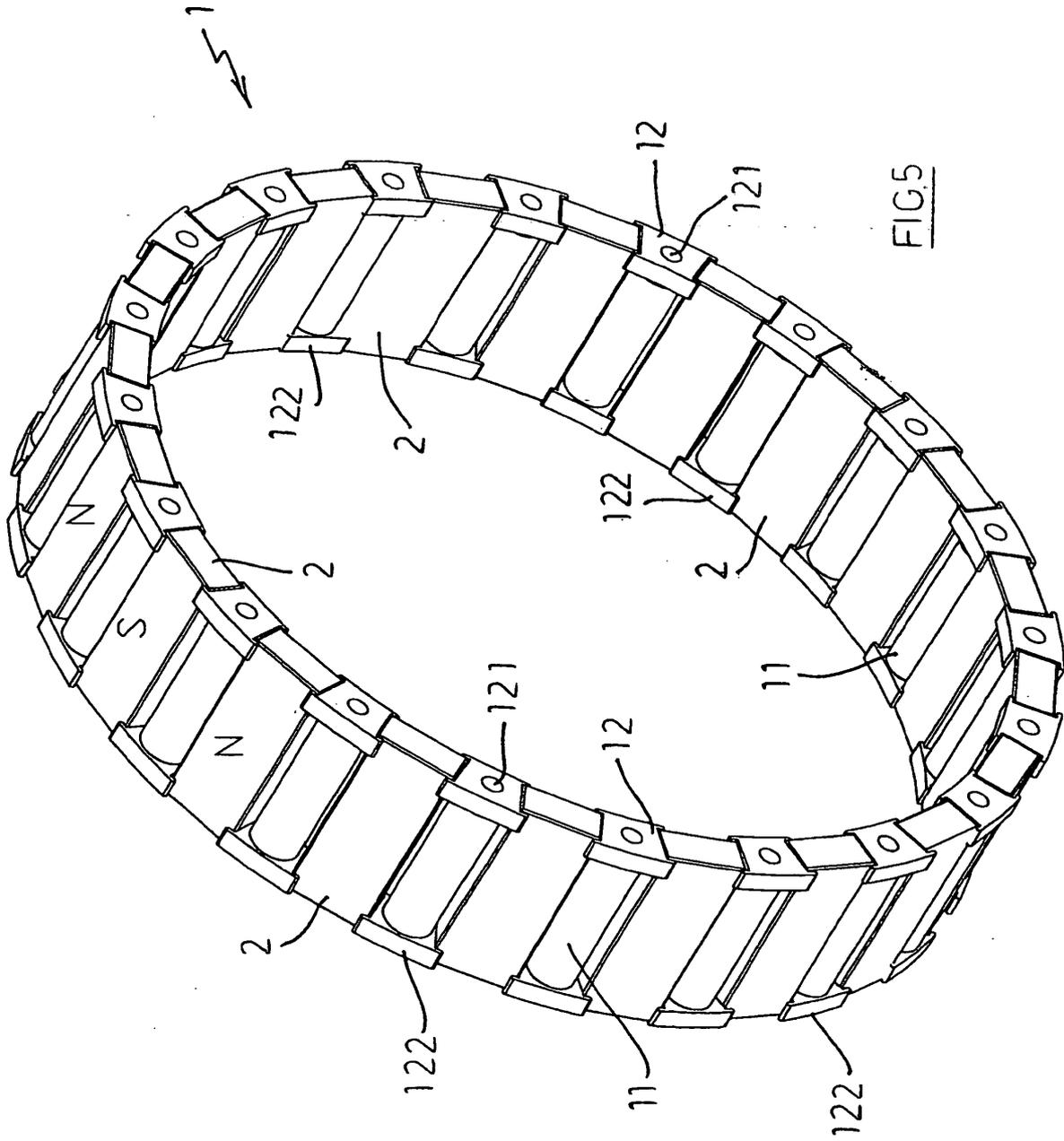
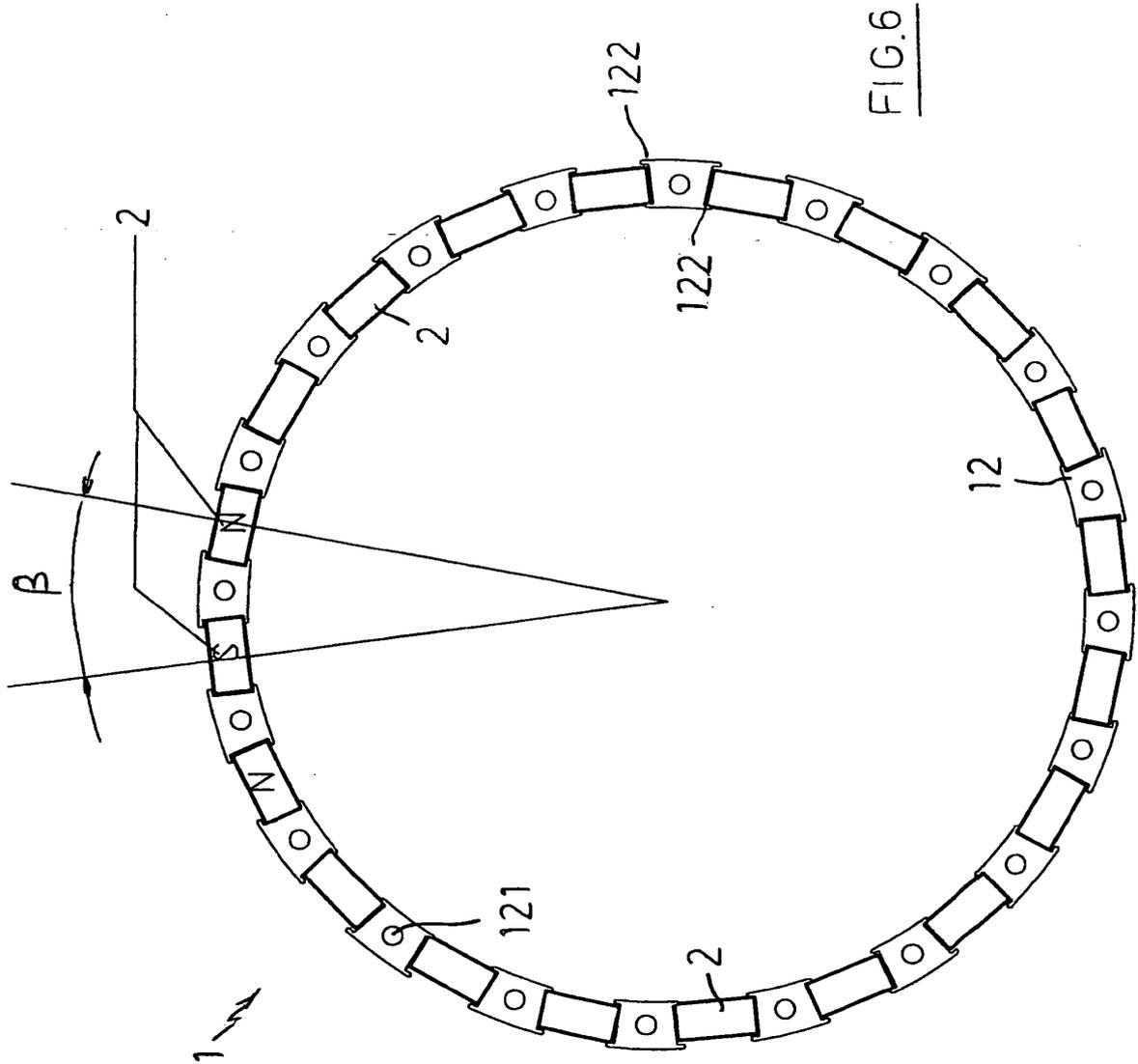


