

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 639 422**

51 Int. Cl.:

F02B 75/32 (2006.01)

F02B 41/04 (2006.01)

F02B 75/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.03.2011 PCT/US2011/030594**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.10.2011 WO11123571**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.03.2011 E 11763395 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.07.2017 EP 2553242**

54 Título: **Motor de combustión interna de carrera diferencial mejorada**

30 Prioridad:

31.03.2010 US 319754 P

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

26.10.2017

73 Titular/es:

**YAN ENGINES, INC. (100.0%)
701 Brazos Street Suite 1600
Austin, TX 78701, US**

72 Inventor/es:

YAN, MIIN, JENG

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 639 422 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

Motor de combustión interna de carrera diferencial mejorada

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a motores de combustión y en particular a motores de combustión interna de carrera diferencial.

10 La invención se ha desarrollado principalmente para su uso como un aparato de pistón para un motor de combustión interna de carrera diferencial, y se describirá más adelante en el presente documento con referencia a esta solicitud. Sin embargo, se apreciará que la invención no está limitada a este campo particular de uso.

15 Antecedentes de la invención

Cualquier discusión de la técnica anterior a lo largo de la memoria descriptiva no debe considerarse en modo alguno como una admisión de que tal técnica anterior es ampliamente conocida o forma parte del conocimiento general común en el campo.

20 Los motores de combustión interna convencionales tienen al menos un cilindro, un pistón en el cilindro y un cigüeñal accionado por el pistón. La mayoría de estos motores funcionan en un ciclo de cuatro carreras del pistón por dos revoluciones del cigüeñal. Durante el ciclo, las carreras del pistón son primero hacia el exterior para la admisión, primero hacia el interior para la compresión, segundo hacia el exterior (después del encendido) para la combustión y la potencia, y segundo hacia el interior para el escape. El gas quemado se expulsa durante la carrera de escape y se aspira una carga fresca durante la carrera de admisión. Estas dos carreras requieren poca fuerza y el pistón está sujeto a presiones nulas o bajas. Estas dos carreras también requieren una revolución completa del cigüeñal para estos propósitos.

30 Se podrían obtener más salidas de un motor de cuatro carreras de un desplazamiento determinado si pudiera completar su ciclo en únicamente una revolución del cigüeñal. Hay motores convencionales de dos carreras en los que las cuatro funciones de combustión, escape, admisión y compresión se amontonan en dos carreras del pistón por una revolución del cigüeñal. Tales motores de dos carreras pesan, generalmente, menos que los motores de cuatro carreras, pero son generalmente menos eficientes en combustible que los motores de cuatro carreras y, por lo tanto, se utilizan convencionalmente solamente en ciertos campos especiales, tales como motores pequeños de jardín.

35 Hay una manera de combinar las ventajas de cuatro carreras del pistón con la ventaja de una revolución del cigüeñal por ciclo y consiste en dividir el pistón en una parte interior que cierra un extremo de la cámara de combustión y una parte exterior separable que está conectada al cigüeñal, y proporcionar medios para mover la parte interior del pistón independientemente de la parte de pistón exterior durante el escape y la admisión. Este hecho prevé que la parte interior del pistón funcione en el principio de cuatro carreras durante una única revolución del cigüeñal.

40 La patente estadounidense N.º 857,410 divulga que se puede utilizar un cuarto de revolución de engranaje entrelazado para manejar las partes de pistón en sus diferentes ciclos. Este diseño tiene muchos problemas tal como el crujiir de dientes cuando los dos engranajes se engranan con cada revolución del árbol de accionamiento y un sistema de engranaje complicado que se fija en una proporción de cuatro a una relación que divide las cuatro carreras en longitudes y períodos iguales.

45 La patente estadounidense N.º 1,413,541 divulga un pistón partido que tiene una parte de pistón interior de cuatro carreras y una parte de pistón exterior de dos carreras (por ciclo o revolución del motor). También se proporciona una parte interior del pistón que tiene un ciclo con un período para cada carrera que es exactamente de 90 grados e igual a la mitad del período de una carrera del pistón exterior que es de 180 grados. Otra limitación del aparato incluye longitudes de carrera iguales o un desplazamiento del pistón para las cuatro carreras de la parte interior del pistón.

50 Las patentes estadounidenses N.º 857,410 y 1,413,541 divulgan, cada una, conexiones de accionamiento para la parte del pistón que cierra la cámara de combustión de modo que debe moverse en cuatro carreras iguales, completándose cada una durante un cuarto de vuelta (90 grados).

55 La patente estadounidense N.º 1,582,890 divulga dos pistones en un cilindro, que cierran dos cámaras. No funcionan en un principio de cuatro carreras y utilizan un medio de accionamiento de leva para mover el pistón interior entre las dos cámaras y dos conjuntos de orificios situados, generalmente, en extremos opuestos de su carrera a lo largo de la pared de cilindro. Esto ocurre para permitir que el pistón interior presurice la cámara exterior en su carrera hacia abajo, lo que requiere mucha energía y resistencia, requiriendo que su aparato de accionamiento sea innecesariamente pesado y voluminoso en la estructura. Además, los orificios exteriores en la pared del cilindro limitan el pistón interior a la patente estadounidense N.º 5,243,938, divulga un motor de combustión de carrera

diferencial de un tipo similar al utilizado en la presente solicitud. El documento divulga un motor de combustión de carrera diferencial que comprende un motor de combustión interna con un aparato de pistón de carrera diferencial para motores de combustión interna alternativos que tienen un medio de pistón dispuesto en el interior de un cilindro que incluye una parte de pistón interior que cierra y sella la cámara de cilindro y una parte de pistón exterior que sirve como un soporte para la parte interior del pistón y está conectado al árbol del motor, preferentemente un cigüeñal. La parte interior del pistón es eficaz para operar en un ciclo diferente al del pistón exterior, por ejemplo, cuatro carreras para la parte interior del pistón y dos carreras para la parte de pistón exterior por revolución del motor. El documento divulga un medio de leva para proporcionar el ciclo del pistón interior, donde la disposición de las levas no se puede variar durante el funcionamiento del motor. Como alternativa, el documento divulga además un aparato de accionamiento de ciclo variable, en el que tal aparato puede ser accionado eléctricamente, neumáticamente o hidráulicamente, que se puede variar durante el funcionamiento del motor.

Existe una necesidad en la técnica para un aparato de pistón de carrera diferencial mejorado.

15 **Objetivo de la invención**

Un objetivo de la presente invención consiste en superar o mejorar al menos una de las desventajas de la técnica anterior, o proporcionar una alternativa útil.

20 Un objetivo de la invención en su forma preferente consiste en proporcionar un aparato de pistón de carrera diferencial mejorado.

