

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 539 709**

51 Int. Cl.:

**F01L 1/18** (2006.01)

**F01L 9/04** (2006.01)

**F01L 1/30** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.11.2010** **E 10782359 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.04.2015** **EP 2501906**

54 Título: **Accionador electromagnético giratorio**

30 Prioridad:

**18.11.2009 GB 0920152**  
**16.02.2010 GB 201002604**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**03.07.2015**

73 Titular/es:

**CAMCON OIL LIMITED (100.0%)**  
**St Johns Innovation Centre Cowley Road**  
**Cambridge, Cambridgeshire CB4 0WS, GB**

72 Inventor/es:

**WYGNANSKI, WLADYSLAW**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

ES 2 539 709 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

Accionador electromagnético giratorio

Campo de la invención

- 5 La presente invención se refiere a accionadores electromagnéticos giratorios. Más en concreto, se refiere a un accionador electromagnético adecuado para abrir y cerrar una válvula.

Antecedentes de la invención

Una configuración de accionador electromagnético al que se refiere la presente invención se describe en la Publicación Internacional WO2004/097184 (presentada por el presente solicitante), cuyos contenidos se incorporan aquí como referencia. La presente invención tiene por objeto proporcionar mejoras en este dispositivo accionador.

- 10 Una configuración de accionador que se describe en esta publicación se muestra en las presentes figuras 1A y 1B. Éstas muestran vistas en perspectiva frontal y posterior, respectivamente. Un rotor 10 está montado de manera giratoria en una carcasa 12 para girar alrededor de un eje 14. Éste está rodeado por un estator 16 que comprende ocho polos. Un devanado correspondiente 18 está enrollado alrededor de cada polo.

- 15 Una palanca 20 es empujada hacia la superficie de leva 24 de una leva 22 mediante un resorte de láminas 26. La superficie de leva 24 es cilíndrica y está montada excéntricamente sobre el rotor con respecto al eje de rotor 14. El accionador está acoplado a un vástago de válvula 30. Está dispuesto de manera que la flexión máxima del resorte de láminas 26 se produce cuando el vástago de válvula 30 está en el extremo superior de su carrera vertical, es decir, en la posición de válvula cerrada.

- 20 El acoplamiento entre el accionador y el vástago de válvula 30 se puede ver en la figura 1B. Un pasador de manivela 40 se extiende desde la parte posterior del rotor, a través de una palanca 42. La palanca 42 se monta de manera que pueda pivotar alrededor de un eje 44. El pasador de manivela 40 pasa a través de una abertura definida por la palanca 42, cuya pared define una superficie de leva 46. La etapa siguiente es el movimiento del pasador de manivela a medida que gira, convirtiendo este movimiento giratorio en una oscilación sustancialmente vertical del vástago de válvula 30 a través de un acoplamiento pivotante 48, proporcionando un control de válvula desmodrómico.

- 25 Las fuerzas magnéticas pasivas entre el rotor y el estator sirven para definir ocho posiciones de reposo estables para el rotor. En cada posición de reposo, el rotor se mantiene firmemente en posición mediante estas fuerzas magnéticas pasivas sin requerir la entrada de energía (tal como una corriente eléctrica a través de devanados de estator).

- 30 El rotor puede ser girado de una posición de reposo a otra mediante la aplicación de un impulso de corriente adecuado a uno o más devanados de estator. Los ocho devanados (o bobinas) están conectados entre sí en cuatro pares, consistiendo cada par en dos devanados en lados opuestos del eje de rotación 14. Los devanados de cada par pueden estar conectados entre sí en serie o en paralelo.

- 35 El accionador se puede controlar para energizar un par, o dos pares, o todos los cuatro pares de devanados en función de la magnitud del impulso requerido. Esto puede variar sustancialmente dependiendo de una serie de factores tales como, por ejemplo, la velocidad del motor, la rigidez de válvula, la viscosidad del aceite y la temperatura.

- 40 El resorte de láminas almacena energía a medida que el vástago de válvula se mueve a su posición cerrada. Esta energía se utiliza después para acelerar el rotor cuando se aleja de esta primera posición de reposo debido a la acción del resorte 26 en el rotor a través de la palanca 20 y la leva 22. Esto puede reducir sustancialmente la corriente eléctrica máxima requerida para desplazar el rotor en la dirección opuesta a su posición de reposo. Como se ha señalado anteriormente, la rotación del rotor se transforma en el movimiento del vástago de válvula a través del mecanismo de conexión que se muestra en la figura 1B.

- 45 A medida que el vástago de válvula vuelve hacia su posición cerrada, el resorte de láminas sirve para controlar y reducir su velocidad a medida que se aproxima a su asiento. Esto ayuda a reducir el ruido del motor y aumenta la vida del motor. Al mismo tiempo, la energía cinética se almacena en el resorte para su reutilización durante la fase de apertura de válvula.

- 50 El documento WO-A-03/016683 se refiere a un dispositivo de accionamiento giratorio para controlar la carrera de una válvula solenoide de lanzadera de gas en la culata de un motor de combustión interna. Se proporciona un resorte de apertura que se utiliza para ejercer un par en un rotor de un accionador, con el fin de ayudar a abrir la válvula.

Los documentos US-A-2006/0016408 y EP-A-1457645 describen dispositivos de accionamiento giratorios similares para el control de la carrera de una válvula de intercambio de gases en la culata de un motor de combustión interna. Un elemento de resorte aplica un par a un árbol conectado al rotor del accionador para soportar el proceso de apertura de válvula.

## 5 Resumen de la invención

La presente invención se refiere a un accionador electromagnético para accionar una válvula, en el que el accionador comprende:

un rotor;

un estator, con el rotor dispuesto para girar en el estator;

10 una disposición de empuje para aplicar un par al rotor durante al menos parte de su rotación,

en el que una pluralidad de posiciones de reposo estables para el rotor son definidas por fuerzas que actúan sobre el rotor, y el accionador se puede controlar para mover el rotor de una posición de reposo estable a otra, y

15 un mecanismo de conexión dispuesto para acoplar el rotor del accionador a una válvula de manera que una primera posición de reposo del rotor corresponda a una posición de válvula cerrada y una segunda posición de reposo del rotor corresponda a una posición de válvula abierta.

De acuerdo con la invención, el par aplicado por la disposición de empuje varía dependiendo de la posición de rotación del rotor de tal manera que está en su mínimo o cerca del mismo en y entre una primera posición de reposo y una segunda posición de reposo por lo que es suficientemente bajo para permitir una selección de esas posiciones, y después aumenta sobrepasando la segunda posición de reposo.

20 En algunas configuraciones de acuerdo con las disposiciones mostradas en las figuras 1A y 1B, se encontró que la aceleración inicial del rotor en dirección opuesta a su primera posición de reposo que resulta de la fuerza ejercida por el resorte de láminas era demasiado grande para permitir que el rotor fuera movido de manera fiable de su primera posición de reposo a la siguiente posición de reposo inmediatamente adyacente en cada lado.

25 Este problema se resuelve mediante la presente invención configurando la disposición de empuje de manera que el par que se aplica en una primera posición de reposo y al menos en una segunda posición de reposo sea suficientemente bajo para permitir la selección de esas posiciones. Esas posiciones de reposo pueden permanecer definidas suficientemente bien por las fuerzas magnéticas pasivas que actúan entre el rotor y el estator a pesar del par (si lo hay) aplicado por la disposición de empuje sobre la parte asociada de una revolución del rotor.

30 En realizaciones de la presente invención, la disposición de empuje es una disposición de empuje mecánico, que incluye, por ejemplo, un elemento elástico. De manera preferible, comprende una leva de empuje que define una superficie de leva de empuje y un seguidor de leva de empuje, con el seguidor de leva de empuje y la superficie de leva de empuje empujados juntos, y pudiendo girar uno de la leva de empuje y el seguidor de leva de empuje con o mediante el rotor.

35 La superficie de leva de empuje puede ser perfilada de manera que no haya sustancialmente movimiento del seguidor de leva de empuje entre una primera posición de reposo y la segunda posición de reposo.

Por tanto, durante este movimiento, la fuerza de empuje aplicada al rotor por la disposición de empuje no cambia sustancialmente con respecto a la primera posición de reposo.

40 Además, la disposición de empuje está configurada de manera que sustancialmente ningún par de aceleración es aplicado al rotor por la disposición de empuje durante este movimiento. La fuerza aplicada por la disposición puede ser dirigida hacia el eje de rotación del rotor durante esta parte de la rotación del rotor con el fin de reducir al mínimo cualquier par asociado.

El resto de la superficie de leva de empuje puede ser perfilada según sea necesario, de manera que la disposición de empuje proporciona el par deseado durante partes adecuadas de la rotación del rotor.

45 La disponibilidad de posiciones de reposo estables correspondientes a la rotación parcial del rotor en dirección opuesta a su primera posición de reposo puede ser particularmente beneficiosa cuando se emplea el accionador para accionar una válvula. Con la primera posición de reposo correspondiendo a la posición de válvula cerrada, y 180° de rotación del rotor correspondiendo a la posición de válvula completamente abierta, las posiciones de reposo estables intermedias representan una apertura parcial de la válvula. El accionador se puede controlar para que oscile entre la primera posición de reposo y una o más de estas posiciones de reposo intermedias. Cuando se  
50 emplea el accionador para abrir y cerrar una entrada o una válvula de escape de un motor de combustión interna,

esta oscilación intermedia puede proporcionar un modo de ralentí, un modo de velocidad de crucero u otros modos de funcionamiento con menor consumo de combustible. La presente invención puede emplearse para asegurar que todas las posiciones de reposo estables intermedias necesarias estén disponibles para su selección.

5 La primera posición de reposo y la segunda posición de reposo pueden ser posiciones de reposo estables adyacentes del rotor (es decir, puede no haber ninguna posición de reposo intermedia definida por las fuerzas magnéticas pasivas ejercidas sobre el rotor por el estator). En algunas configuraciones, puede haber además una o más posiciones de reposo entre la primera posición de reposo y segunda posición de reposo.

10 La primera posición de reposo y la segunda posición de reposo pueden ser definidas por fuerzas magnéticas que actúan solamente sobre el rotor (de manera preferible debido a la interacción entre el rotor y el estator) sustancialmente sin ningún par aplicado al rotor por la configuración de empuje en cualquiera de estas posiciones (o de manera preferible entre ellas).

15 El accionador se puede controlar para mover el rotor de una posición de reposo a otra mediante la aplicación de un impulso adecuado hacia la otra posición de reposo causado por la corriente que fluye a través de al menos uno de los devanados de estator. Esta acción puede ser repetida de manera suficiente y es suficientemente fiable como para que sólo sea necesario aplicar el impulso en una dirección de rotación, y puede consistir únicamente en un único impulso de una magnitud predeterminada, minimizando así el consumo de energía.

20 En otras realizaciones, el desplazamiento del seguidor de leva de empuje es sustancialmente constante entre la primera posición de reposo y una tercera posición de reposo, situado en el lado rotacionalmente opuesto de la primera posición de reposo hacia la segunda posición de reposo. De manera preferible, la tercera posición de reposo es la siguiente posición de reposo adyacente en esta dirección de rotación opuesta a la primera posición de reposo.

25 El par aplicado por la disposición de empuje sobre el rotor varía dependiendo de la posición de rotación del rotor de tal manera que está en su mínimo o cerca del mismo en y entre la primera posición de reposo y la segunda posición de reposo. Se ha determinado que en algunas aplicaciones del accionador, es ventajoso que no haya ningún empuje (o sólo un empuje relativamente bajo) aplicado en la primera posición de reposo y en la segunda posición de reposo siendo aplicada únicamente una fuerza de empuje mayor sobre una parte de la revolución del rotor más allá de la segunda posición de reposo.