FIG. 4B





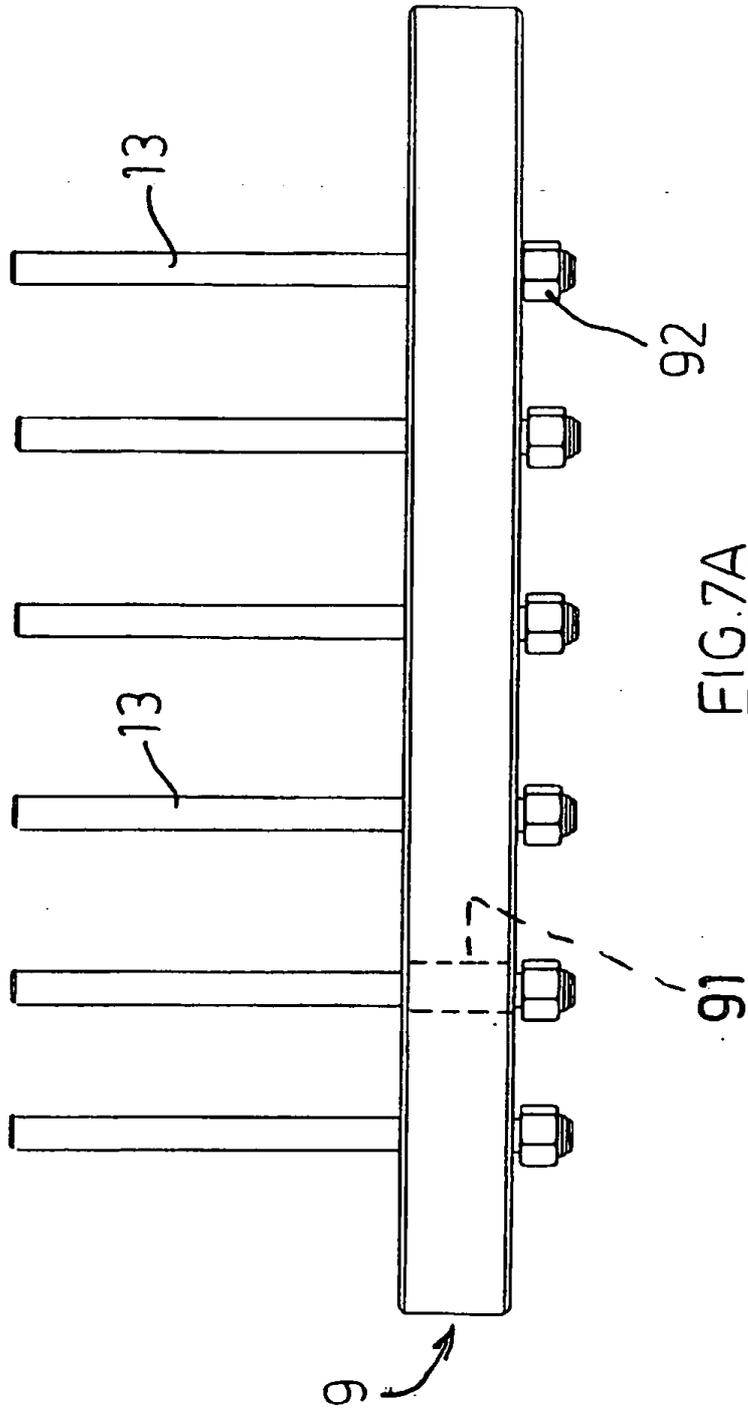


FIG. 7A

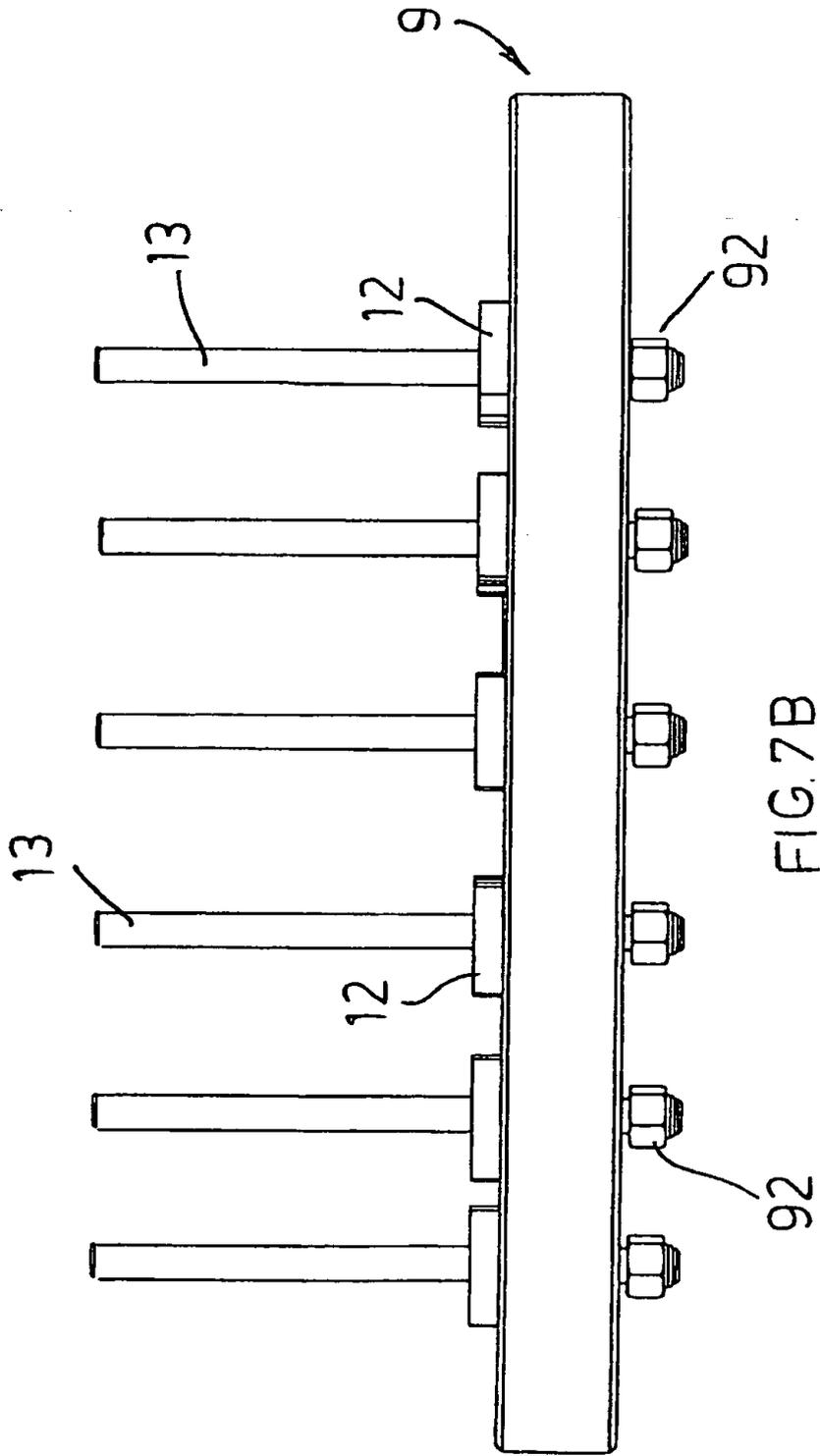