Sumario de la invención

25 Los aspectos de la invención se definen en las reivindicaciones adjuntas

Según un aspecto de la invención, se proporciona un aparato de pistón para un motor de combustión de carrera diferencial, incluyendo el motor de combustión uno o más pistones de dos partes, teniendo cada pistón de dos partes una primera parte de pistón y una segunda parte de pistón, comprendiendo el aparato:

30 un elemento de palanca de pistón acoplado mecánicamente a la segunda parte de pistón;

una pluralidad de conjuntos de seguidores de leva acoplables selectivamente con el elemento de palanca de pistón para controlar el funcionamiento de la segunda parte de pistón; y

35 en el que el engranaje y el desengranaje selectivo de uno o más conjuntos de seguidores de leva definen un modo operativo de la segunda parte de pistón.

40 Preferentemente, el elemento de palanca de pistón forma un varillaje de cuatro barras con un elemento de eslabón de balancín de pistón, una o más barras de eslabón de fuerza y una o más barras de eslabón de pivote.

45 El aparato comprende preferentemente un árbol de tren de pistón que soporta de forma pivotante el conjunto con respecto a un bloque del motor. Más preferentemente, el árbol de tren de pistón se acopla al elemento de eslabón de balancín y a la una o más barras de eslabón de pivote. En la mayoría de los casos, el engranaje y el desengranaje selectivo de uno o más conjuntos de seguidores de leva definen un modo operativo de la segunda parte de pistón.

50 Preferentemente, el elemento de palanca de pistón forma un varillaje de cuatro barras con un elemento de eslabón de balancín de pistón, una o más barras de eslabón de fuerza y una o más barras de eslabón de pivote.

55 El aparato comprende preferentemente un árbol de tren de pistón que soporta de forma pivotante el conjunto con respecto a un bloque del motor. Más preferentemente, el árbol de tren de pistón está acoplado al elemento de eslabón de balancín y a la una o más barras de eslabón de pivote. Más preferentemente, el árbol de tren de pistón fija un punto de pivote del varillaje de cuatro barras, con respecto a un bloque del motor.

60 Los conjuntos de seguidores de leva comprenden preferentemente un árbol de leva de pistón. Preferentemente, el árbol de leva de pistón está soportado de forma pivotante sobre un bloque del motor. Más preferentemente, el árbol de leva comprende una pluralidad de lóbulos de leva. Más preferentemente, los conjuntos de seguidores de leva comprenden además una pluralidad de dedos de balancín de pistón respectivos para el engranaje de la disposición de la leva con los lóbulos de leva, en los que cada uno de los dedos de balancín de pistón se puede acoplar selectivamente al elemento de palanca de pistón. El acoplamiento selectivo de los dedos de balancín de pistón a la palanca de pistón se consigue preferentemente mediante un pasador de dedos de balancín de pistón selectivamente retráctil que, cuando se extiende, se engrana con el eslabón de balancín del pistón.

Preferentemente, el elemento de palanca de pistón está desviado hacia la segunda parte de pistón que está situada en una configuración hacia arriba desactivada, alejándose del movimiento de la primera parte de pistón. Más preferentemente, el sesgo se proporciona mediante un conjunto de muelle de compresión.

5 Preferentemente, la primera parte de pistón y la segunda parte de pistón se mueven coaxialmente. Más preferentemente, el movimiento del vástago de pistón está sustancialmente limitado a moverse longitudinalmente a lo largo del eje del cilindro. Más preferentemente, la primera parte del pistón es una parte de pistón exterior, y la segunda parte de pistón es un pistón interior aparte.

10 Preferentemente, el aparato tiene una pluralidad de modos operativos definidos por engranaje o desengranaje selectivo de uno o más conjuntos de seguidores de leva. Más preferentemente, el aparato comprende dos conjuntos de seguidores de leva para definir cuatro modos operativos. Lo más preferentemente, un modo operativo desactiva efectivamente la segunda parte de pistón.

15 Según un aspecto de la invención se proporciona un aparato de pistón como se divulga en el presente documento.

Según un aspecto de la invención se proporciona un método para controlar el funcionamiento de una segunda parte de pistón de un motor de combustión de carrera diferencial, comprendiendo el método las etapas siguientes:

20 proporcionar un motor de ciclo de carrera diferencial;

engranar o desengranar uno o más seguidores de leva para activar selectivamente un modo de una pluralidad de modos operativos; y

25 controlar, basándose en un modo operativo seleccionado, el desplazamiento de la segunda parte de pistón a través de un ciclo de arranque del motor.

Preferentemente, el motor de ciclo de carrera diferencial es como se divulga en el presente documento. Más preferentemente, uno o más seguidores de leva son como se divulga en el presente documento. Lo más preferentemente, el engranaje o desengranaje selectivo de uno o más seguidores de leva definen un modo de una pluralidad de modos operativos.

30 Según un aspecto de la invención, se proporciona un método para controlar el funcionamiento de una segunda parte de pistón de un motor de combustión de carrera diferencial, como se divulga en el presente documento.

35 Breve descripción de los dibujos

A continuación, se describirá una realización preferente de la invención, solamente a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

40 la figura 1 es una vista en planta de un aparato de realización según la invención;

la figura 2 es una sección transversal del aparato de la figura 1, tomada a lo largo de la línea 2-2;

45 la figura 3 es una vista lateral del aparato de la figura 1;

la figura 4 es una representación esquemática de cuatro modos operativos diferentes del motor del aparato de la figura 1; y

50 la figura 5 es un diagrama de flujo para un método de realización según la invención.

Realización preferente de la invención

55 Un motor de ciclo de carrera diferencial emplea un pistón de dos partes para completar el ciclo térmico de cuatro carreras en cada revolución del motor. El pistón de dos partes comprende una parte de pistón exterior y una parte de pistón interior. Preferentemente, una parte de pistón exterior y una parte de pistón interior se mueven coaxialmente.

60 Se apreciará que los motores de pistón convencionales (de dos o cuatro ciclos) utilicen un pistón para realizar dos funciones. Esas funciones sirven para sellar la cámara y transmitir fuerzas entre la cámara y el cigüeñal. Una alternativa consiste en separar estas dos funciones utilizando un pistón de dos partes, consta de una parte de pistón interior y una parte de pistón exterior, como se utiliza en un motor de ciclo de carrera diferencial (ciclo D).

65 La parte de pistón interior sella la cámara y actúa como una bomba de aire para ayudar a los gases dentro y fuera de la cámara en las carreras de escape y de admisión del proceso de ciclo de cuatro carreras, moviéndose separadamente de la parte de pistón exterior. Durante las carreras de respiración ligera, la parte de pistón interior se opera por un tren de pistón de tipo tren de válvula y se mueve separadamente de la parte de pistón exterior. Durante

las carreras de carga pesada, de combustión o de compresión, la parte de pistón interior se asienta habitualmente sobre la parte exterior y se soporta por la misma. De esta manera, la parte de pistón interior simplemente pasa la carga en compresión entre la parte de pistón exterior y la cámara.