30 Una aplicación particular para el accionador en la que se prefiere esta configuración es su uso para controlar una válvula de un motor de automóvil. Para la mayor parte de la vida de tal motor de, éste funciona en gamas de r.p.m. bajas y medias. Se ha encontrado que la aplicación de una fuerza de empuje significativa en el rotor puede no ser necesaria durante estos modos de funcionamiento. Sigue siendo beneficioso para una disposición de empuje proporcionar una función de almacenamiento de energía y de aceleración cuando el motor está funcionando a r.p.m. relativamente altas. Sin embargo, durante gamas de velocidad de motor bajas y medias, se puede lograr una sincronización de válvula precisa sin este par adicional.

35 Es probable que se necesite una fuerza sustancial para almacenar una cantidad significativa de energía en la disposición de empuje, en particular si sólo hay un pequeño espacio disponible para el desplazamiento de un elemento de almacenamiento de energía mecánica. Este requisito de una fuerza sustancial significa que es probable que haya una fricción sustancial ejercida sobre el rotor por la disposición de empuje y esto también puede derivar en una vida útil relativamente corta para un elemento de almacenamiento de energía mecánica. Por tanto, es ventajoso que la fuerza aplicada por la disposición de empuje esté en su mínimo o sustancialmente en su mínimo en y entre la primera posición de reposo y la segunda posición de reposo, aumentando la fuerza más allá de la segunda posición de reposo. Esto reduce significativamente la cantidad de fricción generada durante el funcionamiento a unas r.p.m. bajas y medias y aumenta la vida útil (y por tanto la fiabilidad) de un elemento de almacenamiento de energía mecánica en la disposición de empuje.

45 En tal realización, la disposición de empuje puede estar configurada para almacenar energía durante una parte de la carrera del rotor más allá de la segunda posición de reposo, y después usar la energía almacenada para acelerar el rotor en la misma dirección a medida que vuelve a su primera posición de reposo. El accionador puede estar dispuesto y ser controlado de manera que éste reciclado de energía se aplique sólo durante el funcionamiento de un motor asociado a r.p.m. altas.

50 Así, durante gamas de r.p.m. bajas y medias, la rotación del rotor puede estar restringida a la parte de una revolución que no implica almacenamiento de energía, y durante un funcionamiento a r.p.m. altas, el rotor se controla para que gire más allá de esta parte y a través de la parte de almacenamiento de energía de la revolución. En particular, durante r.p.m. altas, el rotor gira de manera preferible de forma continua, en la misma dirección, a través de revoluciones completas que pasan a través de la región de almacenamiento de energía.

55 Un impulsor se puede acoplar al rotor a través de un mecanismo de conexión. Más en concreto, el mecanismo de conexión puede disponerse de manera que el impulsor esté en una primera posición de impulsor cuando el rotor está en su primera posición de reposo, y está en o cerca de su desplazamiento máximo desde la primera posición

de impulsor cuando el rotor está en su segunda posición de reposo. Por tanto, la rotación del rotor de su primera posición de reposo a su segunda posición de reposo puede dar como resultado un desplazamiento completo del impulsor desde su primera posición de reposo o posición inicial hasta su desplazamiento máximo en la segunda posición de reposo sin la fuerza aplicada por la disposición de empuje, aumentando significativamente más allá de su mínimo. Por ejemplo, el accionador puede estar previsto en un motor de manera que la primera posición del impulsor corresponda a una posición de válvula cerrada y la segunda posición de reposo corresponda a la posición de válvula totalmente abierta.

Por lo tanto, el movimiento alternativo del impulsor puede lograrse mediante el accionamiento del accionador de manera que su rotor gire de su primera posición de reposo a su segunda posición de reposo y luego de vuelta otra vez en la dirección opuesta. Además, el mecanismo de conexión puede estar dispuesto de manera que el impulsor vuelva a la primera posición de impulsor durante la rotación del rotor más allá de la segunda posición de reposo. Por tanto, la rotación del rotor en la misma dirección daría como resultado el movimiento alternativo del impulsor de su primera posición a una segunda posición y luego de vuelta otra vez. Esto puede tener lugar con 270° de rotación del motor o menos, o de manera preferible con 180° de rotación o menos. El movimiento alternativo del rotor en menos de una revolución completa del rotor facilita una acción de movimiento alternativo más rápido.

De manera preferible, en realizaciones en las que el mecanismo de conexión está dispuesto de manera que el impulsor vuelve a la primera posición de impulsor durante la rotación del rotor más allá de la segunda posición de reposo, este retorno a la segunda posición de reposo se produce antes de que el rotor alcance la parte de su carrera durante la que la disposición de empuje almacena energía. Por lo tanto, un movimiento alternativo completo del impulsor puede lograrse mediante el giro del rotor en la segunda dirección sin que la rotación sea materialmente impedida como resultado de la transferencia de energía a la disposición de empuje.

En esta aplicación, hay dos posiciones de rotación del rotor en las que el impulsor está en la primera posición de impulsor. El accionador puede estar configurado de manera que haya una o más posiciones de reposo estables intermedias definidas entre estas posiciones y la posición de reposo estable en la que se consigue el desplazamiento máximo del impulsor. El desplazamiento del impulsor correspondiente a las posiciones de reposo intermedias puede ser diferente dependiendo de qué primera posición de impulsor se seleccione. El movimiento alternativo entre una primera posición de impulsor de reposo seleccionada y una posición de reposo inmediata asociada proporcionará por tanto un movimiento alternativo con un grado seleccionado de desplazamiento del impulsor.

El seguidor de leva de empuje y la superficie de leva de empuje pueden ser empujados juntos por un elemento de empuje que está configurado para almacenar energía durante una parte de la carrera del rotor hacia su primera posición de reposo y para utilizar esta energía almacenada para acelerar el rotor durante una parte de su carrera en dirección opuesta a la primera posición de reposo. Esto proporciona almacenamiento y liberación de energía durante el funcionamiento del accionador y la superficie de leva de empuje puede estar perfilada de acuerdo con la presente invención para controlar este proceso, facilitando al mismo tiempo la selección de posiciones de reposo intermedias requeridas.

De acuerdo con otra realización, un accionador electromagnético comprende un impulsor acoplado al rotor para su desplazamiento a medida que el rotor gira, en el que el desplazamiento del impulsor resultante del movimiento del rotor de una primera posición de reposo a una segunda posición de reposo es mayor que el desplazamiento resultante del movimiento del rotor de la primera posición de reposo a una tercera posición de reposo, siendo la rotación del rotor de la primera posición de reposo a la segunda posición de reposo y de la primera posición de reposo a la tercera posición de reposo sustancialmente igual y en direcciones opuestas.

En las configuraciones de accionador de válvula descritas en el documento WO2004/097184, el movimiento impartido por el accionador a, por ejemplo, un vástago de válvula está relacionado con el ángulo de rotación del rotor de la misma manera que si se aleja de su primera posición de reposo en un sentido horario o antihorario. El inventor se ha dado cuenta de que se puede proporcionar una mayor versatilidad de funcionamiento haciendo el perfil de la superficie de leva de accionamiento diferente en direcciones de rotación opuestas. De esta manera, el desplazamiento del impulsor siguiendo la rotación a través de un ángulo dado a una posición de reposo estable en una dirección puede ser diferente al que resulta de la rotación del rotor a través del mismo ángulo en la dirección opuesta. Esto significa que se puede seleccionar cualquier desplazamiento controlando el accionador para gire el rotor en la dirección correspondiente.

En una realización preferida, el impulsor se acopla al rotor a través de un mecanismo de conexión, estando el mecanismo de conexión dispuesto de manera que, en uso sobre la parte de movimiento perdido de la rotación del rotor, no haya sustancialmente desplazamiento del impulsor, incluyendo la parte de movimiento perdido la primera posición de reposo y estando situada asimétricamente con respecto a la primera posición de reposo. Como resultado de esta asimetría, una mayor proporción del movimiento resultante del movimiento del rotor desde la primera posición de reposo hasta la tercera posición de reposo se "pierde" con respecto al movimiento que resulta de la rotación de la primera posición de reposo a la segunda posición de reposo. Esto deriva en diferentes

desplazamientos del impulsor resultantes del movimiento a la segunda posición de reposo y a la tercera posición de reposo, respectivamente.

- 5 El mecanismo de conexión puede estar dispuesto para "absorber" el movimiento perdido sobre la parte de movimiento perdido de la rotación del rotor. Puede comprender un acoplamiento elástico entre el rotor y el impulsor que se extiende sobre la parte de movimiento perdido. Por tanto, sobre la parte de movimiento perdido, la rotación del rotor deriva en la extensión del acoplamiento elástico, en lugar de en el desplazamiento del impulsor. El acoplamiento elástico, además de proporcionar el "movimiento perdido" deseado, proporciona una mayor tolerancia en la construcción del mecanismo de conexión y/o componentes acoplados al accionador. Esto puede compensar los cambios de dimensiones de los componentes resultantes de la dilatación o contracción térmica y del desgaste durante la vida útil del accionador. Además, durante la parte de movimiento perdido, ejerce una fuerza de tracción en el impulsor empujándolo hacia (y así restringiéndolo) su posición de final de carrera.

Por otra parte, el acoplamiento elástico puede estar dispuesto para ser comprimido sobre la parte de movimiento perdido de la rotación del rotor. En este caso, si se impide que el impulsor alcance su posición de final de carrera más allá del rotor, el acoplamiento se comprime y ejerce una fuerza de compresión sobre el impulsor.

- 15 En una aplicación, el mecanismo de conexión incluye una manivela acoplada en un emplazamiento fuera de eje en el rotor que está rotacionalmente desplazado de un extremo de su carrera con respecto al impulsor cuando el rotor está en su primera posición de reposo. Esta configuración, en particular en combinación con un acoplamiento elástico entre el rotor y el impulsor, proporciona un mecanismo de conexión rentable que proporciona la relación deseada entre el movimiento del rotor y el impulsor.
- 20 En otras realizaciones, el accionador comprende una leva de accionamiento que define una superficie de leva de accionamiento y un seguidor de leva de accionamiento asociado a la superficie de leva de accionamiento, pudiendo uno de la leva de accionamiento y el seguidor de leva de accionamiento girar con o mediante el rotor, y estando dispuesto el accionador de manera que el desplazamiento del seguidor de leva de accionamiento deriva en el desplazamiento del impulsor. De manera preferible la leva de accionamiento forma el impulsor.
- 25 De manera preferible, las posiciones de reposo estables del rotor están definidas por fuerzas de empuje mecánicas que actúan sobre el rotor y/o por fuerzas magnéticas pasivas ejercidas sobre el rotor por el estator. El rotor puede comprender un imán permanente, y el estator puede tener al menos un devanado que se puede magnetizar haciendo que una corriente fluya a través del devanado para forzar el rotor para pase de una posición de reposo a otra.
- 30 La primera posición de reposo puede definir un extremo de la carrera del seguidor de leva de empuje y/o del seguidor de leva de accionamiento. En aplicaciones en las que el accionador está acoplado en un vástago de válvula, la primera posición de reposo puede corresponder, por ejemplo, a la posición de válvula cerrada del vástago.
- 35 Un método de funcionamiento de un accionador como el que se describe en el presente documento comprende una etapa de oscilación del rotor de ida y vuelta entre la primera posición de reposo y otra posición de reposo. Según otro modo de funcionamiento, el rotor gira de la primera posición de reposo de nuevo a la primera posición de reposo mediante la rotación del rotor a través de una revolución completa en una dirección. Esto puede facilitar un funcionamiento a alta velocidad del accionador, ya que no es necesario invertir su dirección de movimiento para volver a su primera posición de reposo.
- 40 El rotor puede ser controlado para que se detenga durante un corto periodo de parada en cualquier posición de reposo.

Otro protocolo de control preferido comprende además hacer girar el rotor de la primera posición de reposo a otra posición de reposo, deteniéndose en dicha otra posición de reposo, y luego continuando la rotación del rotor en la misma dirección de vuelta a la primera posición de reposo.

- 45 El elemento de empuje es preferentemente mecánico y puede tener la forma de una disposición de resorte, por ejemplo un resorte de láminas.

