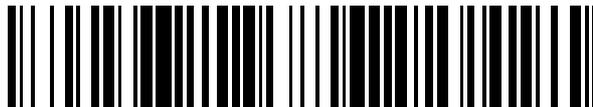


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 370 355**

51 Int. Cl.:
F04B 1/047 (2006.01)
F04B 1/07 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **09724364 .6**
96 Fecha de presentación: **25.03.2009**
97 Número de publicación de la solicitud: **2268921**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **05.01.2011**

54 Título: **CONVERSOR DE ENERGÍA MECÁNICA EN ENERGÍA HIDRÁULICA Y ROBOT QUE IMPLEMENTA EL CONVERSOR.**

30 Prioridad:
26.03.2008 FR 0851943

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
14.12.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
14.12.2011

73 Titular/es:
Bia
Z.A Les Boutriers 8 rue de l'HAUTIL
78700 Conflans Ste Honorine, FR

72 Inventor/es:
ALFAYAD, Samer;
BEN OUEZDOU, Fathi y
NAMOUN, Fayçal

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 370 355 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

Convertor de energía mecánica en energía hidráulica y robot que implementa el convertor

5 La invención se refiere a un convertor de energía mecánica en energía hidráulica, según el preámbulo de la reivindicación 1, y un robot según la reivindicación 14 que implementa el convertor La invención encuentra una utilidad particular en la realización de robots humanoides para los cuales se busca mejorar la autonomía.

Tales robots están equipados con mecanismos de accionamiento que permiten mover las diferentes partes del robot. Estos mecanismos conectan una fuente de alimentación que proporciona una energía mecánica tal como por ejemplo, un motor eléctrico, hidráulico o neumático, a una carga. Dicho de otro modo, un mecanismo de accionamiento garantiza una transmisión de potencia mecánica entre un motor y una carga.

10 Un parámetro esencial de un mecanismo de accionamiento es su relación de transmisión que se elige para adaptar un punto de funcionamiento nominal de la carga con el del motor. En un mecanismo de accionamiento conocido cuya relación de transmisión es constante, por ejemplo realizado mediante trenes de engranajes, la elección de la relación se limita a valores discretos y el cambio de relación necesita dispositivos complicados tales como una caja de cambios para adaptar la relación de transmisión. Ahora bien, en las aplicaciones robóticas, el punto de
15 funcionamiento de las cargas es generalmente muy variable. Si la relación de reducción es constante, esto conduce a dimensionar el motor para el caso más desfavorable de utilización de la carga.

Existen dispositivos que permiten variar la relación de transmisión de manera continua pero estos son complicados y su rendimiento a menudo mediocre. Se conocen, por ejemplo, reductores de velocidad de correas cuya relación de transmisión varía en función de la velocidad del motor mediante masas de inercia. Un convertor con las
20 características técnicas según el preámbulo de la reivindicación 1 es conocido por el documento EP1 293 667 A1.

Los dispositivos de accionamiento descritos anteriormente son voluminosos, pesados y complejos lo cual es perjudicial para las aplicaciones robóticas.

Además, entre los motores anteriormente mencionados, los motores eléctricos no están bien adaptados más que para velocidades importantes y pares bajos. En las aplicaciones robóticas, la situación inversa es frecuente:
25 velocidad baja y par importante. La aplicación de motores eléctricos para velocidad baja impone relaciones de reducción importantes, por lo tanto complicadas de realizar.

De manera conocida, en las aplicaciones robóticas, se utiliza un grupo hidráulico central conectado a diferentes conexiones a motorizar por canalizaciones que transportan un fluido a presión. Cuando el robot comprende un gran número de accionadores, la red comprende un gran número de accionadores, la red de canalización se vuelve
30 compleja. Asimismo, el grupo hidráulico debe proporcionar a todas las conexiones la presión máxima impuesta por la conexión más solicitada.

La invención tiene como objetivo paliar todos o parte de los problemas anteriormente mencionados proponiendo un mecanismo de accionamiento que transforma la energía mecánica proporcionada por un motor en energía hidráulica utilizada por una carga, por ejemplo en forma de un gato, permitiendo mover una parte móvil de un robot.
35 Se entiende evidentemente que la invención no se limita al campo robótico. La invención se puede aplicar en cualquier campo donde se busca optimizar un mecanismo de accionamiento. Más concretamente, la invención propone un convertor de energía mecánica en energía hidráulica que se puede descentralizar, es decir asociado a una sola carga. El convertor no proporciona entonces más que la potencia hidráulica requerida por la carga.

Con este fin, la invención tiene por objeto un convertor de energía mecánica en energía hidráulica que comprende un árbol impulsado en rotación por la energía mecánica alrededor de un primer eje respecto de un cárter, un cubo que incluye un escariado formado alrededor de un segundo eje, girando el árbol en el escariado, siendo los dos ejes paralelos y formando una distancia entre los ejes una excentricidad, al menos dos pistones susceptibles de desplazarse cada uno en un alojamiento radial del árbol, garantizando los alojamientos el guiado de los pistones, apoyándose los pistones en el escariado, arrastrando el desplazamiento de los pistones un fluido hidráulico en dos
45 ranuras anulares del cárter, estando las ranuras dispuestas en forma de arco de circunferencia alrededor del primer eje, siendo la energía hidráulica generada por una diferencia de presión del fluido presente entre las dos ranuras, caracterizado porque el cubo es móvil en traslación según un tercer eje perpendicular a los dos primeros ejes para modificar el valor de la excentricidad entre dos valores extremos, siendo uno positivo y el otro negativo de manera a permitir una inversión de las presiones de fluido en las ranuras a la vez que se conserva un mismo sentido de rotación para el árbol.
50

Una de las ranuras forma la admisión y la otra ranura forma la salida del convertor. El hecho de invertir las presiones de fluido entre las ranuras conlleva el intercambio de las funciones entre la admisión y la salida de las ranuras a la vez que se conserva un mismo sentido de rotación para el árbol.

La invención tiene también por objeto un robot que comprende varias conexiones independientes movidas por energía hidráulica, caracterizado porque comprende, además, tantos conversores según la invención como conexiones independientes, estando cada conversor asociado a una conexión.

5 La invención se entenderá mejor y se harán evidentes otras ventajas con la descripción detallada de varias variantes de realización ofrecidas a título de ejemplo, descripción ilustrada por los dibujos adjuntos en los cuales:

- la figura 1 representa en corte un ejemplo de realización de un conversor según la invención;
- la figura 2 representa para el conversor de la figura 1, elementos que garantizan el bombeo de un fluido hidráulico ;
- La figura 3 representa una variante de realización de los elementos representados en la figura 2;
- 10 - la figura 4 representa orificios de admisión y de salida de fluido del conversor;
- la figura 5 representa medios para modificar una excentricidad del conversor;
- la figura 6 representa un esquema hidráulico de una válvula del conversor;
- las figuras 7a y 7b representan dos posiciones de los medios para modificar la excentricidad;
- la figura 8 representa un esquema hidráulico de un distribuidor de una primera variante del conversor;
- 15 - las figuras 9 y 10 representan un ejemplo de realización del distribuidor de la figura 8; estas dos figuras son cortes en planos perpendiculares.
- las figuras 11a a 11g representan diferentes posiciones de una pieza móvil del distribuidor de la primera variante;
- las figuras 12a a 12b representan un esquema hidráulico de dos distribuidores de una segunda variante del conversor;
- 20 - las figuras 13 y 14 representan un ejemplo de realización de los distribuidores de las figuras 12a y 12b;
- las figuras 15a a 15g representan diferentes posiciones de una pieza móvil del primer distribuidor de la segunda variante;
- las figuras 16a y 16b representan diferentes posiciones de una pieza móvil del segundo distribuidor de la segunda variante.
- 25

Por motivos de claridad, los mismos elementos llevarán las mismas referencias en las diferentes figuras.

30 El conversor representado en la figura 1 recibe energía mecánica en forma de un movimiento de rotación de un árbol 10 accionado por un motor 11 por ejemplo eléctrico de corriente continua. El motor 11 gira a una velocidad de rotación constante, lo cual permite optimizar su funcionamiento. El árbol 10 está conectado al motor 11 por su acoplamiento 12. También es posible suprimir el acoplamiento 12 realizando directamente enroscamiento estáticos del motor 11 en el árbol 10. El árbol 10 gira alrededor de un eje 13 respecto de un cárter 14 cerrado al nivel de los extremos del árbol 10 por dos tapas 15 y 16. En cada tapa 15 y 16, un rodamiento, respectivamente 17 y 18 garantiza el guiado, limita las fricciones entre el árbol 10 y el conjunto formado por el cárter 14, y las tapas 15 y 16 garantiza la estanqueidad del conversor.

35 La figura 2 representa elementos del conversor que garantizan el bombeo de un fluido hidráulico. Con este fin, el conversor comprende un cubo 20 que incluye un escariado 21 formado alrededor de un segundo eje 22. El árbol 10 gira en el escariado 21. Los dos ejes 13 y 22 son paralelos y una distancia entre los ejes 13 y 22 forma una excentricidad E.

40 El conversor comprende al menos dos pistones susceptibles de desplazarse cada uno en un alojamiento radial del árbol. Es posible aplicar la invención para un conversor en el cual los pistones son paletas paralelepípedas. En el ejemplo representado, los alojamientos son cilindros y tres pistones 23, 24 y 25 se desplazan cada uno en un cilindro, respectivamente 26, 27, 28. Un extremo de cada pistón se apoya en el escariado 21. El árbol 10 comprende al menos dos canales que se extienden paralelamente al eje 13. Los dos canales 29 y 30 aparecen en el plano de la figura 2. El cilindro 26 se abre sobre el canal 29 y los cilindros 27 y 28 se abren sobre el canal 30. El número de pistones por canal puede aumentar hasta ocupar el conjunto del volumen del árbol 10 comprendido en el interior del escariado 21.

Ventajosamente, los pistones se reparten al tresbolillo alrededor del eje 13. Dicho de otro modo, entre dos canales

5 próximos, la posición longitudinal a lo largo del eje 13 de un cilindro que desemboca en un primer canal se intercala entre las posiciones longitudinales de dos cilindros adyacentes del segundo canal. Esta distribución permite aumentar al máximo el número de pistones para un escariado 21 dado. La distribución mejora el equilibrio dinámico del árbol 10 y de sus pistones cuando el árbol 10 gira. La distribución garantiza asimismo una menor variación de los esfuerzos radiales sobre el árbol 10 en función del ángulo de rotación del árbol 10.

10 El desplazamiento de los pistones 23, 24 y 25 arrastra un fluido hidráulico en los canales 29 y 30. Más concretamente, en la posición relativa del árbol 10 y del cubo 20 representada en la figura 2, los pistones 24 y 25 están en una posición denominada punto muerto alto y el pistón 24 está en una posición denominada punto muerto bajo. Durante la rotación del árbol 10 alrededor de su eje 13, los pistones 23 a 25 se desplazan en su cilindro respectivo entre sus dos puntos muertos. Este desplazamiento arrastra el fluido presente en la parte de los cilindros 26, 27 y 28 que comunican con los canales 29 y 30. Cada canal 29 y 30 está obturado en uno de sus extremos por un tapón 31, visible en la figura 1 y comunica con orificios de admisión y de salida en el otro de sus extremos, orificios que se describirán más adelante.

15 La figura 3 representa una variante de realización de los elementos representados en la figura 2, variante en la cual los pistones 23, 24 y 25 son sustituidos por bolas 32 a 35. El diámetro de las bolas se ajusta al diámetro interior de los cilindros correspondientes. En el resto de la descripción, se empleará el término pistón para designar indistintamente pistones cilíndricos como se representan en la figura 2 o bolas como se representan en la figura 3. El hecho de utilizar bolas no permite garantizar una estanqueidad tan buena del fluido en los cilindros debido a la menor superficie de contacto entre bolas y cilindros. Debido a esto el rendimiento del convertor se reduce. Sin embargo, la variante que aplica bolas es mucho menos costosa de realizar.

20 Ventajosamente, el cubo 20 forma un anillo interior de un rodamiento 36 por ejemplo de aguja. De este modo, el cubo 20 puede girar conjuntamente con el árbol 10 y limitar de este modo la fricción de los pistones sobre el escariado 21.

25 La figura 4 representa orificios de admisión y de salida de fluido del convertor en corte en un plano perpendicular al de las figuras 1 a 3. Más precisamente, el árbol 10 comprende diez canales longitudinales, entre los cuales los canales 29 y 30. El cárter 14 comprende dos ranuras 40 y 41 anulares en forma de arco de circunferencia alrededor del eje 13 y que comunican cada una alternativamente con los canales del árbol 10. La ranura 40 asegura por ejemplo la admisión del fluido hacia los canales enfrentados y asimismo, la ranura 41 asegura la salida del fluido hacia los canales enfrentados. Cada una de las ranuras 40 y 41 comunica con un racor, respectivamente 42 y 43 que permiten alimentar una carga asociada al convertor bien directamente bien a través de un distribuidor que se describirá más adelante. Para una excentricidad E dada, el convertor funciona como una bomba volumétrica de caudal constante, suponiendo la velocidad de rotación del árbol 10 constante. La energía hidráulica generada por el convertor es debida a una diferencia de presión del fluido presente entre las dos ranuras 40 y 41. Dos juntas 44 y 45 visibles en la figura 1 y por ejemplo labiales, se pueden colocar por una y otra parte de las ranuras 40 y 41 a lo largo del árbol 10 para garantizar la estanqueidad de las dos ranuras 40 y 41.