5 El desplazamiento de la parte de pistón interior, o las carreras del ciclo D, se pueden acortar desde las carreras de brazo de arranque completas.

Se apreciará que, en el caso de una carrera de potencia, la parte inferior de la carrera de arranque es ineficiente en la generación de potencia. La presión de la combustión disminuye rápidamente a medida que la carrera de pistón descende aproximadamente siete grados aTDC (después del punto muerto superior), y el brazo del par de arranque se acorta después de noventa grados aTDC. El 1/3 inferior de la carrera de potencia genera menos de aproximadamente 1/9 de la potencia de salida total, mientras que contribuye a aproximadamente 1/3 de la fricción del anillo de pistón (una parte importante de pérdidas de pistón). En operaciones de carga parcial, golpear el volumen inferior del cilindro puede perder más potencia de lo que gana.

15 Además, el motor de ciclo D puede producir dos veces más carreras de potencia por revolución. La eficiencia del motor puede mejorarse al no utilizar la parte inferior de los cilindros para carreras de potencia, sin pérdida sustancial de la capacidad de generación de potencia de la estructura del motor, excepto en la carga máxima.

20 Se apreciará que, en el caso de una carrera de admisión, el motor produce carga parcial en casi todas las operaciones (condiciones de accionamiento). Acortar la admisión reduce la estrangulación de la admisión y la pérdida de fricción, aumentando la eficiencia la mayor parte del tiempo. Cuando se necesita una operación de carga máxima ocasional, la sobrealimentación con gases más densos puede "recuperar el volumen perdido del cilindro".

25 Un conjunto de cilindro de pistón es también relativamente ineficiente en la compresión a baja presión, pero es relativamente eficiente en la compresión a alta presión. La carga por un compresor de baja presión exterior puede mejorar la eficiencia. La carga de aire puede refrigerarse en el interior antes de entrar en el cilindro, permitiendo además la manipulación del estado de gas dinámico para el choque y el control de la combustión del encendido por compresión de carga homogénea (HCCI, por sus siglas en inglés).

30 Mediante la adición de características o estructuras de tren de pistón, el motor de ciclo D también puede comprender más modos de operaciones del motor para diversas necesidades de salida. Estos modos operativos del motor pueden incluir operación de mayor potencia, operación de mayor eficiencia y operación de desactivación del cilindro.

35 En una realización, mediante el uso de dos conjuntos de seguidores de leva y dedo, se divulga que pueden afectarse cuatro modos diferentes de operaciones del motor. Cada uno de los conjuntos puede ser activado o desactivado para operar el tren de pistón, combinado para proporcionar cuatro modos diferentes de operaciones del motor.

40 Se puede proporcionar un medio de ciclo de carrera diferencial para variar el período de carrera y/o la longitud de carrera del ciclo de parte de pistón interior. Un aparato de pistón de cuatro carreras diferencial puede incluir una parte de pistón interior y una parte de pistón exterior que está conectada a un cigüeñal por una biela durante todo el ciclo. Las dos partes de pistón se combinan para montar en la biela durante las partes de potencia y compresión del ciclo, cuando las fuerzas de compresión están en sus niveles más altos. Durante las partes de escape y de admisión del ciclo, cuando las fuerzas de compresión son inexistentes o mucho más bajas, la parte de pistón interior ejecuta movimientos hacia el interior y hacia el exterior que son de escape y de admisión respectivamente, independientemente de la parte de pistón exterior que sigue moviéndose conectada a la biela.

50 La figura 1, la figura 2 y la figura 3 muestran una realización del aparato 100 de pistón. Este aparato de pistón es para un motor de combustión de carrera diferencial, incluyendo el motor de combustión uno o más pistones de dos partes, teniendo cada pistón de dos partes un pistón de parte interior y una parte de pistón exterior. El aparato comprende:

55 un elemento de palanca de pistón acoplado mecánicamente a la parte de pistón interior;

una pluralidad de conjuntos de seguidores de leva acoplables selectivamente con el elemento de palanca de pistón para controlar el funcionamiento de la parte de pistón interior; y

60 en el que el engranaje y desengranaje selectivo de uno o más conjuntos de seguidores de leva define un modo operativo de la parte de pistón interior.

En esta realización, el aparato comprende un elemento de palanca de pistón 110. El elemento de palanca de pistón 110 forma un varillaje de cuatro barras con un eslabón de balancín de pistón 112, un par de barras de eslabón de fuerza 113a y 113b y un par de barras de eslabón de pivote 114a y 114b (como se muestra mejor en la figura 2). El elemento de palanca de pistón 110 está conectado de forma pivotante en un extremo (que es el extremo del eje de cilindro) a un vástago de pistón 115 por un pasador 116 de vástago de pistón.

Se apreciará que el vástago de pistón 115 está conectado en el extremo opuesto del pasador de vástago (el extremo interno del vástago) a la parte de pistón interior (no mostrada) y el movimiento operativo del vástago está limitado a ser sustancialmente longitudinal a lo largo del eje del cilindro.

5 En una realización, el aparato de tren de pistón está soportado de forma pivotante sobre un árbol de tren de pistón 118 y está desviado hacia arriba (o cargado) en compresión por un sistema de muelle de pistón 117. El árbol de tren de pistón 118 está soportado por el bloque del motor (no mostrado). El sistema de muelle de pistón incluye habitualmente un muelle de compresión.

10 En una realización, una pluralidad de conjuntos de seguidores de leva comprende un árbol de leva de pistón 120 para controlar el funcionamiento del pistón interior, a través del elemento de palanca 110 y el vástago de pistón 115. El árbol de leva de pistón 120 está soportado sobre el bloque del motor (no mostrado).

15 En esta realización, el árbol de leva de pistón 120 comprende una pluralidad de lóbulos de leva de pistón 121a y 121b. Una pluralidad respectiva de dedos de balancín 122a y 122b de pistón están soportados de forma pivotante sobre el árbol de tren de pistón 118. Estos dedos de balancín 122a y 122b están desviados, habitualmente mediante un muelle (no mostrado) en contacto de apoyo con los lóbulos de leva de pistón 121a y 121b respectivos. Cada dedo de balancín 122a o 122b de pistón, comprende además un pasador 123a o 123b respectivo del dedo de balancín de pistón selectivamente retráctil.

