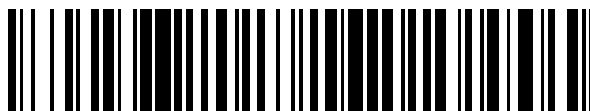


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 541 149**

51 Int. Cl.:

H02K 51/00 (2006.01)

H02K 49/10 (2006.01)

H02K 7/06 (2006.01)

H02K 16/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.09.2009 E 09785580 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.04.2015 EP 2335344**

54 Título: **Máquina eléctrica**

30 Prioridad:

05.09.2008 GB 0816248

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

16.07.2015

73 Titular/es:

RODGER, DAVID (50.0%)
87 Lyncombe Hill
Bath BA1 4PJ, GB y
LAI, HONG CHENG (50.0%)

72 Inventor/es:

RODGER, DAVID y
LAI, HONG CHENG

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 541 149 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

Esta invención se refiere a una máquina eléctrica, y en particular a una máquina que se puede utilizar para generar corriente eléctrica de manera eficiente a partir de un cuerpo que se mueve lentamente.

- 5 Las máquinas eléctricas en forma de generadores son muy bien conocidas, en las cuales se utiliza una fuente primaria de energía para hacer girar un cuerpo, y este rotor coopera con un estátor para producir una corriente eléctrica. Sin embargo, donde la principal fuente de energía es una de las fuentes comunes de energía renovable, tales como la eólica, la de las mareas o de las olas, el rotor normalmente se mueve muy lentamente, por lo menos en comparación con las 3000 rpm logradas en una central eléctrica convencional.
 - 10 El efecto de este movimiento relativamente lento es que el generador debe ser relativamente grande, lo que a su vez significa que el coste y la masa del generador son altos. Si se utiliza una transmisión mecánica convencional para convertir la rotación lenta en una rotación más rápida de un rotor en un generador, entonces la transmisión es una fuente de pérdidas debidas a la fricción, y también reduce la confiabilidad.
 - 15 El documento DE-4223814 A describe una máquina eléctrica con un engranaje helicoidal magnético, que tiene una rueda, que puede girar alrededor de un primer eje, y una hélice que puede girar alrededor de un segundo eje perpendicular al primer eje. La rueda y la hélice se mantienen adyacentes entre sí, con arreglos cooperadores de imanes en sus superficies, de manera que el giro de una provoca que la otra gire también. En particular, el documento DE-4223814 A divulga una máquina eléctrica, que comprende: un primer rotor, que puede girar alrededor de un primer eje, y que tiene una primera disposición de imanes en una primera superficie del mismo; un
20 segundo rotor, sostenido con una primera superficie del mismo adyacente a la primera superficie del primer rotor y de tal manera que no puede girar alrededor del primer eje, pero que puede girar alrededor de un segundo eje, y que tiene una segunda disposición de imanes en la primera superficie del mismo; en donde las primera y segunda disposiciones de imanes son tales que la rotación del primer rotor alrededor del primer eje provoca la rotación del segundo rotor alrededor del segundo eje.
 - 25 La invención está definida por una máquina eléctrica de acuerdo con la reivindicación 1. Otros aspectos de la invención están definidos por las reivindicaciones dependientes.
- Para una mejor comprensión de la presente invención, y para mostrar cómo se puede poner en práctica, se hará ahora referencia, a modo de ejemplo, a los dibujos adjuntos, en los que:
- 30 La Figura 1 es un diagrama esquemático, que ilustra una parte de una máquina de acuerdo con la presente invención.
 - La Figura 2 muestra una parte de la máquina de la Figura 1, a una escala mayor.
 - La Figura 3 es una vista en sección transversal a través de la parte mostrada en la Figura 2.
 - La Figura 4 muestra una primera disposición de imanes en las superficies de los primero y segundo rotores en la máquina de la Figura 1.
 - 35 La Figura 5 muestra una segunda disposición alternativa de los imanes en las superficies de los primero y segundo rotores en la máquina de la Figura 1.
 - La Figura 6 muestra una tercera disposición alternativa de los imanes en las superficies de los primero y segundo rotores en la máquina de la Figura 1.
 - 40 La Figura 7 muestra otro aspecto de la disposición de los imanes en las superficies de los primero y segundo rotores en la máquina de la Figura 1.
 - La Figura 8 muestra una forma cilíndrica alternativa de sección cóncava del segundo rotor.
 - La Figura 9 muestra una segunda disposición alternativa de los primero y segundo rotores.
 - La Figura 10 muestra una forma alternativa de barril cilíndrico de sección convexa del segundo rotor.
 - La Figura 11 muestra una tercera disposición alternativa de los primero y segundo rotores.

La Figura 12 muestra una cuarta disposición alternativa de los primeros y segundos rotores.

La Figura 13 ilustra una máquina adicional de acuerdo con la invención, que tiene un soporte con ruedas para los segundos rotores.

La Figura 14 muestra una primera disposición de un generador lineal.

5 La Figura 15 muestra una segunda disposición de un generador lineal.

La Figura 16 muestra una sección transversal de un generador lineal.

La Figura 17 muestra una sección transversal de un generador lineal alternativo.

La Figura 18 muestra un convertidor de energía de las olas que incorpora un generador.

10 La Figura 1 muestra la estructura general de una máquina 8 eléctrica, de acuerdo con la presente invención. La máquina eléctrica se describe en el presente documento en la forma de un generador, en el que se utiliza una rotación de un cuerpo para generar energía eléctrica. Sin embargo, se apreciará por parte de la persona capacitada en el arte que el mismo principio se puede utilizar para construir un motor, en el que se aplica energía eléctrica, y se la utiliza para provocar que un cuerpo gire.

15 La máquina 8 de la Figura 1 tiene un primer rotor 10, que está conectado a un eje 12 por medio de una estructura de soporte en forma de radios 14. La rotación del eje 12 provoca entonces que el rotor 10 gire alrededor del eje definido por el eje. La rotación del eje 12 puede ser impulsada por una fuente de energía tal como una turbina eólica, una máquina de corriente accionada por la marea, o un convertidor de energía de las olas, y, aunque puede por supuesto ser accionada por cualquier fuente de energía, la máquina de la presente invención es particularmente adecuada para situaciones en las que la rotación impulsora opera a una velocidad relativamente baja, por ejemplo 20 aproximadamente 20 rpm para el caso de una turbina eólica típica de 1,5 MW. Además, aunque la Figura 1 muestra al rotor 10 siendo impulsado a través del eje 12, puede ser accionado directamente por un cuerpo que está siendo forzado a girar mediante la fuente de alimentación externa. Por ejemplo, puede ser montado directamente sobre el eje de una turbina eólica.

25 El rotor 10 es generalmente toroidal. Es decir, que tiene una forma anular, que puede ser generada mediante la rotación de un círculo alrededor de un eje que se encuentra en el plano del círculo, pero fuera del círculo. Este eje es entonces el eje alrededor del cual se hace girar el rotor.

Sin embargo, la superficie del rotor no es un toroide completo. Específicamente, la parte de la sección transversal circular que se encuentra más alejada del eje de rotación se omite, dejando un espacio 16 anular.

30 Visible a través del espacio 16 en la Figura 1 está un segundo rotor 18 cilíndrico, que tiene una sección transversal circular exterior que es ligeramente menor que la sección transversal circular interior del rotor 10.

Aunque la Figura 1 muestra sólo un segundo rotor 18 cilíndrico, muchos de estos segundos rotores están en realidad localizados dentro del primer rotor.

35 La Figura 2 muestra con más detalle la parte de la máquina 8 en la región del segundo rotor 18. Específicamente, el segundo rotor 18 (y cada uno de los otros segundos rotores, no mostrados en la Figura 1 o 2) está montado sobre una estructura 20 de soporte, que la hace incapaz de moverse en la dirección de rotación del primer rotor 10, pero permite que gire alrededor de un eje 22 de su propia sección transversal circular.

40 Ubicado dentro del segundo rotor 18 está un estátor 24. Como es bien sabido, el segundo rotor 18 y el estátor 24 se pueden diseñar de tal manera que la rotación del segundo rotor 18 alrededor de su eje 22 provoca que se genere una corriente eléctrica en el estátor 24, que puede ser suministrada a través de circuitos eléctricos de salida (no mostrados) a las líneas de suministro de energía eléctrica, dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica, etc.

La Figura 3 es una vista en sección transversal a través del primer rotor 10, del segundo rotor 18, y del estátor 24.

45 Como se mencionó anteriormente, el primer rotor 10 puede girar alrededor de un eje que se encuentra en el plano de esta sección transversal. Mientras tanto, el segundo rotor 18 está impedido de girar alrededor del eje de rotación del primer rotor, pero es capaz de girar alrededor del eje 22. En una primera superficie 26 interior del primer rotor 10, y en una primera superficie 28 exterior del segundo rotor 18, están dispuestos imanes que tienen el efecto de que, a medida que se hace girar el primer rotor 10 alrededor de su eje de rotación, el segundo rotor 18 se ve obligado a girar alrededor del eje 22. Éste se describirá con más detalle a continuación.

Además, en una segunda superficie 30 interior del segundo rotor 18, y en una primera superficie 32 exterior del estátor 24, están los arreglos que se requieren para que la rotación del segundo rotor 18 alrededor de su eje 22 provoque que se genere una corriente eléctrica en bobinas de alambre montadas en el estátor 24. Las formas adecuadas de estos arreglos serán bien conocidas por la persona experta en la técnica, y no se describirán adicionalmente en este documento.

La Figura 4 muestra una primera disposición posible de los imanes sobre las superficies 26, 28 de los primero y segundo rotores. Será evidente que las disposiciones son las mismas, pero están desplazadas entre sí. Además, se observará que las disposiciones se muestran aquí esquemáticamente como si las dos superficies fueran planas, en lugar de circulares. La sección ilustrada de la superficie 26 tiene un primer imán 34, hecho de material imantado en forma permanente magnetizado en una primera dirección, luego una pieza 36 de hierro, a continuación un segundo imán 38, hecho de material imantado en forma permanente magnetizado en una segunda dirección opuesta a la primera dirección, luego una segunda pieza 40 de hierro, a continuación un tercer imán 42, hecho de material imantado en forma permanente magnetizado en la primera dirección.

La sección ilustrada de la superficie 28 tiene un primer imán 44, hecho de material imantado en forma permanente magnetizado en la segunda dirección, a continuación una pieza de hierro 46, luego un segundo imán 48, hecho de material imantado en forma permanente magnetizado en la primera dirección, a continuación una segunda pieza de hierro 50, luego un tercer imán 52, hecho de material imantado en forma permanente magnetizado en la segunda dirección.

En este caso, la disposición de los imanes en las superficies 26, 28 tiene una distancia entre puntos correspondientes p igual al ancho de dos de los imanes más dos de las piezas de hierro, como se muestra en la Figura 4.

La Figura 5 muestra una segunda disposición posible de los imanes sobre las superficies 26, 28 de los primero y segundo rotores. Una vez más, será evidente que las disposiciones son las mismas, pero están desplazadas entre sí, y se observará que los arreglos se muestran aquí esquemáticamente como si las dos superficies fueran planas, en lugar de circulares.