FIG. 7B

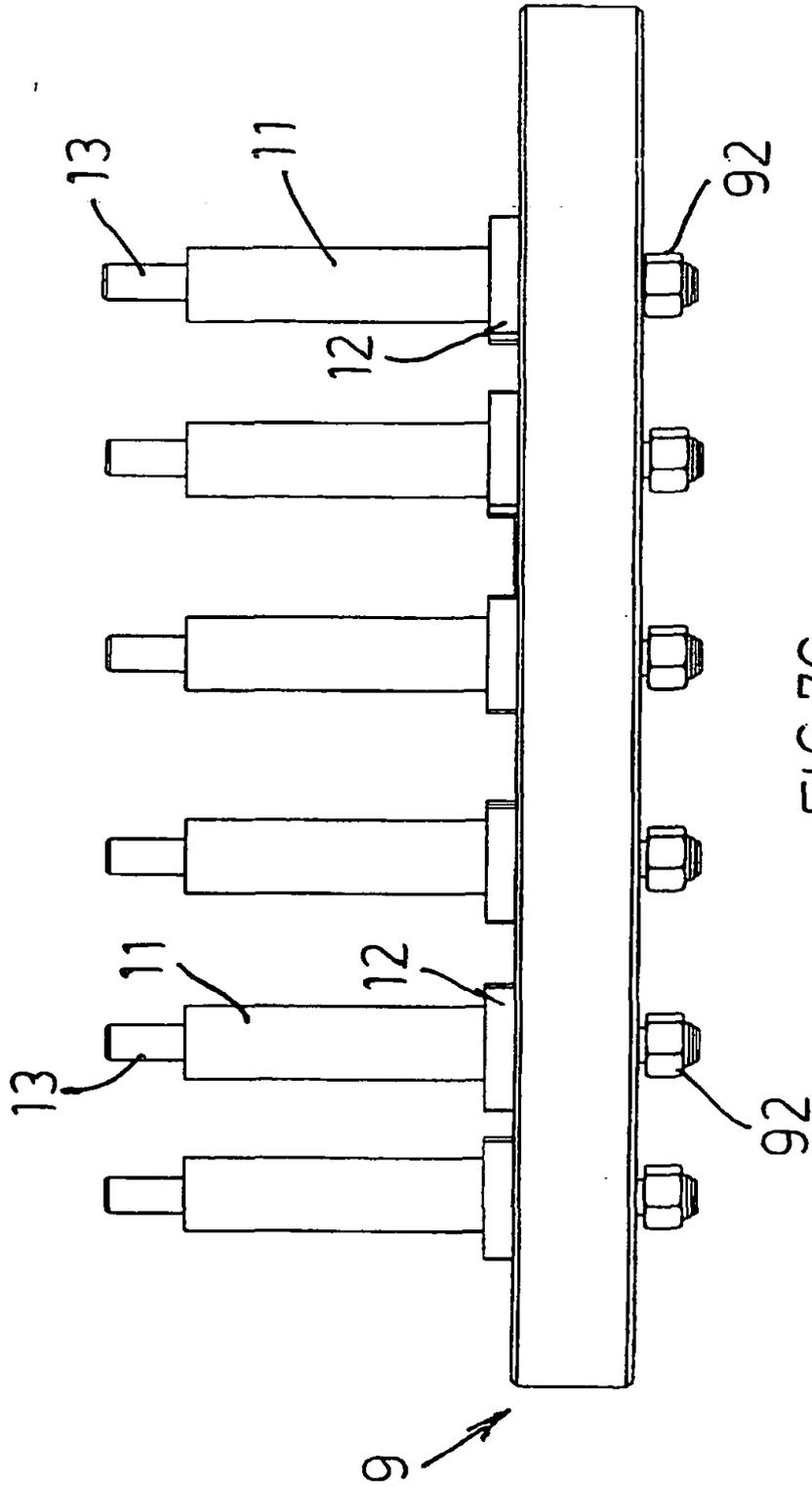


FIG. 7C

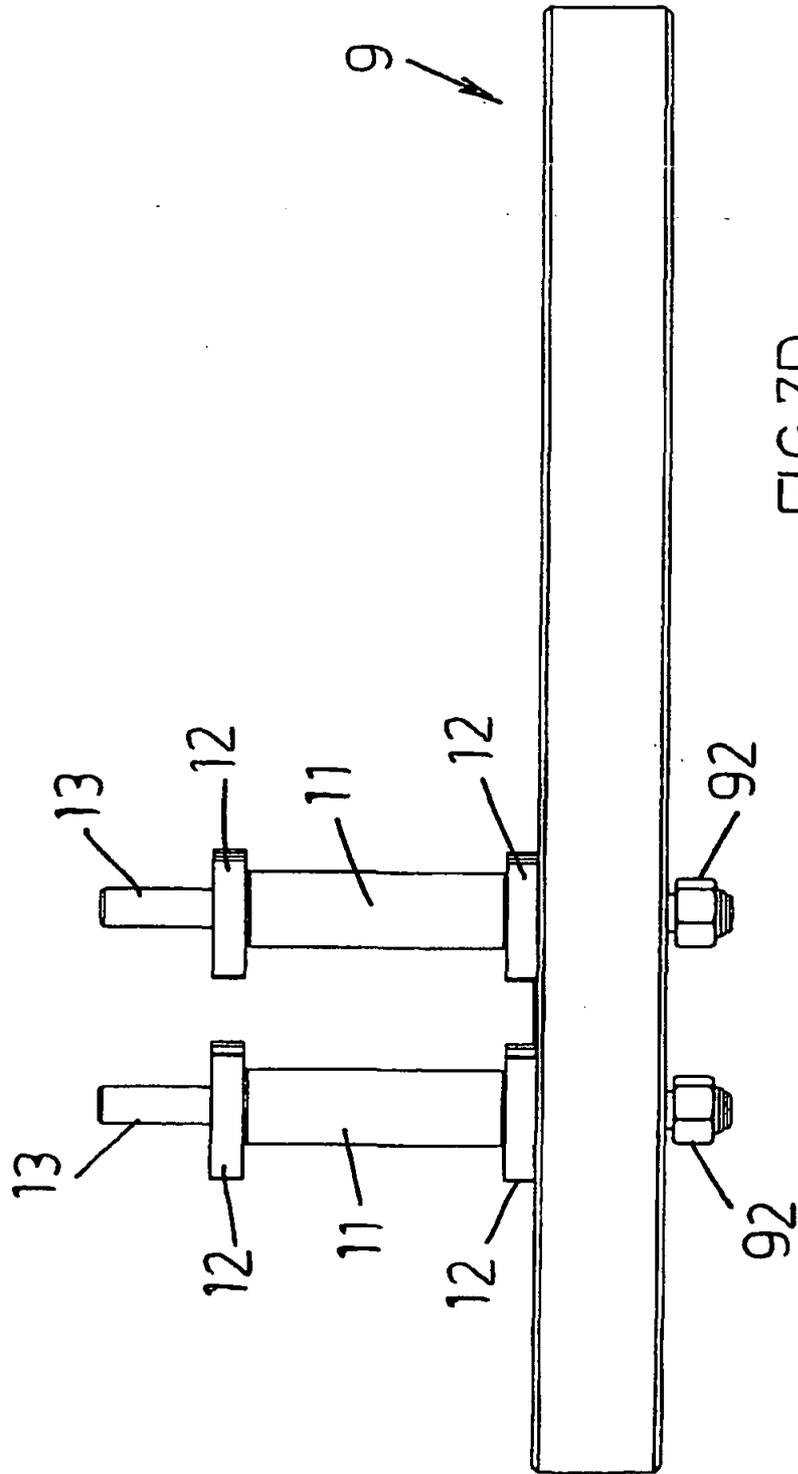


FIG.7D

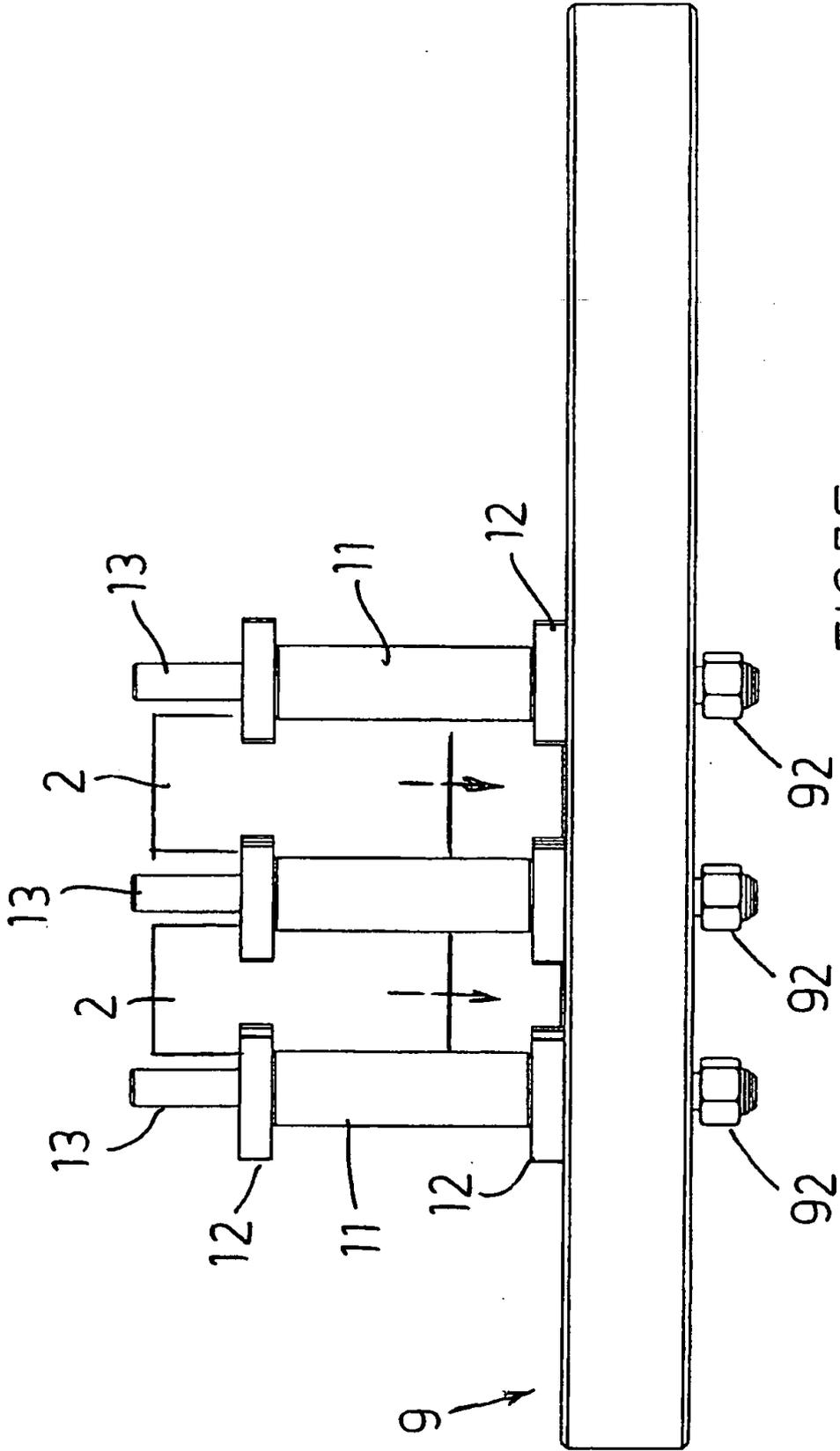


FIG. 7E

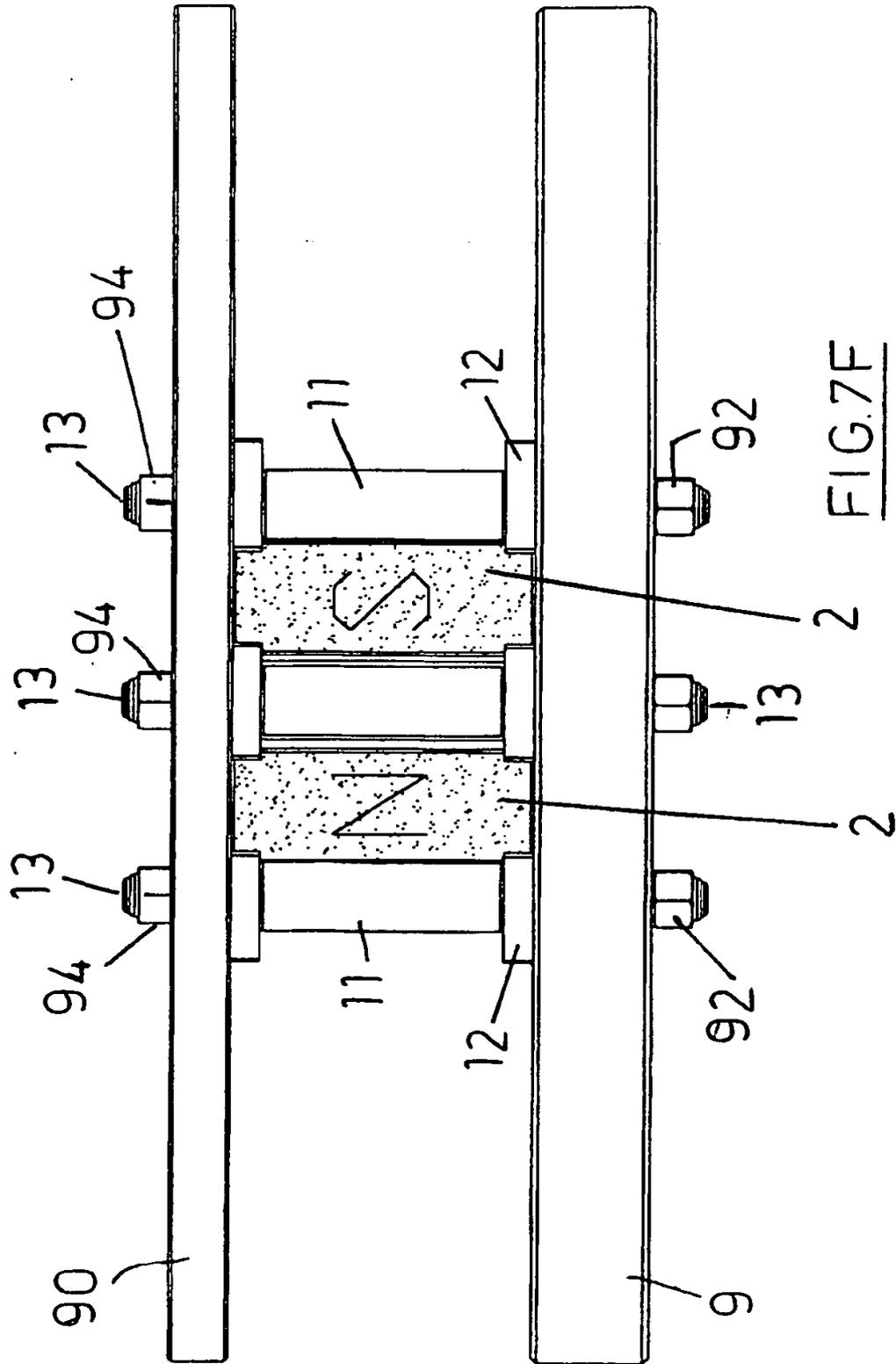
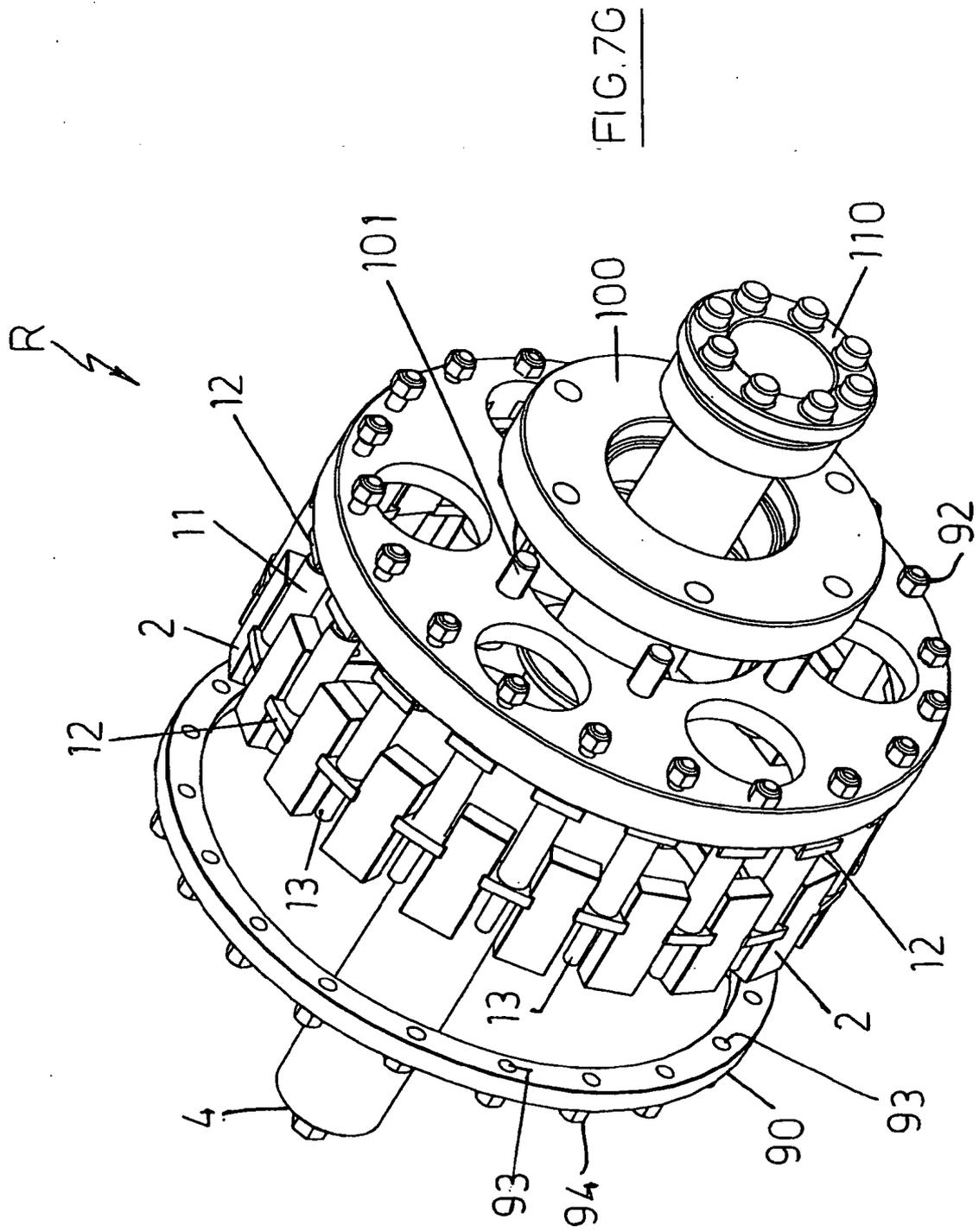
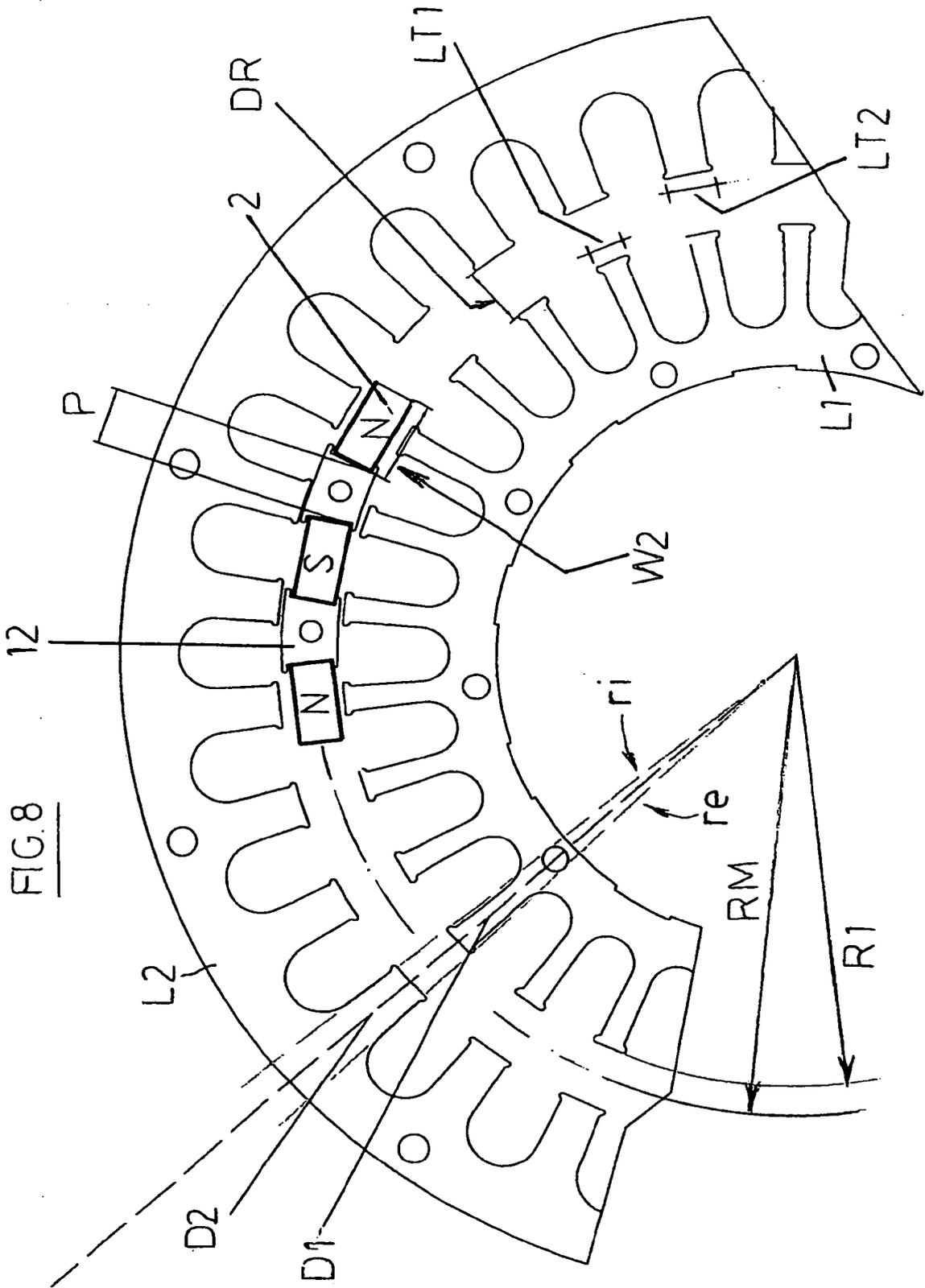


FIG.7F





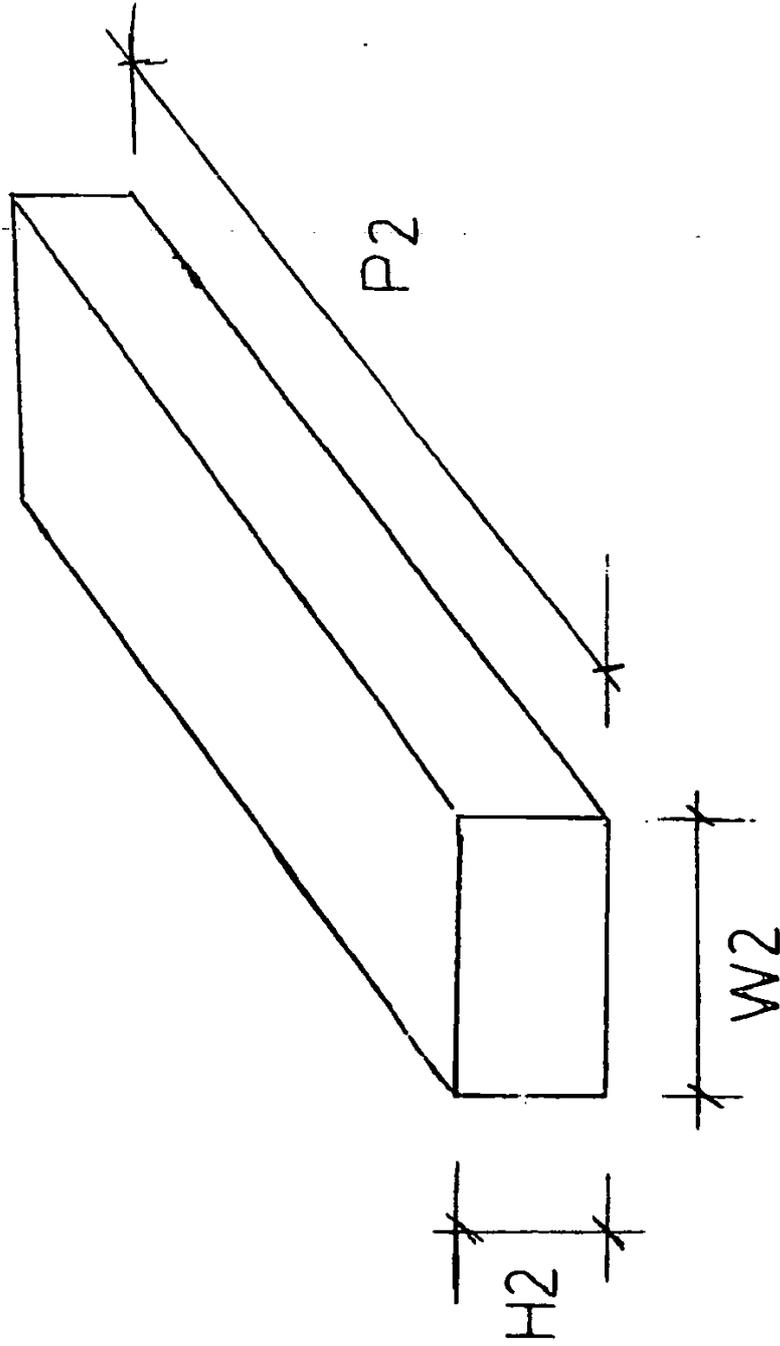


FIG.9

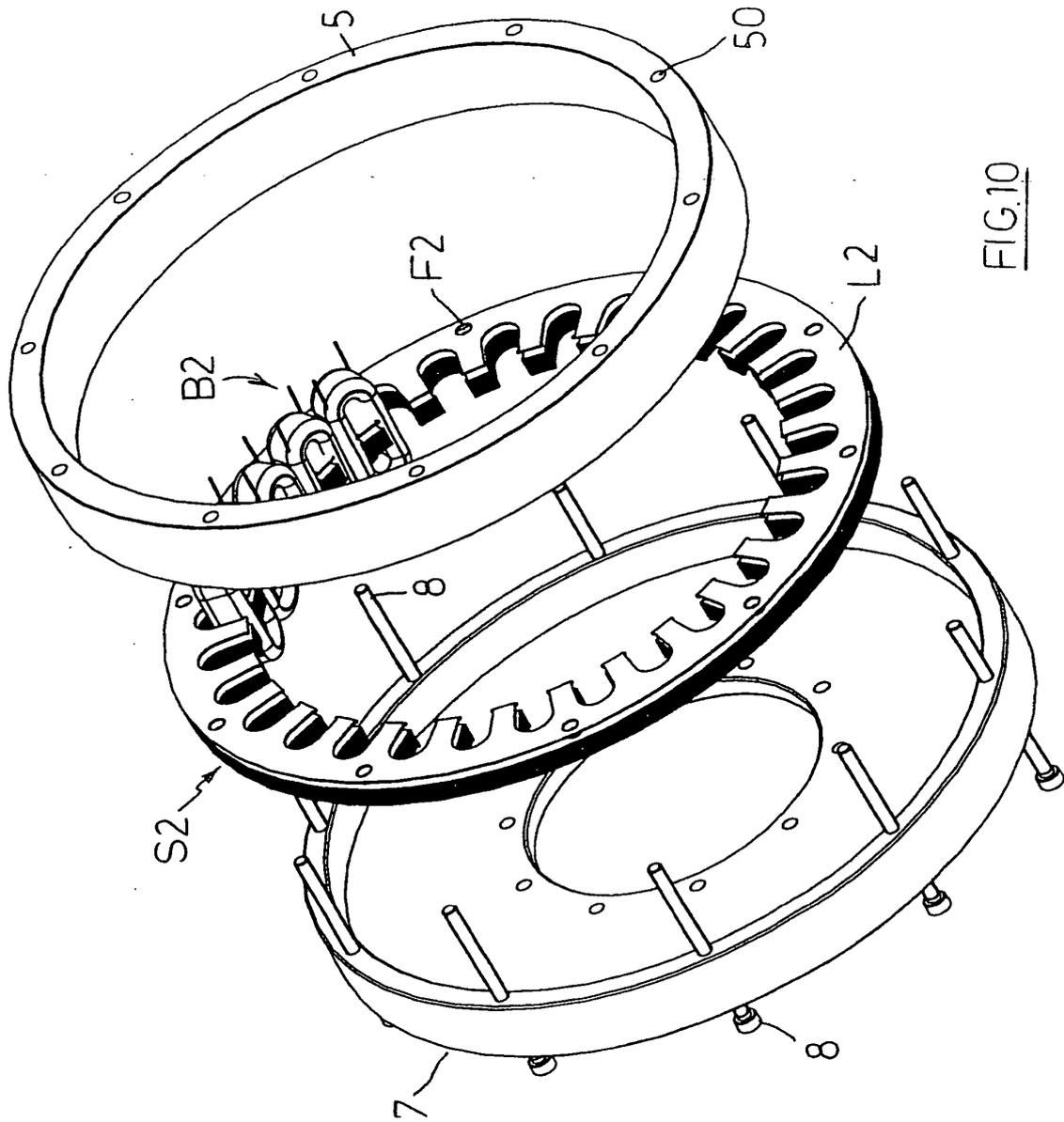


FIG.10

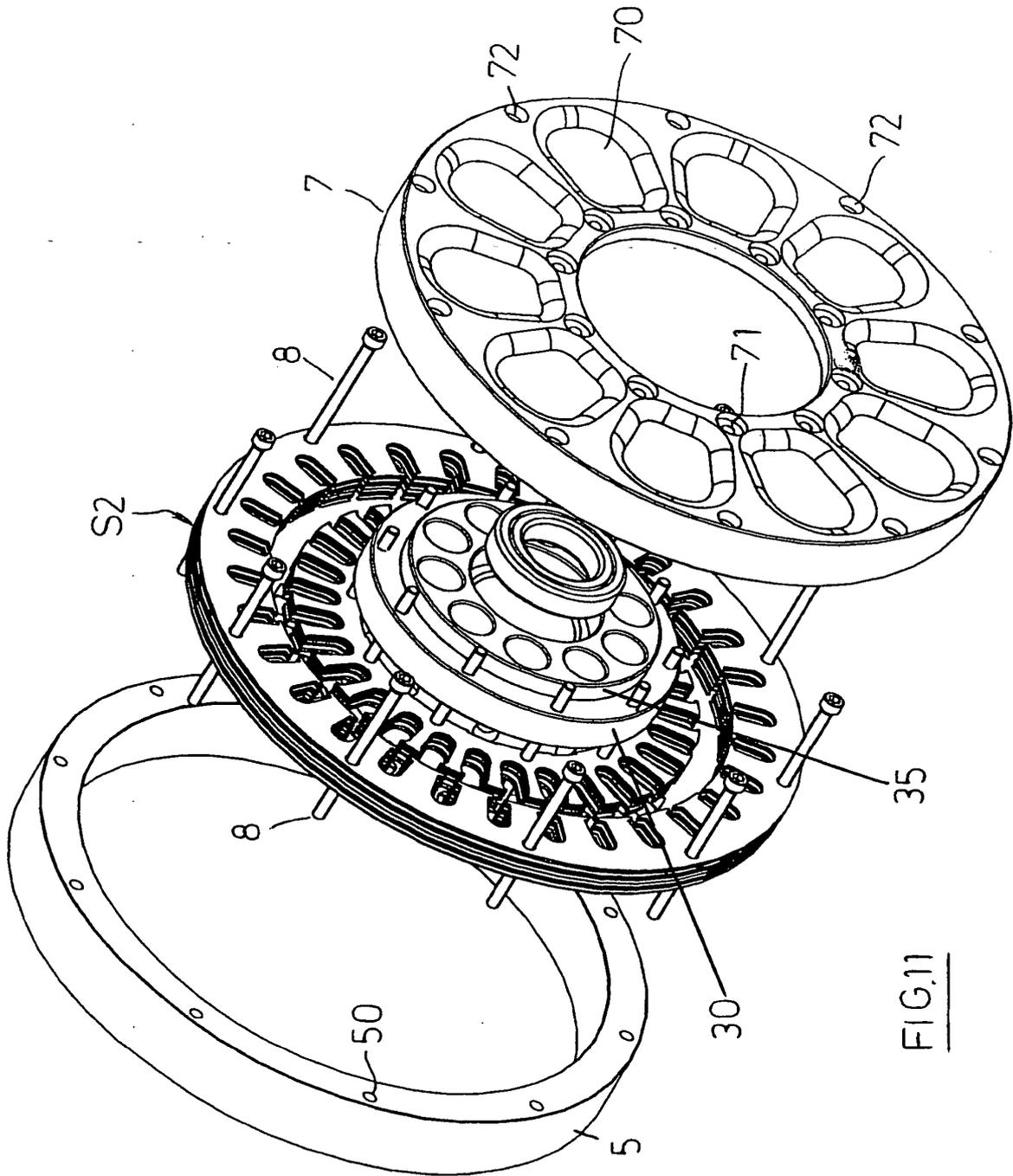


FIG. 11

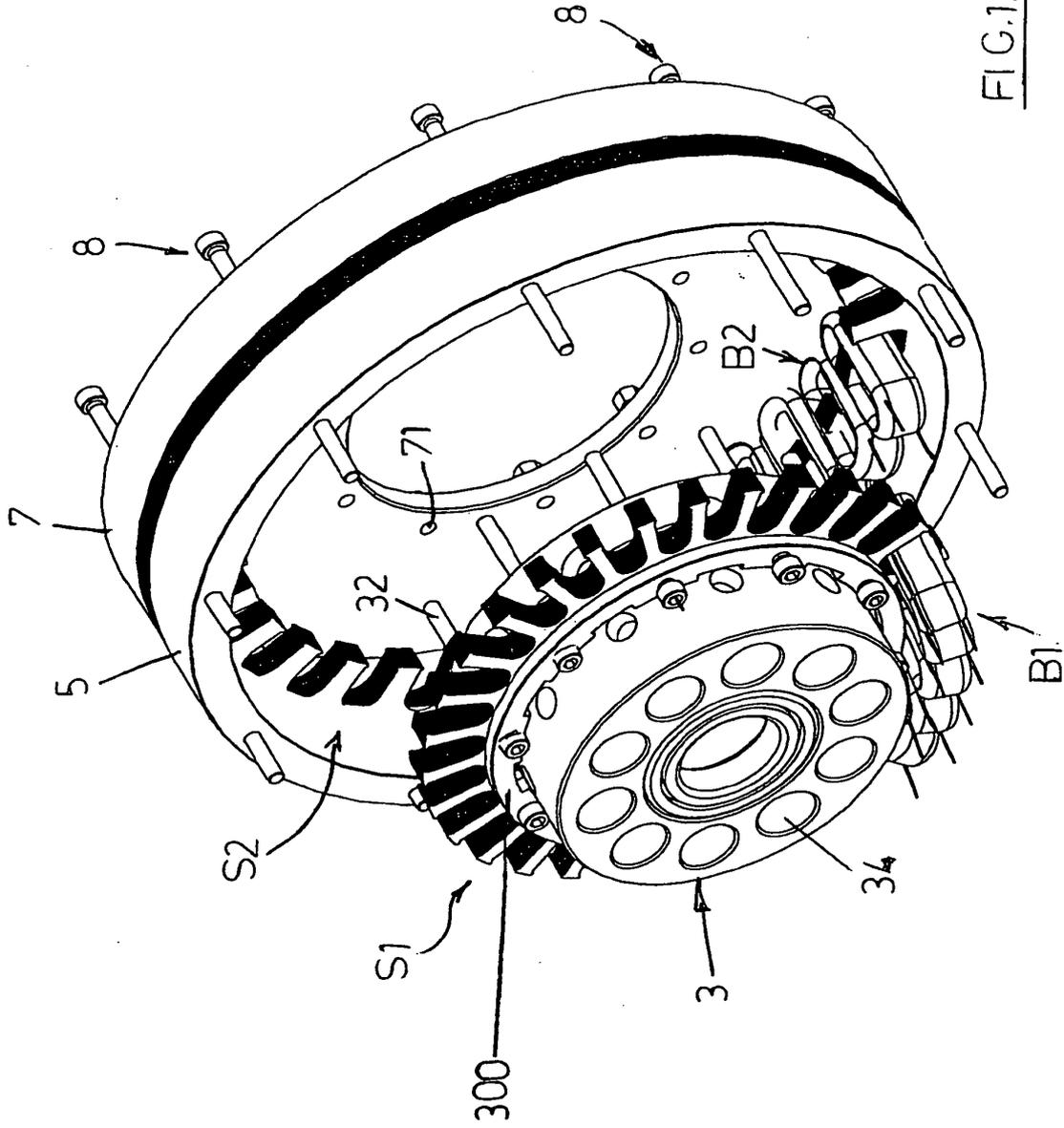


FIG.12

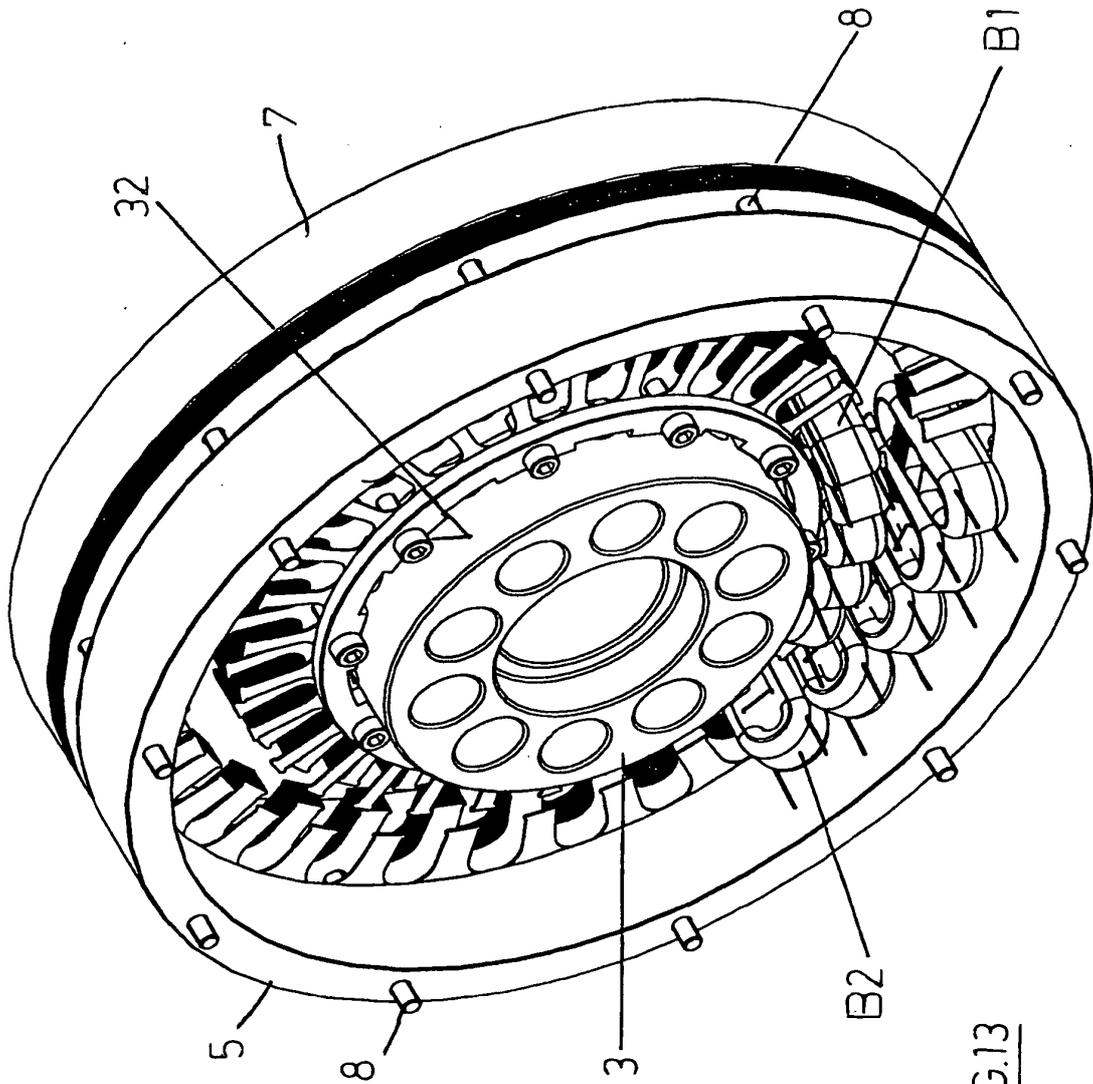


FIG.13

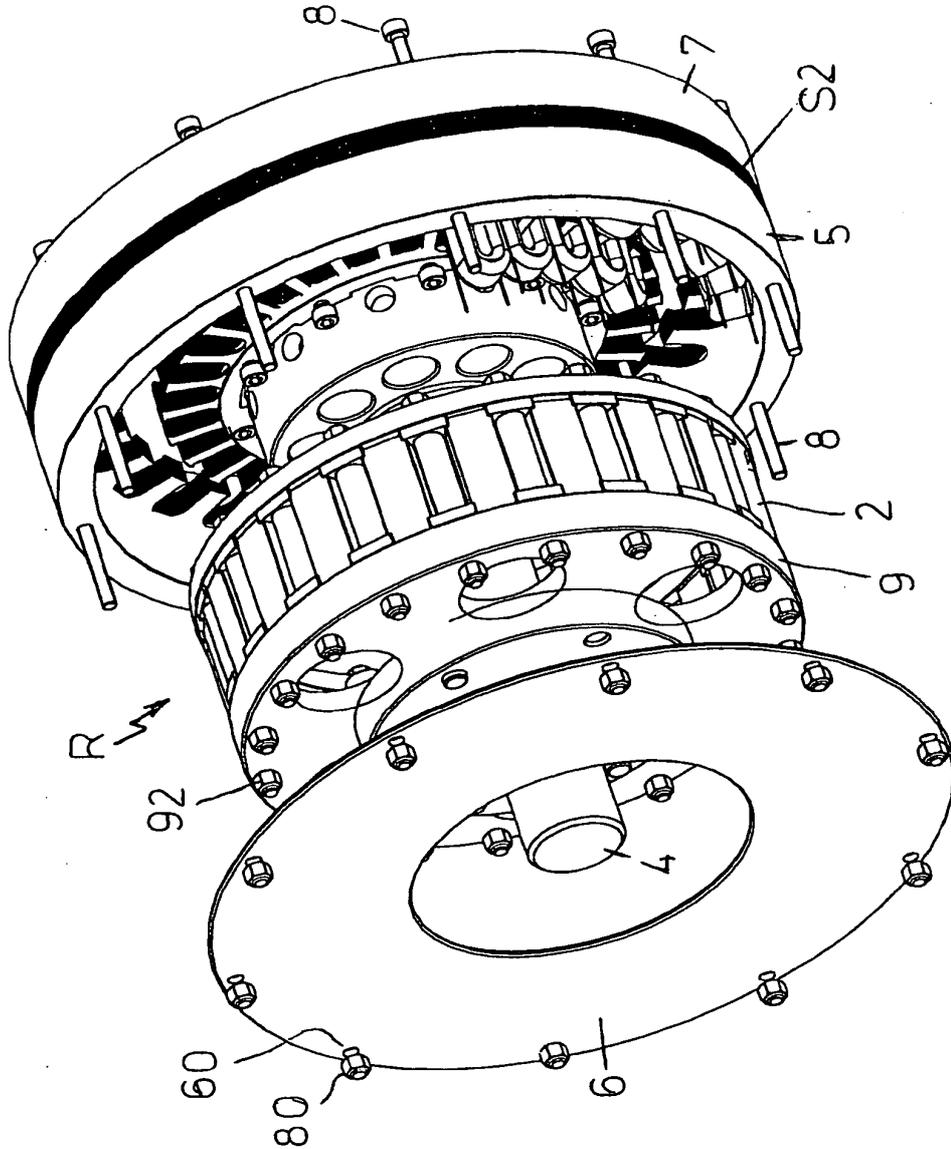


FIG.14

**REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN**

5 Esta lista de referencias citadas por el solicitante es para conveniencia del lector. No forma parte del documento de la Patente Europea. Aunque se ha tenido mucho cuidado en la compilación de las referencias, no pueden excluirse errores u omisiones y la EPO declina responsabilidades por este asunto.

**Documentos de patentes citadas en la descripción**

\* WO 9315547 A [0003]