20 En uso, con un pasador 123a de dedo de balancín de pistón en una posición extendida (como se muestra mejor en las figuras 1 y 3), la rotación del lóbulo de leva de pistón 121a aplica presión de apoyo al dedo de balancín 122a, lo que hace que el pasador 123a del dedo de balancín aplique presión de apoyo al eslabón de balancín de pistón 112, controlando y operando de este modo el conjunto tren de pistón. Cuando un pasador de balancín de pistón está en la posición retraída (como se muestra mejor por 123b en las figuras 1 y 3), la leva del pistón se desacopla operativamente del tren de pistón y no aplica control sobre el pistón interior.

25 La figura 4 muestra una representación esquemática de cuatro modos operativos diferentes del motor de una realización. Las curvas representan el desplazamiento de la parte de pistón interior con respecto a un ciclo de arranque del motor a partir de 0 grados (punto muerto superior, TDC), pasando por 180 grados (punto muerto inferior, BDC) y volviendo a 360 grados (TDC).

30 La curva 410 (curva inferior) representa el movimiento de la parte de pistón exterior en un ciclo de arranque del motor, mostrado a partir del TDC 412 a 0 grados, pasando a través del BDC 414 a 180 grados y volviendo al TDC 416 a 360 grados. Se apreciará que este movimiento es controlado por el cigüeñal a través de la biela, como de la manera convencional.

35 Seleccionando las combinaciones de acoplamiento o desacoplamiento (extensión o retracción) de los dos pasadores 123a y 123b de dedo de balancín de pistón, la parte de pistón interior puede ser controlada selectivamente para cumplir con cuatro curvas (o modos) diferentes, determinando de este modo el movimiento de la parte de pistón interior sobre un ciclo de arranque del motor.

40 A modo de ejemplo solamente, las trazas que representan el movimiento de una parte de pistón interior en un ciclo de arranque del motor pueden definirse como:

45 TRAZA-A: puede comprender los puntos 412, 420, 421, 422, 427, 423, 424 y volver a 416;

TRAZA-B: puede comprender los puntos 412, 425, 426, 427, 428, 429, 430 y volver a 416;

50 TRAZA-C: puede comprender los puntos 412, 425, 426, 427, 423, 424 y volver a 416; y

TRAZAD: Cilindro desactivado de operaciones de carrera, que comprende los puntos 412 rectos a 416.

55 A modo de ejemplo solamente, el lóbulo de leva de pistón 121a puede adaptarse para operar el pistón interior para seguir la TRAZA-A (que comprende los puntos 412, 420, 421, 422, 427, 423, 424 y 416). Esto permite que el pistón interior tenga las duraciones y los desplazamientos asociados de las carreras de escape y de admisión en el ciclo de arranque, como se indica por los períodos de tiempo 451 y 452, respectivamente. El eTDC-A (carrera de escape del TDC de TRAZA-A) en la línea de ángulo de arranque 455 que separa la carrera de escape y la carrera de admisión del ciclo de carrera diferencial se desplaza hacia adelante bBDC (antes del centro muerto inferior). El desplazamiento en 422 en la línea de ángulo de arranque 455 puede determinar la cantidad de EGR (recirculación de gas de escape) interior para ayudar y mejorar el EGR para el control de NOx en esta operación. Se apreciará que este ciclo operativo se activa extendiendo el pasador 123a del dedo de balancín asociado operativamente con el dedo de balancín 122a, como se ha expuesto anteriormente.

65 A modo de ejemplo solamente, el lóbulo de leva de pistón 121b puede adaptarse para operar el pistón interior para seguir la TRAZA-B (que comprende los puntos 412, 425, 426, 427, 428, 429, 430 y 416). Esto permite que el pistón

- interior tenga las duraciones y los desplazamientos asociados de las carreras de escape y de admisión en el ciclo de arranque, como se indica por los períodos de tiempo 461 y 462, respectivamente. El eTDC-B (TDC de carrera de escape de la TRAZA-B) en la línea de ángulo de arranque 475 que separa la carrera de escape y la carrera de admisión del ciclo de carrera diferencial se desplaza hacia atrás aBDC (después del BDC). Este ciclo de operación se puede activar extendiendo el pasador 123b de dedo de balancín asociado operativamente con el dedo de balancín 122b. Se observa que las figuras 1 a 3 muestran el pasador 123b de dedo de balancín que se desactiva. El desplazamiento en 428 en la línea de ángulo de arranque 475 determina la cantidad de EGR (recirculación de gas de escape) interior para ayudar y mejorar el sistema de EGR para el control de NOx en esta operación.
- A modo de ejemplo solamente, el lóbulo de leva de pistón 121a y 121b puede adaptarse para operar el pistón interior para seguir la TRAZA-C (que comprende los puntos 412, 425, 426, 427, 423, 424 y 416). Para desarrollar esta traza, ambos pasadores 123a y 123b del dedo de balancín de pistón están en las posiciones extendidas, por lo que el pistón interior seguirá el control del recorrido conjuntamente por ambas levas. Esto hace que la parte de pistón interior sea controlada y operada por la leva de pistón 121b para seguir la traza desde el TDC 412 hasta los puntos 425, 426, 427. En el punto 427, la leva de pistón 121a asumiría el control y haría que el pistón interior siguiera a 427, 423, 424 y volvería al TDC 416. Esto permitiría que la parte de pistón interior tuviera las duraciones y los desplazamientos asociados de carrera de escape y de admisión en el ciclo de arranque como se indica por 461 y 462 respectivamente. El eTDC-C (carrera de escape del TDC de la TRAZA-C) en la línea de ángulo de arranque 465 que separa la carrera de escape y la carrera de admisión del ciclo de carrera diferencial se desplaza hacia delante bBDC. El desplazamiento en 427 en la línea de ángulo de arranque 465 determina la cantidad de EGR (recirculación de gases de escape) interior para ayudar y mejorar el sistema de EGR para el control de NOx en esta operación.
- Se apreciará que, con ambos pasadores 123a y 123b de dedo de balancín de pistón en una posición retraída, el sistema de muelle de pistón desviaría la parte de pistón interior hacia el TDC desactivando con ello un cilindro de las operaciones de carrera. Una ventaja de este sistema de gestión de cilindros, sobre los típicos motores de cuatro ciclos, consiste en que la parte de pistón interior registra la carrera del desplazamiento completo, reduciendo con ello las pérdidas causadas por la fricción y el bombeo.
- Se apreciará que los eventos de válvula asociados (no mostrados) son necesarios para acomodar los eventos de pistón divulgados para permitir que los eventos de escape y de admisión alcancen un barrido y un llenado óptimos del cilindro. Esto puede lograrse, por ejemplo, mediante el uso de una tecnología de tren de válvulas variables (VVT) u otro medio adecuado.
- La figura 5 muestra un diagrama de flujo para un método 500 de operación de control de una parte de pistón interior de un motor de combustión de carrera diferencial. El método comprende las etapas siguientes:
- ETAPA 510: proporcionar un motor de ciclo de carrera diferencial;
- ETAPA 520: permitir selectivamente un modo de una pluralidad de modos operativos; y
- ETAPA 530: controlar, basándose en un modo operativo seleccionado, el desplazamiento de la parte de pistón interior a través de un ciclo de arranque del motor.
- A modo de ejemplo solamente, permitir de manera selectiva un modo de una pluralidad de modos operativos puede incluir el engranaje de uno o más seguidores de leva, y/o el desengranaje de uno o más seguidores de leva.
- En este método de realización, el motor de ciclo de carrera diferencial puede ser como se divulga en el presente documento, el uno o más seguidores de leva de pistón pueden ser como se divulga en el presente documento, y el uno o más seguidores de leva de pistón pueden definir un modo de una pluralidad de modos operativos.
- Se apreciará que las realizaciones divulgadas proporcionan un aparato y método de pistón de carrera diferencial mejorado.
- Se apreciará que un motor convencional habitual proporciona un rendimiento máximo en un punto de operación específico, como se define por el diseño del motor, que es habitualmente próximo a la producción de par máximo y muy por debajo de las rpm previstas. Dado que existe una necesidad percibida de mantener suficiente reserva de potencia máxima, la mayoría de los motores automotrices están sobrealimentados y operan muy por debajo de la eficiencia óptima, habitualmente utilizando menos del 20 % de la energía de entrada.
- Mientras que la alta reserva de potencia máxima es a menudo considerada altamente deseable por los accionadores, "porque estará disponible por si acaso", un estudio del MIT ha indicado que se puede ahorrar aproximadamente el 50 % del combustible (es decir, una ganancia del 100 % en milla por galón) si los motores automotrices estadounidenses habituales pueden ser accionados a una eficiencia óptima todo el tiempo.
- Una forma de mejorar la eficiencia consiste en adaptar el punto ideal operativo de un motor a las necesidades de accionamiento, manteniendo al mismo tiempo la reserva de potencia máxima. Un motor de ciclo de carrera