En la Figura 5, la sección ilustrada de la superficie 26 tiene un primer imán 54, hecho de material imantado en forma permanente magnetizado en una primera dirección, luego un segundo imán 56, hecho de material imantado en forma permanente magnetizado en una segunda dirección opuesta a la primera dirección, a continuación un tercer imán 58, hecho de material imantado en forma permanente magnetizado en la primera dirección, luego un cuarto imán 60, hecho de material imantado en forma permanente magnetizado en la segunda dirección, y así sucesivamente. Una pieza de material ferromagnético, por ejemplo hierro 62 está conectado a un extremo de cada uno de estos imanes 54, 56, 58, 60.

La sección ilustrada de la superficie 28 tiene un primer imán 64, hecho de material imantado en forma permanente magnetizado en la segunda dirección, luego un segundo imán 66, hecho de material imantado en forma permanente magnetizado en la primera dirección, a continuación, un tercer imán 68, hecho de material imantado en forma permanente magnetizado en la segunda dirección, luego un cuarto imán 70, hecho de material imantado en forma permanente magnetizado en la primera dirección, y así sucesivamente. Una pieza de material ferromagnético, por ejemplo hierro 72 está conectado a un extremo de cada uno de estos imanes 64, 66, 68, 70.

En este caso, la disposición de los imanes en las superficies 26, 28 tiene una distancia entre puntos correspondientes p igual al ancho de dos de los imanes como se muestra en la Figura 5.

La Figura 6 muestra una tercera disposición posible de los imanes sobre las superficies 26, 28 de los primero y segundo rotores. Una vez más, será evidente que las disposiciones son las mismas, pero están desplazadas entre sí, y se observará que las disposiciones se muestran aquí en forma esquemática como si las dos superficies fueran planas, en lugar de circulares.

En la Figura 6, la sección ilustrada de la superficie 26 tiene material 82 imantado en forma permanente magnetizado de tal manera como para producir una sucesión de polos Norte y Sur en la superficie 26 como se muestra y muy poco campo magnético en la superficie 83 opuesta, en una disposición conocida como una disposición de Halbach para una persona experta en la técnica.

La sección ilustrada de la superficie 28 tiene material 92 imantado en forma permanente magnetizado de tal forma para producir una sucesión de polos Norte y Sur en la superficie 28 como se muestra y muy poco campo magnético en la superficie 93, de nuevo formando una disposición de Halbach.

Una vez más, la disposición de los imanes en las superficies 26, 28 tiene una distancia entre puntos

correspondientes p igual a la distancia entre dos polos Norte sucesivos, o entre dos polos Sur sucesivos, como se muestra en la Figura 6.

Ya sea que los imanes sean como se muestra en la Figura 4, o como se muestra en la Figura 5, o como se muestra en la Figura 6, producen un grado de acoplamiento entre el primer rotor 10 y el segundo rotor 18. También es posible utilizar una disposición de imanes que se basa en una mezcla de los esquemas expuestos en las Figuras 4, 5 y 6. Por ejemplo, una máquina podría ser diseñada con base en los imanes en la superficie 28 de la Figura 6 que cooperan con los imanes mostrados en la superficie 26 de la Figura 5.

También es posible producir el campo magnético en las superficies 26 o 28 mediante el uso de devanados de máquina eléctrica convencionales.

La Figura 7 muestra en forma más detallada las disposiciones de los imanes en las superficies 26, 28. Específicamente, los imanes están dispuestos en patrones helicoidales. Estos patrones helicoidales tienen el efecto de que la rotación del primer rotor 10 alrededor de su eje de rotación provoca la rotación del segundo rotor 18 alrededor de su eje de rotación perpendicular. Es imposible proporcionar hélices idénticas en las superficies 26 y 28 para el caso del toroide y el cilindro, pero esto no es necesario.

Desde una posición estacionaria, en la que se han fijado las disposiciones de los imanes en posiciones en las que se maximiza la atracción entre los imanes de polos opuestos y la repulsión entre los imanes de la misma polaridad, la rotación del primer rotor 10 alrededor de su eje de rotación provoca la rotación del segundo rotor 18 alrededor de su eje de rotación (ya que es incapaz de moverse con el primer rotor alrededor del eje de rotación del primer rotor) con el fin de mantener una posición en la que se maximiza esta atracción. Además, el hecho de que el segundo rotor tenga un radio de giro que es mucho más pequeño que el radio de giro del primer rotor provoca un efecto multiplicador.

Si el primer rotor se mueve una distancia periférica igual a la distancia entre puntos correspondientes p de la hélice magnética, por ejemplo como se muestra en la Figura 4, 5 o 6, el segundo rotor gira 360 grados completos. Por ejemplo, si el primer rotor 10 tiene un diámetro exterior de 5 m y el segundo rotor 18 tiene un diámetro exterior de alrededor de 0,5 m, una relación de multiplicación de alrededor de 10:1 (es decir, el segundo rotor gira 10 veces para cada giro del primer rotor) puede ser ventajoso. La relación de multiplicación puede ser alterada cambiando el diámetro del primer rotor y/o del segundo rotor, cambiando la distancia entre puntos correspondientes p de los imanes, o mediante el uso de más arranques en los patrones de rosca helicoidal.

Se proporciona por lo tanto una máquina eléctrica que puede convertir una rotación relativamente lenta de manera eficiente en una rotación más rápida que puede ser utilizada más convenientemente para la generación de energía eléctrica.

Aunque se ha ilustrado una estructura básica, se apreciará que son posibles otras estructuras.

La Figura 8 muestra una forma alternativa de los primero y segundo rotores. Como se discutió anteriormente con referencia a la Figura 1, el primer rotor 10 está en la forma de un toroide, del que se omite la parte de la sección transversal circular que se encuentra más alejada del eje de rotación, dejando un espacio 16 anular. En la realización mostrada en la Figura 8, el segundo rotor 18a no está en la forma de un cilindro circular recto, sino más bien es un objeto cilíndrico formado por la rotación de una línea curva alrededor del eje 22. En particular, puede ser ventajoso disponer de una superficie cóncava, como se ilustra en la Figura 8, ya que se ajusta más estrechamente a la superficie de la parte interior del primer rotor 10.

La Figura 9 muestra una forma alternativa adicional del primero y segundo rotores, en la que el primer rotor 110 forma un toroide incompleto en el que se omite la parte de la sección transversal circular que se encuentra más cercana al eje de rotación, dejando un espacio 116 anular, siendo visible el segundo rotor 118 a través de este espacio. En este caso el segundo rotor ventajosamente puede estar formado por la rotación de una línea curva alrededor del eje 22 a fin de formar un cuerpo en forma de barril con una superficie convexa como se ilustra en más detalle en la Figura 10, ya que en este caso esa forma se ajusta más estrechamente a la superficie de la parte interior del primer rotor 10.

La Figura 11 muestra una disposición alternativa adicional, en la que el primer rotor 120 tiene la forma de un toroide incompleto que tiene dos partes 122, 124, omitiendo la parte de la sección transversal circular que se encuentra más cercana al eje de rotación del primer rotor y también la parte de la sección transversal circular que se encuentra más alejada del eje de rotación. El segundo rotor 126 se mantiene entre estas dos partes 122, 124.

La Figura 12 muestra una disposición alternativa adicional, en la que el primer rotor 130 tiene la forma de un toroide incompleto que tienen dos partes 132, 134, mediante la retención de sólo la parte 132 de la sección transversal

circular que se encuentra más cercana al eje de rotación y la parte 134 de la sección transversal circular que se encuentra más alejada del eje de rotación, mientras aunque se omiten dos piezas laterales anulares. El segundo rotor 136 se mantiene entre estas dos partes 132, 134.

5 Con el fin de ilustrar las ventajas de la invención, se proporciona un esquema de diseño de un generador de turbina eólica de 6,5 MW, basado en la disposición del primero y segundo rotores 110, 118 como se muestra en la Figura 9. En este ejemplo, el primer rotor 110 tiene un diámetro exterior de 5 m, y una velocidad de rotación de 16 rpm (revoluciones por minuto). Hay dieciséis segundos rotores 118, cada uno con un diámetro exterior de 0,5 m y una longitud de 0,4 m, y que tiene una velocidad de rotación de 2.800 rpm. Las partes activas de este dispositivo tienen una masa total de 9 T (toneladas). Esto se puede comparar con la masa total estimada de las partes activas de una 10 turbina eólica de 6,5 MW de imán permanente convencional de accionamiento directo que gira a 16 rpm, que pesa alrededor de 42 T. También se compara favorablemente con aquella de una turbina eólica existente experimental de 5 MW (construida por Repower), que tiene un generador asíncrono doblemente alimentado, que funciona a una velocidad de 670 - 1170 rpm accionado por una caja de engranajes mecánica, en la que la caja de engranajes tiene una masa de 63 T y el generador tiene una masa de 17 T.

15 En la mayoría de las máquinas eléctricas lineales o de giro, es importante mantener un pequeño espacio mecánico entre las piezas móviles. Si esto se hace en el caso de una máquina eléctrica grande, a menudo significa que se incrementa la masa de la estructura de soporte, que se utiliza para impartir rigidez, pero que no es electromagnéticamente activa. El problema de la masa se puede aliviar en el caso de la presente invención al permitir que la estructura sea relativamente ligera y flexible, manteniendo al mismo tiempo los espacios necesarios 20 mediante el uso de ruedas para soportar los segundos rotores, que se mueven en pistas que están unidas al primer rotor.

La Figura 13 muestra una máquina de este tipo. Los primero y segundo rotores 110, 118 son del tipo mostrado en la Figura 10, en el que el primer rotor 110 forma un toroide incompleto en el que se omite la parte de la sección transversal circular que se encuentra más cercana al eje de rotación, y el segundo rotor 118 tiene forma de barril. El 25 segundo rotor 118 está montado sobre una estructura 120 de soporte, que permite que gire alrededor de un eje 122.

El espacio requerido entre los primero y segundo rotores 110, 118 se mantiene mediante una estructura en la que se proporcionan los carriles 124, 126 en la superficie exterior del primer rotor 110. En este caso, los rieles 124, 126 tienen cada uno un perfil rectangular.

30 Conectado al eje 122 por encima del segundo rotor 118 está un mecanismo 127 que comprende una primera varilla 128, que se encuentra a 90° con respecto al eje 122, y está conectado a una segunda varilla 130 en un ángulo de aproximadamente 90°. Conectado a esta segunda varilla 130 están tres ruedas 132, 134, 136. La primera rueda 132 está situada de modo que pueda correr a lo largo de una superficie 138 del riel 126 que es perpendicular a la superficie exterior del primer rotor 110. La segunda rueda 134 está situada de modo que pueda correr a lo largo de una superficie 140 del riel 126 que es paralela a la superficie exterior del primer rotor 110. La tercera rueda 136 está 35 situada de modo que pueda correr a lo largo de una superficie (no visible en la Figura 13) del riel 126 que es perpendicular a la superficie exterior del primer rotor 110 y opuesta a la superficie 138. Un mecanismo 142 similar está conectado entre el eje 122 por encima del segundo rotor 118 y el riel 124. Otros mecanismos similares 144, 146 están conectados entre el eje 122 por debajo del rotor 118 y los rieles 126, 124 respectivamente.