Breve descripción de los dibujos

Una disposición de la técnica anterior y realizaciones de la invención se describen en el presente documento a modo de ejemplo con referencia a los dibujos esquemáticos que se acompañan, en los que:

- 50 Las figuras 1A y 1B son vistas en perspectiva frontal y posterior, respectivamente, de una configuración de accionador electromagnético conocido tal y como se describe en el documento WO2004/097184;

La figura 2 es un gráfico de la carrera de válvula y del par de resorte frente la rotación del rotor para una configuración de accionador de la forma mostrada en las figuras 1A y 1B;

Las figuras 3A y 3B son vistas en perspectiva frontal y posterior, respectivamente, de un accionador electromagnético que incorpora la presente invención, acoplado en un vástago de válvula;

- 5 La figura 4 representa el perfil de una superficie de leva de empuje que incorpora la presente invención;

La figura 5 es un gráfico del almacenamiento de la carrera de resorte y la energía de resorte frente la rotación de rotor para un accionador que tiene un perfil de superficie de leva de empuje con la forma mostrada en la figura 4;

La figura 6 es un gráfico del par de rotor total frente a la rotación de rotor para un accionador que tiene un perfil de superficie de leva de empuje con la forma mostrada en la figura 4;

- 10 La figura 7 representa un perfil de superficie de leva de accionamiento que incorpora la presente invención;

La figura 8 es un gráfico de la carrera de válvula frente la rotación de rotor para un accionador que incorpora la presente invención;

La figura 9 representa una combinación del perfil de superficie de leva de accionamiento de la figura 7 con un perfil de superficie de leva de arrastre asociado;

- 15 La figura 10 es una vista posterior esquemática de otro accionador electromagnético que incorpora la presente invención, acoplado a un vástago de válvula;

La figura 11 es un gráfico de desplazamiento de impulsor frente a la rotación de rotor para un accionador configurado de acuerdo con la figura 10;

La figura 12 representa el perfil de otra superficie de leva de empuje que incorpora la presente invención;

- 20 La figura 13 es un gráfico del almacenamiento de la carrera de resorte y la energía de resorte frente la rotación de rotor para un accionador que tiene un perfil de superficie de leva de empuje con la forma mostrada en la figura 12;

La figura 14 es un gráfico de par de rotor total frente a la rotación de rotor para un accionador que tiene un perfil de superficie de leva de empuje con la forma mostrada en la figura 12;

- 25 La figura 15 es un gráfico de la carrera de válvula frente la rotación de rotor para un accionador de acuerdo con otra realización de la presente invención;

La figura 16 representa un perfil de superficie de leva de accionamiento que corresponde al gráfico de carrera de válvula de la figura 15;

La figura 17 es un gráfico de carrera de válvula frente a la rotación de rotor para otro accionador que incorpora la invención; y

- 30 La figura 18 representa un perfil de superficie de leva de accionamiento que corresponde al gráfico de carrera de válvula de la figura 17.

#### Descripción detallada de los dibujos

- 35 La figura 2 representa los cambios en la carrera de válvula y el par aplicado al rotor por el resorte 26 en un accionador conocido que tiene la configuración mostrada en las figuras 1A y 1B. Las cruces representan posiciones estables definidas por el accionador en ausencia del par aplicado al resorte. La posición del rotor 0/360° corresponde a su primera posición de reposo. Se puede observar que las posiciones de reposo estables a ambos lados de esta posición están cerca de los dos máximos en el gráfico de par de resorte aplicado. Como resultado de ello, puede que no sea posible accionar de forma fiable el accionador para mover el rotor de su primera posición de reposo a una de estas posiciones de reposo intermedias adyacentes. En este caso, la primera posición estable que se puede seleccionar sobrepasa los 90° de rotación del rotor en dirección opuesta a su primera posición de reposo, en la que el vástago de válvula ya se ha movido más de un tercio de su recorrido total. Las primeras posiciones de reposo estables intermedias a 45° de rotación no están disponibles para su selección.

- 40 Un accionador que incorpora la invención se representa en las figuras 3A y 3B. Una leva de empuje 100 define una superficie de leva de empuje 102. Ésta se acopla mediante un seguidor de leva de empuje proporcionado por un pie 104. La superficie de leva de empuje y el seguidor de leva de empuje son empujados juntos por un elemento de empuje 106 en forma de resorte de láminas. Mientras que la superficie de leva de empuje 24 de la configuración de
- 45

accionador conocida mostrada en la figura 1A es circular en vista extrema, la superficie de leva de empuje 102 se aleja de este perfil como se describe en más detalle a continuación con referencia a la figura 4.

Como se puede ver en la figura 3B, una leva de accionamiento 110 define una superficie de leva de accionamiento 112. Esta superficie se acopla mediante un seguidor de leva de accionamiento 114 en forma de palanca. La palanca es empujada hacia arriba contra la superficie de leva por un resorte 116. El resorte 116 actúa sobre una palanca 118 que a su vez empuja la cabeza de vástago de válvula 120 contra la parte inferior de la palanca 114. La parte inferior del extremo distal de la palanca 114 oscila contra la superficie superior de la cabeza de vástago de válvula 120 a medida que se mueve hacia arriba y hacia abajo y actúa como un impulsor. De esta manera, la rotación de la leva 110 y los cambios en su radio se transforman en desplazamiento de la palanca 114, que a su vez deriva en un desplazamiento vertical del vástago de válvula 30. El perfil de la superficie de leva de accionamiento 112 se aleja de una forma circular en una vista extrema, como se describe además a continuación con referencia a la figura 7.

Una palanca 118 se acopla en un seguidor de leva de arrastre proporcionado por una palanca de leva de arrastre 122, y ambas palancas pueden pivotar alrededor de un eje común 124. La palanca de leva de arrastre 122 es empujada contra una superficie de leva de arrastre 126 definida por una leva de arrastre 128. La leva de arrastre está montada en el rotor de accionador.

Las palancas 118 y 122 se acoplan de manera elástica entre sí, de manera que el perfil de la leva de arrastre se convierte en una fuerza de retorno ascendente correspondiente aplicada al vástago de válvula por la palanca 118, que depende de la posición de rotación del rotor. Un perfil de la leva de arrastre se muestra en la figura 9 a modo de ejemplo, y se describe a continuación.

En el perfil de superficie de leva de empuje no circular simétrico representado en la figura 4, cada mitad de superficie a cada lado de la línea que se extiende entre  $0^\circ$  y  $180^\circ$  se divide en tres zonas. Estas zonas son iguales a cada lado y se describirán con referencia a la sección que se extiende en una dirección en sentido horario entre  $0^\circ$  y  $180^\circ$ .

La sección entre  $0^\circ$  y  $50^\circ$  es circular, al igual que la sección comprendida entre  $170^\circ$  y  $180^\circ$ . Entre  $50^\circ$  y  $170^\circ$ , el perfil se aleja gradualmente hacia dentro desde una forma circular. Esto da lugar a un cambio gradual de un radio de 20 mm a  $50^\circ$  a 15 mm a  $170^\circ$ . Las líneas radiales más gruesas a  $0^\circ$ ,  $45^\circ$  y  $180^\circ$  indican posiciones de reposo estables 200. Se puede ver que la posición de reposo estable intermedia a  $45^\circ$  se encuentra dentro de la zona circular que se extiende desde la primera posición de reposo a  $0^\circ$ . Por lo tanto, cuando el rotor gira de  $0^\circ$  a  $45^\circ$ , no hay desplazamiento de un seguidor de leva de empuje que siga la superficie. No hay par aplicado al rotor por la disposición de empuje durante este movimiento. La posición de reposo intermedia a  $45^\circ$ , está por tanto únicamente definida por las fuerzas magnéticas que actúan entre el rotor y el estator. Esto permite que sean seleccionadas de forma fiable durante el funcionamiento del accionador. En efecto, una fuerza bien distinta es definida por estas fuerzas magnéticas en la posición de  $45^\circ$  de modo que el rotor se asienta de forma fiable en esta posición después de la aplicación de un impulso de corriente apropiado en un devanado de estator para seleccionar esta posición.

Del mismo modo, en la posición a  $180^\circ$  frente a la primera posición de reposo a  $0^\circ$ , se define una zona circular de  $20^\circ$  en la superficie de leva que permite que una fuerza bien distinta sea definida en esta posición únicamente por fuerzas magnéticas.

En la figura 5, se muestra un gráfico de la carrera de resorte 220 y la energía almacenada de resorte 222 frente a la rotación de rotor. Se puede observar que las partes circulares de la superficie de leva de empuje de entre  $310^\circ$  y  $50^\circ$  y entre  $170^\circ$  y  $190^\circ$  no dan lugar a cambios en la carrera de resorte durante estas partes. Durante la rotación del rotor entre  $50^\circ$  y  $170^\circ$ , hay una rápida disminución en la carrera de resorte y la energía almacenada, ya que esta energía se transforma en energía cinética del rotor. El perfil de superficie de leva de empuje no circular aquí hace que la fuerza de empuje sea dirigida a un lado del eje de rotor, dando esto como resultado la aplicación de un par. Entre  $190^\circ$  y  $310^\circ$ , la carrera de resorte y la energía almacenada aumentan a medida que el rotor gira a su primera posición de reposo, transformando energía cinética de nuevo en energía potencial en el resorte.

Un gráfico del par de rotor total frente a su posición de rotación se muestra en la figura 6. El par total combina el par magnético pasivo ejercido por el estator en el rotor y el par de resorte ejercido por la disposición de empuje que incorpora la presente invención. Los puntos indican posiciones de reposo estables a  $0^\circ/360^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $180^\circ$  y  $315^\circ$ . Se puede observar que cuando el rotor está dentro de una zona estable cerca de cada una de estas posiciones, el par resultante actúa para empujar el rotor hacia la posición estable correspondiente. Se apreciará que el accionador puede estar configurado para aumentar la inclinación y/o la extensión de rotación de las zonas estables para satisfacer requisitos particulares.

Un perfil de superficie de leva de accionamiento que incorpora la presente invención se representa en la figura 7. El radio está marcado en milímetros, medido desde el centro de rotación de la leva 110.

En la zona superior del perfil de leva en la figura 7 que se extiende entre  $330^\circ$  y  $20^\circ$ , el radio de la leva es de 10 mm y su perfil es circular en vista extrema. Por tanto, no hay desplazamiento del seguidor de leva de accionamiento a medida que se mueve sobre esta zona. Como resultado de ello, cualquier movimiento pequeño del rotor a medida



que se asienta en su primera posición de reposo no se transforma en vibración del seguidor de leva de accionamiento, y un vástago de válvula acoplado al mismo, por ejemplo.

Entre 20° y la primera posición estable intermedia a 45°, el radio de la leva aumenta gradualmente. Esto deriva en una carrera correspondiente en un vástago de válvula en dirección opuesta a su posición cerrada.

- 5 En cambio, hay un aumento más pequeño del radio de leva de entre 0° y la primera posición de reposo intermedia en la dirección opuesta a 315°. Durante el funcionamiento del accionador, esta configuración permite la selección de la posición de reposo intermedia a 45° o de la de 315°, dependiendo de la cantidad de desplazamiento requerida. Cuando se emplea el accionador para accionar una válvula, esto significa que se pueden seleccionar dos posiciones de válvula abierta parcial diferentes. Estas pueden corresponder, por ejemplo, a 10% y 25%, respectivamente, del desplazamiento total de seguidor de leva de accionamiento.

Entre 45° y 165° (y entre 315° y 205°), el radio de leva aumenta suavemente. El radio es constante entre 165° y 205°. Esta zona abarca la posición de reposo estable a 180°. Al igual que en la primera posición de reposo a 0°, esta parte de radio constante significa que pequeños movimientos del rotor cerca de la posición a 180° no son transformados por la leva en vibración del seguidor de leva de accionamiento.

- 15 En la figura 8 se muestra un gráfico de carrera de válvula frente al ángulo de rotación del rotor empleando un accionador que tiene una superficie de leva de accionador asimétrica con la forma mostrada en la figura 7. Se puede ver que el radio mayor de la leva en la posición de reposo intermedia a 45° deriva en una mayor carrera de la válvula de 2,4 mm, con respecto a un desplazamiento menor de 1,17mm en la posición de reposo estable a 315°. Cuando se emplea el accionador para controlar un vástago de válvula de un motor de combustión interna, el desplazamiento más pequeño puede corresponder, por ejemplo, a un estado de ralentí, con el mayor desplazamiento a 45° correspondiendo a un estado de motor en crucero.