diferencial realiza habitualmente esto acortando (o reduciendo el tamaño) el motor a las necesidades de accionamiento. Esta mejora del motor de ciclo de carrera diferencial se logra mediante un sistema de una única leva. El punto ideal está adaptado para acomodar las operaciones de motor "promediadas" o las necesidades de accionamiento "promediadas".

5 Sin embargo, las necesidades de accionamiento (u operaciones del motor) comprenden una amplia gama de rpm y de salida. En la ciudad accionar, por ejemplo, el motor a menudo comienza de ralentí y acelera a la velocidad ciudad. Esto requiere un alto par de motor a bajas rpm. Durante el viaje por carretera, el motor debe operar con una eficiencia óptima a rpm más altas. Asimismo, durante el accionamiento en la carretera, hay veces que el motor
10 necesita alta salida a altas rpm para pasar el tráfico. Puede ser necesaria una salida más alta si el vehículo está muy cargado. Con una carga extremadamente ligera tal como de ralentí y en la generación de potencia auxiliar en camiones de servicio pesados, algunos de los cilindros pueden desactivarse para ahorrar aún más combustible.

15 Será beneficioso si el motor puede adaptar los tamaños de cambio de punto ideal a esas necesidades diversificadas.

Se apreciará que las realizaciones divulgadas pueden tener cuatro modos de operaciones del motor. El punto ideal del motor puede optimizarse para el rendimiento de salida respectivo, con lo que mejora aún más las ventajas del motor de ciclo de carrera diferencial. Debe tenerse en cuenta que pueden conseguirse aún más modos adicionales de operación (puntos ideales) con otros diseños de tren de pistón.

20 El motor de ciclo de carrera diferencial mejorado divulgado es una disposición de tren de pistón relativamente simple y barata para realizar diversas funciones del motor. El coste adicional de implementación de los conjuntos de leva y seguidor de pistón es relativamente mínimo. La operación de modo múltiple puede distinguir una próxima generación de motores de ciclo de carrera diferencial.

25 Interpretación

La referencia en toda esta memoria descriptiva a "una única realización" o "una realización" significa que una característica, estructura o rasgo particular descrita en relación con la realización está incluida en al menos una
30 realización de la presente invención. Por lo tanto, las apariencias de las frases "en una única realización" o "en una realización" en diversos lugares a lo largo de esta memoria descriptiva no se refieren necesariamente a la misma realización, pero pueden hacerlo. Además, las características, estructuras o rasgos particulares pueden combinarse de cualquier manera adecuada, como sería evidente para un experto en la técnica a partir de esta divulgación, en una o más realizaciones.

35 En las reivindicaciones que siguen y en la descripción del presente documento, cualquiera de los términos que comprende, compuesto por o que comprende, es un término abierto que significa que incluye al menos los elementos/características que siguen, pero sin excluir otros. Por lo tanto, el término que comprende, cuando se utiliza en las reivindicaciones, no debe interpretarse como limitativo de los medios o elementos o etapas
40 enumerados a continuación. Por ejemplo, el alcance de la expresión un dispositivo que comprende A y B no debe limitarse a dispositivos que consisten únicamente en los elementos A y B. Cualquiera de los términos incluyendo o que incluye o el que incluye tal como se utiliza en el presente documento es también un término abierto que también significa incluir al menos los elementos/características que siguen al término, pero no excluyen a otros. Por lo tanto, incluyendo es sinónimo de comprendiendo y significa lo mismo.

45 De manera similar, debe tenerse en cuenta que el término acoplado, cuando se utiliza en las reivindicaciones, no debe interpretarse como limitativo únicamente para las conexiones directas. Pueden utilizarse los términos "acoplado" y "conectado", junto con sus derivados. Debe entenderse que estos términos no están destinados a ser sinónimos entre sí. Por lo tanto, el alcance de la expresión un dispositivo A acoplado a un dispositivo B no debe
50 limitarse a dispositivos o sistemas en los que una salida del dispositivo A está conectada directamente a una entrada del dispositivo B. Eso significa que existe una trayectoria entre una salida de A y una entrada de B que puede ser una trayectoria que incluya otros dispositivos o medios. "Acoplado" puede significar que dos o más elementos están en contacto físico directo entre sí o que dos o más elementos no están en contacto directo entre sí, pero aun así cooperan o interactúan entre sí.

55 Como se utiliza en el presente documento, a menos que se especifique lo contrario, el uso de los adjetivos ordinales "primero", "segundo", "tercero", etc., para describir un objeto común, simplemente indica que se refieren a diferentes casos de objetos similares y no pretenden implicar que los objetos así descritos deben estar en una secuencia determinada, ya sea temporal, espacial, en la clasificación o de cualquier otra manera.