40 La invención ha sido descrita hasta ahora con referencia a una máquina en la que el movimiento inicial es rotacional. Sin embargo, es posible una estructura similar donde el movimiento inicial proporcionado por la fuente de energía primaria es lineal, en lugar de rotacional. Por ejemplo, algunas fuentes de energía renovable dan lugar a un movimiento lineal de vaivén, tal como el que se encuentra en muchos convertidores de energía de las olas. Si el primer rotor mostrado en la Figura 1 anterior se sustituye por un tubo recto, que es accionado por este movimiento lineal de vaivén, entonces este movimiento puede ser convertido en rotación, y por lo tanto utilizado para generar 45 energía eléctrica.

Una máquina, adecuada para uso como generador en esta situación, se muestra en la Figura 14. Un primer tubo 184 está conectado a una fuente primaria de energía, de tal manera que es impulsado a lo largo de su eje en un movimiento lineal de vaivén, como se muestra por las flechas A. Se proporciona en la superficie 186 interior del tubo 184 una disposición helicoidal de los imanes 188, 190. El tubo 184 está montado alrededor de un segundo cilindro 180 más pequeño. Se proporciona en la superficie exterior 192 del tubo 180 una disposición helicoidal de los imanes 194, 196. 50

Como resultado de la interacción entre las dos disposiciones helicoidales de los imanes, similar a la descrita anteriormente, el movimiento lineal de vaivén del tubo 184 se convierte en rotación de vaivén en el cilindro más pequeño 180 como se muestra por las flechas B.

55 Un rotor (no mostrado, pero bien entendido por la persona experta en la técnica) puede ser montado luego en el

cilindro 180 para cooperar con un estator estacionario para generar energía eléctrica.

La Figura 15 muestra una disposición alternativa, que es idéntica a la mostrada en la Figura 14, excepto porque el cilindro 180 es impulsado a lo largo de su eje en un movimiento lineal de vaivén por una fuente primaria de energía, como se muestra por las flechas C, y este movimiento es convertido en rotación de vaivén en el tubo 184, como se muestra por las flechas D. Un rotor (no mostrado en la Figura 15) puede ser montado en el tubo 184 con el fin de cooperar con un estator estacionario para generar energía eléctrica.

La Figura 16 es una sección transversal a través de la máquina de la Figura 15, que muestra también la disposición para la generación de energía eléctrica. Específicamente, se monta una parte 198 del rotor de un generador en el exterior del tubo 184, y esto se encuentra dentro de la parte del estator 200 del generador. Por lo tanto, a medida que el cilindro 180 se mueve en forma de vaivén como se muestra por las flechas C, el cilindro 184 girará, con cambios en la dirección de rotación, y se puede generar energía eléctrica.

Todas las realizaciones hasta el momento se han referido a las máquinas eléctricas en forma de generadores, donde el movimiento se convierte en energía eléctrica de salida. Las mismas estructuras, con cambios apropiados en las conexiones eléctricas como será evidente para la persona experta en la técnica, también se pueden usar como motores eléctricos. Así, por ejemplo, en el caso de la estructura mostrada en las Figuras 15 y 16, también se puede realizar un motor lineal, si se suministra la energía eléctrica al estator 200, haciendo que el rotor 198 gire, y por lo tanto haciendo que el cilindro 180 se mueva a lo largo de su eje.

Como se describió anteriormente, las realizaciones mostradas en las Figuras 14 y 15 están destinadas para uso en situaciones donde la fuente primaria de energía es un movimiento de vaivén, y por lo general producirá un movimiento de vaivén en el lado de salida. Sin embargo, si se requiere una rotación continua en una dirección del rotor 198, esto también es posible.

La Figura 17 muestra una modificación de la disposición mostrada en la Figura 16, que está dispuesta para producir una potencia de salida más continua.

En esta disposición, como antes, un primer tubo 184 está montado alrededor de un segundo cilindro más pequeño 180. Proporcionados en la superficie 186 interior del tubo 184, y en la superficie 192 exterior del tubo 180, se encuentran disposiciones helicoidales de imanes (no mostradas en la Figura 17).

En este caso, hay dos rotores 202, 302 montados en el exterior del tubo 184, pero no son accionados directamente por el tubo 184. En vez de eso, dos embragues 204, 304 de cuña están conectados al tubo 184 y accionan los rotores 202, 302. Los dos rotores 202, 302 y cooperan luego con estatores 201, 301, respectivamente, para producir energía eléctrica como se describió anteriormente. Los embragues de cuña (o cualquier otro dispositivo similar, que puede ser mecánico, hidráulico, electromecánico, etc.) tienen la propiedad de que producen un accionamiento positivo a una carga en una dirección, pero permitirán que exceda la carga si la velocidad de rotación de la carga es mayor que la velocidad de rotación de entrada. Estas disposiciones del embrague serán bien conocidas por la persona experta en la técnica, y no se describirán adicionalmente en este documento.

Cuando la máquina está siendo accionada por un movimiento de vaivén del cilindro 180, la transmisión magnética entre el cilindro 180 y el tubo 184 hará que el tubo 184 gire, alternando entre una primera y una segunda direcciones de rotación opuestas a medida que el cilindro 180 se mueve en forma de vaivén.

Mientras que el tubo 184 está girando en la primera dirección, puede accionar el rotor 202 a través del embrague de cuña 204, que permite accionar el rotor en la primera dirección y permite que el rotor 202 se desplace en exceso en la segunda dirección. Mientras que el tubo 184 está girando en la segunda dirección, puede accionar el rotor 302 a través del embrague 304 de cuña, lo que permite accionar el rotor en la segunda dirección y permite que el rotor 302 se desplace en exceso en la primera dirección.

De esta manera, los rotores 202 y 302 pueden actuar como volantes para almacenar energía mientras que el cilindro 180 está estacionario, por lo que es capaz de suministrar energía eléctrica en forma más constante.

Además, los estatores 201, 301 pueden estar dispuestos de modo que la salida eléctrica sea en una forma conveniente.

La máquina mostrada en la Figura 17 puede ser modificada para el caso en el que la fuente de energía de vaivén consista en una carrera del pistón en una primera dirección y una carrera de retorno más débil en una segunda dirección opuesta a la primera dirección. Esta situación podría ocurrir por ejemplo cuando una boya que flota en el mar tira de una cadena unida al tubo 180 que proporciona la carrera del pistón y un resorte permite la carrera de retorno. En la máquina de la Figura 17, el estator 301, el rotor 302 y el embrague 304 de cuña podrían ser omitidos.

El embrague 204 de cuña impulsa luego el rotor 202 de vuelta a la carrera del pistón y permite que el rotor 202 se desplace en exceso en la carrera de retorno.

La Figura 18 muestra una modificación adicional de la máquina, que permite suavizar la potencia de salida, incluso en circunstancias en las que la energía de entrada, en la forma de un movimiento de vaivén, no es constante. Por ejemplo, si una máquina de acuerdo con la invención fuera a ser utilizada como parte de un convertidor de energía de las olas del mar, sería preferible si la salida eléctrica del dispositivo fuera razonablemente suave, a pesar del hecho de que normalmente el patrón de las olas del mar no es regular. En la forma de realización de la invención mostrada en la Figura 18, se proporcionan medios para almacenar energía en el convertidor con el fin de suavizar las variaciones en la potencia de entrada.

- 10 Como antes, un primer tubo 184 está montado alrededor de un segundo cilindro más pequeño 180. Proporcionado en la superficie 186 interior del tubo 184, y en la superficie 192 exterior del tubo 180, se encuentran disposiciones helicoidales de imanes (no mostrados en la Figura 17).

- 15 La disposición se describe aquí con referencia a una situación en la que el movimiento lineal de vaivén del cilindro 180 se convierte en rotación del tubo 184, como se describió anteriormente con referencia a la Figura 15, aunque se apreciará que se pueden proporcionar disposiciones similares en las otras realizaciones de la invención descrita anteriormente.

- 20 El tubo 184 giratorio se puede acoplar mecánicamente, por ejemplo a través de un eje o mecanismo 403 a una bomba 401 hidráulica. La bomba 401 hidráulica acciona luego un motor 404 hidráulico que a su vez acciona un generador 405 eléctrico. En este caso, la trayectoria de flujo del fluido entre la bomba 401 hidráulica y el motor 404 hidráulico cuenta con al menos un acumulador 406 hidráulico. El almacenamiento de energía es proporcionado por el acumulador 406 hidráulico de modo que, a pesar del suministro variable de energía al cilindro 180 significa que el tubo 184 no girará a una velocidad constante, las fluctuaciones serán más suaves por efecto del acumulador hidráulico, de modo que la salida del generador eléctrico será casi constante.

- 25 Como se mencionó anteriormente, se pueden proporcionar disposiciones similares en los casos de las formas de realización de la invención. Por ejemplo, puede impedirse la rotación del tubo 184, y provocar entonces que el cilindro 180 gire. En este caso, el efecto de suavizado se puede lograr mediante el acoplamiento de la bomba 401 al cilindro 180.

- 30 Se describen por lo tanto diferentes máquinas eléctricas, en forma de generadores y motores eléctricos, en los que un movimiento de entrada de un primer componente se convierte a un movimiento de salida de un segundo componente, estando el primero y el segundo componentes acoplados entre sí por medio de una transmisión magnética.

- 35 Aunque la transmisión magnética se describe así en el contexto de las máquinas eléctricas, se pueden usar los mismos mecanismos de transmisión magnética en otras situaciones, por ejemplo cuando se utiliza el mecanismo de transmisión para cambiar la velocidad de algún otro tipo de máquina. Por ejemplo, en la disposición mostrada en la Figura 1, los segundos rotores podrían incorporar motores o bombas o compresores hidráulicos, y pueden no tener ningún contexto eléctrico.

REIVINDICACIONES

1. Una máquina eléctrica, que comprende:

un primer rotor (10, 110, 120, 130), que puede girar alrededor un primer eje, y que tiene una primera disposición de imanes en una primera superficie (26) del mismo;

5 un segundo rotor (18, 118), mantenido con una primera superficie (28) del mismo adyacente a la primera superficie del primer rotor y de tal manera que no pueda girar alrededor del primer eje, pero pueda girar alrededor de un segundo eje, y que tiene una segunda disposición de imanes en la primera superficie del mismo, en donde el segundo rotor está en la forma de un cilindro hueco; y

10 un estátor (24), situado dentro del cilindro hueco, en donde las primera y segunda disposiciones de imanes son tales que la rotación del primer rotor alrededor del primer eje provoca la rotación del segundo rotor alrededor del segundo eje.