35 El cubo 20 es móvil en traslación según un eje 46 perpendicular a los ejes 13 y 22 para modificar el valor de la excentricidad E entre dos valores extremos, siendo uno positivo y el otro negativo. Para garantizar la traslación del cubo 20, un anillo exterior 47 del rodamiento 36 es solidario a un carro 48 susceptible de desplazarse según el eje 46 para modificar el valor de la excentricidad E. Suponiendo la velocidad de rotación del árbol 10 constante, cuando la excentricidad E es nula, es decir cuando los ejes 13 y 22 se confunden, los pistones están inmóviles en su cilindro respectivo y el convertor no suministra ningún caudal de fluido. Cuando se aumenta el valor de la excentricidad E en un primer sentido a lo largo del eje 46, el caudal del convertor aumenta. Por el contrario, cuando se aumenta el valor de la excentricidad E en un segundo sentido opuesto al primero, el caudal del convertor se vuelve negativo. Dicho de otro modo, la ranura 40 pasa de la admisión a la salida e inversamente para la ranura 41. El hecho de variar la excentricidad E entre un valor positivo y un valor negativo permite invertir la admisión y la salida del convertor sin que por ello se invierta el sentido de rotación del motor 11. El ajuste de la excentricidad E permite utilizar un motor cuyo control es muy sencillo para arrastrar el árbol 10 en rotación. Este motor puede girar a velocidad casi constante sin control de velocidad preciso, lo cual simplifica el mando del mismo. Con este tipo de motor, el ajuste de caudal del convertor se hace únicamente variando la excentricidad E. La inversión admisión/salida se hace mucho más rápidamente invirtiendo la excentricidad E que invirtiendo el sentido de rotación del motor debido a que a la inercia muy baja del carro 48 en comparación con la del conjunto motor y la bomba en el caso clásico.

Evidentemente es posible, cuando es necesario, ajustar a la vez la excentricidad E del convertor y la velocidad del motor en su intervalo de funcionamiento.

55 La figura 5 es una vista en corte del convertor por un plano paralelo al plano de la figura 1. Para desplazar el carro 48 en traslación según el eje 46, el convertor comprende dos pistones 50 y 51 solidarios al cárter 14. Los pistones 50 y 51 garantizan el guiado y el desplazamiento del carro 14 según el eje 46. Por una y otra parte del carro 48,

entre cada pistón 50 y 51 y el carro 48, se realiza una cámara, respectivamente 52 y 53. Una presión diferencial de un fluido entre las dos cámaras 52 y 53 permite desplazar el carro 48 para modificar la excentricidad E del convertor.

5 Con este fin, el convertor comprende una válvula 55 que acciona el desplazamiento del carro 48 mediante una diferencia de presión de un fluido hidráulico. Un esquema hidráulico de la válvula 55 se representa en la figura 6. La válvula 55 forma un distribuidor hidráulico alimentado por el fluido que desplaza el carro 48. Una alta presión de este fluido se indica con P y una baja presión se indica con T en la figura 6. En una posición central 55a, ninguna de las dos cámaras 52 y 53 está alimentada por el fluido. En una posición 55c, representada en la parte derecha en la figura 6, la cámara 53 recibe la baja presión T y la cámara 52 recibe la alta presión P. En una posición 55b, representada en la parte izquierda de la figura 6, la cámara 52 recibe la baja presión T y la cámara 53 recibe la alta presión P.

Ventajosamente, la válvula 55 se realiza en el carro 48. De este modo, todos los canales que alimentan las cámaras 52 y 53 a partir de la válvula 55 se realizan en el carro 48 lo cual libera sitio en el cárter 14. El convertor es de este modo más compacto.

15 La válvula 55 comprende un escariado 56 dispuesto en el distribuidor 48. el escariado se realiza a lo largo de un eje 57 paralelo al eje 46. El diámetro del escariado 56 es constante. La válvula 55 comprende una varilla 58 que puede deslizarse en el interior del escariado 56. La superficie exterior de la varilla 58 está formada por una alternancia de formas cilíndricas de pequeño diámetro d y de gran diámetro D que se extiende a lo largo del eje 57. Cinco formas cilíndricas se suceden a lo largo del eje 57. Estas formas tienen ordenadamente los diámetros D, d, D, d y D. El diámetro D se ajusta con el diámetro interior del escariado 56. Se forman dos cámaras de comunicación 59 y 60 entre el escariado 56 y las formas de diámetro d. Cinco canales 61 a 65 realizados en el escariado 56 permiten que el fluido comunique con las cámaras 59 y 60. Los canales 61 y 65 están conectados a la baja presión T de fluido. El canal 62 está conectado a la cámara 52. El canal 63 se conecta a la alta presión P de fluido y el canal 64 está conectado a la cámara 53.

25 Las figuras 7a y 7b representan dos posiciones de la varilla 58 en el interior del escariado 56. Las dos cámaras 52 y 53 comunican permanentemente con las cámaras de comunicación, respectivamente 59 y 60 y el desplazamiento de la varilla 58 permite conectar cada cámara de comunicación 59 y 60 bien el fluido de alta presión P presente en el canal 63 bien con el fluido de baja presión T presente en los canales 61 y 65. En la figura 7a, la posición representada 55a se denomina posición de equilibrio ya que ni la alta presión ni la baja presión de fluido comunica con las cámaras 52 y 53. En esta posición la excentricidad E permanece constante. Más concretamente, las tres formas cilíndricas de diámetro D obstruyen los canales de baja presión 61 y 65 así como el canal de alta presión 63. Las cámaras 52 y 53 no comunican más que con las cámaras de comunicación, respectivamente 59 y 60 sin acceso ni a la alta presión ni a la baja presión de fluido.

35 En la figura 7b, la varilla 58 se desplaza hacia la izquierda de la figura. Se trata de la posición 55b. La forma cilíndrica central de diámetro D libera el acceso al canal 63. La base de alta presión T del fluido comunicado con la cámara de comunicación 6. Del mismo modo, la forma cilíndrica izquierda del diámetro B libera el acceso al canal 61. La baja presión T del fluido comunica con la cámara de comunicación 59 y la cámara 52. El carro 48 se desplaza hacia la izquierda. Un movimiento opuesto del carro 58 es posible con un desplazamiento de la varilla 48 hacia la derecha para alcanzar la posición 55c.

40 El desplazamiento de la varilla 58 está por ejemplo garantizado mediante un enrollamiento 70 alimentado por una corriente eléctrica de mando. Un núcleo 71 solidario a la varilla 58 se desplaza en el enrollamiento 70 en función de la corriente de mando.

45 Otra ventaja ligada a la realización de la válvula 55 en el carro 48 es la realización de un control de la excentricidad E del carro 48 respecto del mando. Más concretamente, un desplazamiento de la varilla 58 del valor de la excentricidad E deseado respecto del cárter 14 pone en comunicación algunos canales 61, 63 o 65 con las cámaras de comunicación 59 y 60 correspondientes. Cuando el carro 48 alcanza la excentricidad E deseada, la posición relativa de la varilla 58 respecto del carro 48 hace que la varilla 58 retome la posición 55a, representada en la figura 7a, sin que sea necesario aplicar una nueva señal de mando al enrollamiento 70.

50 El convertor incluye un sensor 72 que permite determinar su excentricidad E. Con este fin, el sensor 72 mide la posición de la varilla 58 respecto del cárter 14. Cuando la varilla 58 está en su posición de equilibrio, la representada en la figura 7a, la medición efectuada por el sensor 72 es la posición del carro 48. Cuando la varilla 58 está en una de sus posiciones extremas, como la representada en la figura 7b, la medición efectuada por el sensor 72 es la posición del carro 48 a la cual se añade el desplazamiento de la varilla 58 respecto del carro 48. El desplazamiento de la varilla 58 respecto del carro 48 es relativamente fugitivo. En efecto, la válvula 55 retoma rápidamente su posición central 55a después de la aplicación de una señal de mando al enrollamiento 70. En una primer aproximación, se puede considerar de este modo, que el sensor 72 mide la excentricidad E del convertor.

Esta excentricidad E es proporcional al caudal del convertidor cuya velocidad de desplazamiento de una carga movida por el fluido suministrado por el convertidor.

5 Por otra parte, el conocimiento de la variación de la aceleración de la carga, denominada sacudida y bien conocida en la bibliografía anglosajona con el nombre de "jerk" es importante en una aplicación del convertidor a la realización de un robot humanoide para aproximarse al funcionamiento del cuerpo humano. En efecto, se ha constatado que el ser humano tiende a minimizar cualquier sacudida en sus movimientos. El conocimiento de la variación de la aceleración de la carga permite, en una estrategia de mando del convertidor, controlar la sacudida y de este modo aproximarse al comportamiento humano.

10 Ventajosamente, el convertidor incluye medios para determinar la aceleración del caudal del convertidor a partir del mando de la válvula 55. Más concretamente, la variación de la posición de la varilla 58 es proporcional a la señal de mando aplicada al enrollamiento 70. De este modo, la señal de mando es proporcional a la aceleración de la carga. Derivando la señal de mando respecto del tiempo se obtiene de este modo la aceleración del caudal del convertidor o también la sacudida.

15 Se utiliza por ejemplo un sensor eléctrico inductivo de desplazamientos lineales bien conocido en la bibliografía anglosajona con el nombre de sensor LVDT por "Linear Variable Differential Transformer".

20 El fluido utilizado para desplazar el carro 48 puede proceder de una fuente exterior al convertidor. Esta solución permite simplificar la alimentación de la válvula 55 utilizando una fuente exterior en la cual la alta y baja presiones P y T tienen presiones constantes. Esta solución presenta, sin embargo, el inconveniente de requerir canalizaciones suplementarias para alimentar la válvula 55 con fluido. Para paliar este problema, se utiliza la presión reinante en las ranuras 40 y 41 para desplazar el carro 48. Esto mejora la independencia del convertidor respecto de su entorno.

25 Con este fin, el convertidor incluye un distribuidor 75 para hacer comunicar la entrada de alta presión P de la válvula 55 con la ranura 40 o 41 en la cual la presión del fluido es la más fuerte y para hacer comunicar la entrada de baja presión T de la válvula 55 con la ranura 40 o 41 en la cual la presión del fluido es la más baja. Para entender bien el funcionamiento del distribuidor 75 es posible realizar una analogía eléctrica con el funcionamiento hidráulico del distribuidor 75. En esta analogía, se compara la presión proporcionada por las ranuras 40 y 41 a una tensión alterna ya que la excentricidad E puede ser positiva o negativa. El distribuidor 75 se comporta entonces como un rectificador de tensión que permite alimentar la válvula 55 entre terminales eléctricos positivos y negativos del rectificador.

30 La figura 8 representa un esquema hidráulico del distribuidor 75 alimentador por el fluido presente en la ranura 40 y por el fluido presente en la ranura 41. El distribuidor 75 puede adoptar tres posiciones. En una posición central 75a, la excentricidad E es nula y la presión del fluido en la ranura 40 es igual a la presión del fluido en la ranura 41. En esta posición, el distribuidor 75 conecta la ranura 40 a la entrada P de la válvula 55 y la ranura 41 a la entrada T de la válvula 55. Una carga 76 alimentada por el convertidor se representa en forma de gato de doble efecto que comprende dos cámaras 77 y 78. En la posición central 75a, ninguna de las cámaras de la carga 76 está alimentada. Cuando la excentricidad E se modifica de tal manera que la presión en la ranura 41 es superior a la presión en la ranura 40, el distribuidor 75 se desplaza para alcanzar una segunda posición indicada 75b en la cual la ranura 40 está conectada a la entrada de baja presión T y la ranura 41 está conectada a la entrada de alta presión P de la válvula 55. La diferencia de presión entre las dos ranuras 40 y 41 se implementa por los medios de bombeo 79 del convertidor que consiste en los pistones 23 a 25 descritos anteriormente. Además, en la posición 75b, la cámara 77 de la carga 76 está conectada a la ranura 41 y la cámara 78 está conectada a un depósito 80 de fluido indicado R. Por el contrario, al modificarse la excentricidad E de tal manera que la presión de la ranura 40 supera a la presión en la ranura 41, el distribuidor 75 se desplaza para alcanzar una tercera posición indicada 75c en la cual la ranura 41 está conectada a la entrada de baja presión T y la ranura 40 está conectada a la entrada de alta presión P de la válvula 55. Además, en la posición 75c, la cámara 78 de la carga 76 está conectada a la ranura 40 y la cámara 77 está conectada a un depósito 80 de fluido indicado R en la figura 8. El distribuidor 75 no utiliza ninguna fuente de energía exterior para sus desplazamientos. En efecto, es la presión de fluido presente en las ranuras 40 y 41 la que permite al distribuidor pasar de una posición a otra.

50 Ventajosamente, el convertidor comprende medios para que cuando la presión de fluido está equilibrada entre las cámaras 52 y 53, la excentricidad E del convertidor no sea nula. Estos medios incluyen por ejemplo un resorte situado en una de las cámaras 52 o 53 que tiene a ejercer un esfuerzo entre el carro 48 y el pistón considerado 50 o 51. Este resorte es útil en la puesta en marcha del convertidor. En efecto, la posición central 75a es una posición de equilibrio obtenida para una excentricidad E nula. A partir de esta posición, en ausencia de los medios anteriormente mencionados, el desplazamiento de la varilla 58 no podría conllevar ningún movimiento del carro 48. Desfasando la posición de equilibrio del carro 48, se evita este riesgo durante la puesta en marcha.

55 Generalmente, en los mecanismos que utilizan fluidos hidráulicos, se busca minimizar al máximo las fugas para evitar perder fluido en el exterior del mecanismo y para mejorar su rendimiento. En la presente invención, se acepta

5 que se producen fugas en las diferentes funciones hidráulicas del convertor, como por ejemplo, los medios de bombeo 79, la válvula 55 y el distribuidor 75. el hecho de aceptar fugas internas en el convertor permite amortiguar eventuales choques o más generalmente esfuerzos no previstos que pudiesen intervenir en la carga 76. Esta amortiguación permite aproximarse al comportamiento humano en el caso de una aplicación del convertor en un robot humanoide. Con este fin, se puede prever ajustar fluidos internos del convertor.

Ventajosamente, el convertor comprende medios para reciclar eventuales fugas internas de fluido que intervienen especialmente durante el bombeo. Estas fugas se recuperan en un espacio hidráulico interior 82 indicado PE en la figura 8. El espacio hidráulico interior 82 está situado en el interior del cárter 14 especialmente de una y otra parte del carro 48.

10 Con este fin, el distribuidor 75 comprende medios para que cuando abandona su posición central 75a, la ranura cuya presión es la más baja, por ejemplo la ranura 41, se conecta al espacio hidráulico interior 82 que recupera fugas internas del convertor mientras permanezcan obturados por el distribuidor 75 los canales que alimentan la carga 76.

15 Siguiendo con la analogía eléctrica presentada anteriormente, se puede ilustrar el rectificador, que representa el distribuidor, como un puente de diodos cuyas tensiones de umbral serían diferentes. Una tensión de umbral más fuerte hacia la tensión negativa que representa una depresión y más baja hacia la tensión positiva que representa una sobretensión. El reciclado de las fugas se hace mientras la tensión alterna es inferior a la tensión de umbral. En el esquema hidráulico de la figura 8, los medios de reciclado de las fugas no son visibles ya que solamente en posición central 75a, el espacio hidráulico interior 82 está conectado a una de las ranuras.

20 Las figuras 9 y 10 representan un ejemplo de realización de un distribuidor que permite a la vez realizar la alimentación de la válvula 55 y el reciclado de las fugas. El distribuidor 75 comprende una pieza móvil, denominada mariposa 85, libre en rotación alrededor del eje 13 en el interior del cárter 14. La mariposa 85 tiene forma de arandela plana. El guiado en rotación de la mariposa 85 se garantiza entre una cavidad anular 86 del cárter 14 y una forma anular complementaria de la mariposa 85. La cavidad anular 86 está limitada por dos caras 87 y 88 del
25 cárter 14 perpendicularmente al eje 13. La cara 88 pertenece a la tapa 16. La ranura 40 comunica con orificios 90a, 90b, 90c y 90d de la cara 87 y la ranura 41 comunica con orificios 91a, 91b, 91c y 91d de la cara 87. Los canales 61 y 65 que forman la entrada de baja presión T de la válvula 55, comunican con un orificio 92 de la cara 88 y el canal 63 que forma la entrada de alta presión P de la válvula 55, comunica con un orificio 93 de la cara 88. El depósito de fluido 80 comunica con un orificio 94 de la cara 88. Dos orificios 95 y 96 situados en la cara 88 forman salidas del
30 convertor que permiten alimentar la carga 76. Asimismo, para el reciclado de las fugas, la cara 87 comprende un orificio 97 visible en las figuras 11a a 11g que comunica con el espacio hidráulico interior 82.

El cárter 14 comprende un tope 100 que limita la rotación de la mariposa 85. La mariposa 85 comprende una ranura anular 101 cuyos extremos 102 y 103 se pueden apoyar contra el tope 100. El apoyo de uno de los extremos 102 o 103 contra el tope 100 depende de la diferencia de presión del fluido presente en las ranuras 40 y 41. a título de
35 ejemplo, alrededor de la posición central, 75a, la mariposa 85 puede cubrir un sector angular de $\pm 22,5^\circ$ alrededor del eje 13.

A mariposa 85 comprende varios refrentados anulares en comunicación con el fluido procedente de las ranuras 40 y 41. En un gran diámetro de la mariposa 85, un refrentado 105 está permanentemente situado enfrente del orificio 90d. en un diámetro grande de la mariposa 85, un refrentado 106 está permanente situado enfrente del orificio 91d.
40 En un menor diámetro de la mariposa 85, dos refrentados 107 y 108 están permanentemente situados enfrente de los orificios 90b y 90c. En un menor diámetro de la mariposa 85, dos refrentados 109 y 110 están permanentemente situados enfrente de los orificios 91b y 91c. Se entiende por "situado permanentemente" el hecho de que el refrentado y el orificio considerados están enfrentados en cualquier posición de la mariposa 85 en sus movimientos de rotación alrededor del eje 13. Dicho de otro modo, los refrentados 105, 107 y 108 contienen fluido a la presión de
45 la ranura 40 y los refrentados 106, 109 y 110 contienen fluido a la presión de la ranura 41.

En la figura 9, la mariposa 85 se representa en posición central 75a. En su rotación alrededor del eje 13, la mariposa 85 permite el paso o el bloqueo del fluido entre orificios de la cara 87 y orificios de la cara 88. Las diferentes posiciones que puede tomar la mariposa 85 así como las comunicaciones entre orificios se representan en las figuras 11a a 11g.

50 La figura 11a representa la mariposa 85 en posición central 75a. En esta posición, los orificios 95 y 96 que permiten alimentar la carga 76 están obstruidos por partes macizas 113 y 114 de la mariposa 85 respectivamente situadas entre los refrentados 107 y 108 por una parte y 109 y 110 por otra parte. Los orificios 92 y 93 comunican en parte con respectivamente los refrentados 108 y 109 de manera a alimentar la válvula 55. El orificio 94 conectado al depósito 80 comunica con el refrentado 106 y el orificio 97 que permite reciclar las fugas está completamente
55 obstruido. El extremo 102 está en una posición angular de $22,5^\circ$ respecto del tope 100.

La figura 11b representa la mariposa 85 en una posición en la cual la presión del fluido en la ranura 41 es ligeramente superior a la del fluido presente en la ranura 40. Como en la figura 11a, los orificios 95 y 96 que permiten alimentar la carga 76 son obstruidos por las partes macizas 113 y 114 de la mariposa 85. Los orificios 92 y 93 comunican en parte con respectivamente los refrentados 108 y 109 de manera a alimentar la válvula 55. El orificio 94 conectado al depósito 80 comunica con el refrentado 106. El orificio 97, que permite reciclar las fugas, comunica en parte con el refrentado 105 por un orificio 120 que atraviesa el fondo del refrentado 105. En consecuencia, el fluido contenido en el espacio hidráulico interior 82 comunica con la ranura 40 que está en depresión. El contenido del espacio hidráulico interior 82 es aspirado por el bombeo del convertor hacia el depósito 80. La posición de la mariposa 85 representada en la figura 11b es intermedia entre la posición 75a y 75c b. El extremo 102 está en una posición angular de 26,32° respecto del tope 100.

La figura 11c representa la mariposa 85 en una posición donde se desplaza de la posición de la figura 11a hacia la posición 75b de manera que los orificios 87 y 120 están completamente enfrentados y el reciclado de las fugas es máximo. La posición de la mariposa 85 representada en la figura 11c es intermedia entre la posición de la figura 11b y la posición 75b. El extremo 102 es una posición angular de 29,32° respecto del tope 100.

La figura 11e representa la mariposa 85 en una posición donde se desplaza entre la posición de la figura 11b y la posición 75b de manera que los orificios 87 y 120 no estén enfrentadas. Las fugas ya no son aspiradas. En esta posición, los orificios 95 y 96 que permiten alimentar la carga 76 siguen obstruidos por partes macizas 113 y 114 de la mariposa 85. Se busca aspirar las fugas mientras el convertor no alimenta la carga 76. El extremo 102 se encuentra en una posición angular de 33,32° respecto del tope 100.

La figura 11c representa la mariposa 85 casi en la posición 75b. En esta posición, los orificios 95 y 96 que permiten alimentar la carga 76 entran en comunicación con los refrentados, respectivamente 107 y 110 y el orificio 94 entra en comunicación con el refrentado 105 de manera a alimentar la carga entre la más alta presión proporcionada por el convertor y el depósito 80. El extremo 102 está en una posición angular de 37,32° respecto del tope 100.

En la posición 75b, no representada, el extremo 103 entra en contacto con el tope 100 y los orificios 95 y 96 que permiten alimentar la carga 76 están completamente en comunicación con los refrentados respectivamente 107 y 110. El orificio 94 está también completamente en comunicación con el refrentado 105.

La figura 11f representa la mariposa 85 en una posición intermedia entre la posición central 75a representada en la figura 11a y la posición 75c. En esta posición los orificios 95 y 96 que permiten alimentar la carga 76 entran en comunicación con los refrentados respectivamente 108 y 109 y el orificio 94 permanece en comunicación con el refrentado 106 de manera a alimentar la carga 76 entre la alta presión proporcionada por el convertor y el depósito 80. El extremo 102 está en una posición angular de 20,5° respecto del tope 100. En esta posición, los orificios 92 y 93 no están completamente obstruidos con el fin de permitir la alimentación de la válvula 55. En la posición 75c, representada en la figura 11g, el extremo 102 entra en contacto con el tope 100 y los orificios 95 y 96 que permiten alimentar la carga 76 están completamente en comunicación con los refrentados respectivamente 108 y 109. el orificio 94 está también completamente en comunicación con el refrentado 106. Los orificios 92 y 93 que alimentan la válvula 55 comunican con los refrentados, respectivamente 110 y 107.

Ventajosamente, el convertor incluye medios para acumular energía hidráulica en un depósito a presión 119. La acumulación se puede hacer cuando la carga 76 debe permanecer inmóvil. en una aplicación de robot humanoide, el uso de una carga tal como un gato para desplazar, por ejemplo, un tobillo, sigue un ciclo de funcionamiento durante el cual, periodos de reposo se alternan con periodos de trabajo. Se puede simular el andar del robot y de este modo predefinir una relación cíclica entre los periodos de trabajo y los periodos de reposo del tobillo. La acumulación de energía hidráulica se hace durante los periodos de reposo y es posible dimensionar el depósito a presión 119 en función de una relación cíclica entre los periodos de trabajo y los periodos de reposo del gato.

Ventajosamente, el depósito a presión 119 es común a varios convertidores del robot. Se pueden elegir convertidores cuyos periodos de trabajo no se imbrican en el tiempo y por ejemplo convertidores cuyos ciclos son opuestos. Es por ejemplo el caso de dos tobillos del robot. De este modo, cuando uno de los convertidores acumula energía en el depósito 119, otro convertor asociado al mismo depósito 119 utiliza esta energía. Se puede de este modo reducir las dimensiones del depósito 119 común.

Una variante que permite ilustrar un ejemplo de medios para acumular energía hidráulica se representa con la ayuda de las figuras 12a y 12b para un esquema hidráulico, de las figuras 13 y 14 para un ejemplo de realización, de las figuras 15a a 15g para las diferentes posiciones de una mariposa de un primer distribuidor 120 y de las figuras 16a y 16b para las diferentes posiciones de una mariposa de un segundo distribuidor 121.

El distribuidor 120 así como el distribuidor 75 es alimentado por las ranuras 40 y 41 y alimenta las cámaras 77 y 78 de la carga 76, la válvula 55 por sus entradas de alta presión P y de baja presión T. El distribuidor 120 puede tomar tres posiciones 120a, 120b y 120c. La posición 120a es idéntica a la posición 75a.

5 En la posición 120b, la presión de la ranura 41 es superior a la de la ranura 40. Las entradas de alta presión P y de baja presión T de la válvula 55 son, como para la posición 75b, alimentadas por, respectivamente, las ranuras 41 y 40. Asimismo, como para la posición 75b, la cámara 77 es alimentada por la ranura 41. Pero a diferencia del distribuidor 75, en la posición 120b, la cámara 78 está conectada al depósito 80 sin conexión con los medios de bombeo 79 y la ranura 40 aspira el fluido en el depósito a presión 119. Una válvula 122 garantiza que la presión del depósito a presión 119 no sea nunca inferior a la presión del depósito 80 que se mantiene por ejemplo a la presión atmosférica.

10 En la posición 120c, la presión de la ranura 40 es superior a la de la ranura 41. Las entradas de alta presión P y de baja presión T de la válvula 55, son como para la posición 75c, alimentadas por, respectivamente, las ranuras 40 y 41. Sin embargo, la carga 76 y los depósitos 80 y 119 no están conectados directamente al distribuidor 120 sino mediante el distribuidor 121 cuyo esquema hidráulico está representado en la figura 12b.

El distribuidor 121 puede adoptar dos posiciones 121a, denominada posición de reposo y 121b denominada posición activa. El distribuidor 121 está accionada por un accionador externo 122 por ejemplo eléctrico. En ausencia de mando del accionador 122, el distribuidor 121 es devuelto a su posición de reposo mediante un resorte 123.

15 En la posición 121a, las dos cámaras 77 y 78 de la carga 76 se aíslan y los medios de bombeo 79 aspiran fluido en el depósito 80 para hacer subir la presión del depósito a presión 119.

20 El accionador 122 se activa cuando se desea desplazar la carga en el sentido materializado por una flecha 124. Cuando el accionador 122 está activado, el distribuidor 121 toma la posición 121b, la cámara 77 se conecta al depósito 80 y los medios de bombeo 79 aspiran en el depósito a presión 119 para alimentar la cámara 78. De este modo la diferencia de presión entre las dos cámaras 77 y 78 es igual a la suma de la diferencia de presión entre los dos depósitos 80 y 119 y de la diferencia de presión obtenida por los medios de bombeo 79. De este modo, cuando la carga 76 está en reposo, se puede acumular energía aumentando la presión del depósito a presión 119. Esta energía acumulada es restituida cuando la carga 76 se pone en movimiento bien en la posición 120b bien en la posición 120c, estando estas dos posiciones asociadas a la posición 121b. Cuando toda la energía acumulada se ha consumido, la presión del depósito 119 se vuelve igual a la del depósito 80 y el funcionamiento del convertidor vuelve al de la variante que aplica el distribuidor 75.

30 Para realizar los medios de acumulación el distribuidor 120 comprende una mariposa 130, libre rotación alrededor del eje 13 en el interior del cárter 14. La mariposa 130, como la mariposa 85, es guiada en rotación en una cavidad anular 131 del cárter 14. La cavidad anular 131 está limitada por dos caras 132 y 133 del cárter 14 perpendiculares al eje 13. La mariposa 130 se representa en diferentes posiciones en las figuras 15a a 15g. Como para el distribuidor 75, el distribuidor 120 permite hacer comunicar la entrada de alta presión P de la válvula 55 con la ranura 40 o 41 en la cual la presión del fluido es la más fuerte y para hacer comunicar la entrada de baja presión T de la válvula 55 con la ranura 40 o 41 en la cual la presión del fluido es la más baja. Con este fin, el distribuidor comprende orificios 135 y 136 conectados con el canal 63, que forman la entrada de alta presión P de la válvula 55, para el orificio 135 y con los canales 61 y 65, que forman la entrada de baja presión T de la válvula 55, para el orificio 136. En función de la rotación de la mariposa 130, los orificios 135 y 136 comunican bien con refrentados 137 y 138 conectados a la ranura 40 mediante el orificio 90a bien con refrentados 139 y 140 a la ranura 41 mediante el orificio 91a.

40 El distribuidor 120 permite también hacer comunicar las cámaras 77 y 78 de la carga 76 con las ranuras 40 y 41 mediante el distribuidor 121 cuando este último está en su posición 121b. Para simplificar la descripción del distribuidor 120, se supone a continuación que el distribuidor 121 está en su posición 121b, es decir sin realizar la acumulación de energía.

45 El distribuidor 120 comprende un orificio 141 que comunica bien con el refrentado 138 con el fin de que el orificio 141 comunique con la ranura 40, véase la figura 15g, bien con un refrentado 145 con el fin de que el orificio 141 comunique con el depósito 80 mediante un orificio 146 del cárter 14, véase la figura 15e. el distribuidor 120 comprende igualmente un orificio 142 que comunica bien con el refrentado 140 con el fin de que el orificio 142 comunique con la ranura 41, véase la figura 15e, bien con un refrentado 143 con el fin de que el orificio 142 comunique con el depósito 80 mediante un orificio 144 del cárter 14, véase la figura 15g.

50 El bombeo del fluido a partir del depósito a presión 119 se hace poniendo en comunicación un orificio 150 del cárter 14 bien con un refrentado 151 de la mariposa 130 conectada a la ranura 40, véase la figura 15e, bien con un refrentado 152 de la mariposa 130 conectada a la ranura 41, véase la figura 15g. Como para el distribuidor 75, el distribuidor 120 permite reciclar las fugas contenidas en el espacio hidráulico interior 82 por aspiración hacia el depósito 80. El reciclado se efectúa entre la posición central de la figura 15a y la posición extrema de la figura 15e. El reciclado se ilustra en las posiciones de la mariposa 130 representadas en las figuras 15b, 15c y 15d. En estas posiciones la carga 76 se aísla y los orificios 141 y 142 no comunican con las ranuras 40 y 41 mediante refrentados 138 y 140 ni con el depósito 80 mediante refrentados 143 o 145.

Las posiciones de la mariposa 130 representadas en las figuras 15b, 15c y 15 d corresponden a la posición central 120a de la figura 12a. Los medios de bombeo 79 aspiran el fluido contenido en el espacio hidráulico interior 82 para descargarlo en el depósito 80. El espacio hidráulico interior 82 está conectado a la ranura 40 cuya presión es más baja que la de la ranura 41. Esta conexión se realiza comunicando un orificio 157 de una de las caras del cárter 14 conectado al espacio hidráulico interior 82 con un refrentado 158 de la mariposa 130 conectado a la ranura 40. Asimismo, el depósito 80 está conectado a la ranura 41. Esta conexión se realiza comunicando un orificio 159 de una de las caras del cárter 14 conectado a la ranura 41 por un refrentado 160 de la mariposa 130. La figura 15b marca el inicio del reciclado de las fugas en la rotación de la mariposa 130 alejándose de la posición central 120a. La figura 15c marca la aspiración máxima de las fugas. En la figura 15c, el orificio 157 está completamente opuesto al refrentado 158 y el orificio 159 está completamente enfrentado al refrentado 160. La figura 15d muestra el final de la aspiración de las fugas antes de la alimentación de la carga 76.

El distribuidor 121 se puede analizar mediante una mariposa 170 que gira alrededor del eje 13 en el interior de una cavidad anular 171 del cárter 14. Las figuras 16a y 16b representan dos posiciones de la mariposa 170 que corresponden respectivamente a las posiciones 121a y 121b definidas en el esquema hidráulico de la figura 12b. La mariposa 170 comprende varios agujeros que permiten comunicar orificios situados en caras opuestas que cierran la cavidad anular 171 perpendicularmente al eje 13. El resorte 123, dispuesto entre el cárter 14 y la mariposa 170, tiende a devolver a la mariposa 170 a su posición de la figura 16a.

En la posición 121a (figura 16a) un agujero 175 pone en comunicación el depósito 80 con una salida S1 del distribuidor 120. En la posición 121b, (figura 16b) una parte maciza 176 de la mariposa 170 impide esta comunicación.

En la posición 121a un agujero 177 pone en comunicación la cámara 77 de la carga 76 con una salida S2 del distribuidor 120. En la posición 121b, una parte maciza 178 de la mariposa 170 impide esta comunicación.

En la posición 121a un agujero 179 pone en comunicación la cámara 78 de la carga 76 con una salida S3 del distribuidor 120. En la posición 121b, una parte maciza 180 de la mariposa 170 impide esta comunicación.

En la posición 121a un agujero 181 pone en comunicación el depósito a presión 119 con una salida S4 del distribuidor 120. En la posición 121b, una parte maciza 182 de la mariposa 170 impide esta comunicación.

En la posición 121b un agujero 183 pone en comunicación el depósito a presión 119 con la salida S3 del distribuidor 120. En la posición 121a, una parte maciza 184 de la mariposa 170 impide esta comunicación.

En la posición 121b un agujero 185 pone en comunicación el depósito 80 con la salida S4 del distribuidor 120. En la posición 121a, una parte maciza 186 de la mariposa 170 impide esta comunicación.

El distribuidor 121 es accionado por el accionador 122 únicamente en la posición 120c del distribuidor 120. Es posible utilizar las presiones P y T para hacer girar la mariposa 170 alrededor del eje 13 y vencer el esfuerzo del resorte 123. Con este fin, el distribuidor 121 comprende una cámara 190 dispuesta en el cárter 14 que permite al fluido que penetra en esta cámara empujar un dedo 191 de la mariposa 170. El distribuidor 121 comprende igualmente una válvula que se puede disponer en un espacio 192 del cárter 14. La válvula permite la admisión del fluido hacia la cámara 190.

REIVINDICACIONES

- 1.- Conversor de energía mecánica en energía hidráulica, que comprende un árbol (10) arrastrado en rotación por la energía mecánica alrededor de un primer eje (13) respecto de un cárter (14), un cubo (20) que incluye un escariado (21) formado alrededor de un segundo eje (22), girando el árbol (10) en el escariado (21), estando los dos ejes (13, 22) paralelos y formando una distancia entre los ejes una excentricidad (E), al menos dos pistones (23, 24, 25) susceptibles de desplazarse cada uno en un alojamiento (26, 27, 28) radial del árbol (10), garantizando los alojamientos el guiado de los pistones (23, 24, 25), apoyándose los pistones (26, 27, 28) en el escariado (21), arrastrando el desplazamiento de los pistones (26, 27, 28, 32, 33, 34, 35) un fluido hidráulico en dos ranuras (40, 41) anulares del cárter (14), estando las ranuras (40, 41) dispuestas en forma de arco de circunferencia alrededor del primer eje (13), siendo la energía hidráulica generada por una diferencia de presión del fluido presente entre las dos ranuras (40, 41), **caracterizado porque** el cubo (20) es móvil en traslación según un tercer eje (46) perpendicular a los dos primeros ejes (13, 22) para modificar el valor de la excentricidad (E) entre dos valores extremos, siendo uno positivo y el otro negativo de manera a permitir una inversión de las presiones de fluido en las ranuras (40, 41) a la vez que se conserva un mismo sentido de rotación para el árbol (10).
- 2.- Conversor de energía según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el pistón tiene la forma de una bola (32 a 35) cuyo diámetro se ajusta con un diámetro interior del cilindro correspondiente.
- 3.- Conversor de energía según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** comprende varios pistones (26, 27, 28, 32, 33, 34, 35) distribuidos al tresbolillo alrededor del primer eje (13).
- 4.- Conversor de energía según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el cubo (20) forma un anillo interior de un rodamiento (36), siendo un anillo exterior (47) del rodamiento (36) solidario a un carro (48) susceptible de desplazarse según el tercer eje (46) para modificar el valor de la excentricidad (E).
- 5.- Conversor de energía según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** comprende una válvula (55) que acciona el desplazamiento del carro (48) mediante la diferencia de presión del fluido que existe entre las dos ranuras (40, 41).
- 6.- Conversor de energía según la reivindicación 5, **caracterizado porque** comprende dos cámaras (52, 53) situadas respectivamente por una y otra parte del carro (48), conteniendo cada una de las cámaras (52, 53) el fluido, permitiendo una presión diferencial del fluido entre las dos cámaras (52, 53) desplazar el carro (48) para modificar la excentricidad (E) del conversor, y **porque** el conversor comprende medios para que, cuando la presión de fluido está equilibrado entre las cámaras (52, 53), la excentricidad (E) del conversor no sea nula.
- 7.- Conversor de energía según cualquiera de las reivindicaciones 5 o 6, **caracterizado porque** la válvula (55) se realiza en el carro (48).
- 8.- Conversor de energía según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 7, **caracterizado porque** el conversor incluye medios para determinar la aceleración del caudal del conversor a partir del mando de la válvula (55).
- 9.- Conversor de energía según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 8, **caracterizado porque** el conversor incluye un distribuidor (75, 120) para hacer comunicar una entrada de alta presión (P) de la válvula (55) con la ranura (40, 41) en la cual la presión del fluido es la más fuerte y para hacer comunicar una entrada de baja presión (T) de la válvula (55) con la ranura (40, 41) en la cual la presión del fluido es la más baja.
- 10.- Conversor de energía según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 9, **caracterizado porque** el distribuidor (75, 120) comprende medios para que cuando abandona una posición central (75a, 120a), la ranura (40, 41) cuya presión es la más baja se conecta a un espacio hidráulico interior (82) que recupera fugas internas del conversor mientras los canales que alimentan la carga (76) permanecen obturados por el distribuidor (75).
- 11.- Conversor de energía según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** incluye medios (121) para acumular energía hidráulica en un depósito a presión (119).
- 12.- Conversor de energía según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el desplazamiento de los pistones (26, 27, 28, 32, 33, 34, 35) arrastra el fluido hidráulico en los canales (29, 30) realizados en el árbol (10), y **porque** los canales (29, 30) comunican alternativamente con cada una de las ranuras (40, 41) del cárter (14).
- 13.- Conversor de energía según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el alojamiento es un cilindro (26, 27, 28).
- 14.- Robot que comprende varias conexiones independientes movidas por energía hidráulica, **caracterizado porque** comprende, además, tantos conversores según una cualquier de las reivindicaciones anteriores como

conexiones independientes, estando cada conversor asociado a una conexión.

15.- Robot según la reivindicación 14 que implementa un conversor según la reivindicación 11, **caracterizado porque** el depósito a presión (119) es común a varios conversores.

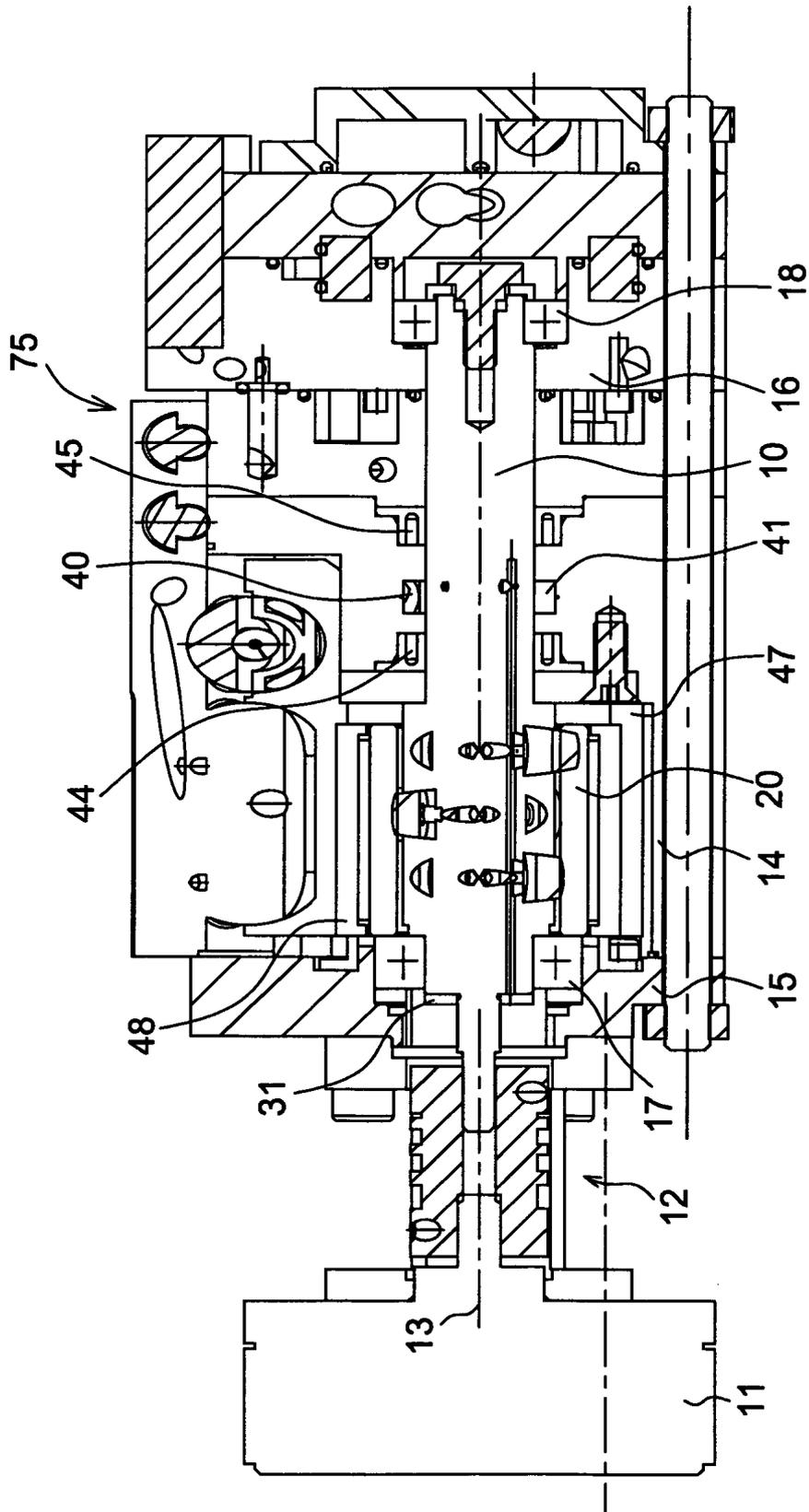
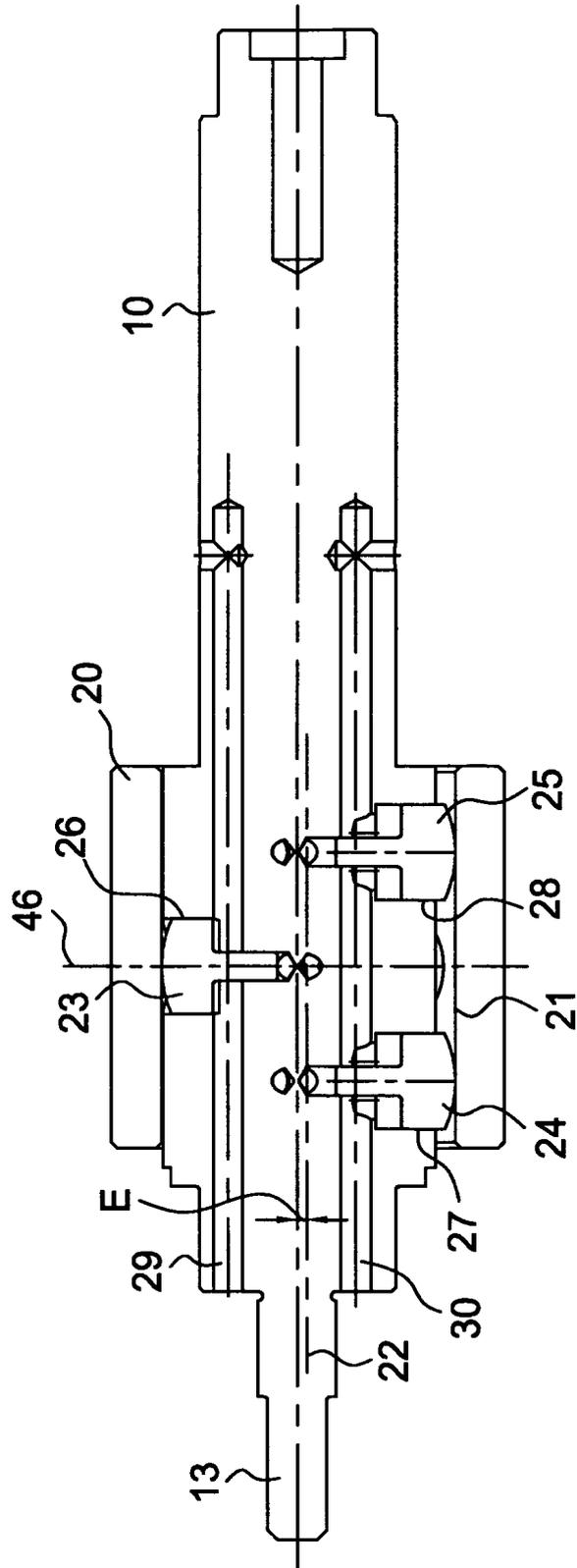
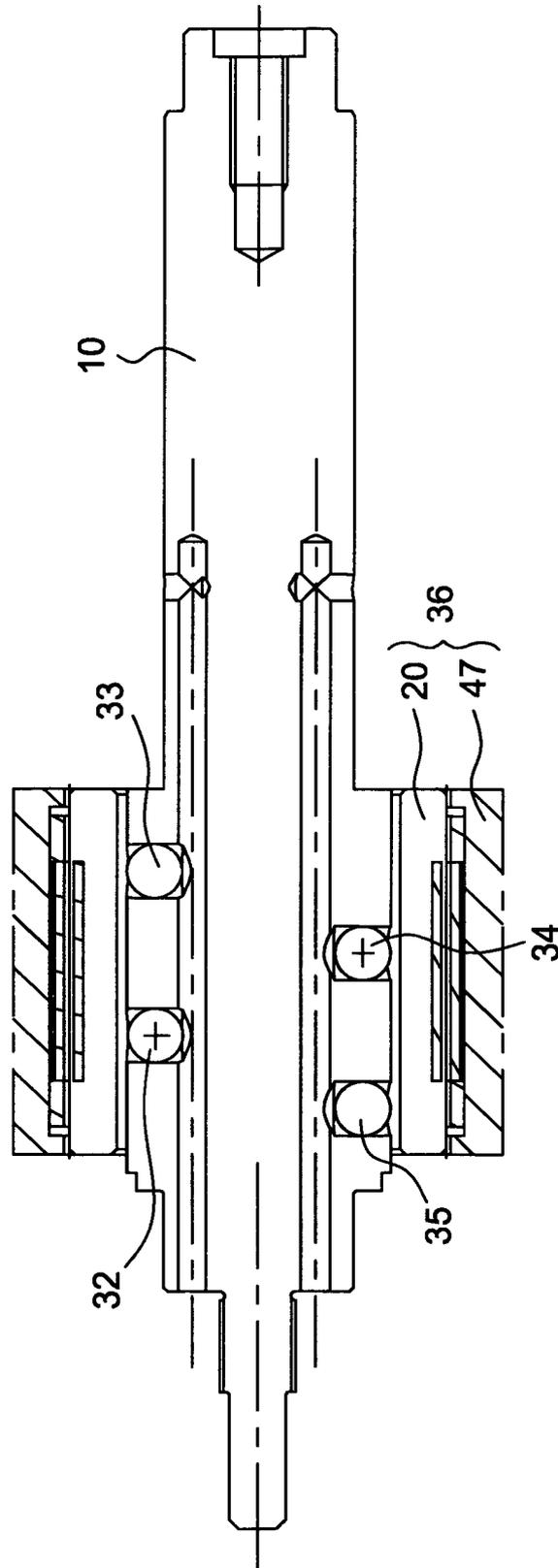


FIG. 1





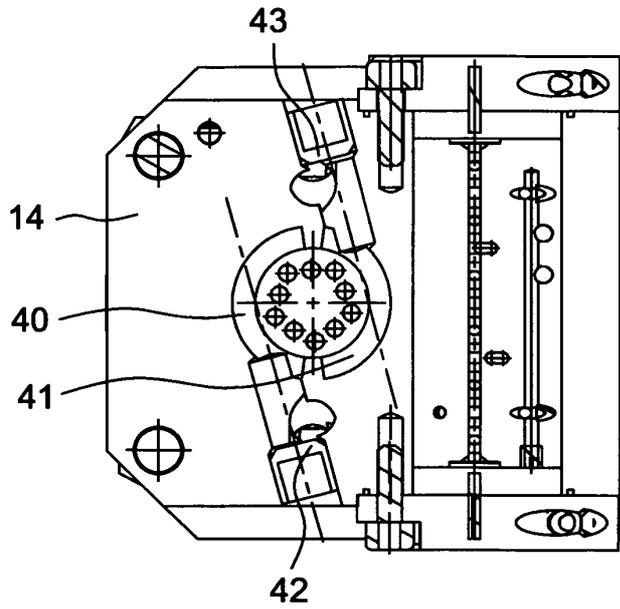


FIG. 4

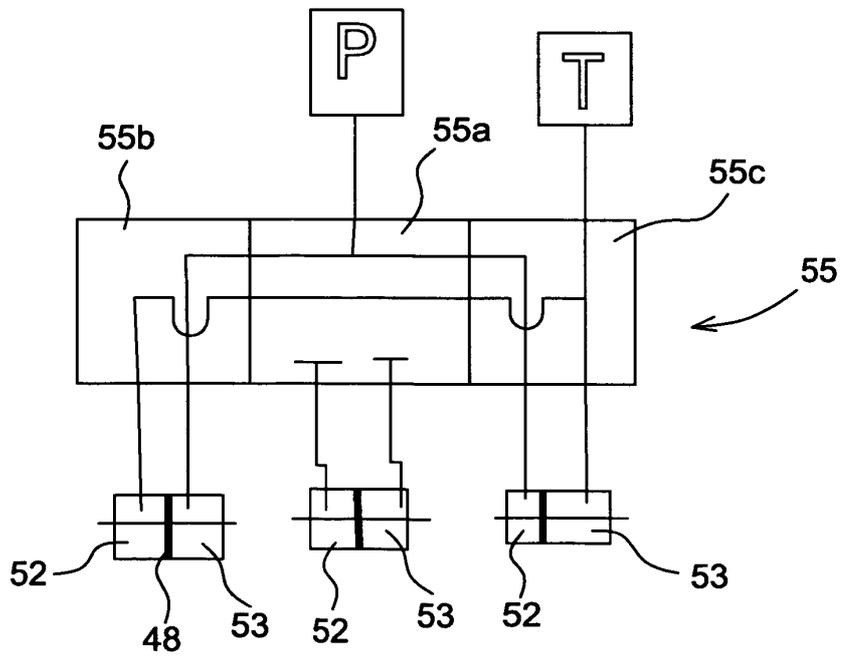


FIG. 6

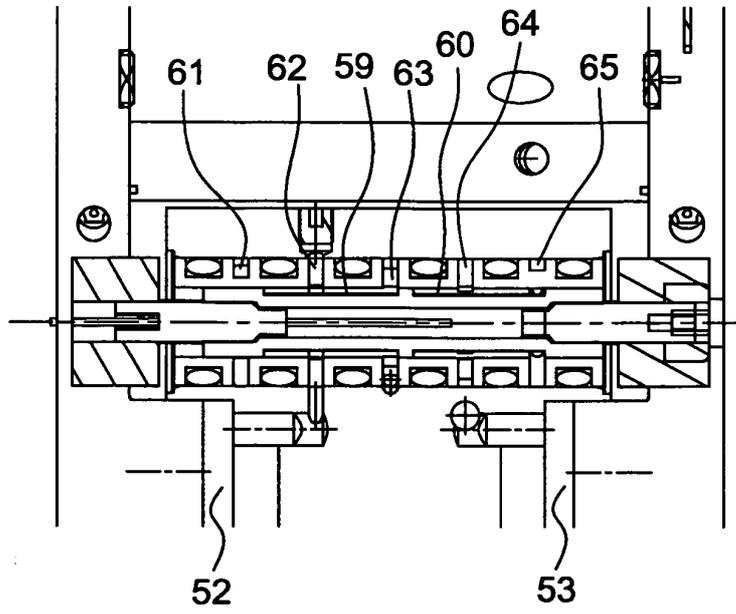


FIG.7a

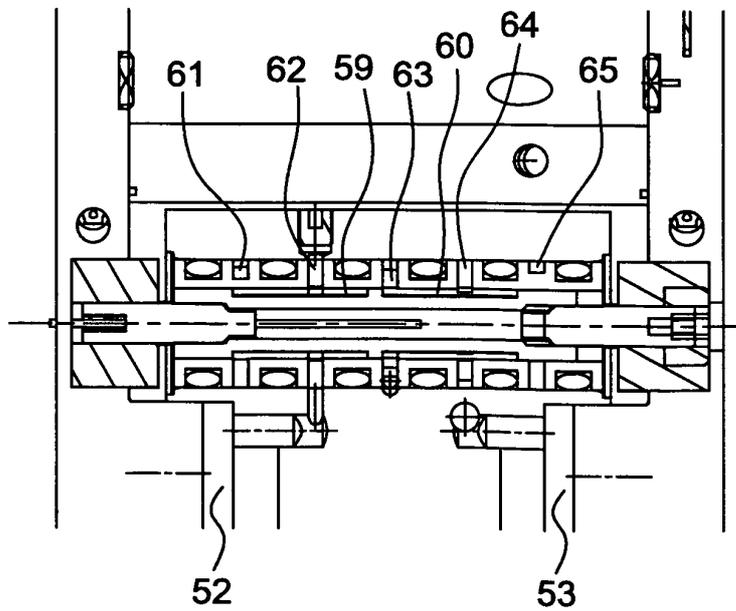


FIG.7b

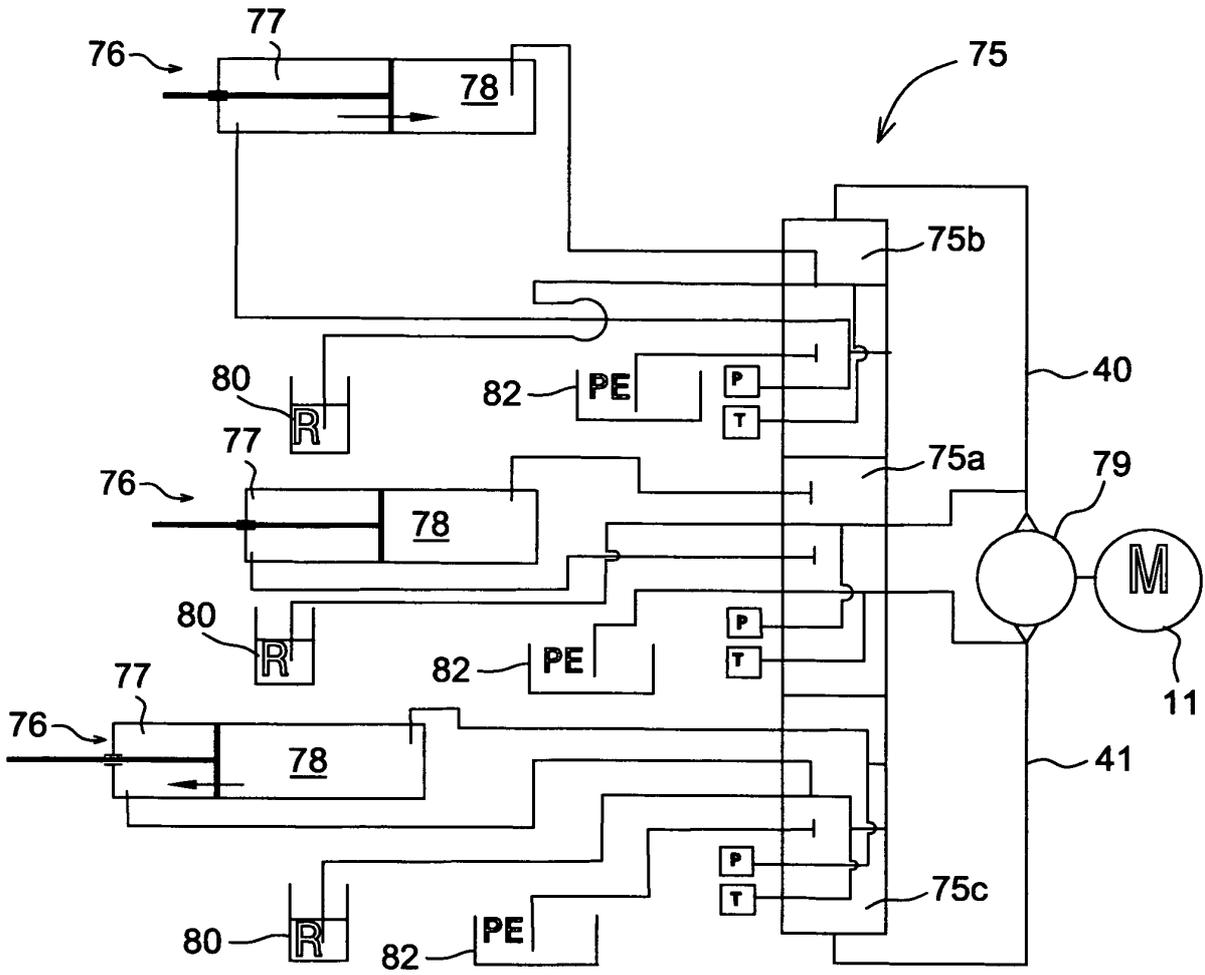


FIG.8

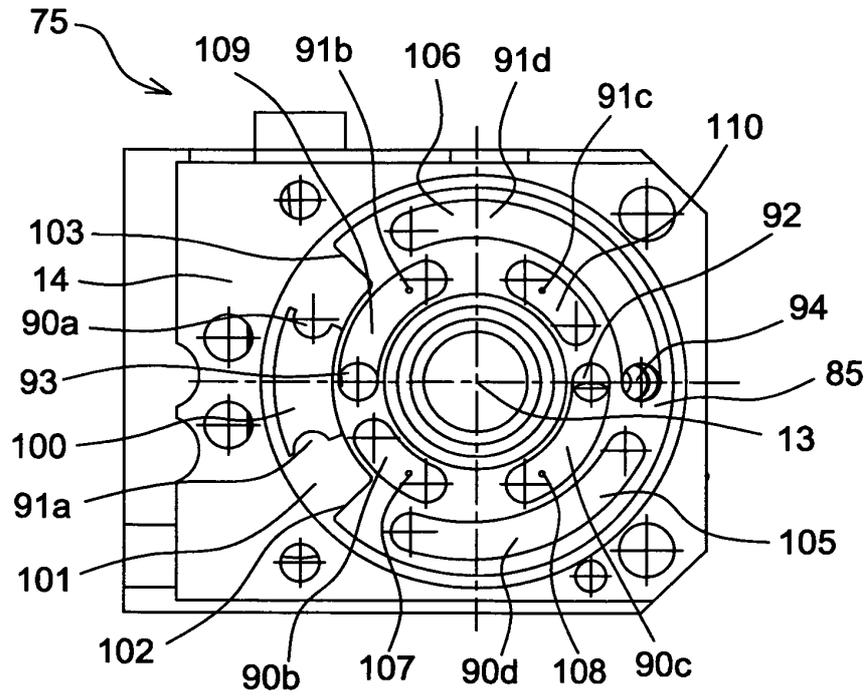


FIG. 9

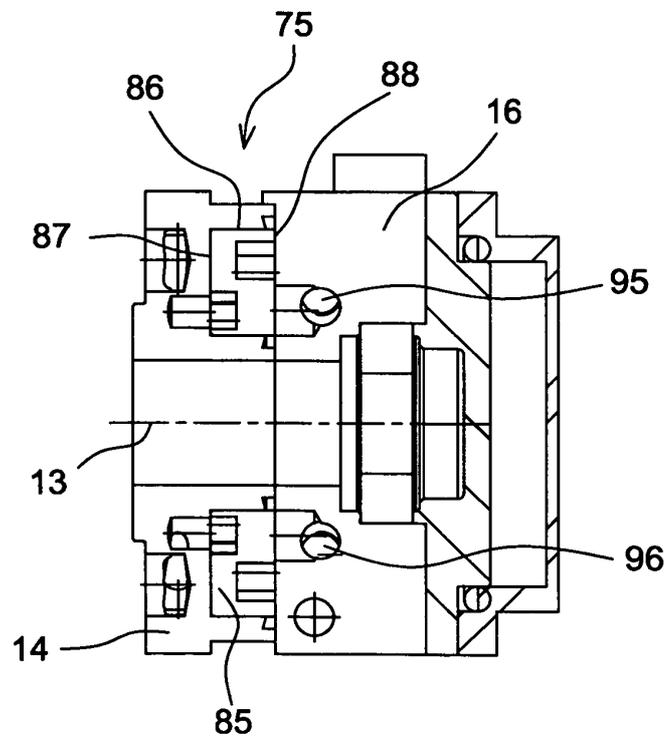


FIG. 10

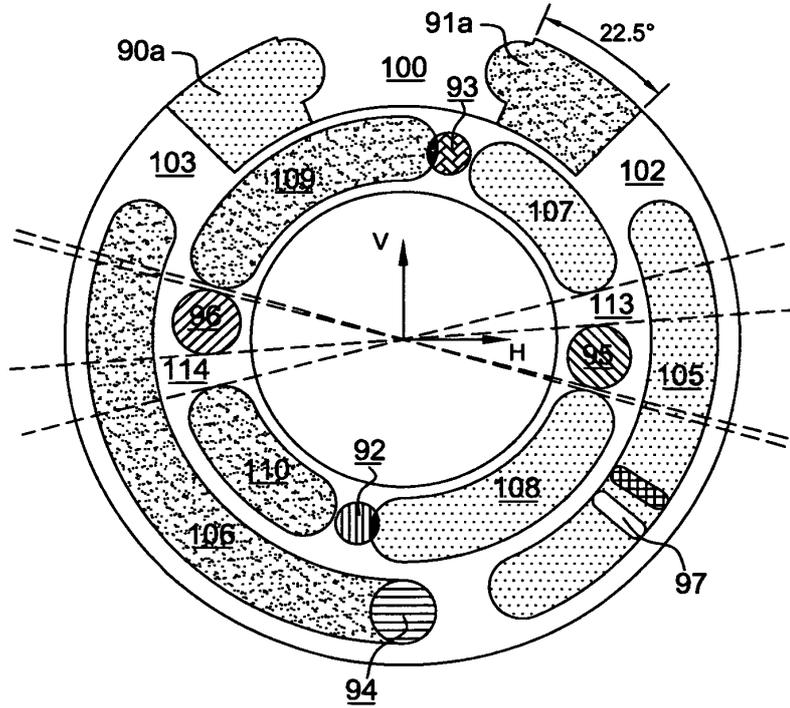


FIG. 11a

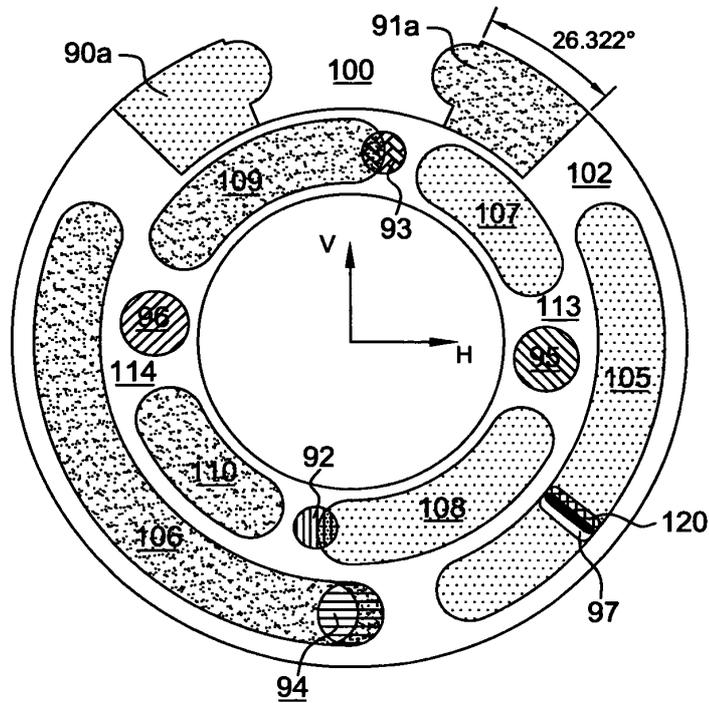


FIG. 11b

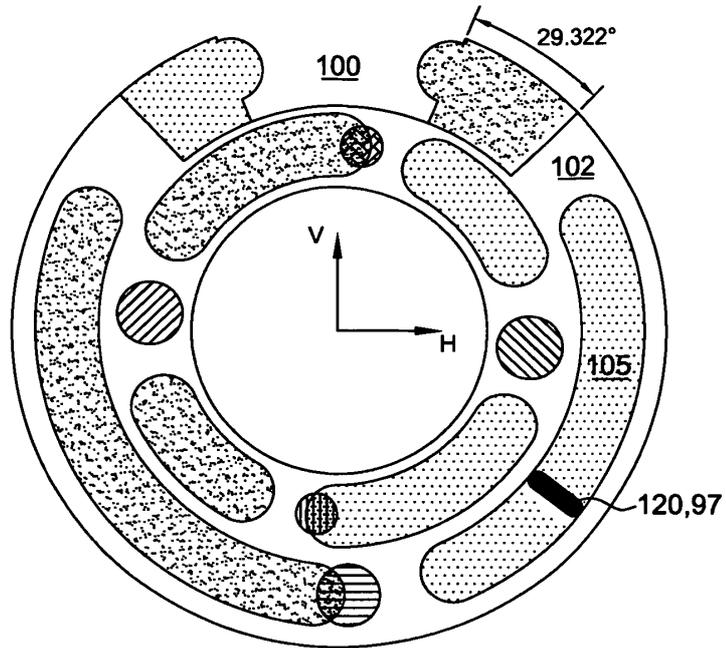


FIG.11c

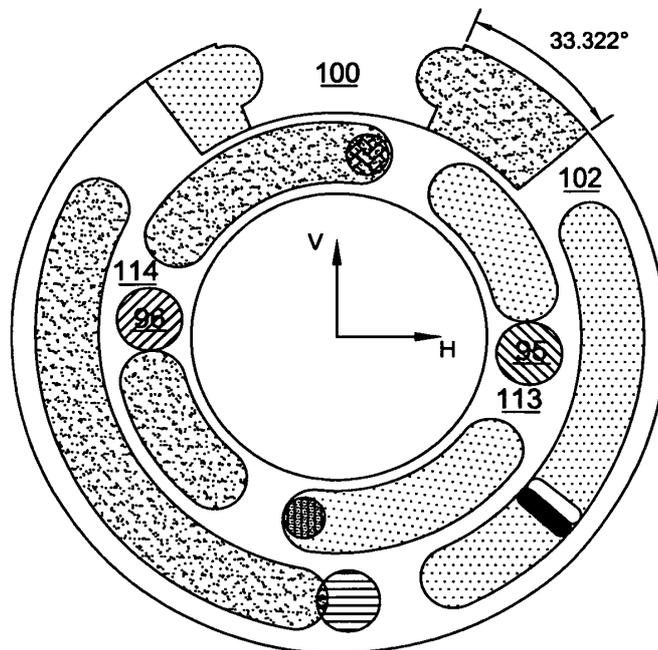


FIG.11d

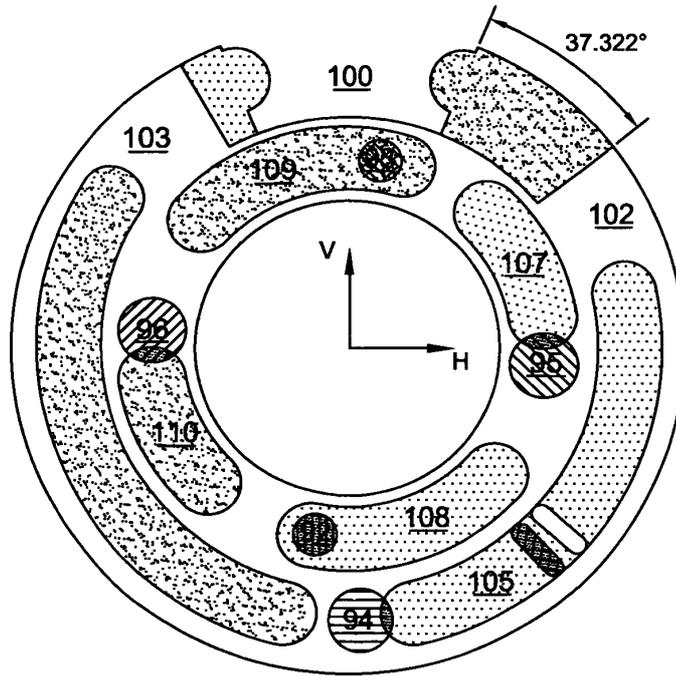


FIG.11e

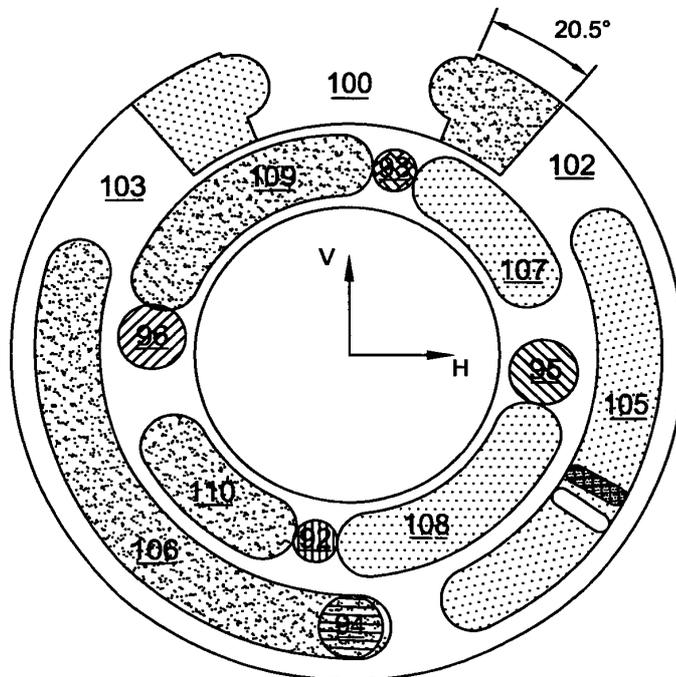


FIG.11f

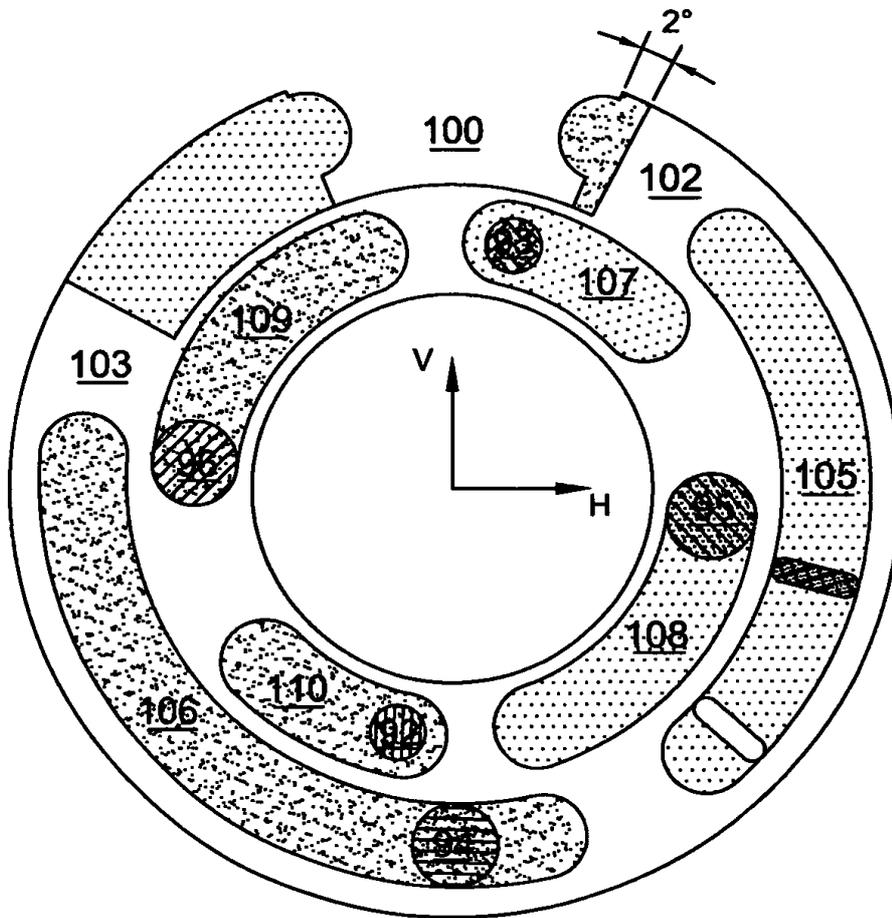


FIG.11g

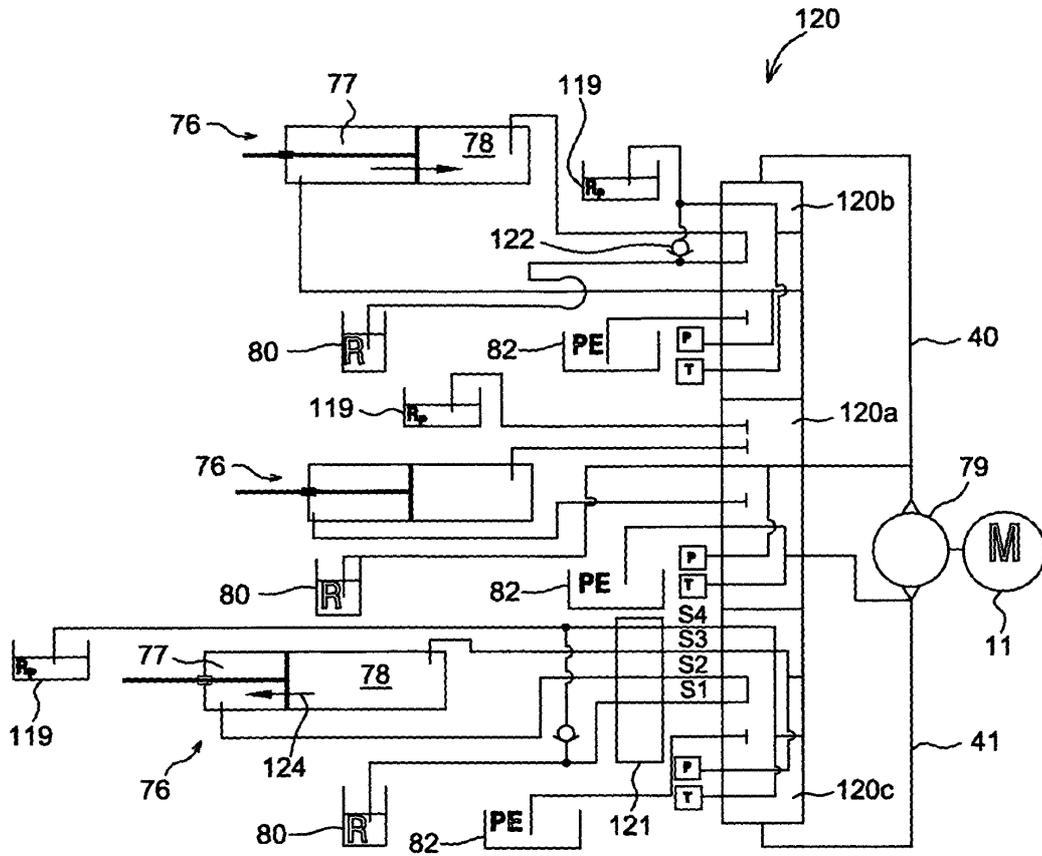


FIG.12a

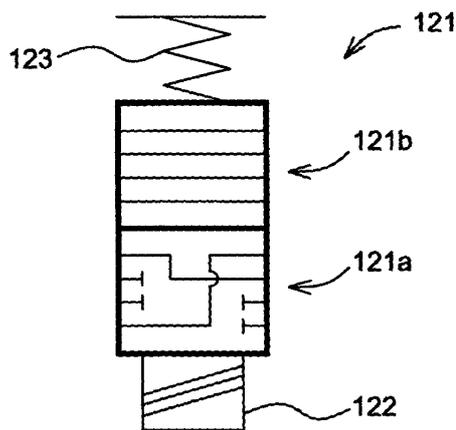


FIG.12b

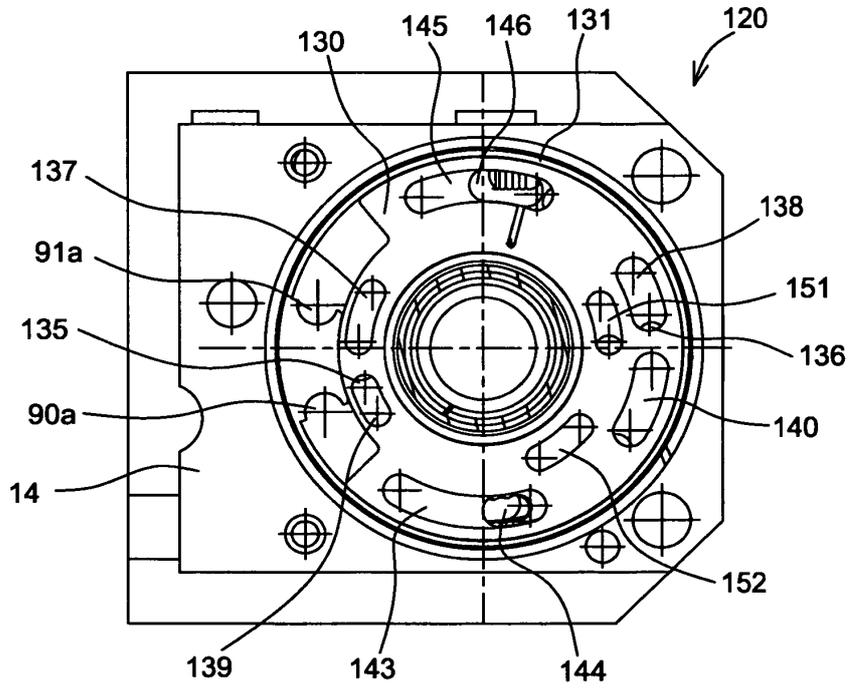


FIG.13

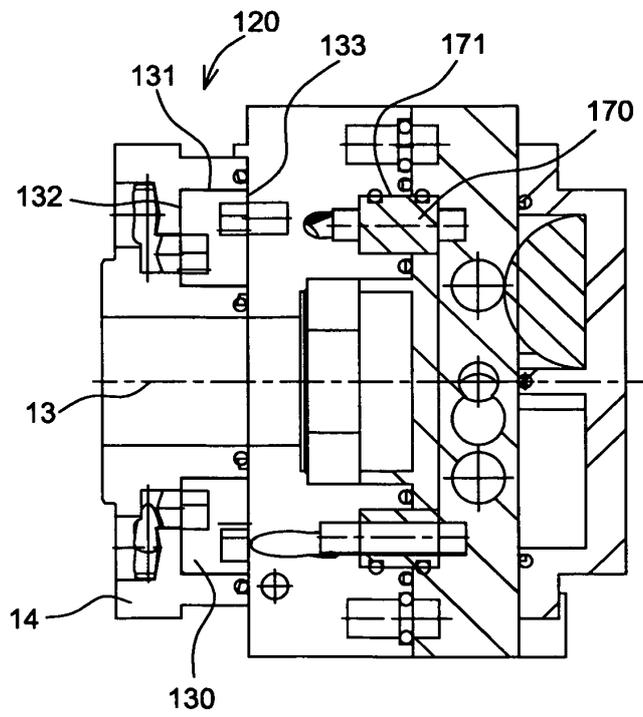


FIG.14

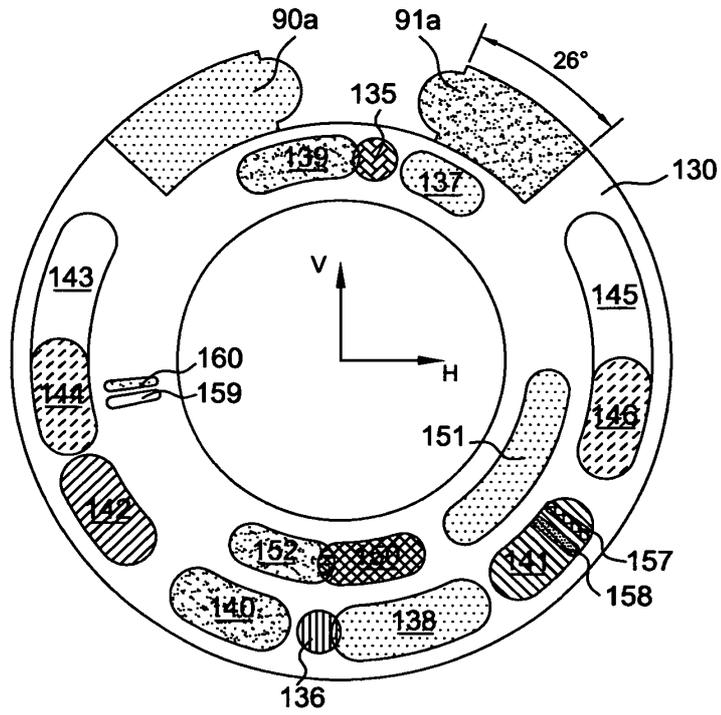


FIG. 15a

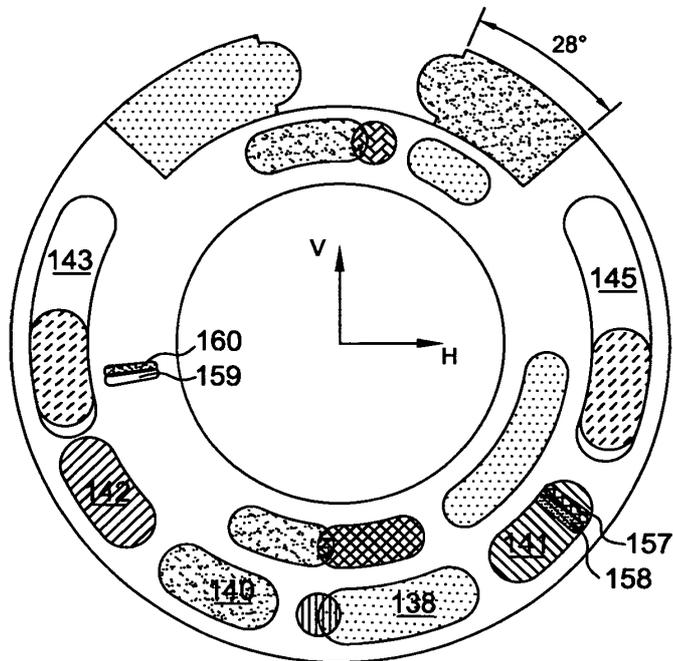


FIG. 15b

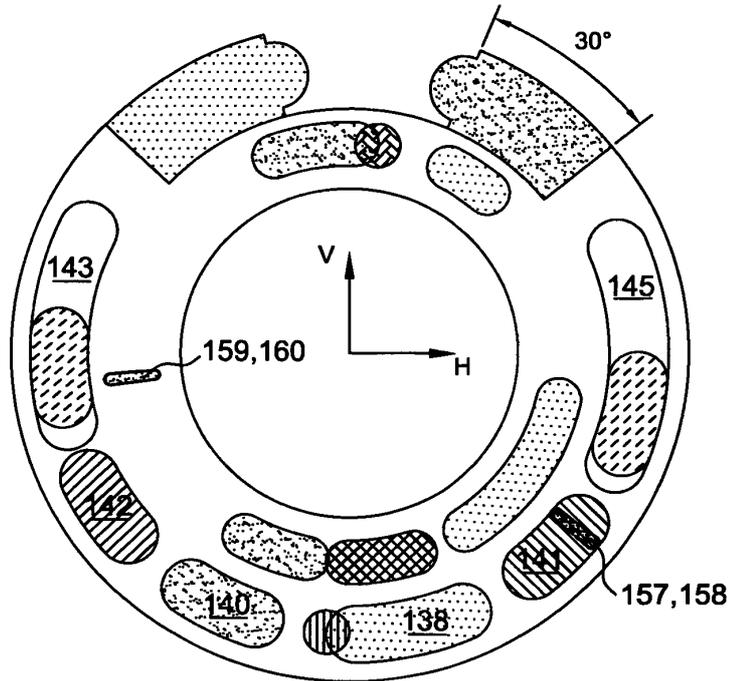


FIG. 15c

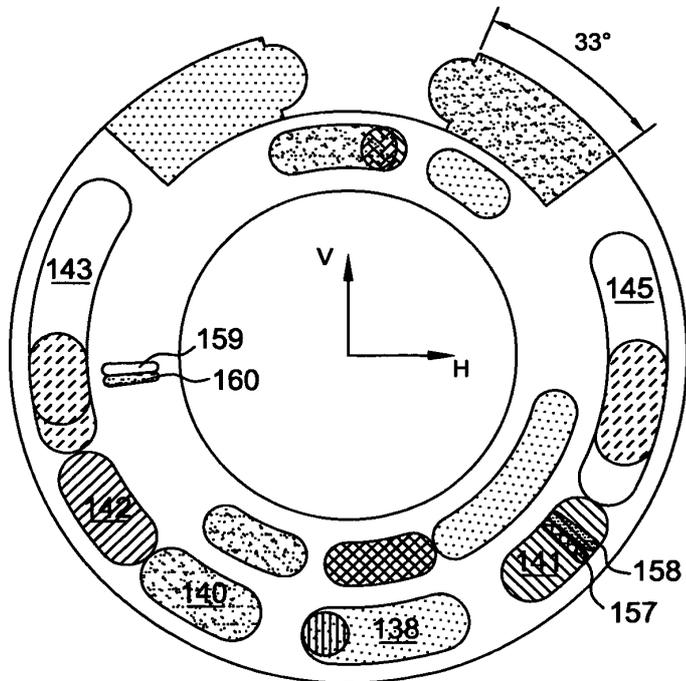


FIG. 15d

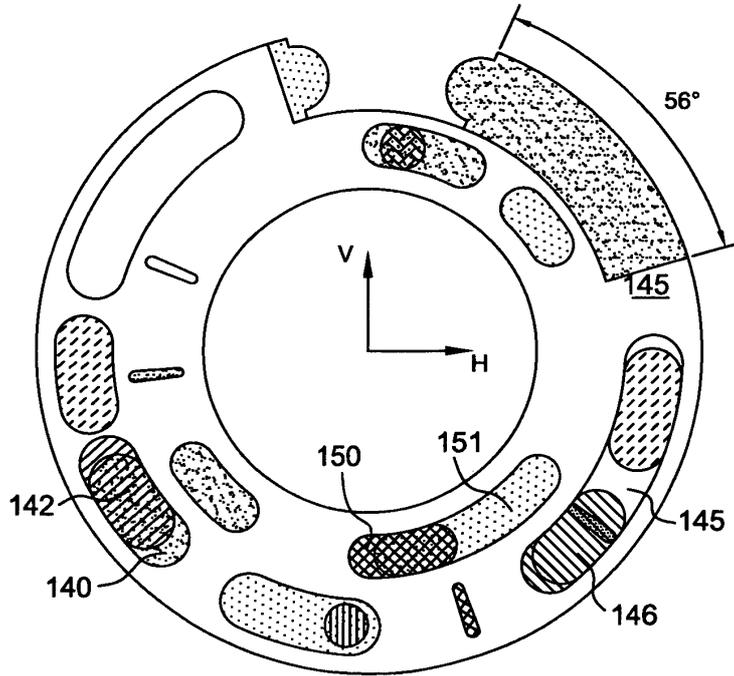


FIG. 15e

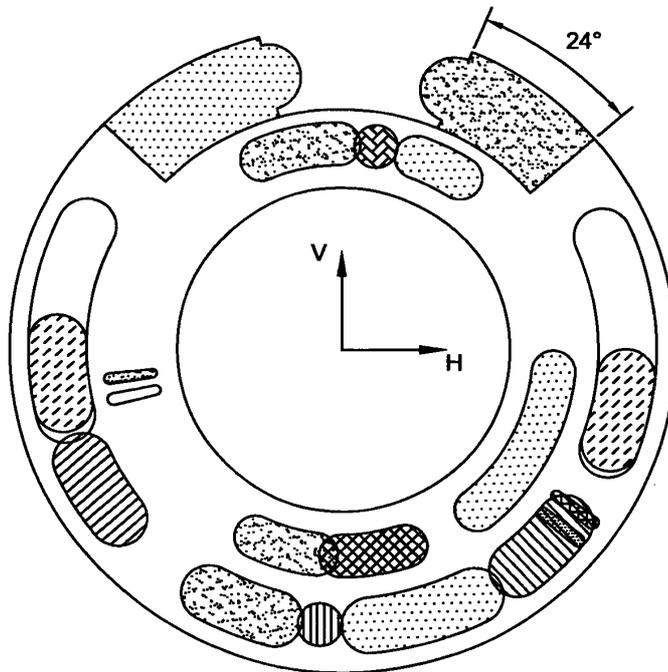


FIG. 15f

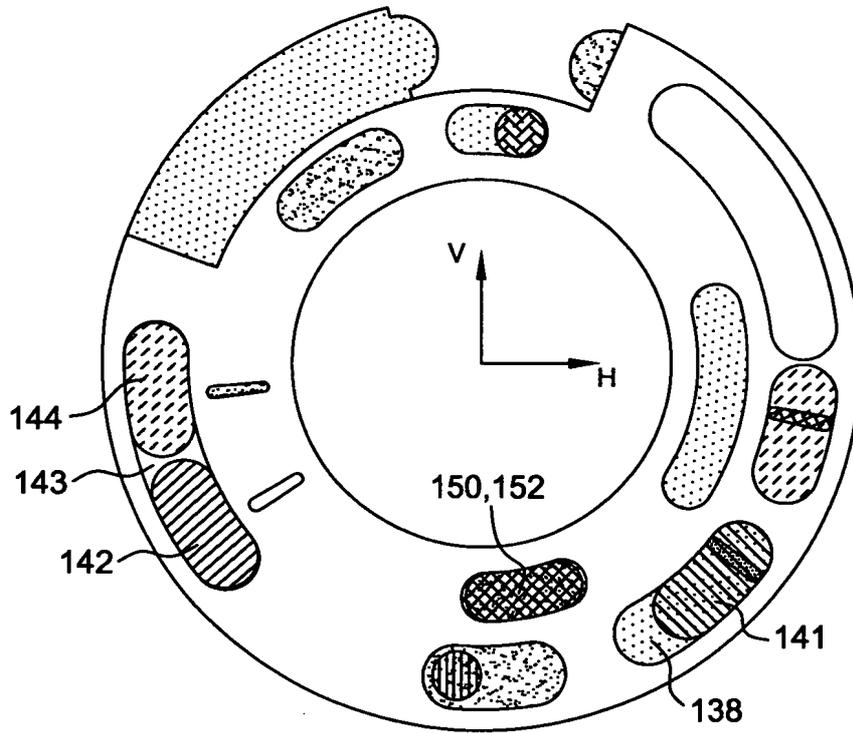


FIG.15g

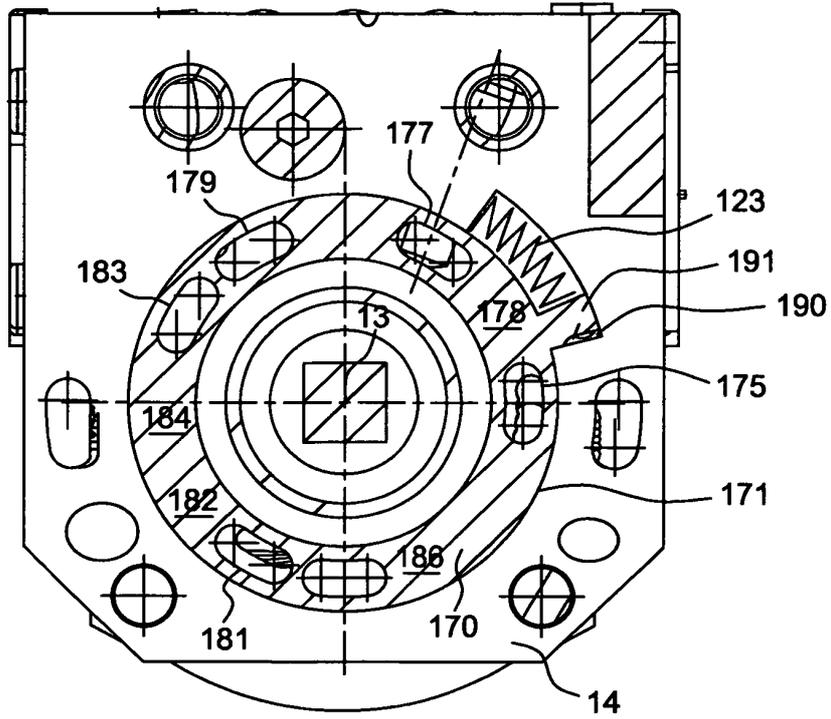


FIG. 16a

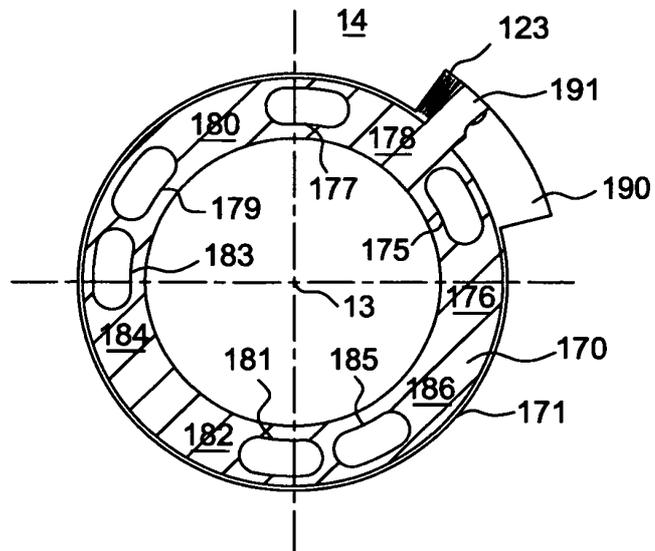


FIG. 16a^B