- 25 La figura 9 muestra una combinación de perfiles de accionamiento y de leva de arrastre adecuados para la realización de accionador de la figura 3B. El perfil de superficie de leva de accionamiento corresponde al que se muestra en la figura 7. El perfil de leva de arrastre está rotacionalmente desplazado del perfil de leva de accionamiento aproximadamente 90°. Esto es porque, como puede verse en la figura 3B, los puntos de contacto para los respectivos seguidores de leva 122 y 114 están igualmente desplazados.

- 30 Otra realización se representa esquemáticamente en la figura 10. Un rotor 300 del accionador se muestra en una vista extrema, con su eje de rotación 302 extendiéndose perpendicular al plano del dibujo. Un vástago de válvula 30 está dispuesto para el movimiento alternativo en una dirección que se extiende opuesta al eje 302. En la figura, se muestra en un extremo de su intervalo de carrera, en el que es empujado contra su asiento de válvula 304.

El vástago de válvula está conectado al rotor a través de un mecanismo de conexión. El mecanismo de conexión consiste en un acoplamiento elástico extensible 306, un pivote 308 y una manivela 310. El acoplamiento 306 está conectado al vástago de válvula mediante un impulsor 305 y un conector 307. La manivela 310 se extiende entre el pivote 308 y un pivote 312 que se encuentra en el rotor 300.

- 35 Se apreciará que en la práctica el impulsor y/o el vástago de válvula está previsto para limitarse a moverse únicamente de una manera lineal, con la manivela 310 transformando la rotación del rotor en movimiento lineal del impulsor.

- 40 El pivote 312 está desplazado radialmente del eje de rotación 302 del rotor. Cuando el rotor está en su primera posición de reposo, que se muestra en la figura 10, el pivote 312 está también rotacionalmente desplazado del emplazamiento de su desplazamiento máximo en dirección opuesta al asiento de válvula 304. Este desplazamiento rotacional se indica como ángulo "a" en la figura 10. Este ángulo puede ser, por ejemplo, de entre 5 y 7 grados.

Las características de las disposiciones mostradas en la figura 10 se ilustran mediante el gráfico de la figura 11. En este gráfico, el desplazamiento del impulsor 305 se representa frente a la posición de rotación del rotor. En este ejemplo, la distancia radial entre el eje 302 del rotor y el pivote 312 es de 6 mm.

- 45 Se puede observar que entre aproximadamente 340 grados y 7 grados de rotación del rotor, no hay desplazamiento del impulsor. Esto es efectivamente una parte de "movimiento perdido" de la rotación del rotor. Durante esta parte, el movimiento del pivote 312 con respecto al impulsor solamente da como resultado cambios en la extensión del acoplamiento elástico 306. Durante el resto de la rotación del rotor, el acoplamiento elástico 306 no se extiende y el movimiento del pivote 312 es transformado a través del mecanismo de conexión en desplazamiento lineal del impulsor. Por lo tanto, como se muestra en la figura 11, el impulsor realiza un desplazamiento máximo de 10 mm en el vértice de una curva sinusoidal 314 antes de volver de nuevo a su posición de desplazamiento cero. Como resultado del mecanismo de conexión de movimiento perdido, se "pierden" por tanto 2 mm de la carrera lineal del pivote 312.

De manera significativa, como la posición del pivote 312 está rotacionalmente desplazada con respecto a su desplazamiento lineal máximo en dirección opuesta al asiento de válvula 304 cuando el rotor está en su primera posición de reposo, la curva 314 está desplazada de manera similar. En la figura 11, están marcadas las posiciones de reposo segunda y tercera (mostradas con los números de referencia 316 y 318, respectivamente), que corresponden a rotaciones de 45 grados y 315 grados del rotor, respectivamente. Aunque el rotor gira a través del mismo ángulo de rotación de su primera posición de reposo a las posiciones de reposo segunda y tercera, se puede ver que el desplazamiento del impulsor en la segunda posición de reposo 316 es de 2 mm, en comparación con sólo 1 mm en la tercera posición de reposo 318. Una mayor proporción del movimiento hacia la tercera posición de reposo se "pierde" en el mecanismo de conexión entre el rotor y el impulsor.

En otras realizaciones, el acoplamiento elástico se puede proporcionar mediante el uso de una manivela elástica.

El término "impulsor" indica una parte del accionador que, en uso, se acopla con otro componente que es para ser desplazado por el accionador.

El acoplamiento elástico puede ser en forma de un resorte, tal como, por ejemplo, un resorte helicoidal. En la parte de movimiento perdido de la rotación del rotor, el acoplamiento se extiende y, por tanto como resultado de ello, ejerce una fuerza de tracción sobre el vástago de válvula, que tiende a mantenerlo en su posición cerrada contra su asiento de válvula 304. Se apreciará que las propiedades de este acoplamiento elástico se pueden seleccionar de manera que sean adecuadas para adaptarse a una aplicación particular y a sus necesidades. Si fuera necesario, podría compensarse mediante un elemento elástico adicional que actúe sobre el vástago de válvula para ayudar en la carrera del vástago de válvula en dirección opuesta a su asiento.

Alternativamente, en algunas aplicaciones de accionadores que incorpora la presente invención, se puede proporcionar una disposición de empuje adicional (tal como un resorte) en asociación con un vástago de válvula acoplado al accionador, para empujar el vástago de válvula hacia su posición cerrada.

Un perfil de superficie de leva de empuje de acuerdo con otra realización de la invención se muestra en la figura 12. Un gráfico correspondiente de la carrera de válvula y la energía almacenada en la disposición de empuje se muestra en la figura 13. El perfil de superficie de leva de empuje no circular simétrico de la figura 12 se divide en tres zonas, estando el perfil simétrico alrededor de una línea que se extiende entre 0° y 180°.

La sección de entre 90° y 270° es circular, al igual que la sección comprendida entre 255° y 5°. Entre 270° y 355°, el perfil aumenta gradualmente de radio, mientras que entre 5° y 90° grados, disminuye gradualmente de radio. Las líneas radiales más gruesas a 0°, 90°, 135°, 180°, 225° y 270° indican posiciones de reposo estables 400. Así, para la rotación del rotor entre las posiciones de reposo estables a 90°, 135°, 180°, 225° y 270°, no hay desplazamiento de una leva de empuje que siga el radio de la superficie. Además, el radio está en un mínimo durante esta parte de su perfil. En consecuencia, en una disposición en la que la fuerza aplicada por una disposición de empuje depende de este radio, la fuerza está en un mínimo sobre esta parte de la rotación del rotor. Por lo tanto, mientras que un seguidor de leva de empuje correspondiente está acoplado con esta parte del perfil de superficie de leva de empuje, cualquier fricción entre el seguidor de leva de empuje y la superficie de leva estará en un mínimo. Cuando el seguidor de leva de empuje es empujado usando una disposición de resorte mecánico, esta parte corresponde a una flexión mínima del elemento de resorte. Si el accionador funciona durante la mayor parte del tiempo en esta región, entonces el tiempo de vida útil del elemento de resorte será más largo.

El gráfico de la figura 13 representa la carrera de resorte L (gráfico 410) y la energía almacenada en el resorte E (gráfico 412) frente a la rotación del rotor para una realización de accionador que incluye una leva de empuje con la forma que se muestra en la figura 12. Se puede ver que entre 90° y 270° grados, la carrera de resorte y el almacenamiento de energía es cero. Ambos parámetros aumentan de cero a 270° hasta un máximo en 360°/cero grados antes de caer a continuación de nuevo a cero a 90°. Por tanto, el almacenamiento y la liberación de energía desde el resorte sólo se producen entre 270° y 90°. En otras realizaciones, esta región puede ser más estrecha. Por ejemplo, se puede extender entre aproximadamente 290° y 70°.

Un gráfico del par total de rotor frente a su posición de rotación correspondiente a la configuración de las figuras 12 y 13 se muestra en la figura 14. Se puede observar que el perfil de leva de empuje de la figura 12 facilita la provisión de posiciones de reposo estables 400 como se muestra en la figura 14, definidas por fuerzas magnéticas pasivas entre el rotor y el estator.

Un gráfico de desplazamiento de leva de accionamiento y un perfil de leva 422 para usar en combinación con el perfil de leva de empuje de la figura 12 se representan en las figuras 15 y 16, respectivamente. Se puede observar que el desplazamiento es cero entre 270° y 90°. Continuando en sentido horario desde 90°, aumenta hasta un máximo a 180° antes de disminuir después de nuevo hasta cero a 270°.

En esta configuración, una o más de las posiciones de rotor a 90°, 180° y 270° pueden estar indicadas como primeras posiciones de reposo. Cada una de estas posiciones de reposo estables 400 a 135°, 180° y 225° puede representar "segundas posiciones de reposo" en el contexto de la presente solicitud.

- Un accionador que tiene perfiles de superficie de leva como se ilustra en las figuras 12 a 16, puede ser representado en combinación con un vástago de válvula de un motor. En ese caso, durante el funcionamiento a r.p.m. bajas y medias, el rotor puede realizar un movimiento alternativo desde cualquiera de las primeras posiciones de reposo a 90° y 270° y de las posiciones de reposo estables adyacentes a 135° y 225°, respectivamente, y/o la posición de reposo de carrera de válvula máxima a 180°. Este movimiento alternativo puede implicar un período de parada en la posición de carrera de válvula parcial o total, según corresponda. Alternativamente, el accionador puede funcionar en un "modo de rebote" en el que hay un movimiento continuo en cualquier posición angular de entre 90° y 270° para lograr una carrera deseada y luego de vuelta a una primera posición de reposo, sin un período de parada. Esto facilita la provisión de un modo seguro de flujo bajo libre de estrangulación.
- 5
- 10 Durante el funcionamiento a r.p.m. altas, el rotor de accionador puede ser controlado para girar de manera continua a través de revoluciones completas energizando y desenergizando así la disposición de empuje.
- La provisión de primeras posiciones de reposo tanto a 90° como a 270° grados permite el funcionamiento en cualquiera de los modos descritos anteriormente mediante la rotación en cualquier dirección (en sentido horario o antihorario), siendo seleccionado el modo más apropiado de acuerdo con la demanda del motor y la estrategia de accionamiento de válvula.
- 15
- Un perfil de desplazamiento de impulsor modificado 430 se representa en la figura 17, y un perfil de leva de accionamiento correspondiente 432 se muestra en la figura 18. Estos se diferencian de sus equivalentes en las figuras 15 y 16 en que el perfil de leva de accionamiento es asimétrico alrededor de una línea que se extiende entre 0° y 180°, de manera que se consiguen carreras parciales diferentes en las posiciones de reposo estables a 135° y 225°, respectivamente. Además, el desplazamiento máximo se logra en un lado de 180°, a aproximadamente 160°.
- 20
- Esto permite que el accionador sea controlado para lograr un tiempo de parada en un desplazamiento parcial seleccionado de entre las dos alternativas proporcionadas a 135° y 225°, realizando un movimiento alternativo de vuelta a la primera posición de reposo adyacente a 90° y 270°, respectivamente. La posición de reposo estable a 180° corresponde a un desplazamiento de aproximadamente 8 mm.
- 25 De la lectura de la presente descripción, van a quedar claras otras variaciones y modificaciones para las personas expertas en la técnica. Tales variaciones y modificaciones pueden incluir otras características equivalentes que ya se conocen en el diseño, fabricación y uso de accionadores electromagnéticos y que se pueden usar en lugar de o además de las características ya descritas aquí.

## REIVINDICACIONES

1. Accionador electromagnético para accionar una válvula, en el que el accionador comprende:  
un rotor (10);  
un estator (16), estando el rotor dispuesto para rotar en el estator;
- 5 una disposición de empuje (20, 100, 104, 106) para aplicar un par al rotor durante al menos parte de su rotación,  
en el que una pluralidad de posiciones de reposo estables (200, 400) para el rotor están definidas por fuerzas que actúan sobre el rotor, y el accionador se puede controlar para mover el rotor de una posición de reposo estable a otra, y  
un mecanismo de conexión (110, 114, 118, 122, 128) dispuesto para acoplar el rotor (10) del accionador a una  
10 válvula de manera que una primera posición de reposo del rotor corresponda a una posición de cierre de válvula y una segunda posición de reposo del rotor corresponda a una posición de apertura de válvula,  
caracterizado por que  
el par aplicado por la disposición de empuje varía con la posición de rotación del rotor de tal manera que está en o  
15 cerca de su valor mínimo cuando el rotor se encuentra en la primera posición de reposo, en la segunda posición de reposo y entre las mismas, de modo que es suficientemente bajo como para permitir una selección de esas posiciones, y luego aumenta más allá de la segunda posición de reposo.
2. Accionador de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el par aplicado por la disposición de empuje (20, 100, 104, 106) en la primera posición de reposo y en la segunda posición de reposo es sustancialmente igual a cero.
3. Accionador de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que la segunda posición de reposo es  
20 adyacente a la primera posición de reposo.
4. Accionador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la disposición de empuje comprende:  
una leva de empuje (100) que define una superficie de leva de empuje (102); y  
un seguidor de leva de empuje (104), siendo empujados el seguidor de leva de empuje y la superficie de leva de  
25 empuje uno hacia la otra, y pudiendo girar uno de la leva de empuje y el seguidor de leva de empuje con o mediante el rotor,  
en el que la superficie de leva de empuje está perfilada de manera que el desplazamiento del seguidor de leva de empuje es sustancialmente constante entre la primera posición de reposo y la segunda posición de reposo.
5. Accionador de acuerdo con la reivindicación 4, en el que la disposición de empuje (20, 100, 104, 106) está  
30 configurada para almacenar energía durante una parte del recorrido del rotor (10) más allá de la segunda posición de reposo, y luego utiliza la energía almacenada para acelerar el rotor en la misma dirección para volver a su primera posición de reposo.
6. Accionador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que un impulsor (114) se acopla al rotor mediante el mecanismo de conexión (110).
7. Accionador de acuerdo con la reivindicación 6, en el que el mecanismo de conexión (110) está dispuesto de  
35 manera que el impulsor (114) está en una primera posición de impulsor cuando el rotor (10) está en su primera posición de reposo, y efectúa sustancialmente su desplazamiento máximo desde la primera posición de impulsor cuando el rotor está en su segunda posición de reposo.
8. Accionador de acuerdo con la reivindicación 6 o 7, en el que el mecanismo de conexión (110) está dispuesto de  
40 manera que el impulsor (114) vuelve a la primera posición de impulsor durante la rotación del rotor más allá de la segunda posición de reposo
9. Accionador de acuerdo con la reivindicación 8 cuando depende de la reivindicación 7, en el que el mecanismo de  
45 conexión (110) está dispuesto de manera que el impulsor (114) vuelve a la primera posición de impulsor durante la rotación del rotor más allá de la segunda posición de reposo, antes de que el rotor alcance la parte de su recorrido durante la cual la disposición de empuje (20, 100, 104, 106) almacena energía.

10. Accionador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que una tercera posición de reposo para el rotor (10) está definida en un emplazamiento al que se llega haciendo girar el rotor en la dirección opuesta a la segunda posición de reposo, y el par aplicado por la disposición de empuje (20, 100, 104, 106) es sustancialmente igual en las posiciones de reposo segunda y tercera.
- 5 11. Accionador de acuerdo con la reivindicación 4 o con cualquiera de las reivindicaciones 5 a 10 cuando dependen de la reivindicación 4, en el que el seguidor de leva de empuje (104) y la superficie de leva de empuje (102) son empujados uno hacia la otra por un elemento de empuje (106), estando dicho elemento dispuesto para almacenar energía durante una parte del recorrido del rotor (10) hacia la primera posición de reposo y para acelerar el rotor durante una parte de su recorrido en dirección opuesta a la primera posición de reposo.
- 10 12. Accionador de acuerdo con la reivindicación 4, la reivindicación 11 o cualquiera de las reivindicaciones 5 a 10, cuando dependen de la reivindicación 4, en el que la primera posición de reposo corresponde a un extremo del recorrido del seguidor de leva de empuje (104).
13. Accionador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende  
un impulsor (114) acoplado al rotor (10) para su desplazamiento cuando gira el rotor;
- 15 en el que el desplazamiento del impulsor que resulta del movimiento del rotor de una primera posición de reposo a una segunda posición de reposo es mayor que el desplazamiento que resulta del movimiento del rotor de la primera posición de reposo a una tercera posición de reposo, siendo la rotación del rotor de la primera posición de reposo a la segunda posición de reposo y de la primera posición de reposo a la tercera posición de reposo sustancialmente idéntica y en direcciones opuestas.
- 20 14. Accionador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 6 a 9, que comprende:  
una leva de accionamiento (110) que define una superficie de leva de accionamiento (112); y  
un seguidor de leva de accionamiento (114) asociado a la superficie de leva de accionamiento, pudiendo girar uno de la leva de accionamiento y el seguidor de leva de accionamiento con o mediante el rotor (10), y estando dispuesto el accionador de manera que el desplazamiento del seguidor de leva de accionamiento da lugar a un
- 25 desplazamiento del impulsor (114).
15. Accionador de acuerdo con la reivindicación 14, en el que el impulsor (114) forma parte integrante del seguidor de leva de accionamiento.
16. Motor de combustión interna que comprende un accionador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores dispuesto para accionar una válvula.

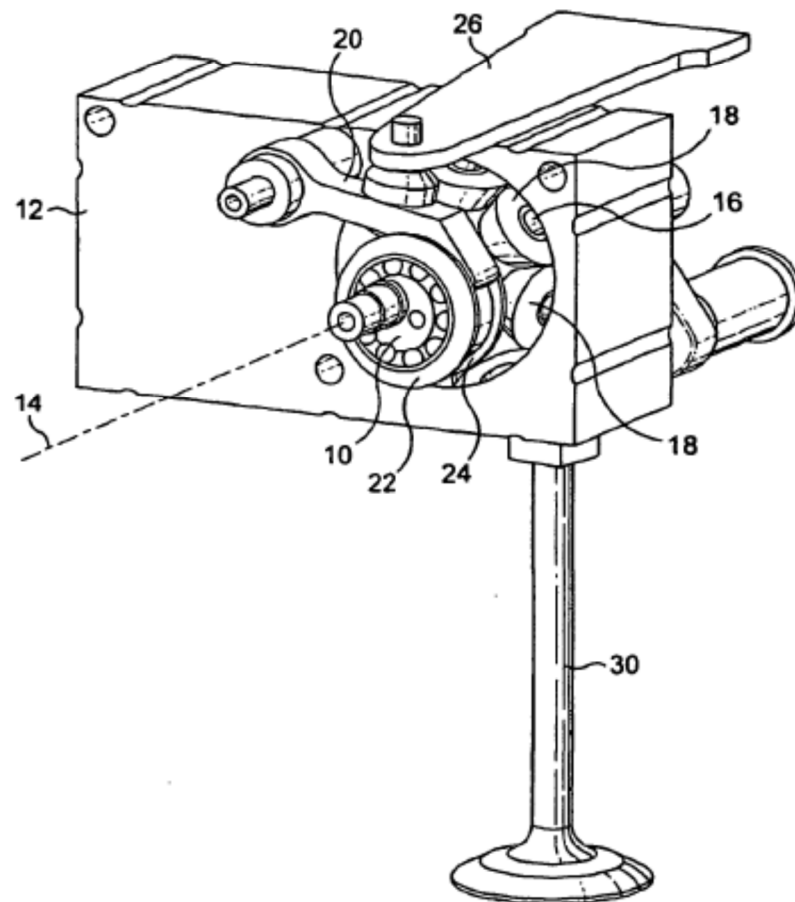


FIG. 1A

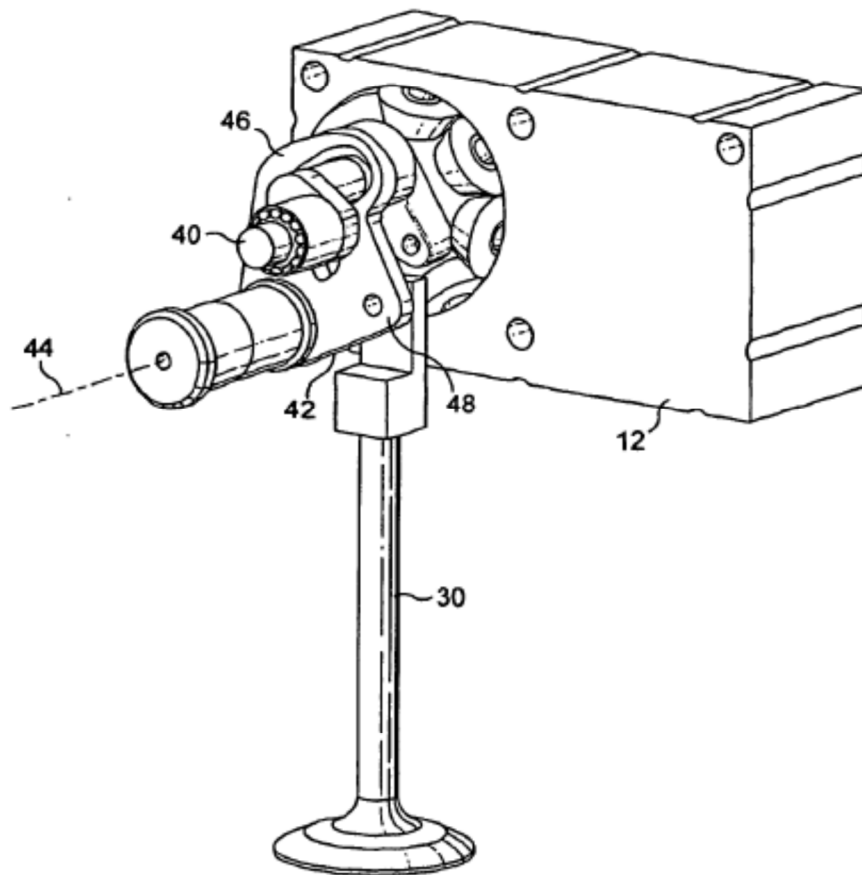


FIG. 1B

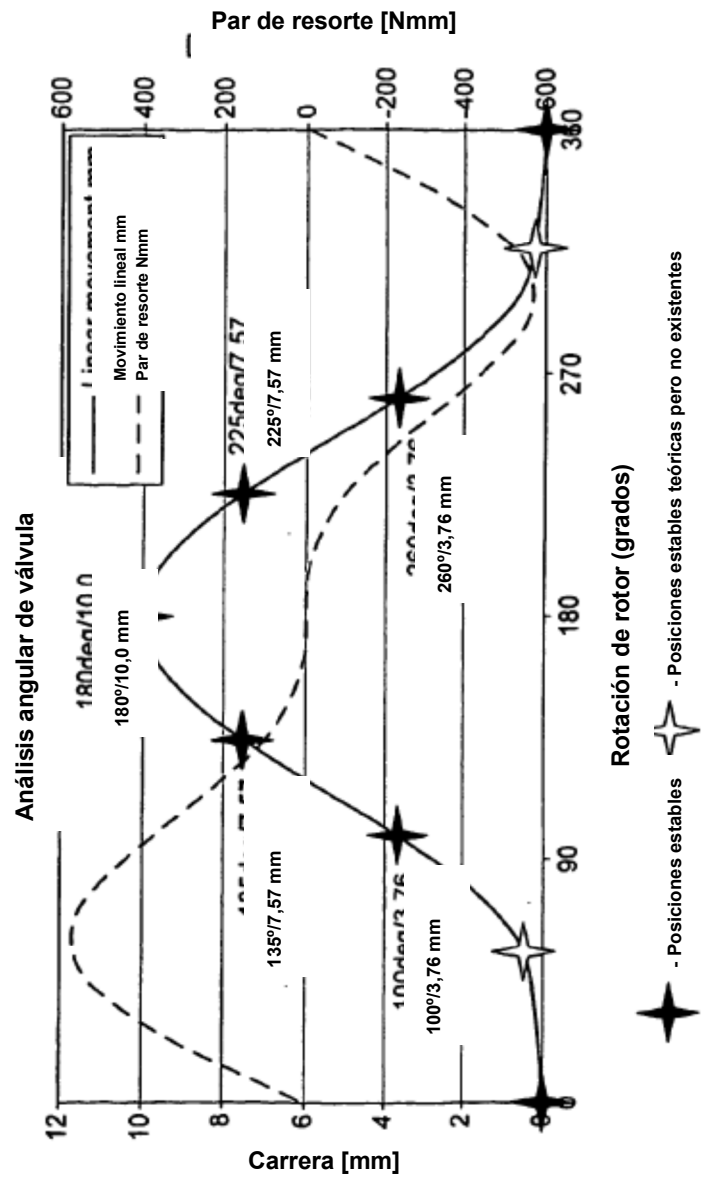


FIG. 2



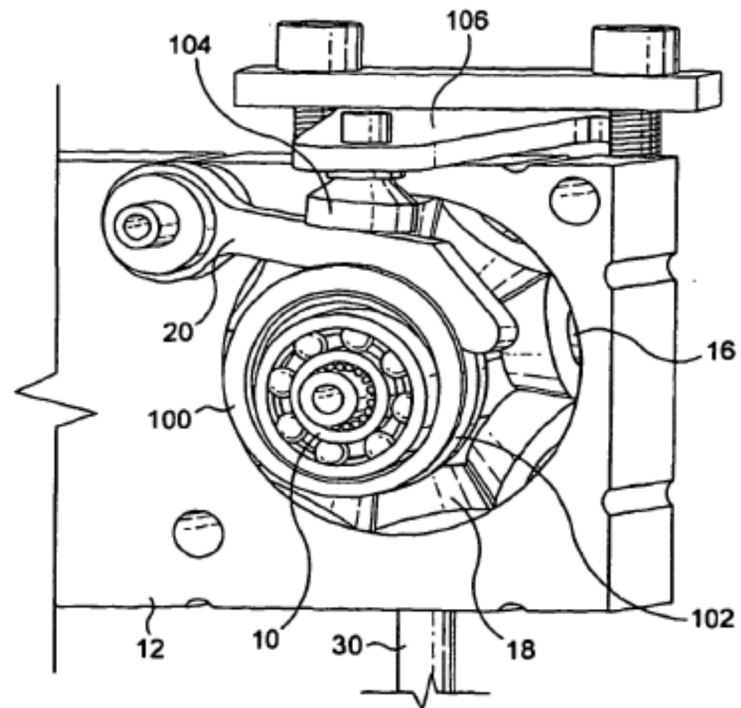


FIG. 3A

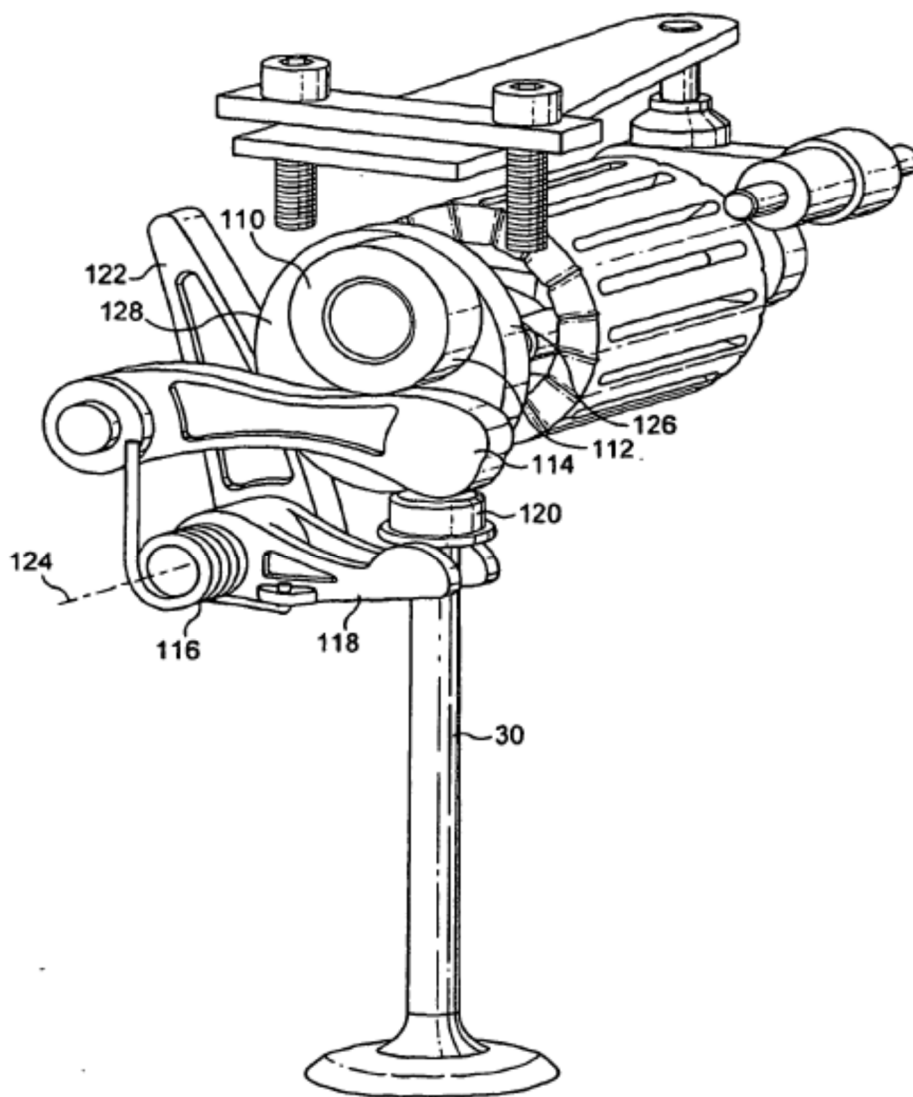


FIG. 3B

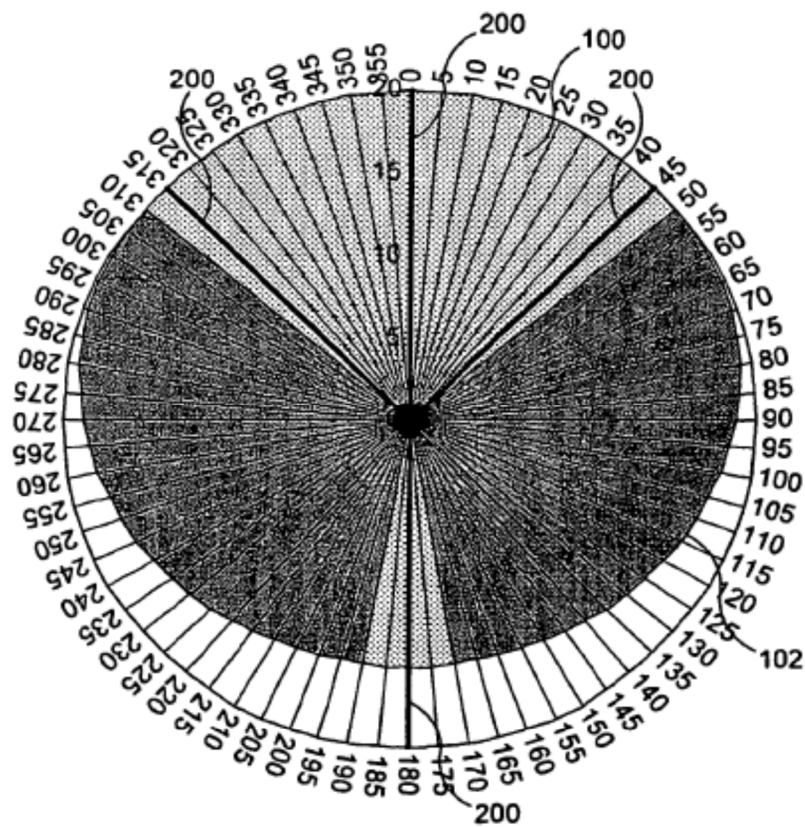


FIG. 4

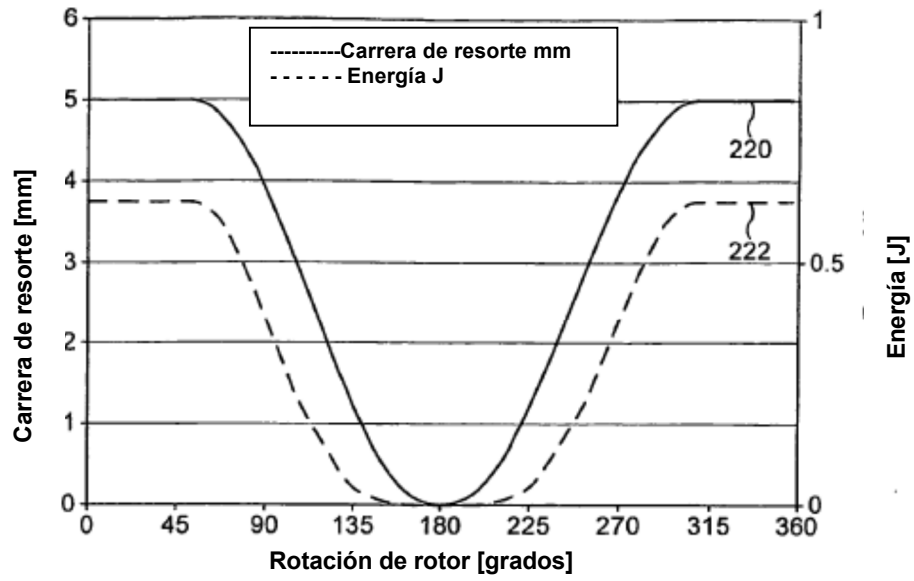


FIG. 5

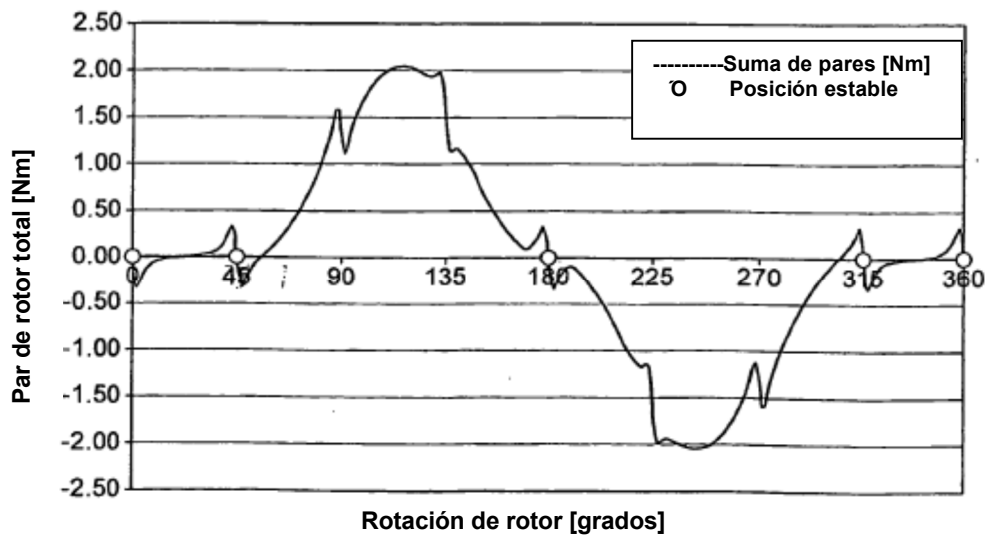


FIG. 6

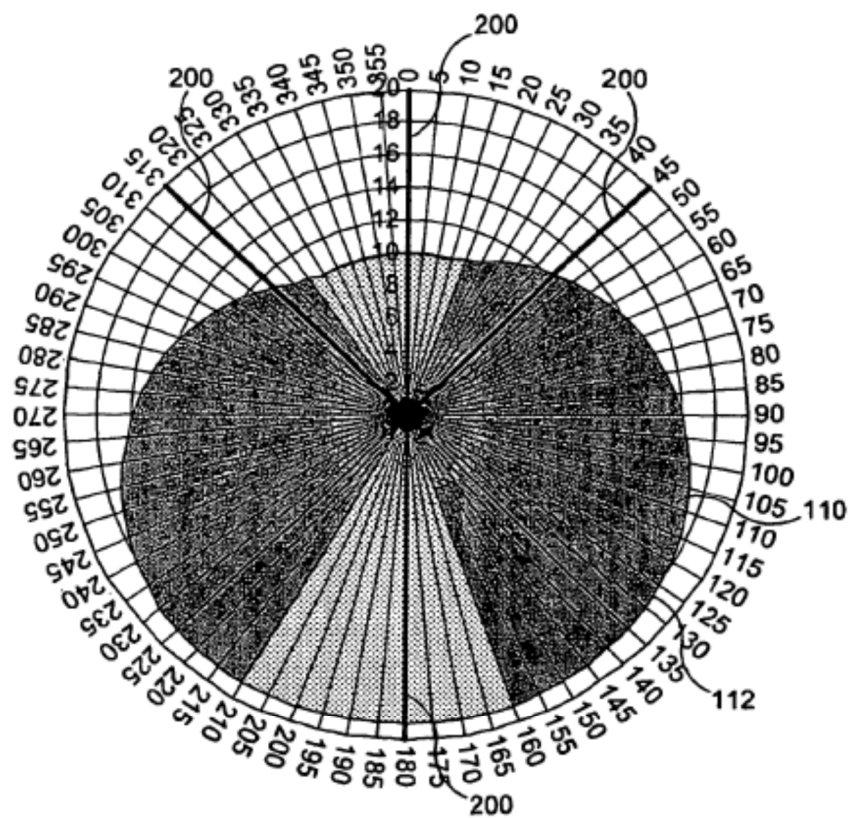


FIG. 7

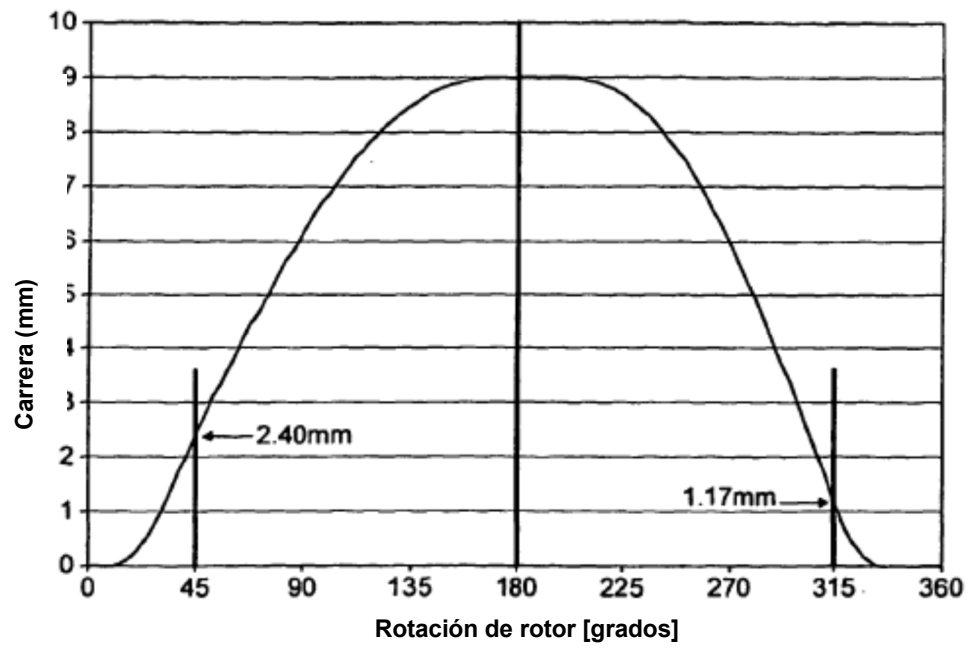


FIG. 8

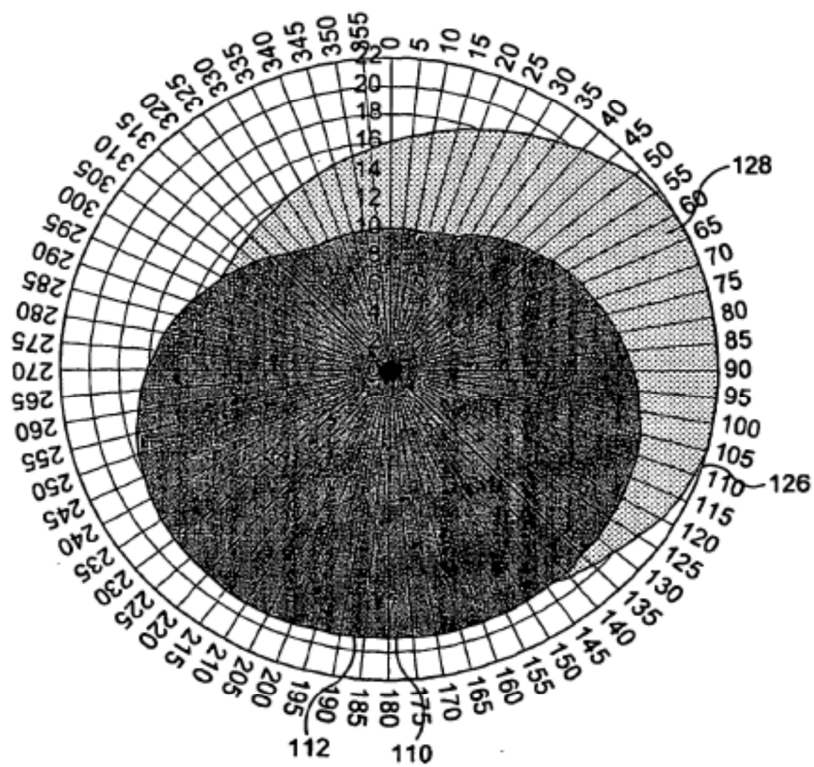


FIG. 9

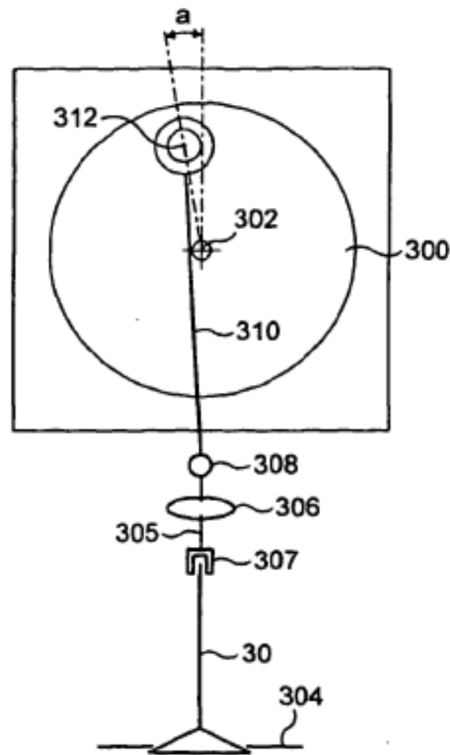


FIG. 10

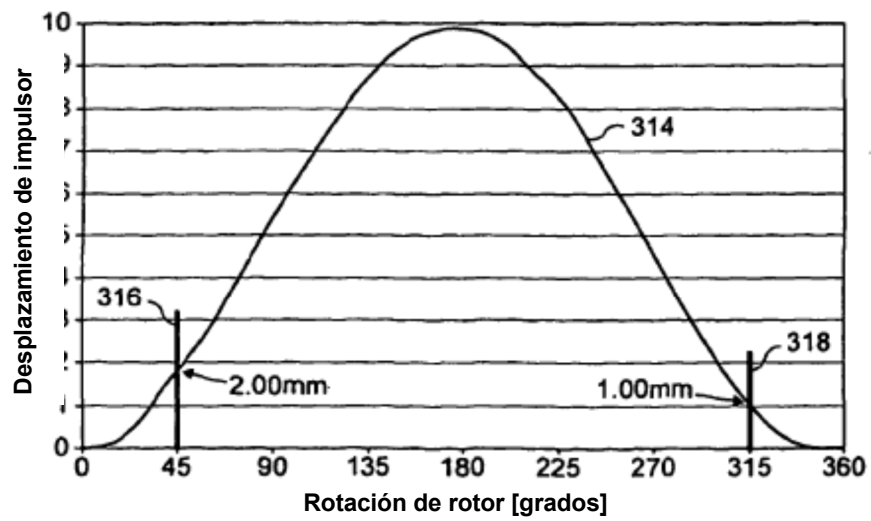


FIG. 11



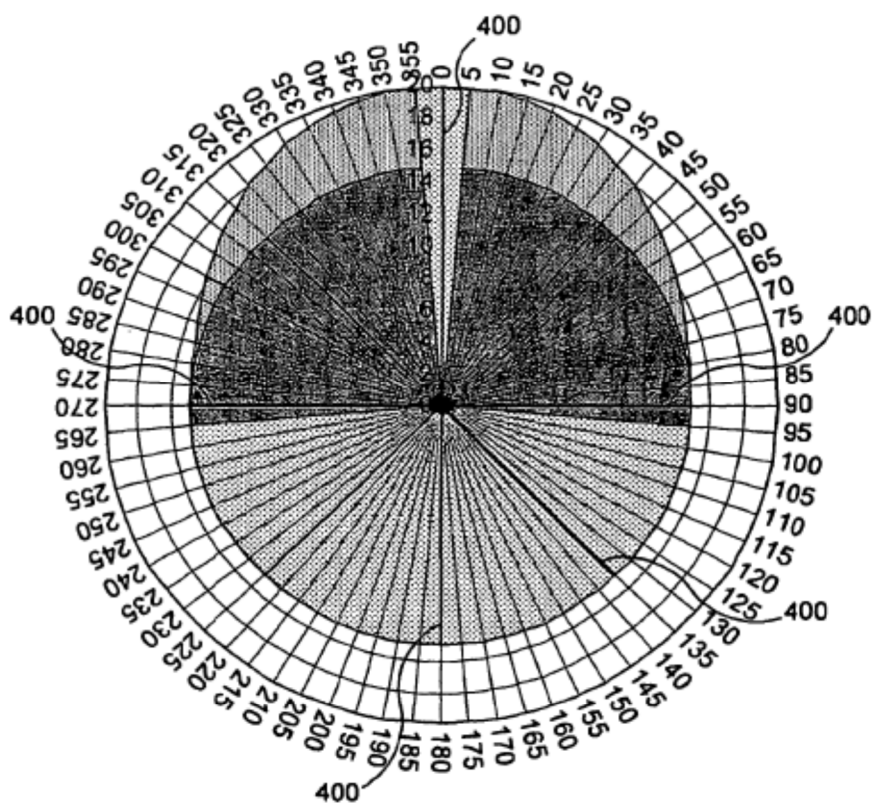


FIG. 12

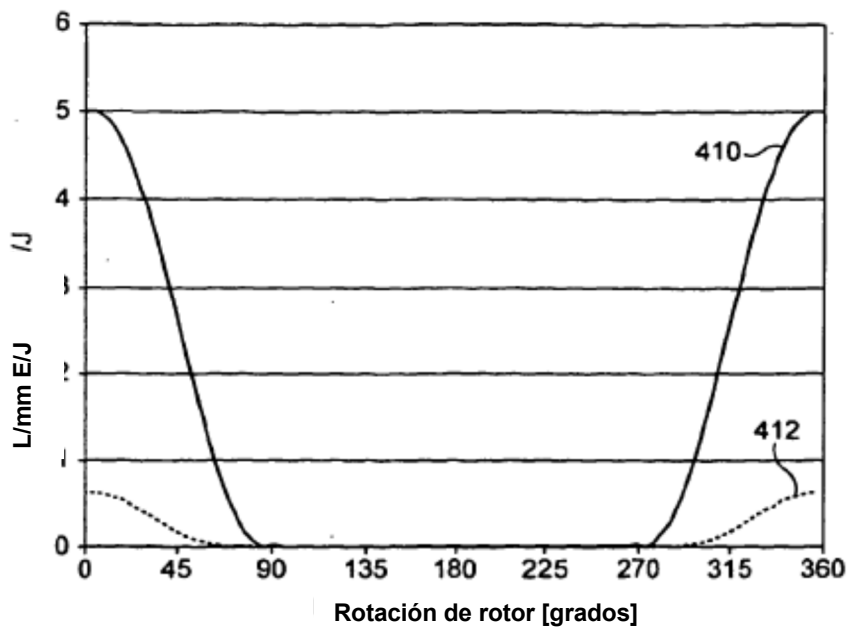


FIG. 13

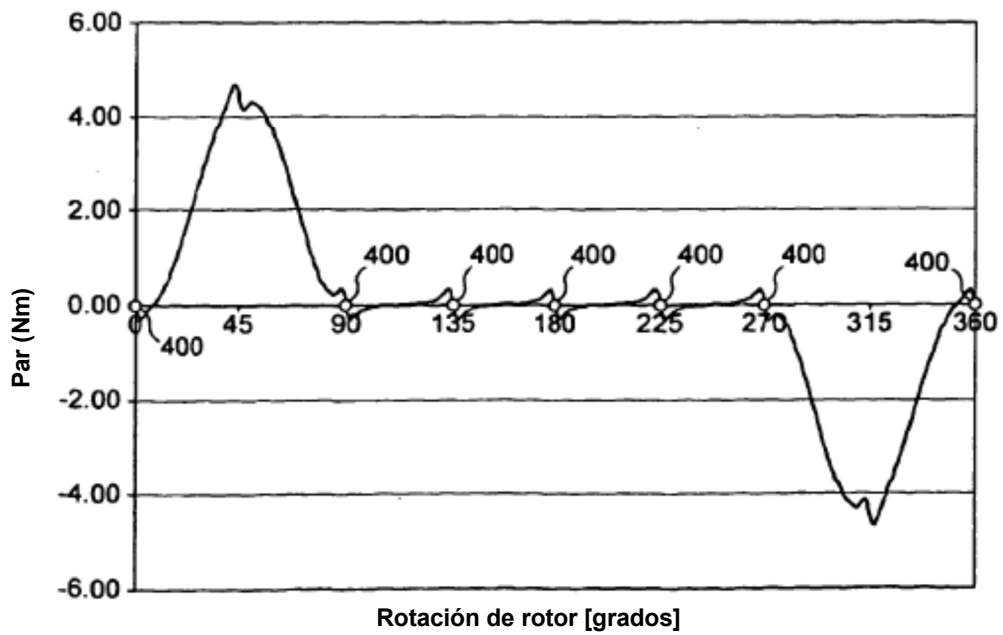


FIG. 14

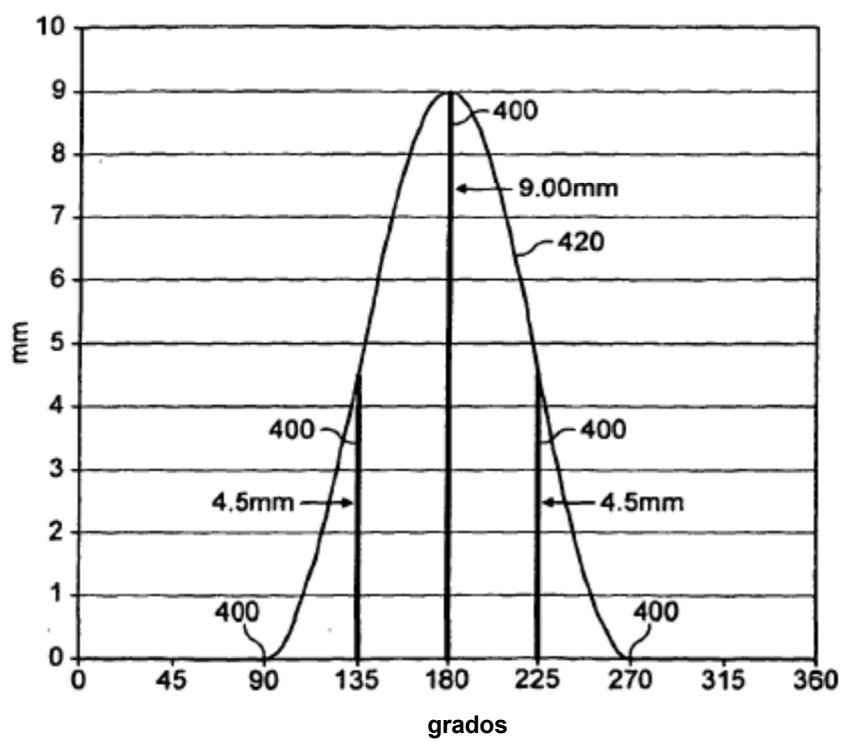


FIG. 15

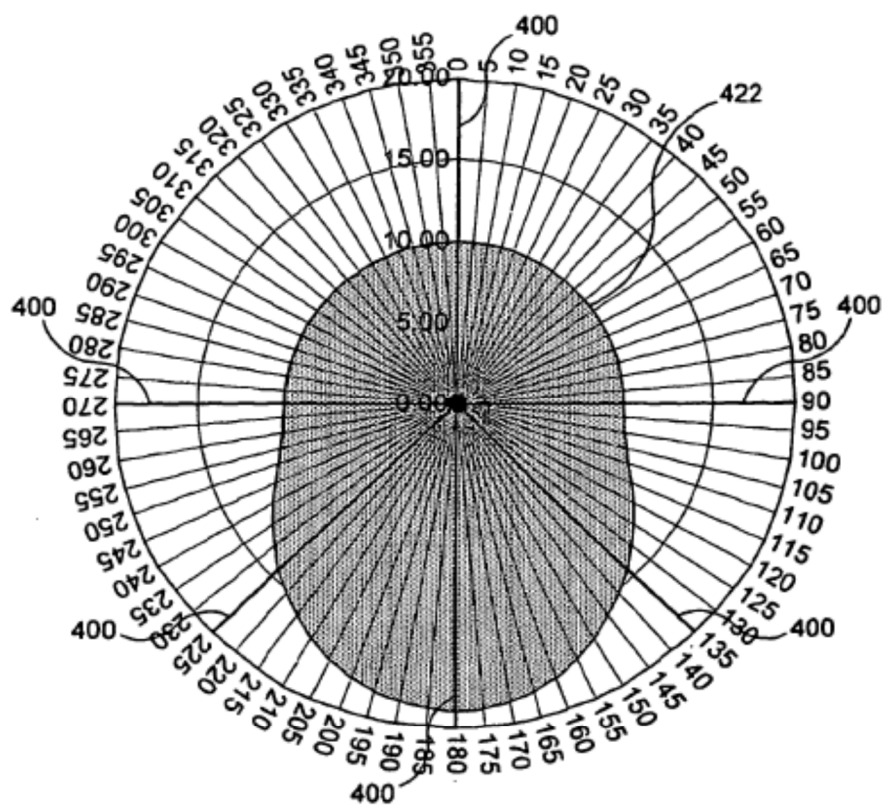


FIG. 16

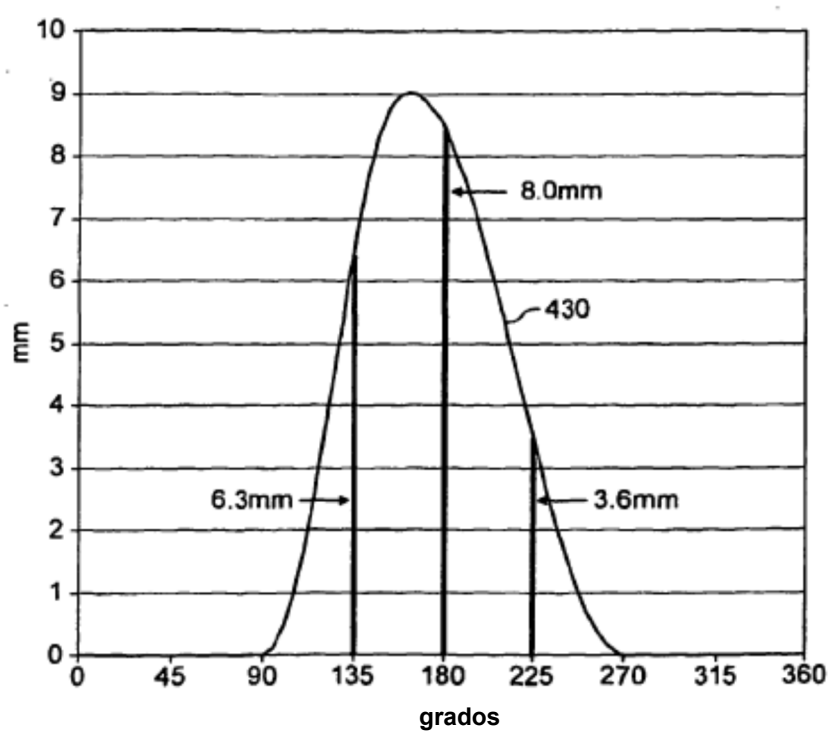


FIG. 17

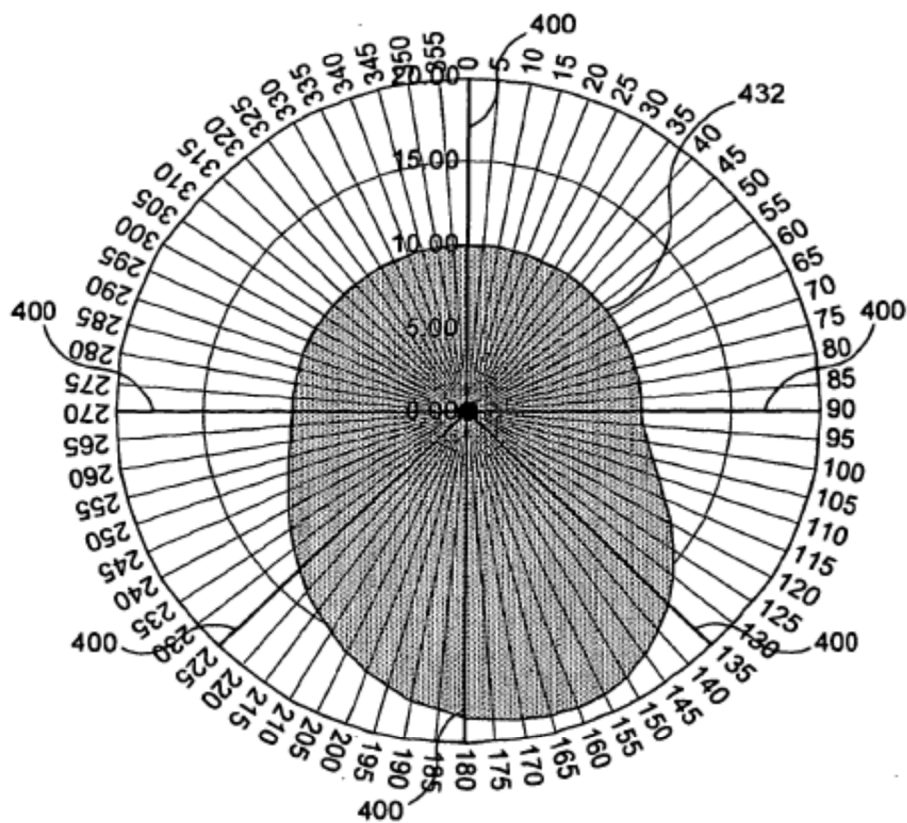


FIG. 18