60 Como se usa en el presente documento, a menos que se especifique lo contrario, el uso de términos "horizontal", "vertical", "izquierda", "derecha", "arriba" y "abajo", así como adjetivales y adverbiales derivados de los mismos (por ejemplo, "horizontalmente", "hacia la derecha", "hacia arriba", etc.), se refieren simplemente a la orientación de la estructura ilustrada mientras que la figura de dibujo particular está orientada hacia el lector, o hace referencia a la
65 orientación de la estructura durante el uso nominal, según sea apropiado. De manera similar, los términos

"interiormente" y "exteriormente" se refieren generalmente a la orientación de una superficie relativa a su eje de alargamiento, o eje de rotación, según sea apropiado.

5 De manera similar, debe apreciarse que en la descripción anterior de realizaciones ilustrativas de la invención, diversas características de la invención se agrupan a veces juntas en una única realización, figura o descripción de la misma con el fin de agilizar la divulgación y ayudar en la comprensión de uno o más de los diversos aspectos inventivos. Este método de la divulgación, sin embargo, no debe interpretarse como reflejando una intención que la invención reivindicada requiere más características que las que se recitan expresamente en cada reivindicación.

10 Más bien, como reflejan las siguientes reivindicaciones, los aspectos inventivos se encuentran en menos de todas las características de una única realización divulgada anteriormente. Por lo tanto, las reivindicaciones que siguen a la descripción detallada se incorporan, por ello, expresamente en esta descripción detallada, con cada reivindicación independiente como una realización separada de esta invención.

15 Además, mientras que algunas realizaciones descritas en el presente documento incluyen algunas, pero no otras características incluidas en otras realizaciones, las combinaciones de características de diferentes realizaciones están destinadas a estar dentro del alcance de la invención, y forman diferentes realizaciones, como serían entendidas por aquellos expertos en la técnica. Por ejemplo, en las reivindicaciones siguientes, cualquiera de las realizaciones reivindicadas se puede utilizar en cualquier combinación.

20 Además, algunas de las realizaciones se describen en el presente documento como un método o combinación de elementos de un método que puede ser implementado por un procesador de un sistema informático o por otros medios para llevar a cabo la función. De este modo, un procesador con las instrucciones necesarias para llevar a cabo tal método o elemento de un método forma un medio para llevar a cabo el método o elemento de un método.
25 Además, un elemento descrito en el presente documento de una realización de un aparato es un ejemplo de un medio para llevar a cabo la función realizada por el elemento con el fin de llevar a cabo la invención.

30 En la descripción proporcionada en el presente documento, se exponen numerosos detalles específicos. Sin embargo, se entiende que las realizaciones de la invención pueden practicarse sin estos detalles específicos. En otros casos, no se han mostrado con detalle métodos, estructuras y técnicas bien conocidos para no ocultar la comprensión de esta descripción.

35 Por tanto, aunque se ha descrito lo que se cree que son las realizaciones preferentes de la invención, los expertos en la técnica reconocerán que se pueden hacer otras modificaciones y modificaciones adicionales a la misma.

REIVINDICACIONES

1. Un motor de combustión de carrera diferencial que comprende un aparato (100), incluyendo el motor de combustión uno o más pistones de dos partes, teniendo cada pistón de dos partes una primera parte de pistón y una segunda parte de pistón, siendo la primera parte de pistón un pistón exterior que está conectado a un cigüeñal por una biela, siendo la segunda parte de pistón un pistón interior conectado al aparato a través de un vástago (115) de pistón, y comprendiendo el aparato:
- un elemento de palanca (110) de pistón acoplado mecánicamente al vástago de pistón; caracterizado por que comprende una pluralidad de conjuntos de seguidores de leva acoplables selectivamente con el elemento de palanca de pistón para controlar el funcionamiento de la segunda parte de pistón; y en el que el engranaje o desengranaje selectivo del uno o más conjuntos de seguidores de leva define un modo operativo, de una pluralidad de modos operativos, de la segunda parte de pistón; y en el que el modo operativo definido es operable para controlar el desplazamiento y la sincronización de la segunda parte de pistón a través de un ciclo de arranque del motor.
2. El motor de combustión según la reivindicación 1, en el que el elemento de palanca de pistón forma un varillaje de cuatro barras con un elemento de eslabón de balancín de pistón, una o más barras de eslabón de fuerza y una o más barras de eslabón de pivote.
3. El motor de combustión según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el aparato además comprende un árbol de tren de pistón que soporta de forma pivotante el conjunto con respecto a un bloque del motor.
4. El motor de combustión según la reivindicación 3, en el que el árbol de tren de pistón
- está acoplado al elemento de eslabón de balancín y la o las barras de eslabón de pivote; y/o
 - fija un punto de pivote del varillaje de cuatro barras, con respecto a un bloque del motor.
5. El motor de combustión según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los conjuntos de seguidores de leva comprenden un árbol de leva de pistón.
6. El motor de combustión según la reivindicación 5, en el que el árbol de leva de pistón comprende una pluralidad de lóbulos de leva y está soportado de forma pivotante sobre un bloque del motor.
7. El motor de combustión según la reivindicación 6, en el que los conjuntos de seguidores de leva comprenden además una pluralidad respectiva de dedos de balancín de pistón para el engranaje de la disposición de la leva con los lóbulos de leva, en el que cada uno de los dedos de balancín de pistón se puede acoplar selectivamente al elemento de palanca de pistón.
8. El motor de combustión según la reivindicación 7, en el que el acoplamiento selectivo de los dedos de balancín de pistón a la palanca del pistón se consigue mediante un pasador de dedo de balancín de pistón selectivamente retráctil que, cuando se extiende, se engrana con el eslabón de balancín de pistón.
9. El motor de combustión según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el elemento de palanca de pistón está desviado por un conjunto de muelle de compresión hacia la segunda parte de pistón que está situada en una configuración hacia el interior contra el funcionamiento de los conjuntos de seguidores de leva.
10. El motor de combustión según la reivindicación 9, en el que, cuando el elemento de palanca está desacoplado de los conjuntos de seguidores de leva, el elemento de palanca está desviado en una configuración desactivada hacia el interior, alejándose del movimiento de la primera parte de pistón.
11. El motor de combustión según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores,
- en el que la primera parte de pistón y la segunda parte de pistón se mueven coaxialmente, o
 - en el que la primera parte de pistón y la segunda parte de pistón se mueven coaxialmente y el elemento de palanca de pistón está conectado de forma pivotante en un extremo a un vástago de pistón y el movimiento del vástago de pistón está sustancialmente limitado a moverse longitudinalmente a lo largo de un eje del cilindro de pistón.
12. El motor de combustión según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores,
- en el que el aparato comprende dos conjuntos de seguidores de leva para definir cuatro modos operativos; o
 - en el que el aparato comprende dos conjuntos de seguidores de leva para definir cuatro modos operativos y uno de los cuatro modos operativos desactiva efectivamente el funcionamiento de la segunda parte de pistón.

13. Un método para controlar el funcionamiento de un motor de combustión de carrera diferencial según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, comprendiendo el método las siguientes etapas:

- 5 - proporcionar un motor de ciclo de carrera diferencial;
 - engranar o desengranar uno o más seguidores de leva para activar selectivamente un modo de una pluralidad de modos operativos; y
 - controlar, basándose en un modo operativo seleccionado, el desplazamiento y la sincronización de la segunda parte de pistón a través de un ciclo de arranque del motor.
- 10 14. El método según la reivindicación 13, en el que el engranaje o desengranaje selectivo de uno o más seguidores de leva define un modo respectivo de la pluralidad de modos operativos.

15

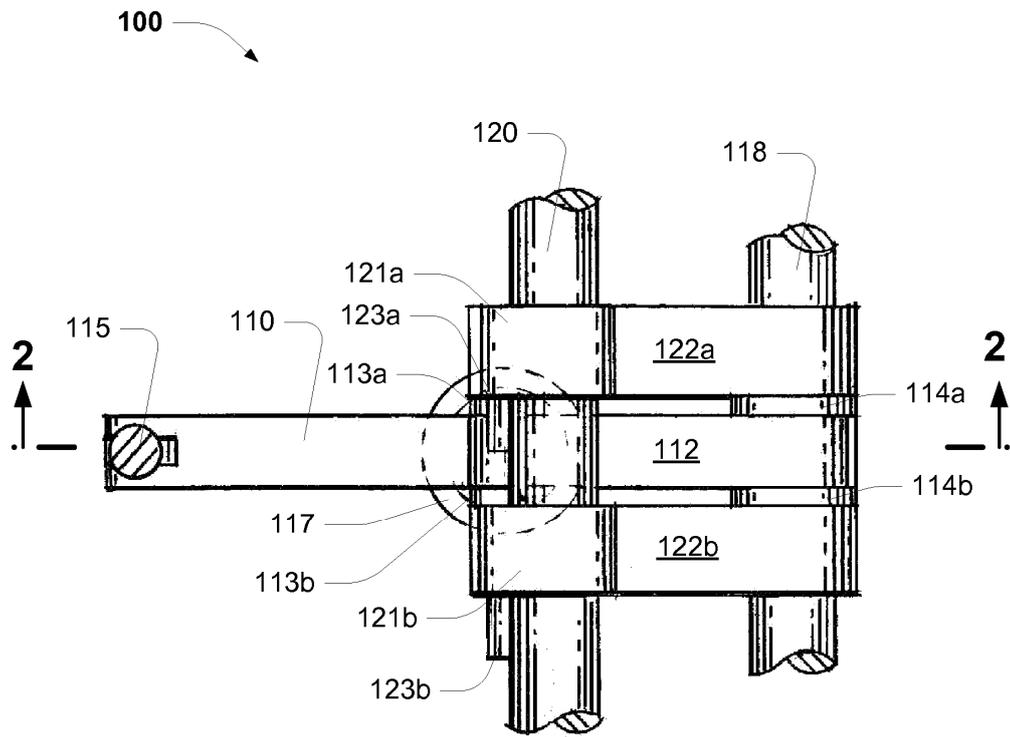


FIG. 1

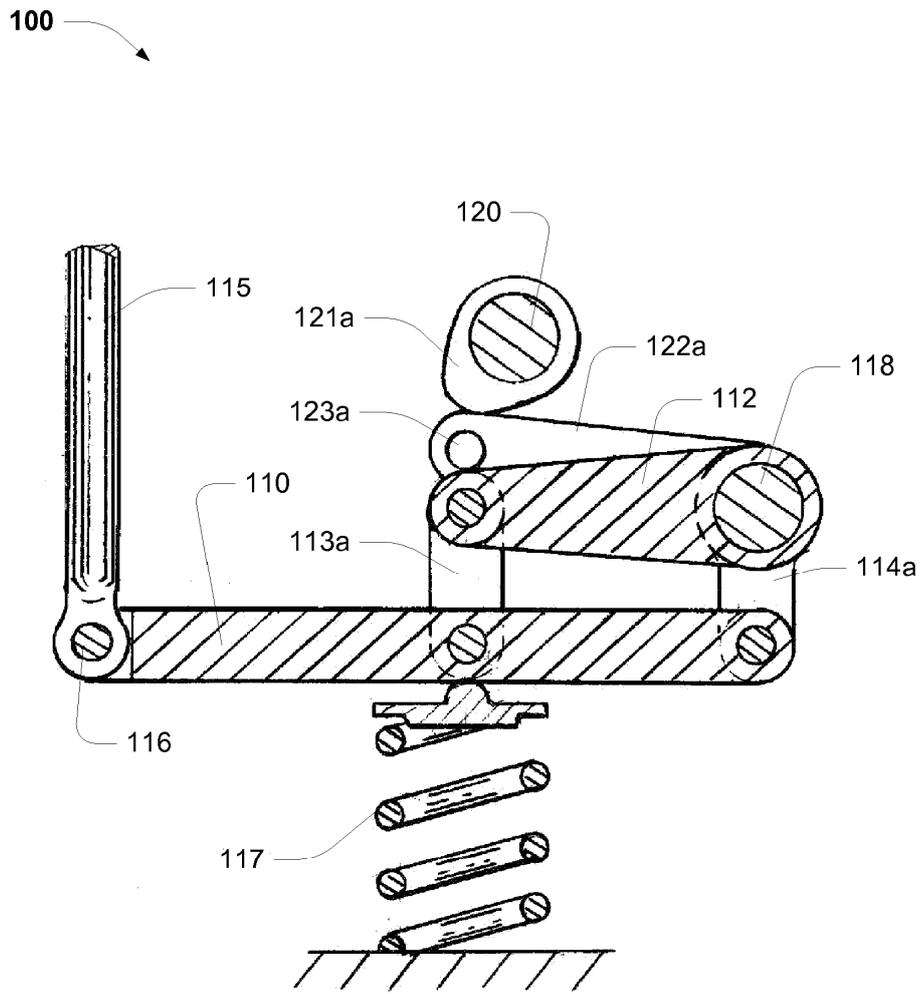


FIG. 2

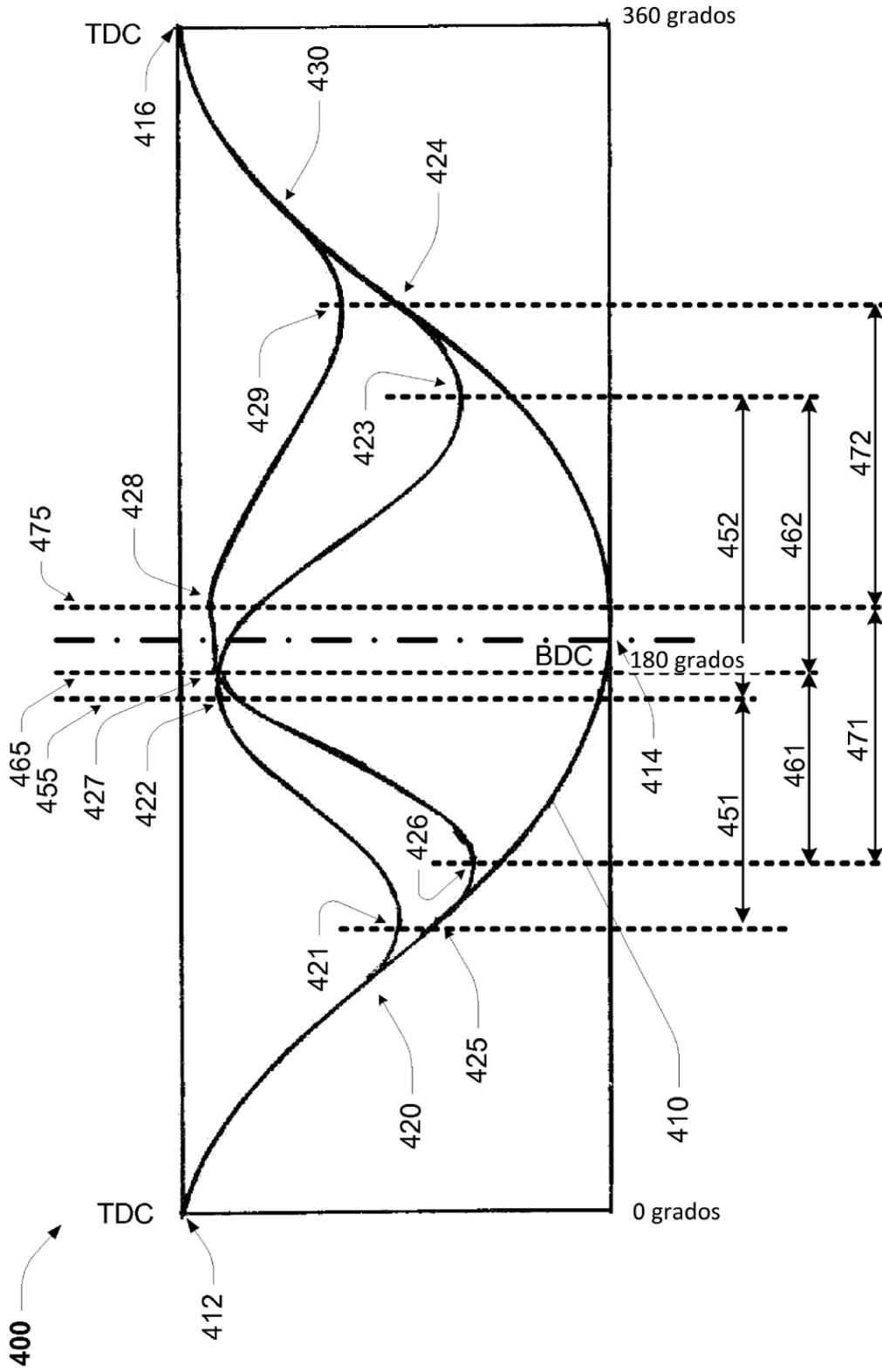


FIG. 4

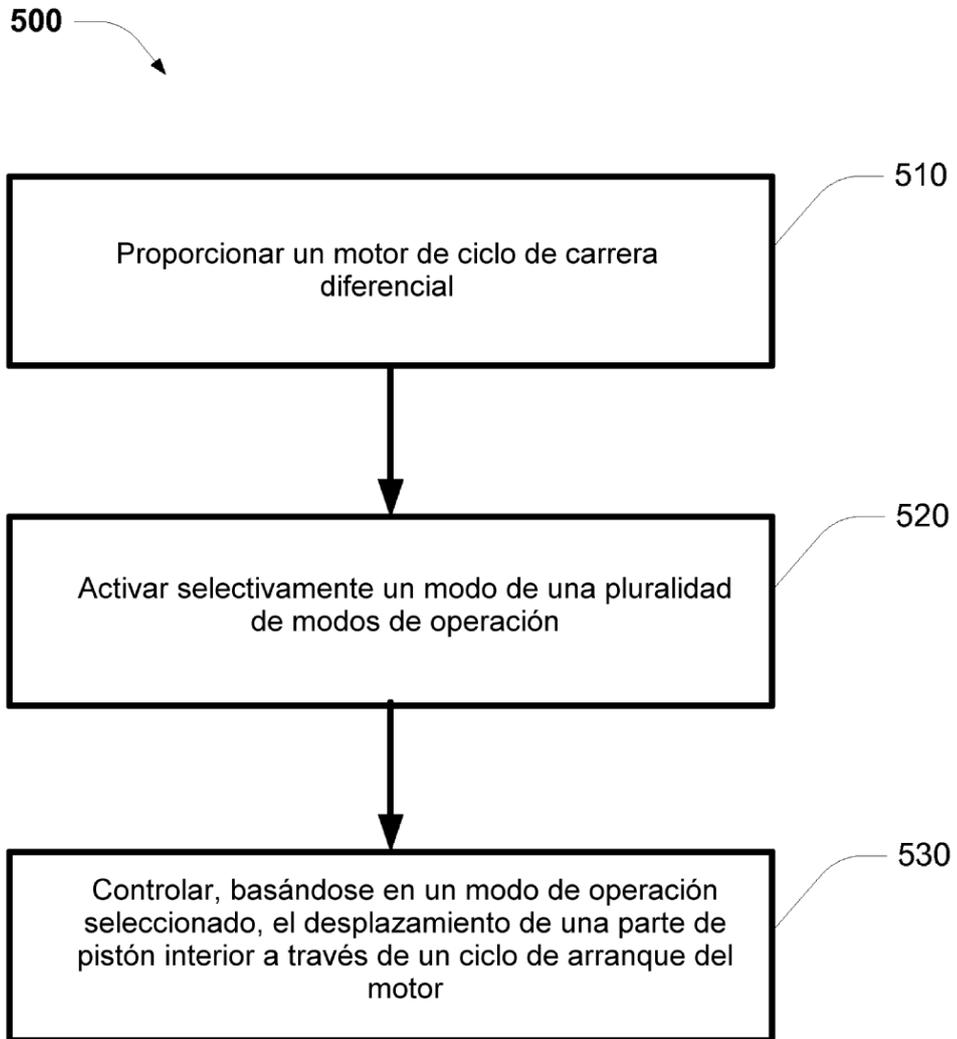


FIG. 5