2. Una máquina eléctrica de acuerdo con la reivindicación 1, en donde:

el primer rotor (10, 110, 120, 130) está en la forma de al menos un toroide parcial, siendo el toroide hueco el fin de definir una superficie interna, siendo dicha superficie interna la primera superficie del primer rotor;

15 el segundo rotor (18, 118) está en la forma de un cilindro, ubicado dentro del toroide hueco, siendo la primera superficie del segundo rotor una superficie externa,

de tal forma que el segundo eje es perpendicular al primer eje.

20 3. Una máquina eléctrica como la reivindicada en la reivindicación 2, en la que el primer rotor se encuentra en la forma de un toroide que se extiende completamente alrededor del primer eje, pero que se extiende sólo parcialmente alrededor del segundo eje.

4. Una máquina eléctrica como la reivindicada en la reivindicación 3, en la que el primer rotor (10) está en la forma de un toroide que tiene un espacio (16) anular en una superficie radialmente exterior del mismo con respecto al primer eje.

25 5. Una máquina eléctrica como la reivindicada en la reivindicación 3, en la que el primer rotor (110) está en la forma de un toroide que tiene un espacio (116) anular en una superficie radialmente interior del mismo con respecto al primer eje.

6. Una máquina eléctrica como la reivindicada en la reivindicación 3, en la que el primer rotor (120) está en la forma de un toroide que tiene espacios anulares en las superficies radialmente interior y exterior del mismo con respecto al primer eje.

30 7. Una máquina eléctrica como la reivindicada en la reivindicación 3, en la que el primer rotor (130) está en la forma de un toroide que tiene espacios anulares entre las superficies anulares radialmente interior y exterior del mismo con respecto al primer eje.

35 8. Una máquina eléctrica como la reivindicada en una de las reivindicaciones 2 a 7, que comprende una pluralidad de dichos segundos rotores, que se mantienen separados dentro del toroide hueco en posiciones predeterminadas alrededor del primer eje.

9. Una máquina eléctrica como la reivindicada en cualquier reivindicación anterior, en donde:

la primera disposición de imanes en la primera superficie del primer rotor comprende una disposición helicoidal; y

la segunda disposición de imanes en la primera superficie del segundo rotor comprende una disposición helicoidal correspondiente.

40 10. Una máquina eléctrica como la reivindicada en cualquier reivindicación anterior, en la forma de un generador, y que comprende además un estátor, en donde el segundo rotor y el estátor están posicionados uno respecto al otro de tal manera que la rotación del segundo rotor alrededor del segundo eje provoca que se genere una corriente eléctrica.

11. Una máquina eléctrica como la reivindicada en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en la forma de un motor, que comprende medios para la aplicación de energía eléctrica para provocar la rotación de uno de dichos primer y segundo rotores.

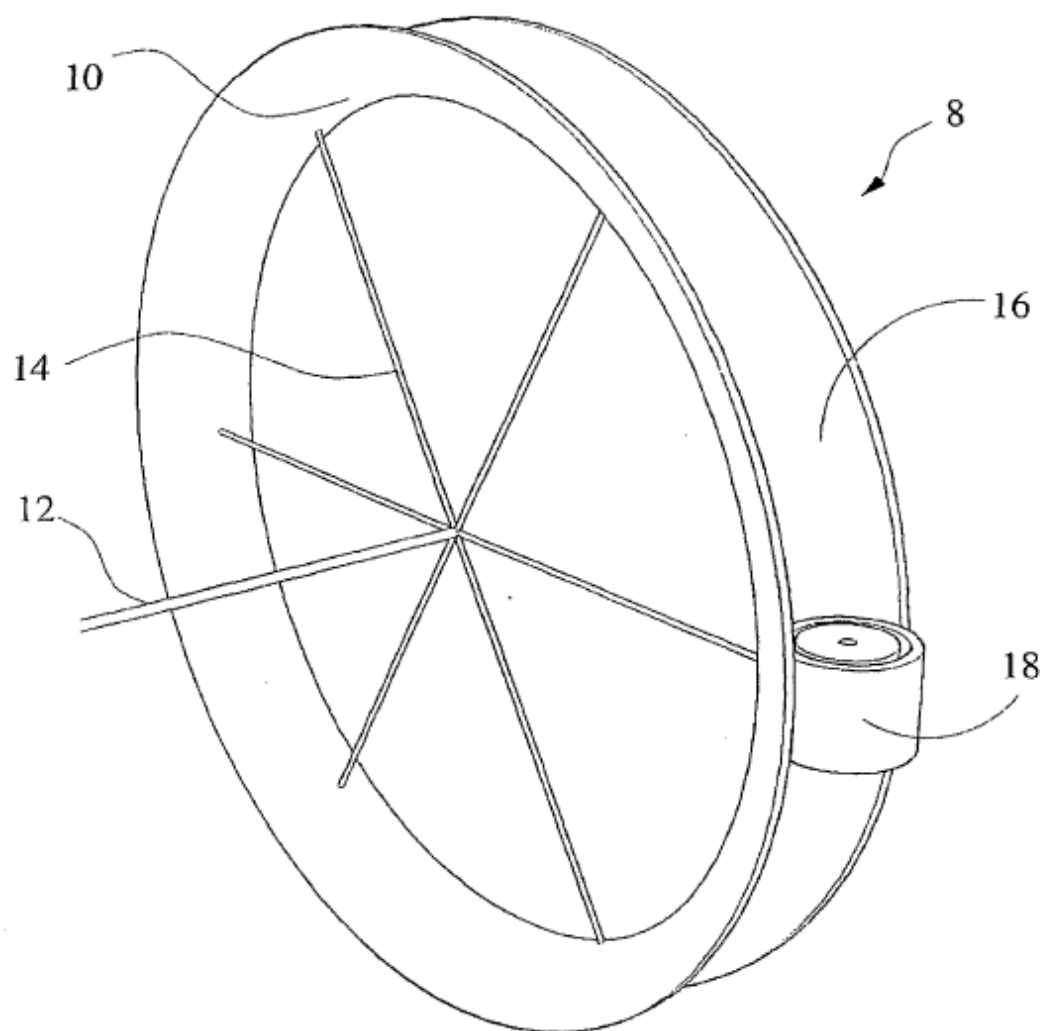


Figura 1:

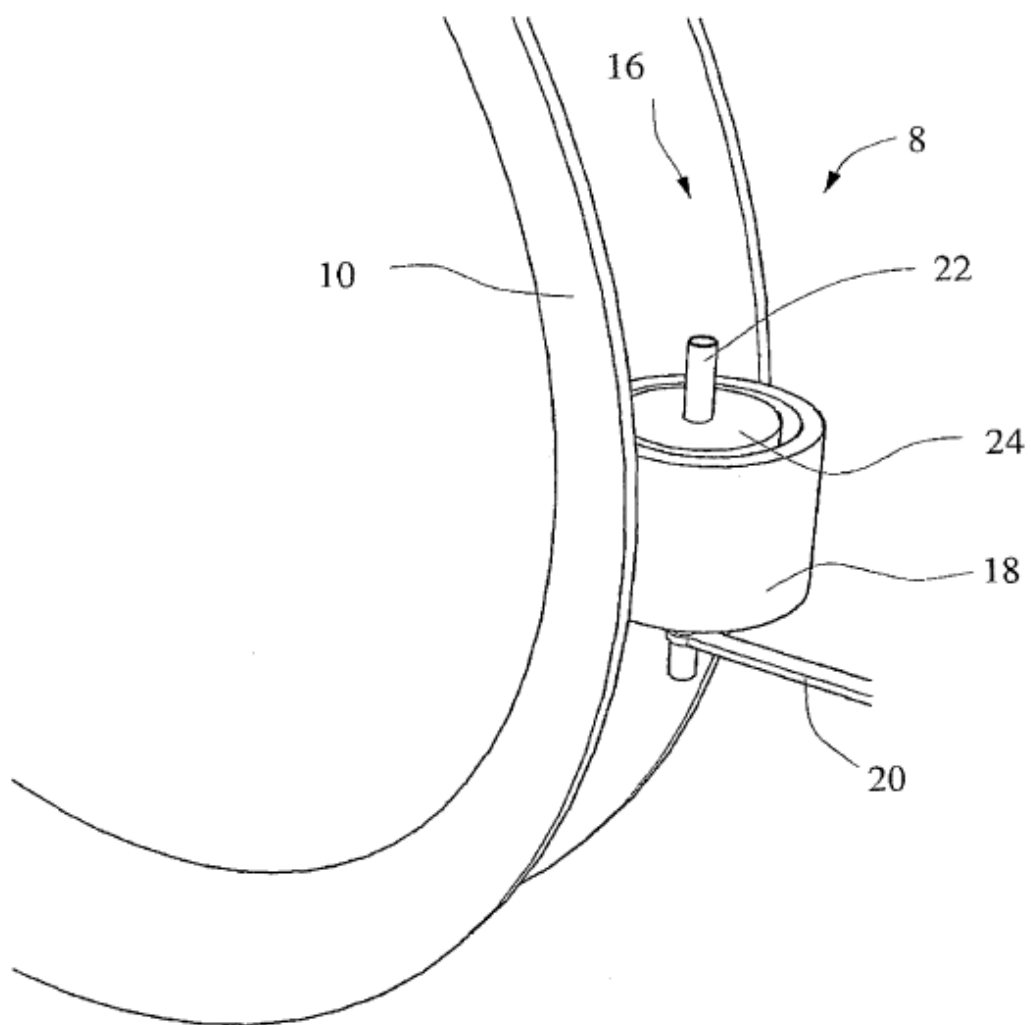


Figura 2:

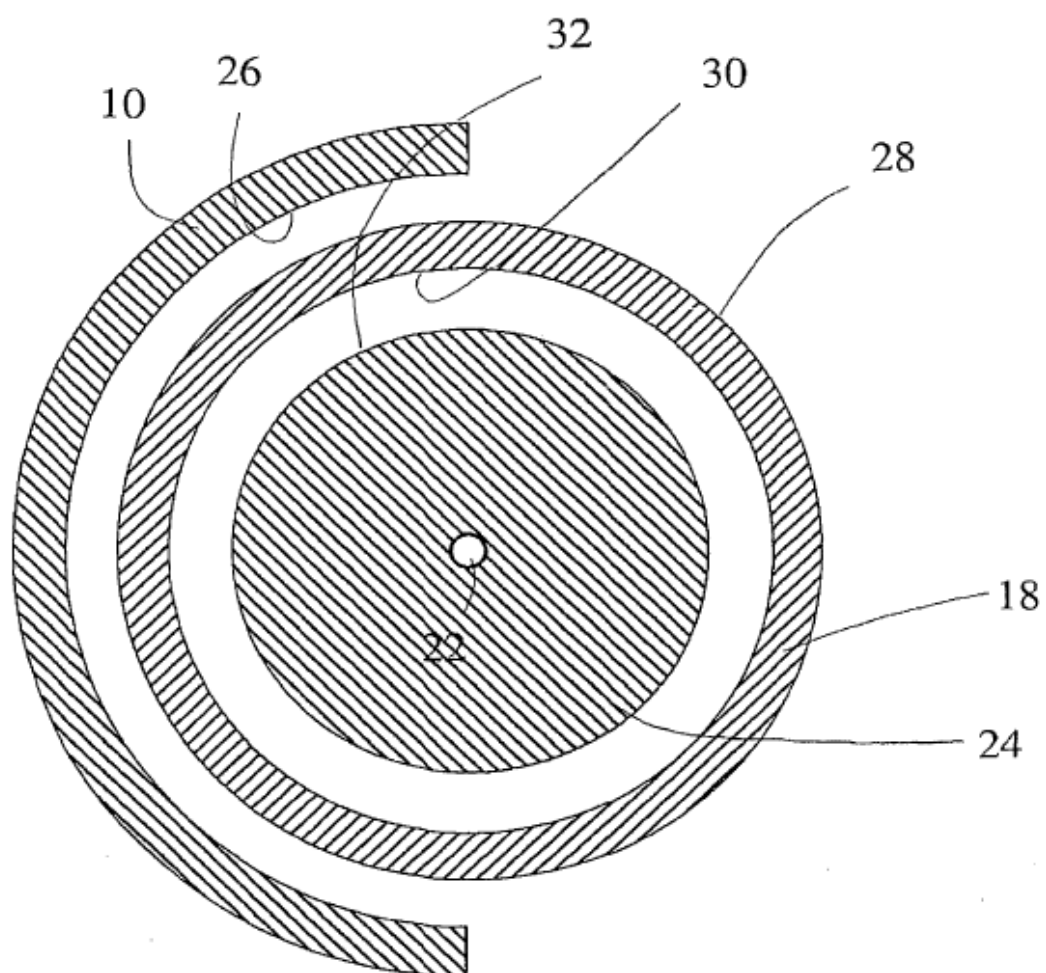


Figura 3:

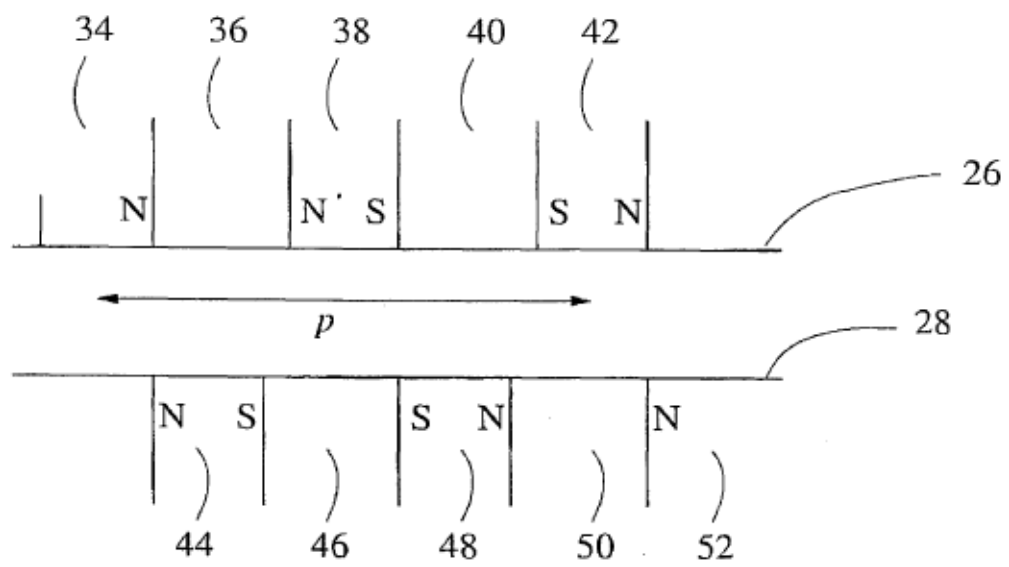


Figura 4:

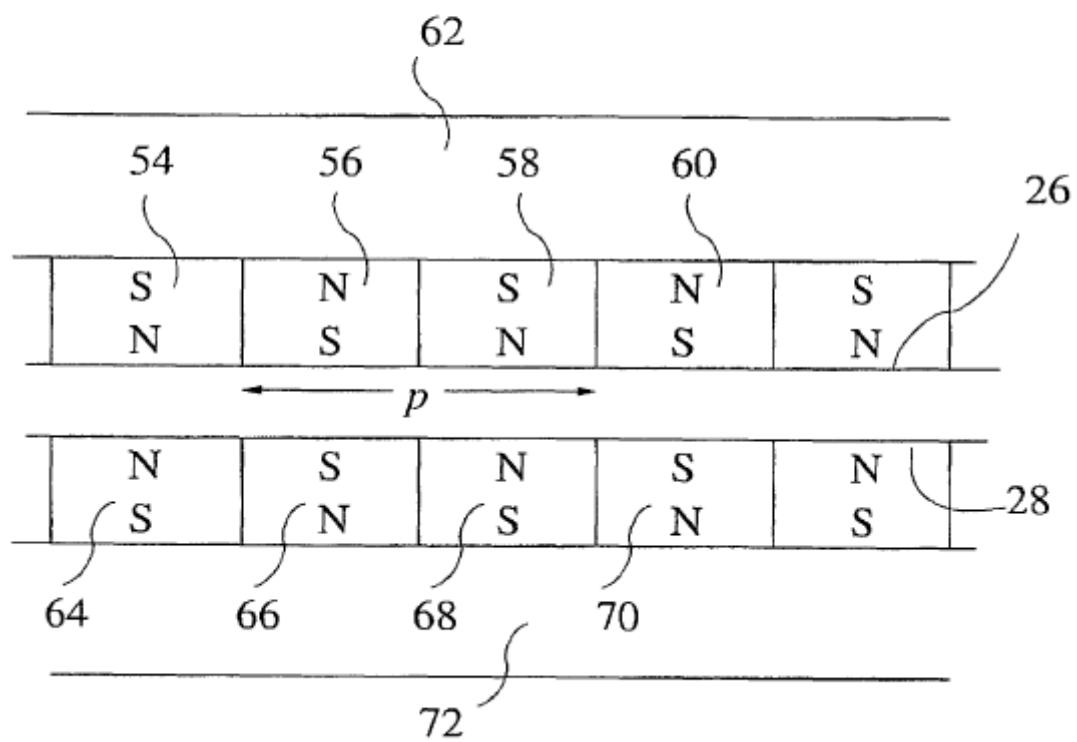


Figura 5:

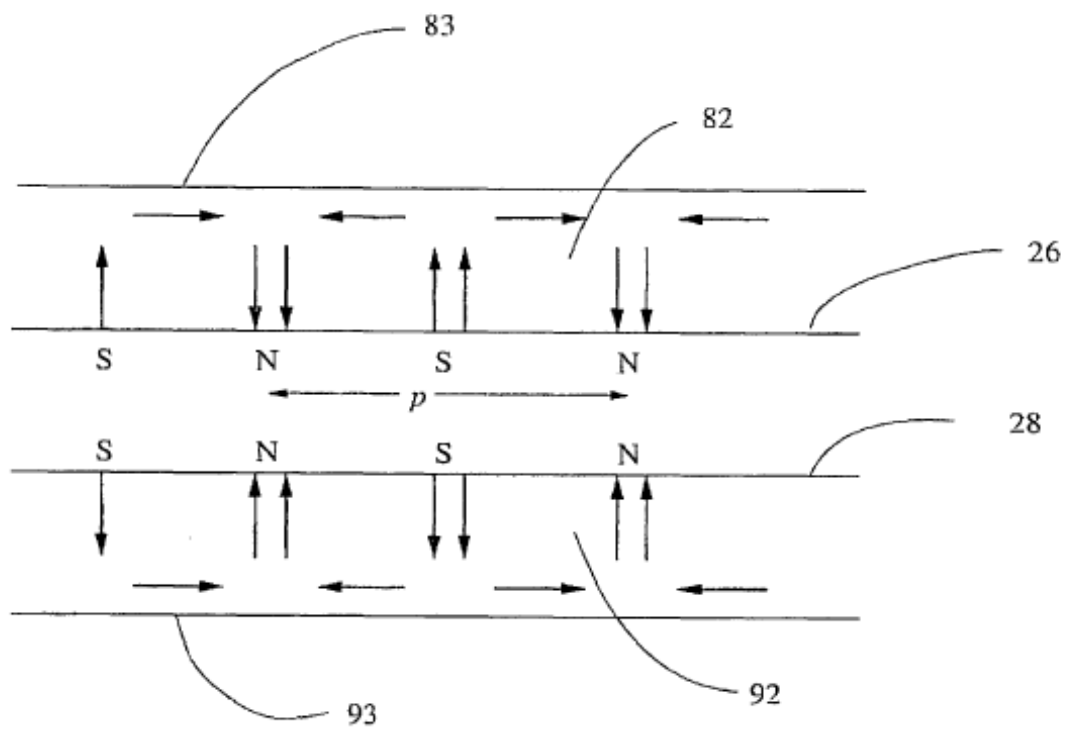


Figura 6:

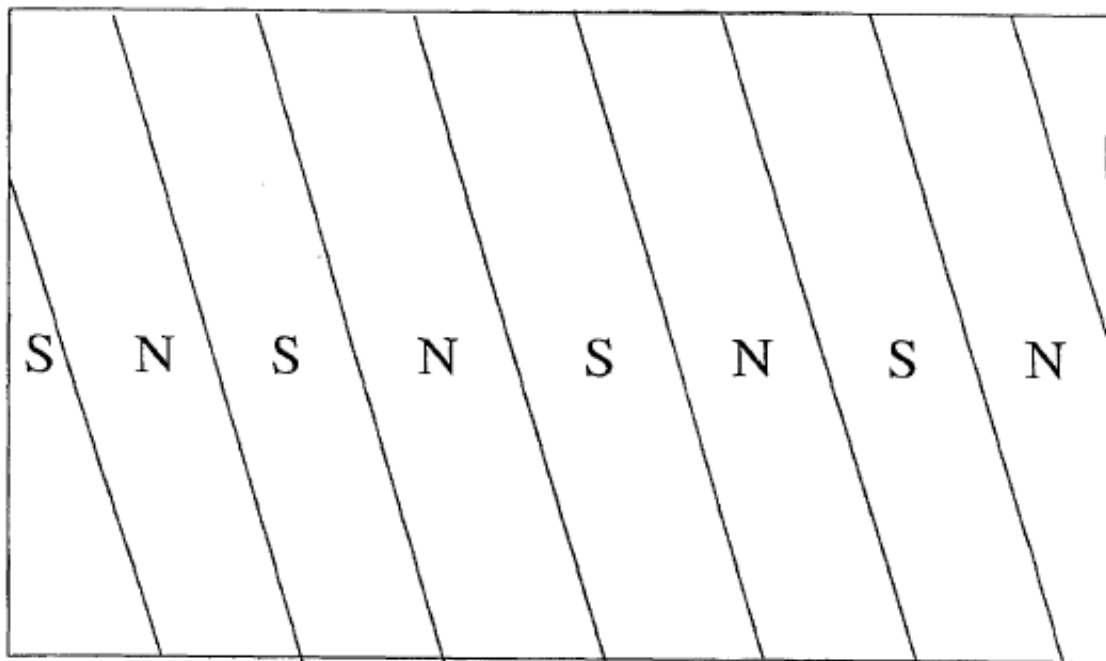


Figura 7:

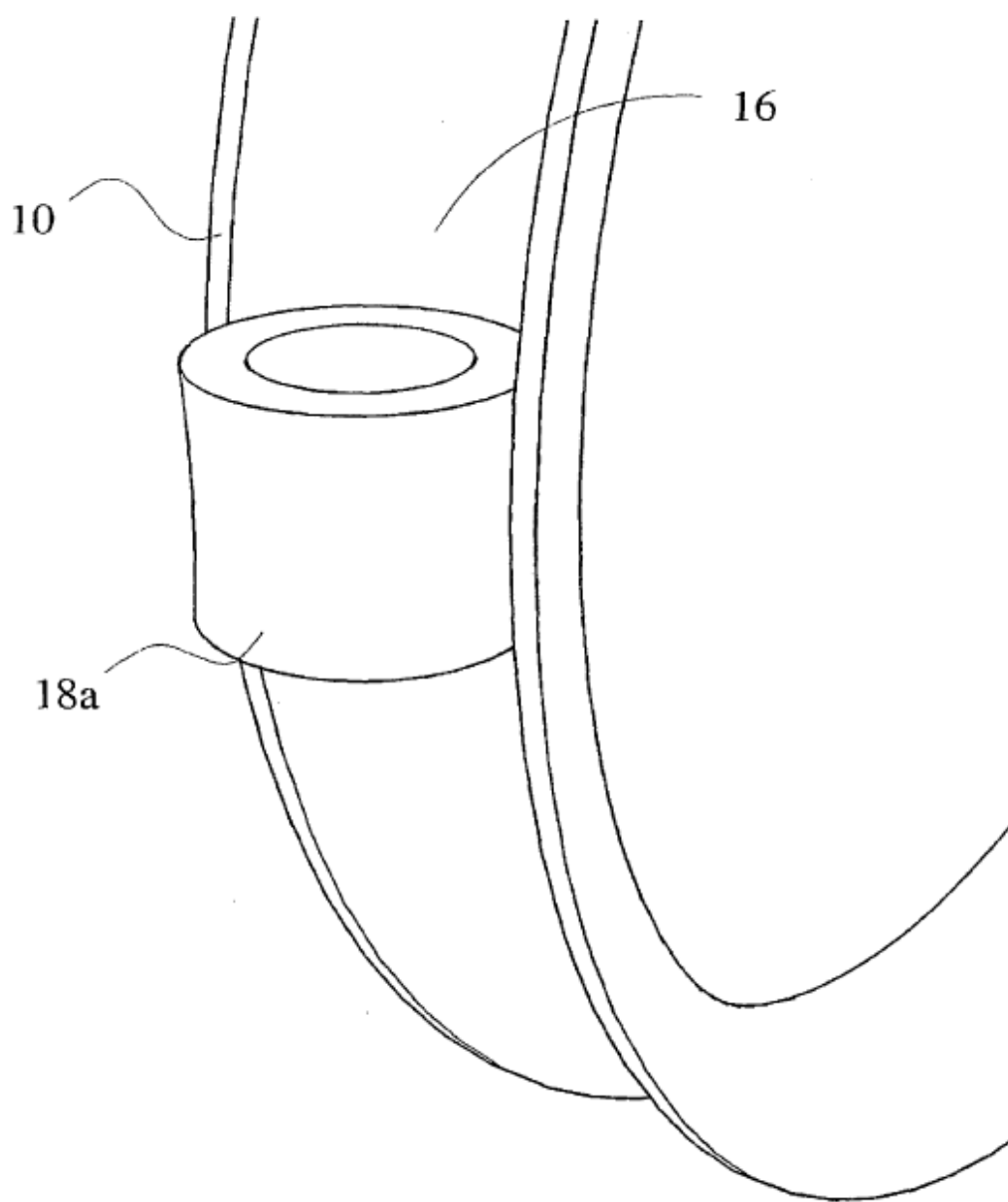


Figura 8:

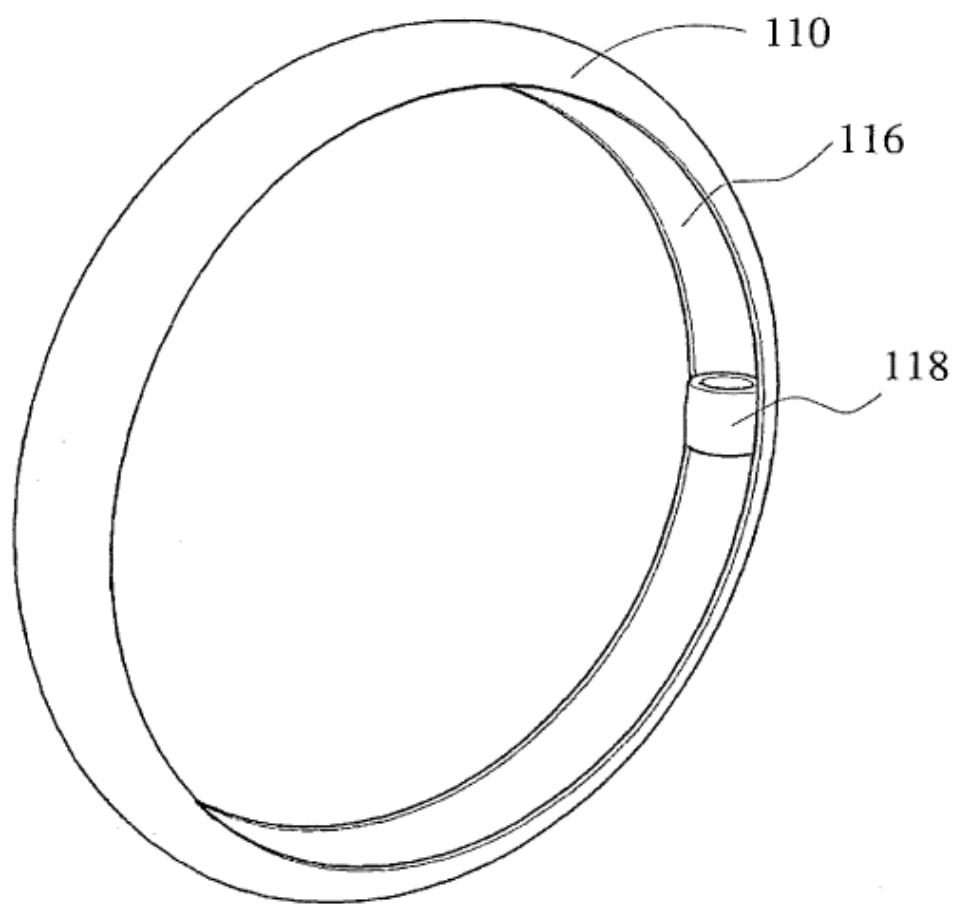


Figura 9:

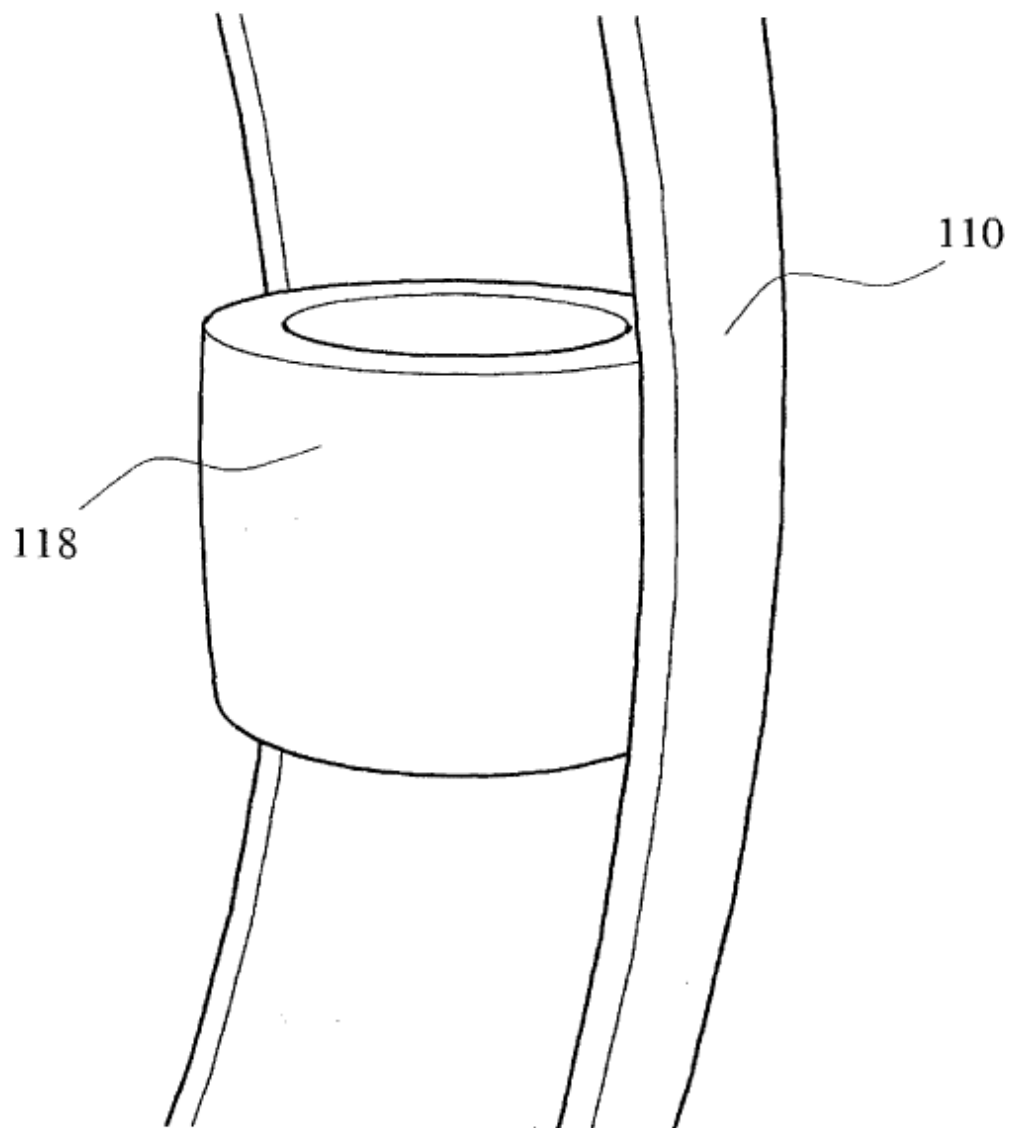


Figura 10:

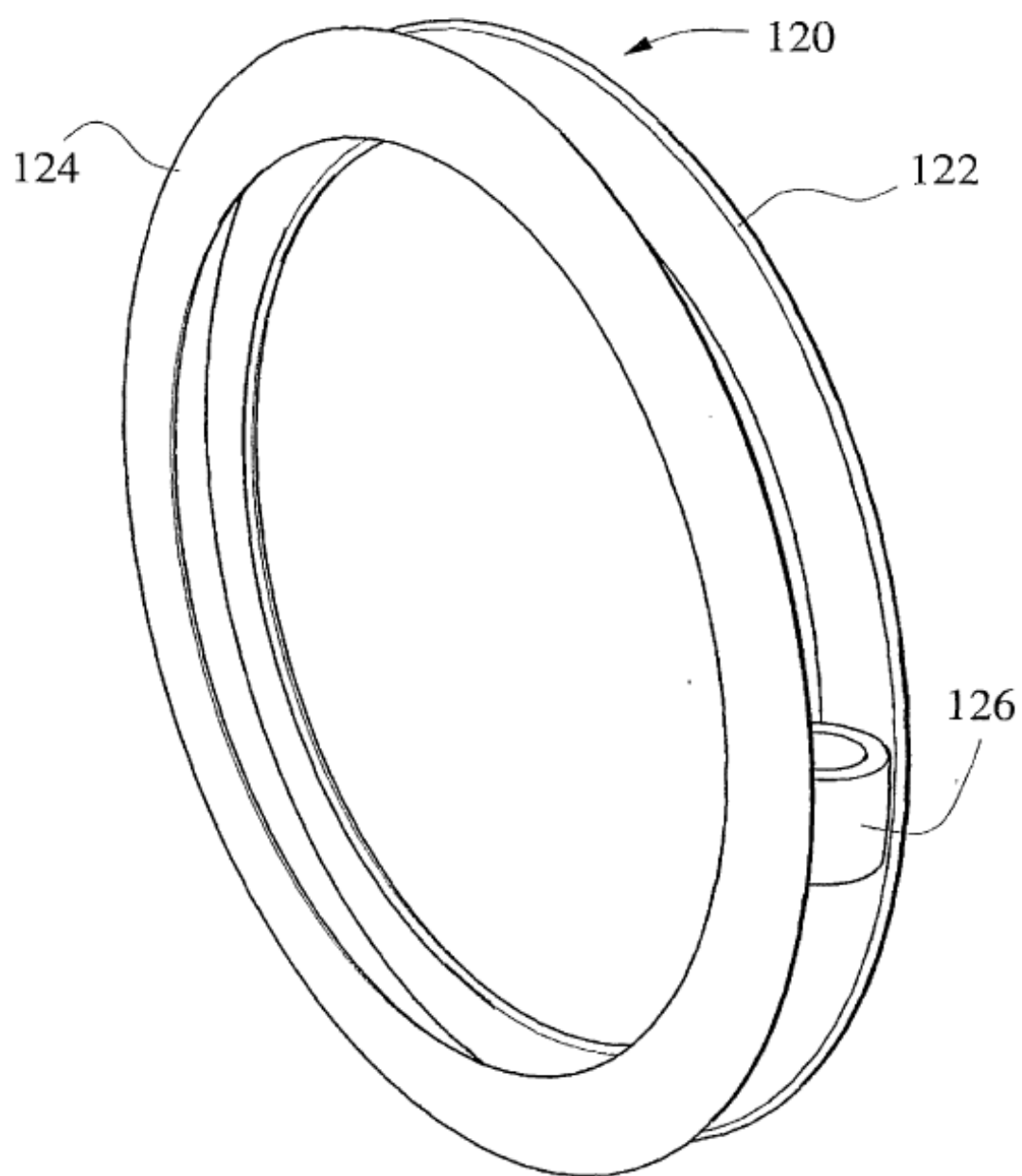


Figura 11:

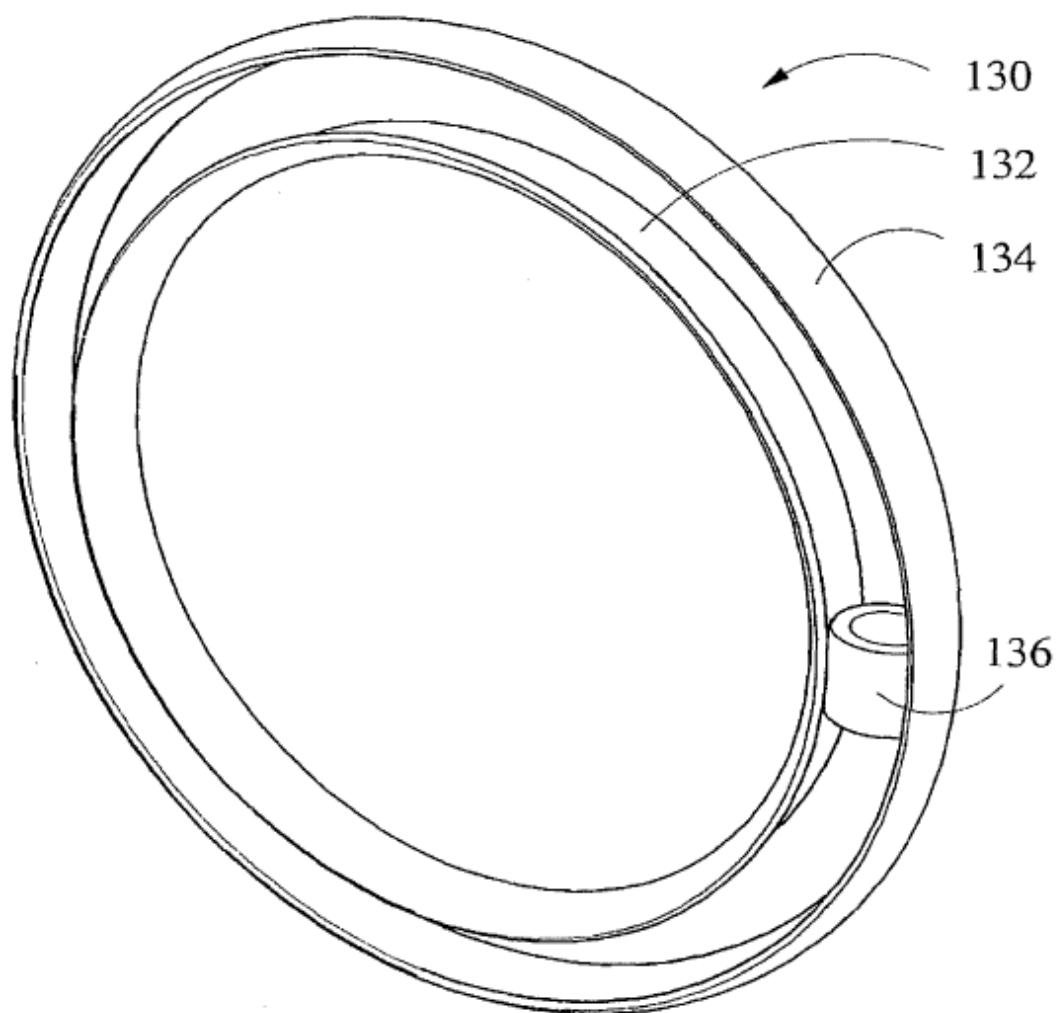


Figura 12:

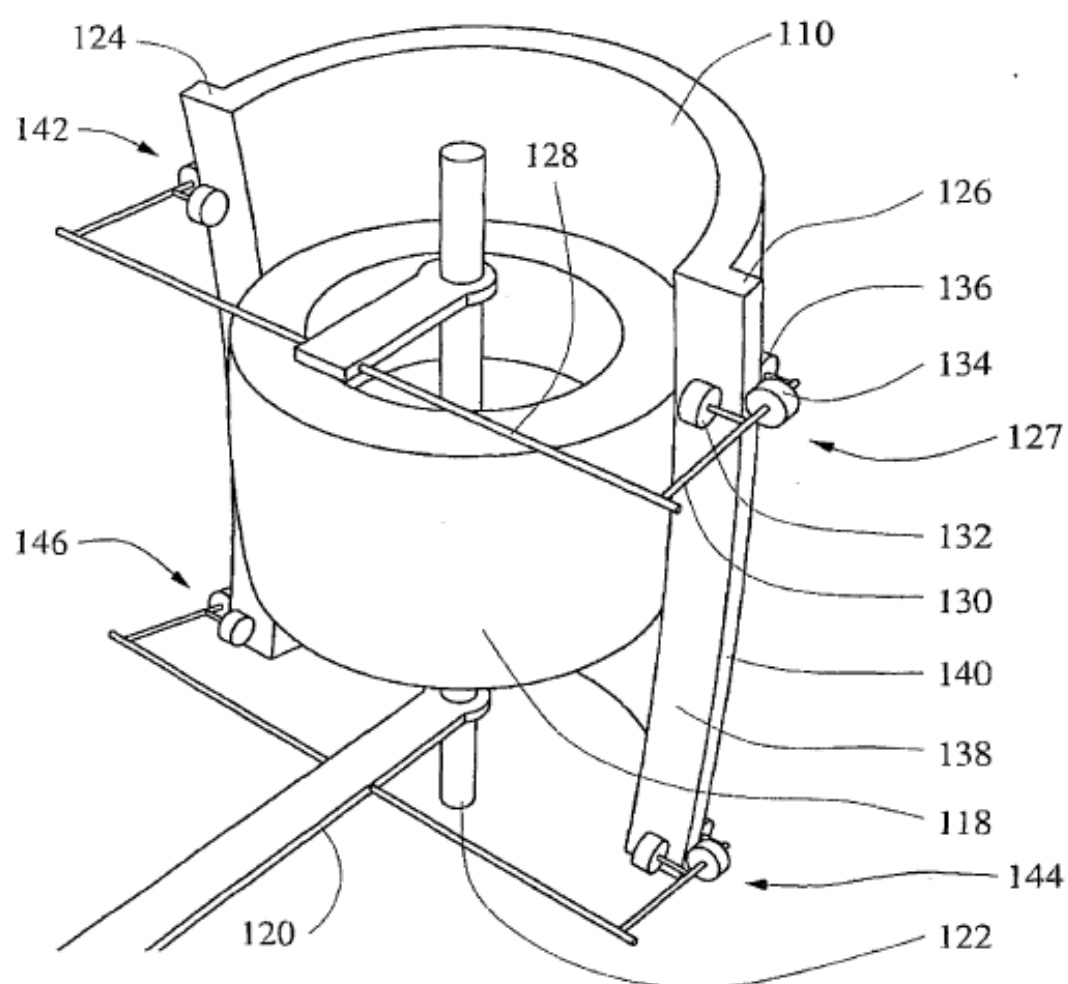


Figura 13:

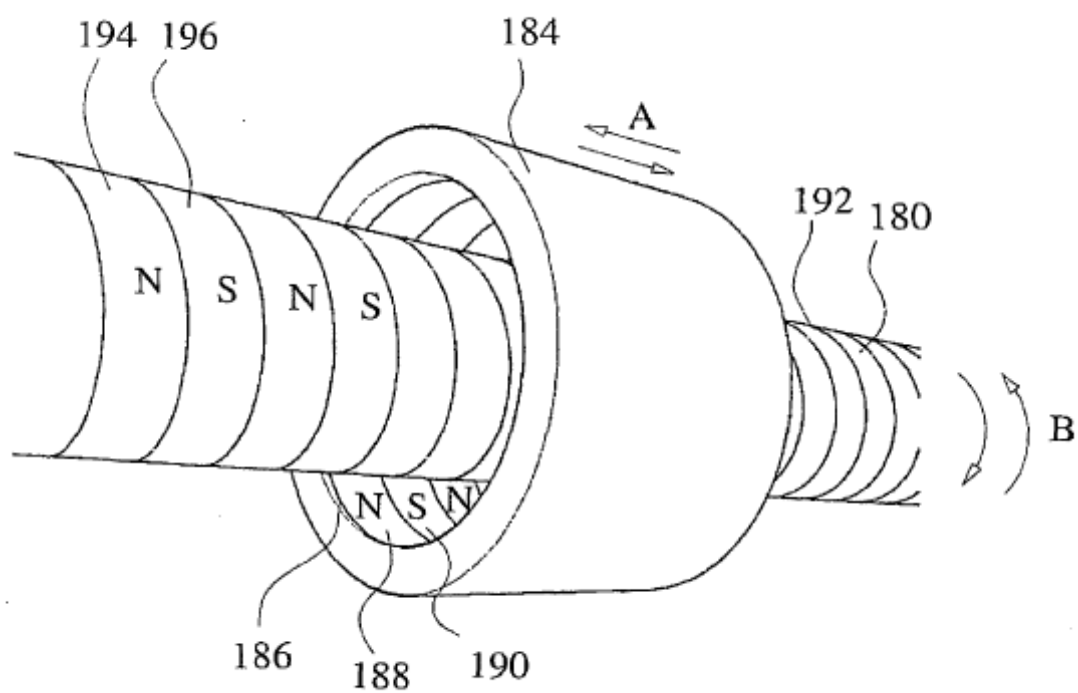


Figura 14:

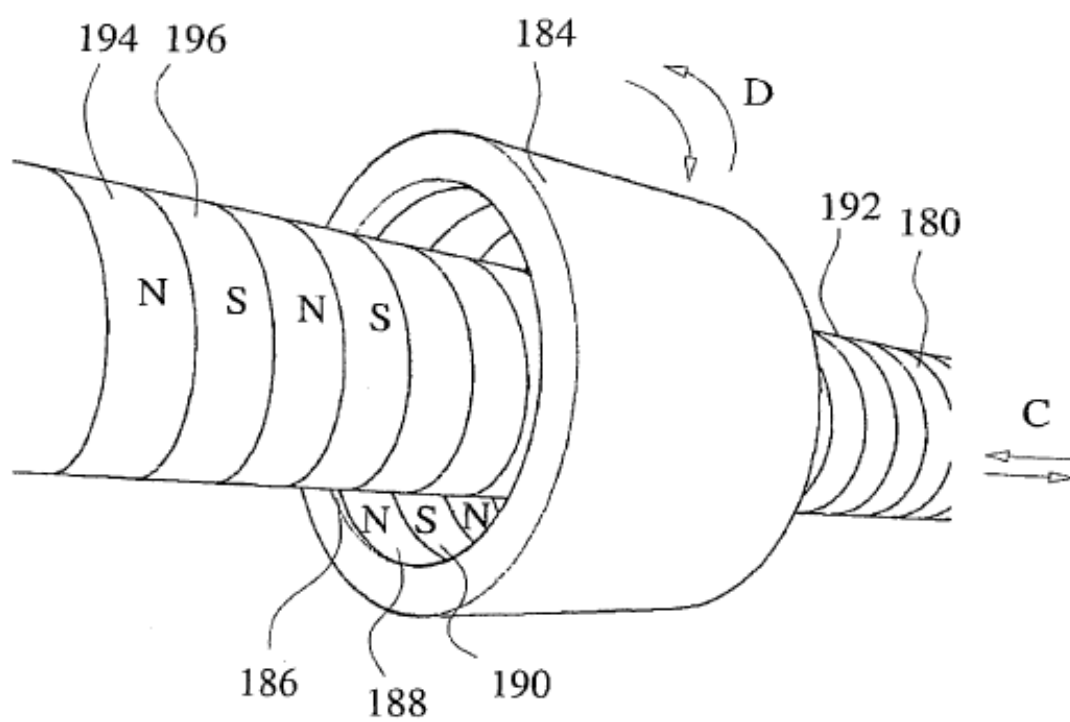


Figura 15:

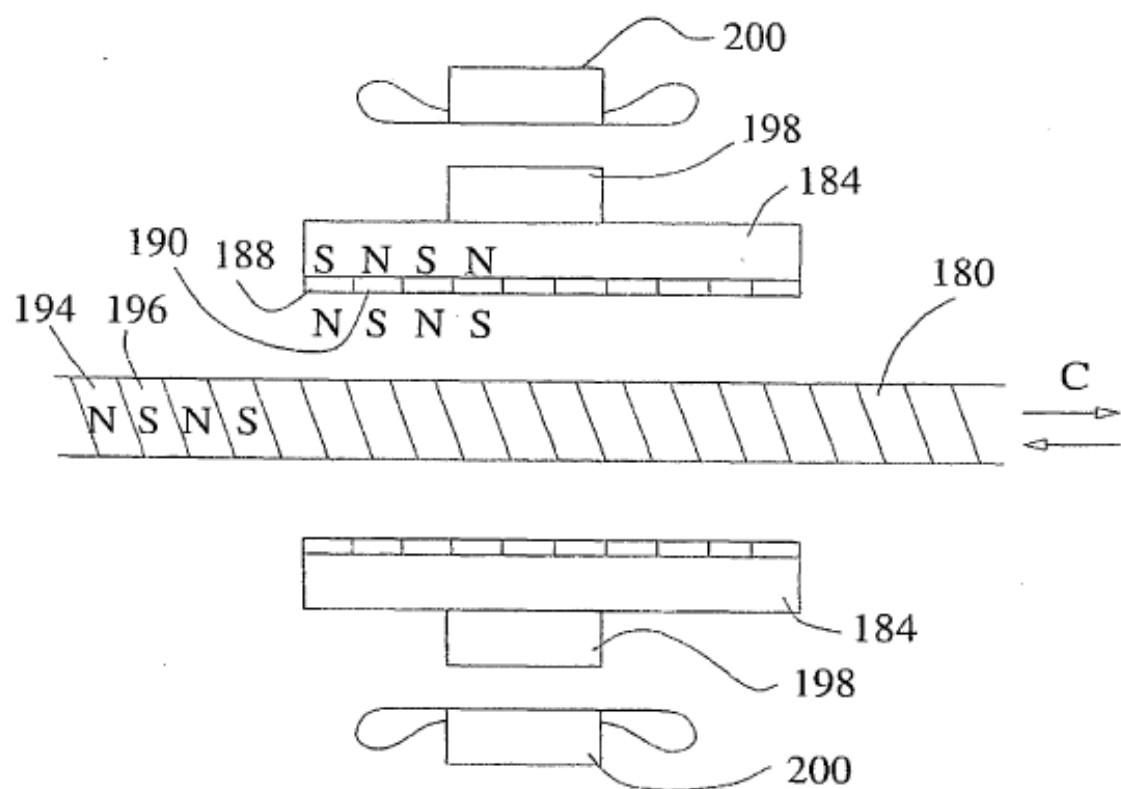


Figura 16:

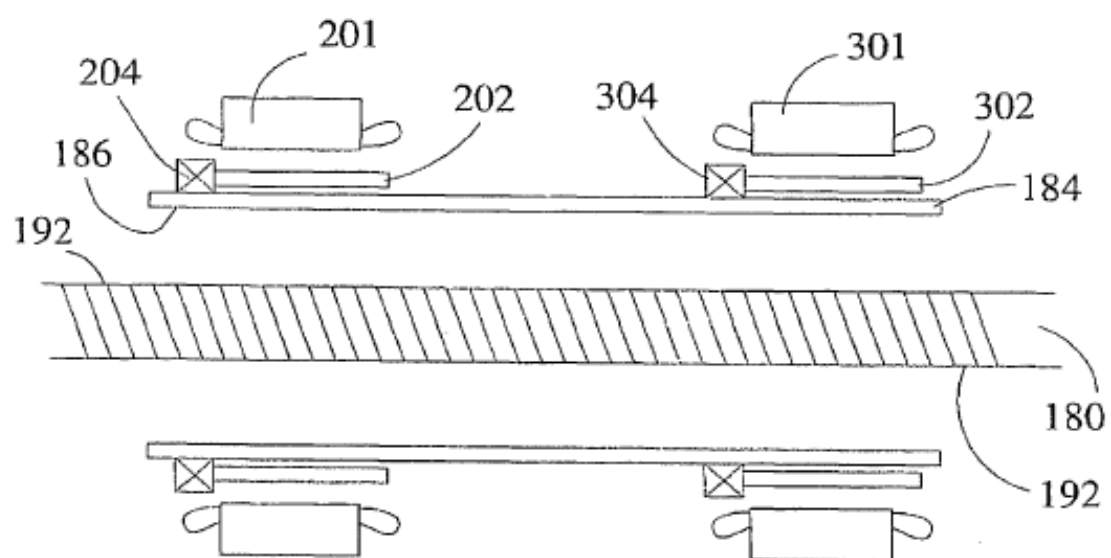


Figura 17:

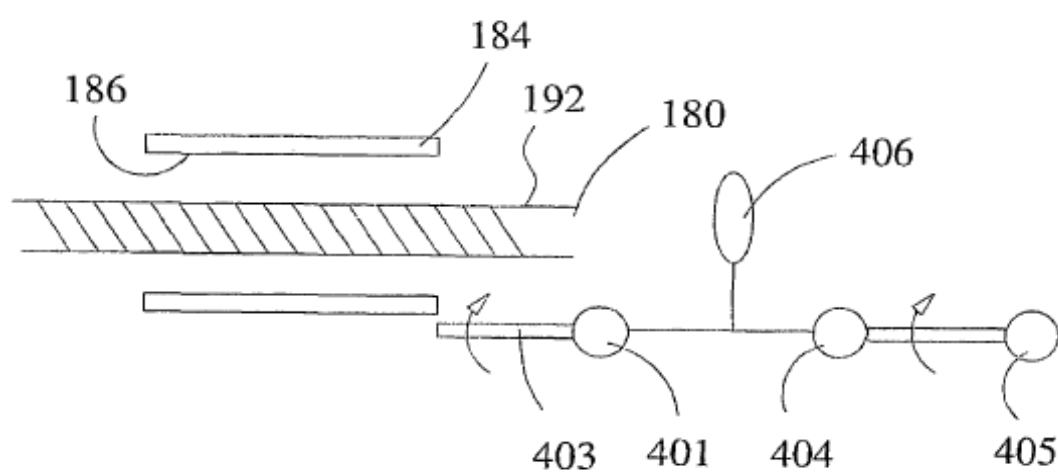


Figura 18: