



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 302 976**

51 Int. Cl.:
F01L 1/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **03808522 .1**

86 Fecha de presentación : **19.12.2003**

87 Número de publicación de la solicitud: **1581724**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **05.10.2005**

54 Título: **Métodos y aparatos para frenado mediante el motor.**

30 Prioridad: **23.12.2002 US 435295 P**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.08.2008

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.08.2008

73 Titular/es: **Jacobs Vehicle Systems Inc.**
22 East Dudley Town Road
Bloomfield, Connecticut 06002, US

72 Inventor/es: **Yang, Zhou**

74 Agente: **Isern Jara, Jorge**

ES 2 302 976 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

Métodos y aparatos para frenado mediante el motor.

5 La presente invención hace referencia y tiene derecho a la fecha de presentación anterior y prioridad de la solicitud de patente provisional USA 60/435.295 presentada el 23 de diciembre de 2002 titulada “Métodos y aparatos para freno motor”.

10 La presente invención se refiere a métodos y aparatos para el frenado mediante un motor de combustión interna. De manera más específica, la presente invención hace referencia al frenado motor para controlar el flujo de gases de escape a través del mismo.

15 Los sistemas de frenado mediante el motor se conocen desde hace muchos años. Estos sistemas pueden ser especialmente útiles en vehículos pesados tales como camiones y autobuses, porque estos vehículos tienen mayores necesidades de frenado y habitualmente utilizan motores diésel. Los sistemas de frenado mediante el motor son necesarios en los vehículos con motor diésel a causa de la aspiración característica en los cilindros que resulta de las sincronizaciones de las válvulas (ciclos principales de admisión y de escape) que se requieren para su funcionamiento generando potencia positiva.

20 Los sistemas de frenado mediante el motor anteriormente conocidos han añadido aberturas de liberación de la compresión de la válvula de escape cerca del final de la carrera de compresión a los ciclos positivos de las válvulas en la generación de potencia (es decir, periodos principales de escape) para realizar una fuerza de frenado en la transmisión del vehículo. Durante el frenado por liberación de la compresión se interrumpe la inyección de combustible y las válvulas de escape se abren también cerca del final de la carrera de compresión para convertir un motor de combustión interna que genera potencia en un compresor de aire que absorbe potencia.

25 Cada una de las carreras de compresión pueden ser utilizadas para reducir la velocidad del vehículo dotado de un freno por liberación de la compresión. Durante la carrera de compresión el pistón se desplaza hacia arriba y comprime los gases retenidos en el cilindro. Los gases comprimidos se oponen al movimiento hacia arriba del pistón. Durante la operación de frenado del motor, al aproximarse el pistón al punto muerto superior (TDC), las válvulas de escape son abiertas para liberar los gases comprimidos hacia el colector de escape impidiendo que la energía almacenada en los gases comprimidos sea retornada al motor en la siguiente de carrera descendente de expansión. Al proceder de este modo el motor desarrolla una potencia retardante que ayuda a reducir la velocidad del vehículo. Un ejemplo de un freno motor por liberación de la compresión de tipo conocido es el que se ha dado a conocer por Cummins, patente USA 3,220,392 (noviembre de 1965).

30 En el documento US-4 592 319 da a conocer un proceso y aparato para el retardo de la liberación de la compresión en un motor de cuatro tiempos multicilíndrico. De acuerdo con la figura 3A de dicho documento, el movimiento normal de la válvula de escape es desactivado y sustituido por la apertura de la válvula de escape, aproximadamente en la posición del punto muerto superior del pistón del motor siguiendo la carrera de compresión, manteniendo la válvula de escape en posición abierta durante la carrera de expansión, cerrando parcialmente la válvula de escape durante la carrera de escape y cerrando por completo la válvula de escape durante la carrera de admisión.

35 El documento US 2002/174654 A1 da a conocer un método y sistema para el frenado motor y un motor de combustión interna con regulación de la presión de escape y control del turbocompresor. De acuerdo con la figura 16 de dicho documento, el levantamiento de la válvula de escape es sustancialmente constante durante las carreras de admisión, compresión y expansión y la válvula de admisión está abierta durante la carrera de admisión del cilindro del motor.

40 Los sistemas de freno motor de tipo de “sangrado” (“bleeder”) proporcionan una alternativa a los dispositivos de frenado motor de tipo de liberación de la compresión. Los sistemas de frenado de tipo sangrado conocidos añaden un pequeño incremento del levantamiento (x) al perfil de apertura completo de la válvula de escape, tal como se ha mostrado por el cambio del perfil de levantamiento (A) de la válvula de escape al perfil (B) de la figura 1. Por lo tanto, los frenos motor de tipo sangrado conocidos retienen la válvula de escape (s) ligeramente abierta durante las carreras de admisión, compresión y expansión y producen un levantamiento exagerado del escape principal durante la carrera de escape. Esto es a lo que se hace referencia como frenado por sangrado de ciclo completo y que se ha mostrado por el perfil B de la figura 1. También es posible un sistema de frenado de tipo sangrado por ciclo parcial. El frenado por sangrado de ciclo parcial se produce cuando la válvula o válvulas de escape (s) se mantienen ligeramente abiertas durante una buena parte, pero no la totalidad, de las carreras de admisión, compresión y expansión. De manera típica, un frenado por sangrado de ciclo parcial difiere de un frenado por sangrado de ciclo completo al cerrar la válvula o válvulas de escape durante la mayor parte de la carrera de admisión. Un ejemplo de frenado motor de tipo sangrado es el que se da a conocer por la patente USA No.6,594,996 de Yang (22 de julio de 2003).

45 Usualmente, la apertura inicial de la válvula o válvulas de frenado en un funcionamiento con frenado por sangrado es muy adelantada con respecto al punto muerto superior (TDC) de la compresión (es decir, accionamiento adelantado de la válvula) y a continuación el levantamiento se mantiene constante durante un periodo de tiempo. De este modo, un sistema de freno motor de tipo sangrado requiere una fuerza mucho más reducida para accionar la válvula o válvulas debido al accionamiento adelantado de las mismas, y genera menos ruido debido a que el sangrado es continuo en vez del rápido cambio en un freno de tipo de liberación de la compresión. Además, los frenos por sangrado requieren

ES 2 302 976 T3

frecuentemente un menor número de componentes y pueden ser fabricados a un coste más bajo. Por lo tanto, un sistema de freno motor por sangrado puede tener ventajas significativas.

5 No obstante, a pesar de estas ventajas los frenos motor de tipo sangrado no se han utilizado ampliamente porque de manera típica producen una menor potencia de frenado que los sistemas de freno de tipo de liberación de la compresión. Un factor que reduce la potencia de frenado de los frenos por sangrado es su incapacidad de llevar a cabo frenado en la totalidad del ciclo motor. Los frenos de sistema de sangrado anteriormente conocidos no han mantenido la válvula de escape abierta en la totalidad del ciclo del motor con un levantamiento relativamente constante. En vez de ello, el escape principal normal (durante la carrera de escape) se ha superpuesto a la apertura del freno por sangrado, resultando ello en un perfil de levantamiento de la válvula de escape mostrado como perfil B en la figura 1.

15 El perfil (B) de levantamiento de la válvula de escape mostrado en la figura 1 no solamente comprende un periodo de escape principal sino que todavía peor, comprende un periodo de escape principal excesivamente aumentado. El periodo de escape principal incluido en el perfil (B) tiene el levantamiento de un periodo de escape normal principal (perfil A) además del levantamiento de freno de sangrado (x). Este levantamiento exagerado puede afectar negativamente la potencia de frenado por sangrado. Además, este levantamiento exagerado, puede provocar que la válvula de escape se extienda de manera tal en el cilindro del motor que resulta posible el contacto de la válvula con el pistón. El riesgo del contacto de la válvula con el pistón puede requerir la mecanización de rebajes o alojamientos en el pistón para recibir la válvula de escape. Estos rebajes pueden tener además efectos negativos en la potencia positiva, es decir, en la potencia generada y en las emisiones.

20 Por esta razón, los solicitantes han determinado que la inclusión del periodo de escape principal en un ciclo de frenado con sangrado puede reducir la eficacia del frenado por sangrado y/o reducir el interés del motor dotado para conseguir el frenado por sangrado. Los solicitantes han determinado también que la eliminación, reducción o retraso del periodo de escape principal puede tener un resultado positivo en el frenado mediante el motor. Tanto el frenado por sangrado y el frenado por liberación de la compresión pueden ser llevados a cabo en base a dos tiempos (es decir, para cada carrera ascendente-descendente del pistón) cuando el periodo de escape principal se elimina, se reduce o se retrasa. De acuerdo con ello, existe la necesidad de un sistema y método de frenado de tipo sangrado que no incluya periodo principal completo de la válvula de escape durante el frenado por sangrado o el frenado por liberación de compresión.

25 La potencia de frenado de un motor (sangrado y liberación de compresión) puede ser función de la contrapresión de escape contra la que actúan los cilindros. Esta contrapresión de escape puede ser regulada de diferentes formas. Tres formas principales tienen lugar por la utilización de un turbo compresor de geometría variable (VGT), recirculación de gases de escape (EGR) y regulación de la presión de escape (EPR). Cada una de estas formas de incrementar y regular la presión de escape se pueden usar solas o en combinación para mejorar el frenado motor.

30 Los sistemas VGT pueden posibilitar el aumento de las presiones de admisión y/o de escape del colector en comparación con las producidas por utilización de turbo compresores convencionales de geometría fija. Estas presiones incrementadas pueden corresponder a un rendimiento mejorado del frenado motor, especialmente a velocidades del motor bajas y moderadas. Si bien se reconoce que el funcionamiento de un freno motor (particularmente un freno por sangrado) puede ser preferible cuando se utiliza conjuntamente con un VGT, se reconoce que se puede llevar a cabo un frenado motor eficaz con un turbo compresor de geometría fija (FGT).

35 Los sistemas EGR comportan la recirculación de gases desde el colector de escape de un motor en regreso hacia la parte de la admisión o al cilindro del motor. Un sistema EGR puede ser llevado a cabo en un motor durante la generación de potencia positiva y/o frenado motor por una serie de razones. A los efectos de esta descripción la referencia que se hace a "EGR" está destinada a comprender un concepto amplio y comprende, sin que ello sirva de limitación, "recirculación de gases de frenado" (BGR) que se puede llevar a cabo para mejorar el frenado motor.

40 La recirculación de gases de escape puede ser llevada a cabo en una de dos maneras. En una primera manera a la que se hace referencia como EGR interno, los gases de escape son forzados en regreso desde colector de escape hacia dentro del cilindro y potencialmente el regreso más allá de la válvula de admisión y pasando al colector de admisión. En la segunda forma a la que se hace referencia como EGR externo el gas del colector de escape puede ser enviado por un paso dispuesto entre el colector de escape y el colector de admisión y/o cualesquiera componentes del motor dispuestos entre los dos colectores. Se pueden conseguir ciertas ventajas de rendimiento y de emisiones durante la generación positiva de potencia mediante la utilización de EGR. El efecto de EGR sobre la presión en el colector de escape puede ser utilizado también durante el frenado mediante el motor para controlar y/o mejorar la potencia de frenado porque la potencia de frenado puede ser una función de la contrapresión de escape.

45 El sistema EPR puede ser conseguido mediante dispositivos diseñados para restringir el flujo de gases de escape en su salida del motor. Un ejemplo inicial de dicho dispositivo es un freno de escape. Un freno de escape puede ser creado al colocar una válvula de compuerta o algún otro tipo de dispositivo de restricción, en el sistema de escape entre el colector de escape y el extremo del tubo de escape. Cuando la válvula de compuerta está cerrada de modo completo o parcial aumenta la contrapresión de escape experimentada por el motor. Dado que el freno motor puede ser accionado de forma selectiva, puede proporcionar EPR utilizado para modular el frenado mediante el motor. Si el freno por el escape es capaz de proporcionar niveles de accionamiento selectivos, puede proporcionar un EPR todavía más complejo y por lo tanto, un control mejorado del frenado con el motor.

ES 2 302 976 T3

La utilización de sistemas VGT, EGR y/o EPR puede permitir el control y mantenimiento de los niveles de presión y temperatura en el colector de escape y en los cilindros del motor de manera que se consigan grados óptimos de frenado del motor para cualquier velocidad del mismo. Si bien se comprenderá que la inclusión de VGT, EGR y/o EPR puede proporcionar un mejor frenado motor, su inclusión no es necesaria para experimentar un frenado mejorado por la reducción o eliminación del periodo principal de la válvula de escape del ciclo de frenado con el motor. Por lo tanto, es una ventaja de algunas de las realizaciones de la presente invención, pero no necesariamente de todas, el dar a conocer métodos y sistemas para conseguir frenado motor incluyendo la reducción, retardo y/o eliminación del periodo principal de la válvula de escape durante el frenado mediante el motor. Se indicarán parcialmente ventajas adicionales de las diferentes realizaciones de la invención en la descripción siguiente y en parte quedarán evidentes para un técnico ordinario en la materia a partir de la descripción y/o por la práctica de la misma.

Como respuesta a los problemas antes mencionados, los solicitantes han desarrollado un método innovador de accionamiento de las válvulas de admisión y de escape de un motor en un cilindro de un motor de combustión interna para producir un efecto de frenado con el motor según la reivindicación 1. Se pueden comprender realizaciones preferentes de dicho método en las reivindicaciones dependientes 2 a 20.

Los solicitantes han desarrollado también un aparato innovador para el accionamiento de una o varias válvulas de escape en el cilindro de un motor de combustión interna para producir un periodo principal de escape durante el funcionamiento, durante la generación de potencia positiva, y un efecto de frenado motor durante la operación de frenado motor según la reivindicación 21.

Se comprenderá que tanto la descripción general que se ha realizado como la descripción detallada siguiente tienen solamente carácter explicativo y de ejemplo y no restringen la invención definida por las reivindicaciones.

A efectos de ayudar la comprensión de la invención se hará referencia a continuación a los dibujos adjuntos en los que los caracteres iguales de referencia indican elementos iguales.

La figura 1 es un gráfico del levantamiento de una válvula de escape para un ciclo completo de un motor dotado de un freno de tipo conocido por sangrado.

La figura 2 es un diagrama de flujo de la conectividad mecánica de control entre los componentes del motor en una primera realización del sistema.

La figura 3 es un diagrama esquemático de una segunda realización de un sistema de accionamiento de válvulas.

La figura 4 es un diagrama esquemático de una tercera realización de un sistema de accionamiento de válvulas.

La figura 5 es un diagrama esquemático de una cuarta realización de un sistema de accionamiento de válvulas.

La figura 6 es un diagrama esquemático de una quinta realización de un sistema de accionamiento de válvulas.

La figura 7 es un gráfico del levantamiento de escape y de admisión de válvulas para un ciclo completo de un motor de acuerdo con una realización del método para frenado mediante el motor.

La figura 8 es un gráfico del levantamiento de válvulas de escape y de admisión para un ciclo completo de un motor de acuerdo con una realización alternativa del método para el frenado mediante el motor.

La figura 9 es un diagrama P-V que muestra la potencia de frenado relativa de cada una de dos carreras de frenado obtenidas utilizando los perfiles de levantamiento de la válvula de escape mostrados en las figuras 7 y 8.

La figura 10 es un gráfico del levantamiento de válvulas de escape y de admisión para un ciclo completo del motor de acuerdo con otra realización alternativa del método de frenado mediante el motor.

La figura 11 es un gráfico del levantamiento de válvulas de escape y de admisión para un ciclo completo del motor de acuerdo con otra realización alternativa adicional del método de frenado mediante el motor.

La figura 12 es un diagrama de control para una realización del método para conseguir frenado mediante el motor con control WA y VGT.

A continuación se hará referencia con mayor detalle a una primera realización del sistema de la que se muestra un ejemplo en la figura 2. El sistema (101) de accionamiento de válvulas puede comprender un sistema WA (152/142) conectado operativamente a una o varias válvulas de admisión (140) y a una o varias válvulas de escape (150). El sistema WA puede comprender componentes separados (142) y (152) destinados al accionamiento de las válvulas de admisión y de escape respectivamente, o bien puede ser un sistema combinado. Un dispositivo de frenado mediante el motor (153) puede estar también conectado operativamente con las válvulas de escape (150). En algunas realizaciones, particularmente en las realizaciones de liberación de compresión, se puede eliminar el dispositivo de frenado motor separado (153) al incorporar la funcionalidad de frenado motor en el sistema WA (152/142).

ES 2 302 976 T3

El sistema de accionamiento de válvulas (101) y, particularmente el sistema WA (152/142) y el dispositivo de frenado mediante el motor (153) pueden estar conectados operativamente a un ECM (160). El ECM (160) puede proporcionar señales de control al sistema de accionamiento de válvulas (101) y puede recibir señales de realimentación del mismo. El ECM (160) puede estar conectado operativamente así mismo con un turbo compresor motor (170) (que es preferentemente VGT). El ECM (160) puede recibir informaciones de presión, temperatura, velocidad, carga y otros de sensores del motor para determinar instrucciones de control para el sistema WA (152/142), el dispositivo de frenada (153) y el turbo compresor (170). El turbo compresor (170) puede estar conectado operativamente a las válvulas de admisión (140) y a la válvula de escape (150).

El sistema (101) de accionamiento de válvulas mostrado en la figura 2 está adaptado para proporcionar un accionamiento de válvulas variable incluyendo, pero no limitado, a realización de un cilindro para las válvulas de admisión (140) y para la válvula de escape (150). Las válvulas de escape (150) pueden ser accionadas también por el dispositivo de frenado mediante el motor (153). Las válvulas de escape (150) pueden ser accionadas independientemente por el sistema WA (152/142) y el dispositivo (153) de frenado mediante el motor. La capacidad de accionar las válvulas de escape (150) utilizando estos dos sistemas independientes posibilita que las válvulas de escape proporcionen ciclos de potencia positivos específicos durante el funcionamiento de potencia positivo y ciclos de frenado motor específicos durante el frenado mediante el motor. Esta independencia puede ser apropiada para el frenado mediante el motor de tipo sangrado.

Haciendo referencia a la figura 3, se ha mostrado otra realización del sistema. Un motor (100) puede tener uno o varios cilindros (110) en los que un pistón (112) puede desplazarse alternativamente hacia arriba y hacia abajo repetitivamente durante los tiempos en que el motor es utilizado para conseguir potencia positiva y frenado. En la parte superior del cilindro (110) puede encontrarse como mínimo una válvula de admisión (140) y una válvula de escape (150). La válvula de admisión (140) y la válvula de escape (150) se pueden abrir y cerrar para proporcionar comunicación con un colector de admisión (120) y un colector de escape (130), respectivamente.

El motor (100) también puede contener un subsistema de accionamiento de válvulas de admisión (142) para abrir la válvula de admisión durante los periodos de funcionamiento con generación positiva de potencia y de frenado mediante el motor. Un subsistema (152) de accionamiento de las válvulas de escape puede quedar dispuesto para abrir y mantener abierta la válvula de escape durante la generación positiva de potencia y la operación de frenado mediante el motor. El subsistema (152) de accionamiento de la válvula de escape puede incorporar un dispositivo (153) para el frenado mediante el motor o este último dispositivo puede quedar dispuesto separadamente. El subsistema (142) de accionamiento de la válvula de admisión, el subsistema (152) de accionamiento de la válvula de escape y/o el dispositivo (153) de frenado mediante el motor pueden constituir sistemas VVA.

Los medios para abrir y mantener abiertas las válvulas de admisión y de escape (142 y 152) pueden obtener las fuerzas de accionamiento necesarias de levas, empujadores, balancines y/o otros elementos del conjunto de accionamiento de las válvulas o pueden comprender los mismos, en cualquier combinación. Los medios para abrir y mantener abiertas las válvula(s) del motor pueden comprender, alternativamente, un sistema hidráulico de canal común ("common rail") o un solenoide electro mecánico. Por lo tanto, los subsistemas de accionamiento de las válvulas de admisión y de escape y el dispositivo de frenado mediante el motor pueden comprender cualesquiera dispositivos hidráulicos, electro hidráulicos, mecánicos, electro mecánicos, electro magnéticos u otros. Existen varios subsistemas conocidos para abrir las válvulas de admisión y de escape para admisión, escape y frenado mediante el motor y se prevé que la invención podría utilizar cualquiera de dichos subsistemas y/o nuevos sistemas desarrollados por la solicitante u otros.

El funcionamiento de los subsistemas de accionamiento de las válvulas de admisión y de escape (142) y (152) y el dispositivo de frenado mediante motor (153) pueden ser controlados por el controlador (160). En una realización el controlador (160) y los subsistemas de accionamiento de las válvulas de admisión y de escape 142 y 152 pueden ser proporcionados colectivamente por un sistema de accionamiento de válvulas variable (VVA). El controlador puede ser un componente electrónico o puede estar integrado o no en un ECM.

Continuando la referencia a la figura 3, en una realización alternativa, el motor (100) puede comprender un dispositivo (134) para frenado por el escape instalado en el tubo de escape más allá del colector de escape (130). El freno de escape (134) se ha mostrado como válvula de mariposa en la figura 3, no obstante, se observará que podría quedar constituido por cualquier otro tipo de medios selectivamente restrictivos.

En otra realización alternativa, el motor (100) puede quedar dotado de medios para conseguir un EGR externo. Los medios EGR externos pueden comprender una abertura (132) del colector de escape, conectada a una abertura (122) del colector de admisión por un paso de recirculación (124). Se observará que el paso de recirculación (124) no debe necesariamente conectar los dos conectores directamente para conseguir EGR. El paso de recirculación (124) podría conectar con el lado de admisión del motor (100) en algún lugar distinto del colector de admisión (120) y/o en algún lugar distinto que el colector de escape (130).

Con referencia a la figura 4 se muestra un diagrama esquemático detallado de un sistema alternativo WA y de frenado mediante el motor que se puede utilizar para conseguir métodos de frenado mediante el motor que se describen a continuación. El sistema WA (152/142) se describe en detalle en la patente USA de Vorih 6,510,824 (28 de enero de 2003) y otros, titulada "Accionamiento de válvulas con movimiento perdido variable y método correspondiente". El sistema WA (152/142) mostrado en la figura 4 comprende una leva (300) que puede comprender múltiples lóbulos

adaptados para conseguir un efecto de frenado motor principal, EGR, y otros auxiliares. Los lóbulos de la leva (300) pueden impartir, selectivamente, movimiento a la palanca (310) como función de la cantidad de fluido hidráulico que soporta el pistón (320) que soporta un extremo de la palanca. El suministro selectivo y liberación de fluido hidráulico hacia y desde la cámara situada por debajo del pistón (320) se puede realizar por control de la válvula de disparo (330) utilizando el controlador (160). El control sobre la posición del pistón (320) posibilita, a su vez, el control sobre la magnitud de accionamiento de válvula que se aplica a ésta (150) del motor como respuesta a la rotación de la leva (300).

Continuando la referencia a la figura 4 un dispositivo de frenado motor (153) puede ser dispuesto también para accionar la válvula (150) del motor. El dispositivo (153) de frenado mediante el motor puede comprender un pistón hidráulico (154) que puede extenderse selectivamente hacia abajo en contacto con una clavija deslizante (340) o directamente con la válvula (150) del motor. La extensión y retracción del pistón hidráulico (154) pueden ser controladas por una válvula de suministro de fluido hidráulico (155) y una válvula de liberación de fluido hidráulico (157). El pistón hidráulico (154) puede ser diseñado de manera que tenga una magnitud de desplazamiento limitada pudiendo proporcionar una magnitud preseleccionada de levantamiento de la válvula para el frenado de sangrado. La válvula de alimentación (155) y la válvula de liberación (157) pueden ser conectadas operativamente al controlador (160).

Haciendo referencia a la figura 5, se muestra un diagrama esquemático detallado de un sistema WA alternativo y sistema de frenado mediante el motor que pueden ser utilizados para proporcionar métodos de frenado mediante el motor que se describen más adelante. El sistema WA (152/142) se describe en la solicitud de patente USA publicada de Vanderpoel y otros, número 2003/0221663 A1 (4 de diciembre de 2003), titulada "Sistema de movimiento perdido compacto para accionamiento variable de válvula". El sistema WA (152/142) mostrado en la figura 5 comprende una leva (300) que puede poseer múltiples lóbulos adaptados para proporcionar un frenado motor EGR de tipo principal y otros ciclos de válvulas auxiliares. Los lóbulos de la leva (300) imparten movimiento al balancín (310) que, a su vez impulsa un pistón principal (350). El pistón principal (350) está enlazado hidráulicamente de forma selectiva a un pistón esclavo (360) mediante un circuito hidráulico maestro-esclavo (370). El suministro y liberación selectivos de fluido hidráulico hacia y desde el circuito hidráulico maestro-esclavo se puede realizar por el control de la válvula de disparo (330) bajo la influencia del controlador (160). El control de la cantidad de fluido en el circuito hidráulico maestro-esclavo (370) posibilita, a su vez, el control de la magnitud de accionamiento de la válvula que se aplica a la válvula (150) del motor como respuesta a la rotación de la leva (300).

Continuando la referencia a la figura 5, se puede proporcionar así mismo un dispositivo (153) de frenado motor para el accionamiento de una o varias de las válvulas (150) del motor. El dispositivo (153) de frenado mediante el motor puede comprender un pistón hidráulico (154) que se puede extender selectivamente hacia abajo estableciendo contacto con la válvula (150) del motor (o con un pasador deslizante relacionado tal como se ha mostrado en la figura 4). La extensión y retracción del pistón hidráulico (154) pueden ser controladas por una válvula de suministro de fluido hidráulico (155) y una válvula de liberación de fluido hidráulico (157). La válvula de suministro (155) y la válvula de liberación (157) pueden estar conectadas operativamente al controlador 160.

En la figura 6 se ha mostrado una variación del sistema de accionamiento de válvulas mostrado en la figura 5. En esta variación el dispositivo (153) de frenado mediante el motor ha sido dispuesto por encima del pistón esclavo (360). El dispositivo (153) de frenado mediante el motor puede ser accionado de la misma manera que es accionado en la figura 5. La extensión selectiva del pistón hidráulico (154) hacia dentro del circuito hidráulico maestro-esclavo (370) posibilita que el pistón hidráulico (154) bloquee al pistón esclavo (360) en una posición abierta o, alternativamente, que lo accione de manera cíclica.

En las descripciones anteriores de las figuras 4, 5 y 6 el dispositivo (153) de frenado mediante motor se ha descrito como dispositivo hidráulico. No obstante, se observará que en realizaciones alternativas el dispositivo de frenado mediante el motor no debe ser necesariamente hidráulico. El pistón (154) se podría extender desde el dispositivo de frenado motor (153) como resultado de accionamiento mecánico, electro mecánico, electro magnético, neumático o de algún otro tipo sin salir del ámbito deseado de la presente invención. Además, se observará que en realizaciones hidráulicas la extensión y retracción del pistón hidráulico (154) se puede controlar por una única válvula de suministro y eliminación de fluido hidráulico, en vez de hacerlo mediante una válvula separada del suministro (155) y una válvula de liberación (157).

Para iniciar el frenado motor de tipo sangrado utilizando los dispositivos mostrados en las figuras 4, 5 y 6, se puede eliminar fluido hidráulico de debajo del pistón (320) (figura 4) o del circuito hidráulico maestro-esclavo (370) (figuras 5 y 6). La liberación del fluido hidráulico de debajo del pistón (320) (figura 4) o del circuito hidráulico maestro-esclavo (figuras 5 y 6) puede reducir, retrasar o eliminar el efecto de los lóbulos de la leva (300) sobre las válvulas del motor dependiendo de la cantidad de fluido liberado. Preferentemente, el efecto de la leva (300) sobre las válvulas de motor se elimina como produciendo de esta manera la derivación ("cut-out") del cilindro con respecto al sistema WA (152/142). En este momento, la válvula de alimentación (155) puede ser abierta y la válvula de liberación (157) se puede mantener cerrada. El suministro de fluido hidráulico al dispositivo (153) de frenado motor puede provocar que el pistón hidráulico (154) se extienda hacia abajo y abra la válvula (150) del motor directamente (figura 5), a través de un pasador deslizante intermedio (340) figura 4 o a través del pistón esclavo (360) figura 6. Una vez que la válvula (150) del motor se encuentra en la posición deseada, la válvula de suministro (155) puede ser cerrada, bloqueando el pistón hidráulico (154) en su lugar, para proporcionar frenado por sangrado. El frenado puede ser interrumpido abriendo la válvula de liberación (157).

Las explicaciones anteriores de las figuras 4, 5 y 6 han indicado la forma en qué los componentes mostrados en las mismas pueden ser utilizados para conseguir un frenado por sangrado. También se puede conseguir frenado motor por liberación de la compresión utilizando las disposiciones mostradas en las figuras 4, 5 y 6. El frenado motor por liberación de la compresión se puede iniciar poniendo el pistón hidráulico (154) en comunicación hidráulica con el
 5 pistón maestro en posición alejada o remota (no mostrado) y abriendo la válvula de alimentación (155). En este caso, el pistón hidráulico (154) actúa como un pistón esclavo. En un sistema de este tipo el pistón hidráulico (154) puede ser simétrico con respecto a los movimientos del pistón maestro en posición alejada o remota que, a su vez, puede responder a la acción de los lóbulos de la leva. Un ejemplo de disposición adecuada de pistón maestro-esclavo se da a conocer en la patente USA de Cummins, número 3,220,392 (Noviembre 1965). Se apreciará que cualquier disposición
 10 conocida de pistón maestro-esclavo de tipo conocido es adecuada para su utilización en la implementación de esta realización.

A continuación, se efectuará la descripción de la realización del primer método con referencia a la figura 7. El gráfico de la figura 7 muestra, tanto el movimiento de la válvula de admisión (perfil 200) como el movimiento de la
 15 válvula de escape (perfil 250) para un ciclo de motor de un accionamiento parcial de freno por sangrado. Las magnitudes relativas de levantamiento de la válvula de escape y de la válvula de admisión, mostradas en el gráfico no se han representado a escala estando destinados solamente a finalidades ilustrativas. Los ángulos de cigüeñal 0-180 corresponden aproximadamente a la carrera de expansión del motor, los ángulos 180-360 corresponden aproximadamente a la carrera de escape, los ángulos de cigüeñal 360-540 corresponden aproximadamente a la carrera de admisión y los
 20 ángulos de cigüeñal 540-0 corresponden aproximadamente a la carrera de compresión. El término "aproximadamente" se utiliza para indicar que los cuatro tiempos de un ciclo de un motor no están necesariamente limitados a incrementos de 180 grados. Por ejemplo, se apreciará que los ciclos principales de admisión y de escape se pueden prolongar en más de 180 grados y que estos ciclos se pueden solapar en cierta medida.

Durante una modalidad de funcionamiento del motor con frenado por sangrado, una o más válvulas de admisión y de escape de un cilindro motor, como mínimo, son accionadas básicamente, de acuerdo con los perfiles mostrados en la figura 7. Tal como se ha mostrado, el accionamiento (200) de la válvula de admisión permanece sin cambios con respecto al accionamiento de la válvula de admisión que tiene lugar durante el funcionamiento con generación positiva de potencia. En el ejemplo mostrado en la figura 7, el accionamiento de la válvula de admisión durante la generación
 30 positiva de potencia incluye sólo un ciclo principal de válvula de admisión durante la carrera de admisión del motor. Se apreciará que el accionamiento de la válvula de admisión durante el funcionamiento con generación positiva de potencia podría comprender otros ciclos de las válvulas tales como un ciclo EGR, ciclo Miller, etc., sin salir del ámbito previsto de la invención.

Continuando la referencia a la figura 7, el movimiento (250) de la válvula de escape representa un cambio del movimiento de la válvula de escape que tiene lugar durante el funcionamiento de potencia positiva. Durante el ciclo de frenado por sangrado que se ha mostrado la válvula de escape está dotada de un levantamiento sustancialmente constante durante las carreras de compresión, expansión y escape del motor. La válvula de escape está cerrada (es decir, con recuperación de posición) durante la totalidad de la carrera de admisión del motor o sustancialmente la
 40 totalidad de la misma. El cierre de la válvula de escape durante la carrera de admisión puede mejorar el rendimiento general de frenado en comparación con un sistema similar que no cierra la válvula de escape durante la carrera de admisión, tal como se muestra en la figura 8.

A continuación, se realizará la descripción de una segunda realización del método con referencia a la figura 8. El gráfico de la figura 8 muestra una variación del método mostrado en la figura 7. Tanto el movimiento de la válvula de admisión (perfil 200) como el de la válvula de escape (perfil 250) se han mostrado para un ciclo completo del motor para un accionamiento del freno por sangrado. Las magnitudes relativas de levantamiento de la válvula de escape y de la válvula de admisión que se han mostrado en el gráfico no se han representado a escala y tienen objetivo ilustrativo solamente. Los ángulos de cigüeñal mostrados en la figura 8 corresponden a las mismas carreras de motor mostradas
 50 en la figura 7.

Durante la modalidad de funcionamiento del motor con frenado por sangrado de acuerdo con la segunda realización del método, una o varias de las válvulas de admisión y de escape de, como mínimo, un cilindro motor son accionadas de acuerdo con los perfiles mostrados en la figura 8. El accionamiento (200) de la válvula de admisión permanece sin cambios desde el accionamiento de la válvula de admisión que tiene lugar durante el funcionamiento generando potencia positiva. No obstante, la válvula de escape está dotada de un levantamiento sustancialmente constante (perfil 250) durante la totalidad del ciclo del motor (es decir, las carreras del motor correspondientes a compresión, expansión, escape y admisión.) En esta realización, la válvula de escape no es cerrada durante la carrera de admisión del motor. En una variación de la segunda realización del método mostrada en la figura 8 (que también es aplicable al método
 60 mostrado en la figura 7), la válvula de admisión puede adaptarse a un perfil alternativo (210) y como resultado abrir después y/o antes de la generación positiva de potencia (es decir, apertura retrasada y cierre adelantado). La apertura de la válvula de admisión más tarde puede reducir la probabilidad de que el gas comprimido a presión elevada se introduzca en el colector de admisión. El evitar este retroceso de flujo puede ser deseable durante algunas condiciones operativas del motor. Preferentemente, la apertura de la válvula de admisión puede ser retrasada o retardada en un
 65 cierto número de grados de ángulo de giro del cigüeñal del motor, si bien se apreciará que un retardo mayor o menor queda comprendido dentro del alcance de esta realización. La válvula de admisión también puede ser cerrada más pronto para producir una carrera de compresión más larga o una presión de compresión más elevada en el cilindro. Preferentemente, el cierre de la válvula de admisión puede ser adelantado en un cierto número de ángulos de giro

del cigüeñal del motor, si bien se refiere que un avance mayor o menor queda incluido dentro del ámbito deseado de la presente invención. La apertura retardada y el cierre adelantado de la válvula de admisión se pueden conseguir utilizando los sistemas WA (152/142) mostrados en las figuras 4, 5 y 6, así como cualquier otro tipo de sistema WA. El diagrama P-V de la figura 9 facilita una representación de las cantidades relativas de la potencia de frenado que se pueden obtener durante cada uno de los ciclos del motor proporcionado por las realizaciones del método que se han mostrado en las figura 7 y 8. El primer ciclo de frenado (400) puede ser más largo que el segundo ciclo de frenado porque se supone el cilindro se carga con gas procedente del ciclo de admisión principal para el primer ciclo de frenado, pero se carga solamente con gases de escape del sistema de frenado del motor de tipo sangrado para el segundo ciclo de frenado. Preferentemente, la válvula de admisión puede abrirse durante la carrera de expansión para proporcionar frenado de sangrado completo de dos ciclos que puede incrementar la potencia de frenado del segundo ciclo de frenado (410). Un ejemplo de la temporización de accionamiento de la válvula para la válvula de admisión durante la carrera de expansión es el que se muestra como ciclo de válvula (215) de la figura 8.

Con referencia a las figuras 9 y 10, el segundo ciclo de frenado (410) puede ser incrementado en dimensiones al cargar el cilindro con gas adicional. Preferentemente, el gas de escape adicional puede ser introducido utilizando un sistema WA para producir un ciclo de válvula de escape adicional (260). En esta realización, la válvula de escape es accionada por un sistema WA para producir el periodo de válvula de escape (260) y por el dispositivo de frenado con utilización del motor para producir el movimiento (250) de la válvula de escape. El ciclo de la válvula de escape adicional (260) puede ser designado como recirculación de gas para el frenado (BGR) y puede ser producido utilizando el lóbulo del ciclo de escape principal de la leva que acciona el sistema WA. Para un ciclo BGR, el ciclo de escape principal puede ser modificado para empezar más tarde y/o para terminar antes de lo que lo hace durante la generación positiva de potencia (es decir, apertura retrasada y/o cierre adelantado). El punto preciso de cierre de la válvula de escape para el ciclo (260) se puede determinar por la influencia mutua de las presiones en el cilindro y en el colector de escape.

La figura 11 muestra la variación de dos tiempos de liberación de la compresión del frenado de tipo sangrado mostrado en la figura 10. Haciendo referencia a ambas figuras, el movimiento (250) de la válvula de escape para el frenado de tipo sangrado de la figura 10 es sustituido por tres ciclos individuales de la válvula de escape (252), (254) y (256). Cada uno de estos tres ciclos o periodos puede ser producido utilizando sistemas WA, dispositivos de frenado motor o alguna combinación de ambos tal como se explica más adelante. El primero de los tres periodos (252) de la válvula de escape proporciona un primer periodo de liberación de la compresión y un primer periodo BGR. El segundo periodo de válvula de escape (254) proporciona un segundo periodo de liberación de la compresión. El tercer periodo (256) de la válvula de escape proporciona un segundo periodo BGR.

La figura 12 es un diagrama de flujo de la secuencia de control para una realización del método de frenado motor que comprende WA y control de la contrapresión de escape. La mayor parte de las etapas de la secuencia que se han mostrado son llevadas a cabo por un sistema WA, un controlador ECM o similar y uno o varios de los sistemas de frenado motor variables, VGT y EGR.

En la etapa (500) del frenado motor puede ser requerido por el conductor o por un componente de control automático del vehículo. En la etapa (510), un programa apropiado ECM o dispositivo de control similar puede determinar si el frenado motor puede ser iniciado o no en aquel momento preciso. Si no se puede iniciar el frenado motor el control es transferido al control de funcionamiento del encendido del motor en la etapa (560). Si es posible el frenado motor el objetivo del frenado (es decir, la potencia deseada), el método de frenado (por ejemplo, sangrado completo, sangrado parcial, liberación de la compresión, dos ciclos, cuatro ciclos, menos de la totalidad de los cilindros, control de la contrapresión del escape, etc.) y la temporización de válvulas del motor requerido para ello se pueden determinar en la etapa (520). En este momento empieza el frenado motor.

Se realiza la determinación en la etapa (530) sobre si el objetivo de frenado determinado en la etapa (520) está siendo conseguido o no. Si el objetivo está siendo conseguido, se realiza en la etapa (570) la determinación de si se requiere o no el frenado continuado. Si se requiere frenado continuado, la secuencia de control vuelve a la etapa (520). Si no se requiere frenado continuado, el control se deja al control de funcionamiento del encendido del motor en la etapa (560).

Si se determina en la etapa (530) que no se ha conseguido el objetivo de frenado, se requiere la determinación de si es necesario o no el cambio del método de frenado. Por ejemplo, si se determina que el objetivo de frenado no se ha conseguido, el sistema puede determinar si está siendo un frenado (ciclo) de dos tiempos en la etapa (540) o no. Si se utiliza frenado de dos tiempos el sistema puede ajustar el accionamiento de la temporización de la válvula o válvulas de escape, puede ajustar la contrapresión de escape en la etapa (550), y/o otros métodos de frenado de manera tal que sea más probable tener como resultado el conseguir el objetivo de frenado. Si no se utiliza frenado de dos tiempos, el sistema puede ajustar la temporización de accionamiento de la válvula o válvulas de admisión, puede ajustar la contrapresión de escape en la etapa (580) y/o ajustar algún otro tipo de método de frenado de manera que sea probable el conseguir el resultado del cumplimiento del objetivo de frenado. Después de las etapas (550) a (580) la secuencia puede volver a la etapa (530).

Queda evidente para los técnicos en la materia que se pueden introducir variaciones y modificaciones en la presente invención sin salir del alcance o espíritu de la invención ni de las reivindicaciones adjuntas. Por ejemplo, muchas de las realizaciones anteriores han mostrado dispositivos adaptados para abrir una de un par de válvulas de escape para los

ES 2 302 976 T3

diferentes periodos de frenado motor. Se comprenderá que el freno de motor que se necesita podría ser llevado a cabo con una o varias válvulas de escape asociadas con cada cilindro del motor sin salir del ámbito deseado de la presente invención. Con respecto a las diferentes realizaciones del método, se comprenderá que la práctica de estos métodos con aparatos distintos al que se ha dado a conocer está destinada a quedar comprendida dentro del ámbito de la invención y de las reivindicaciones adjuntas. También se comprenderá que cada una de las realizaciones de frenado motor de dos tiempos que se han descrito se puede modificar para proporcionar de manera permanente o selectivamente, un frenado de cuatro tiempos en base a cilindro por cilindro si se necesita menos potencia de frenado.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Método para accionamiento de las válvulas de un motor que comprende, como mínimo, una válvula de escape (150) en un cilindro (110) de un motor de combustión interna para generar un efecto de frenado mediante el motor, cuyo método comprende las siguientes etapas:

mantener, como mínimo, una válvula de escape (150) abierta con un levantamiento sustancialmente constante durante las carreras de compresión, expansión y escape del cilindro del motor (110) y

mantener dicha válvula o válvulas de escape (150) cerradas durante, como mínimo, una parte de una carrera de admisión del cilindro (110) del motor.

2. Método según la reivindicación 1, que comprende además la etapa de modificar el levantamiento de la válvula o válvulas de escape (150) durante carreras sucesivas de escape del cilindro (110) del motor, en el que dicho levantamiento modificado es distinto del levantamiento obtenido por la misma válvula de escape (150) durante el funcionamiento con generación positiva de potencia.

3. Método según la reivindicación 1, que comprende además, la etapa de retrasar el tiempo de apertura de la válvula o válvulas de admisión (140) del cilindro (110) del motor con respecto al tiempo de apertura de la misma válvula (140) de admisión para un periodo de admisión principal durante un funcionamiento de generación de potencia positiva, y/o la etapa de adelantar el tiempo de cierre de la válvula o válvulas de admisión (140) del cilindro (110) del motor con respecto al tiempo de cierre de la misma válvula (140) de admisión para un periodo de admisión principal durante el funcionamiento con generación positiva de potencia.

4. Método según la reivindicación 2, que comprende además, la etapa de retrasar el tiempo de apertura de una o varias válvulas (140) de admisión en un cilindro (110) del motor con respecto al tiempo de apertura de la misma válvula de admisión (140) para un periodo principal de admisión durante el funcionamiento con generación positiva de potencia, o de la etapa de avanzar el tiempo de cierre de una o varias válvulas de admisión (140) en el cilindro (110) del motor con respecto al tiempo de cierre de la misma válvula de admisión (140) para un periodo principal de admisión durante el funcionamiento con generación positiva de potencia.

5. Método según la reivindicación 2, **caracterizado** porque la etapa de modificación del levantamiento de la válvula o válvulas de escape (150) comprende el retraso del tiempo de apertura de la válvula o válvulas de escape (150) en comparación con el tiempo de apertura de la misma válvula de escape (150) para un periodo de escape principal durante el funcionamiento con generación positiva de potencia o avanzando el tiempo de cierre de la válvula o válvulas de escape (150) en comparación con el tiempo de cierre de la misma válvula de escape (150) durante un periodo principal de escape durante el funcionamiento con generación de potencia positiva.

6. Método según la reivindicación 1, que comprende además, la etapa de apertura de la válvula o válvulas de escape (150) para un periodo de recirculación de gases para el frenado.

7. Método según una o varias de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el accionamiento de la válvula o válvulas de admisión (140) es llevado a cabo utilizando un sistema de accionamiento variable de la válvula (101) y el accionamiento de la válvula o válvulas de escape (150) es llevado a cabo utilizando un dispositivo (153) de frenado mediante el motor.

8. Método según la reivindicación 7, que comprende además la etapa de accionar la válvula o válvulas de escape durante, como mínimo, una parte de la carrera de admisión del cilindro (110) del motor utilizando un dispositivo (153) de frenado con ayuda del motor.

9. Método según la reivindicación 7, porque el accionamiento de la válvula o válvulas de escape (150) proporciona frenado por sangrado.

10. Método según la reivindicación 7, porque el accionamiento de la válvula o válvulas de escape (150) proporciona frenado con liberación de la compresión.

11. Método según la reivindicación 7, que comprende además las siguientes etapas:

determinar la magnitud de frenado motor deseado y

intentar proporcionar la magnitud determinada de frenado motor al variar selectivamente el número de cilindros (110) del motor utilizados para dicho frenado motor.

12. Método según la reivindicación 7, que comprende además las siguientes etapas:

determinar la magnitud de frenado motor deseado y

ES 2 302 976 T3

intentar proporcionar la magnitud determinada del frenado motor al ajustar selectivamente el accionamiento de la válvula o válvulas de escape (150) o de la válvula o válvulas de admisión (140).

13. Método según la reivindicación 7, que comprende además las siguientes etapas:

determinar la magnitud de frenado motor deseado y

intentar proporcionar la magnitud determinada del frenado motor al ajustar selectivamente la disposición de un turbocompresor de geometría variable (170) asociado al motor (100).

14. Método según la reivindicación 7, que comprende además la etapa de accionar un dispositivo de restricción del escape para regular la contrapresión del escape aplicada al cilindro (110) del motor.

15. Método según la reivindicación 7, que comprende además, las siguientes etapas:

determinar la magnitud de frenado motor deseado y

modificar selectivamente el método de frenado en un intento de proporcionar la magnitud determinada de frenado motor.

16. Método según la reivindicación 7, **caracterizado** porque la etapa de accionamiento de la válvula o válvulas de escape (150) comprende la disposición de uno o varios periodos de recirculación de gas de frenado y uno o varios periodos de frenado del motor por liberación de la compresión para cada ciclo del motor.

17. Método según la reivindicación 7, porque la etapa de accionamiento de la válvula/s de escape (150) comprende la disposición de uno o varios periodo de recirculación de gas de frenado y, como mínimo, dos periodos de frenado por liberación de la compresión para cada ciclo del motor.

18. Método según la reivindicación 1, que comprende además, las siguientes etapas:

determinar el objetivo de potencia de frenado del motor

implementar un método de frenado del motor basado, como mínimo en parte, en la meta de potencia de frenado del motor, siendo seleccionado dicho método de frenado mediante el motor de un grupo que consiste en uno o varios de los sistemas siguientes: frenado por sangrado total, frenado por sangrado parcial, frenado por liberación de la compresión, frenado en dos tiempos, frenado en cuatro tiempos regulación de la contrapresión de escape; accionamiento de una o varias válvulas del motor (140), (150) basado, como mínimo en parte, en el método de frenado del motor y

determinar si se ha conseguido el objetivo de frenado del motor.

19. Método según la reivindicación 18, que comprende además las siguientes etapas:

determinación de si se debe implementar un frenado mediante el motor en dos tiempos, basado por lo menos en parte, en la determinación de si se está cumpliendo el objetivo de frenado con el motor y

ajustar el accionamiento de una o varias válvulas de escape (150) y/o una o varias válvulas de admisión (140) basado, como mínimo en parte, en la determinación de si se debe implementar frenado motor en dos tiempos.

20. Método según las reivindicaciones 18 ó 19, que comprende además la etapa de:

ajustar la contrapresión de escape basándose como mínimo en parte en la determinación de si se está consiguiendo el objetivo de frenado con el motor.

21. Aparato para el accionamiento como mínimo, de una válvula de escape (150) en un cilindro (110) de un motor de combustión interna para producir un periodo principal de escape durante la generación positiva de potencia y un efecto de frenado con el motor durante el funcionamiento de frenado con el motor como cuyo aparato comprende:

medios (152,153) para abrir la válvula o válvulas de escape (150) para el periodo principal de escape durante la carrera de escape del motor; y medios para mantener la válvula o válvulas de escape (150) abiertas con un levantamiento sustancialmente constante durante las carreras de compresión, expansión y escape del cilindro (110) del motor y mantener la válvula/s de escape (150) cerradas durante, como mínimo, una parte de la carrera de admisión del cilindro (110) del motor.

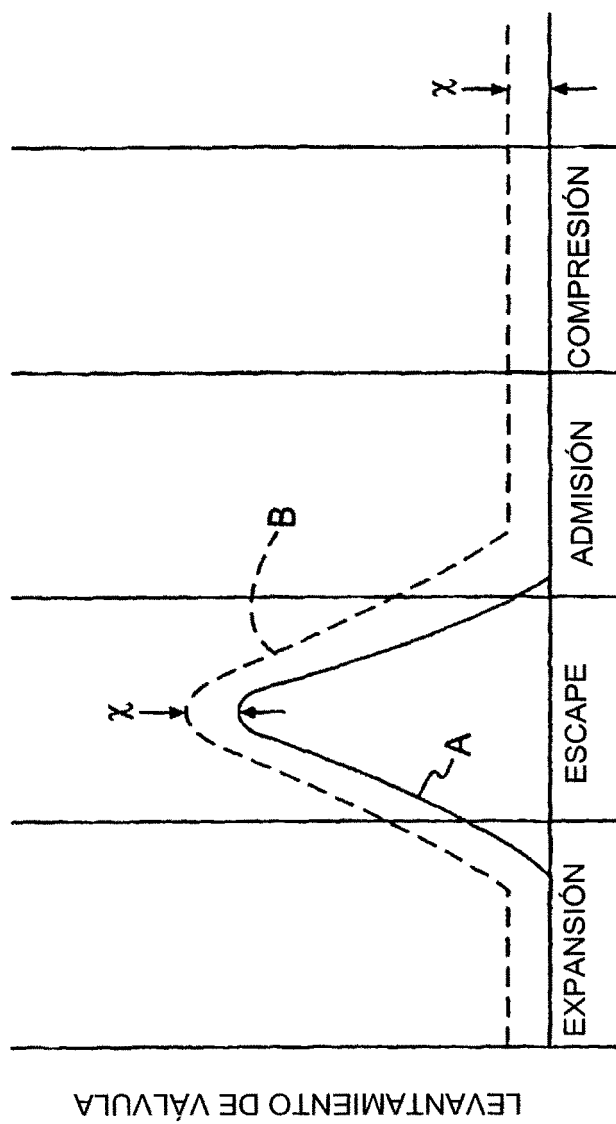


FIG. 1

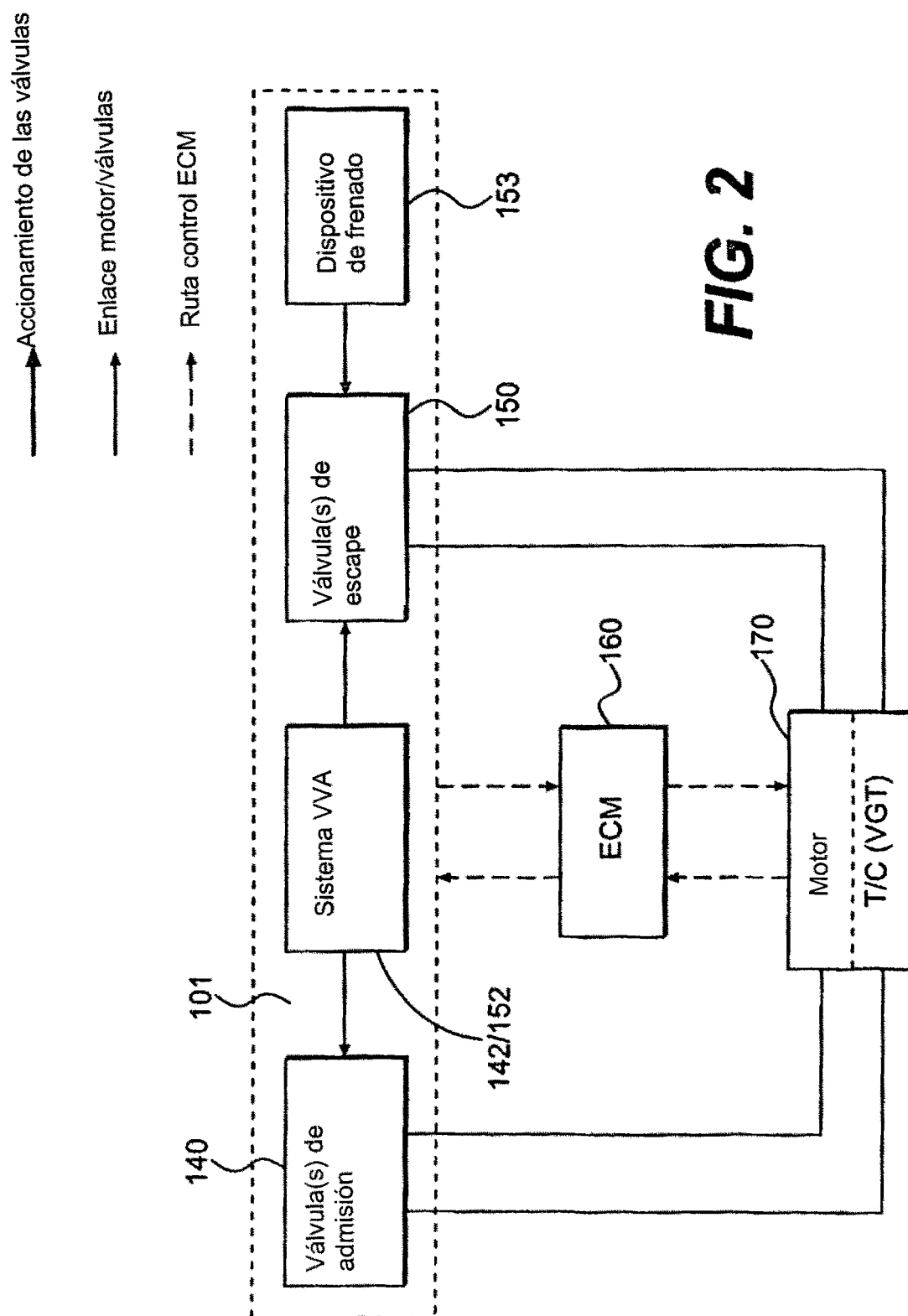


FIG. 2

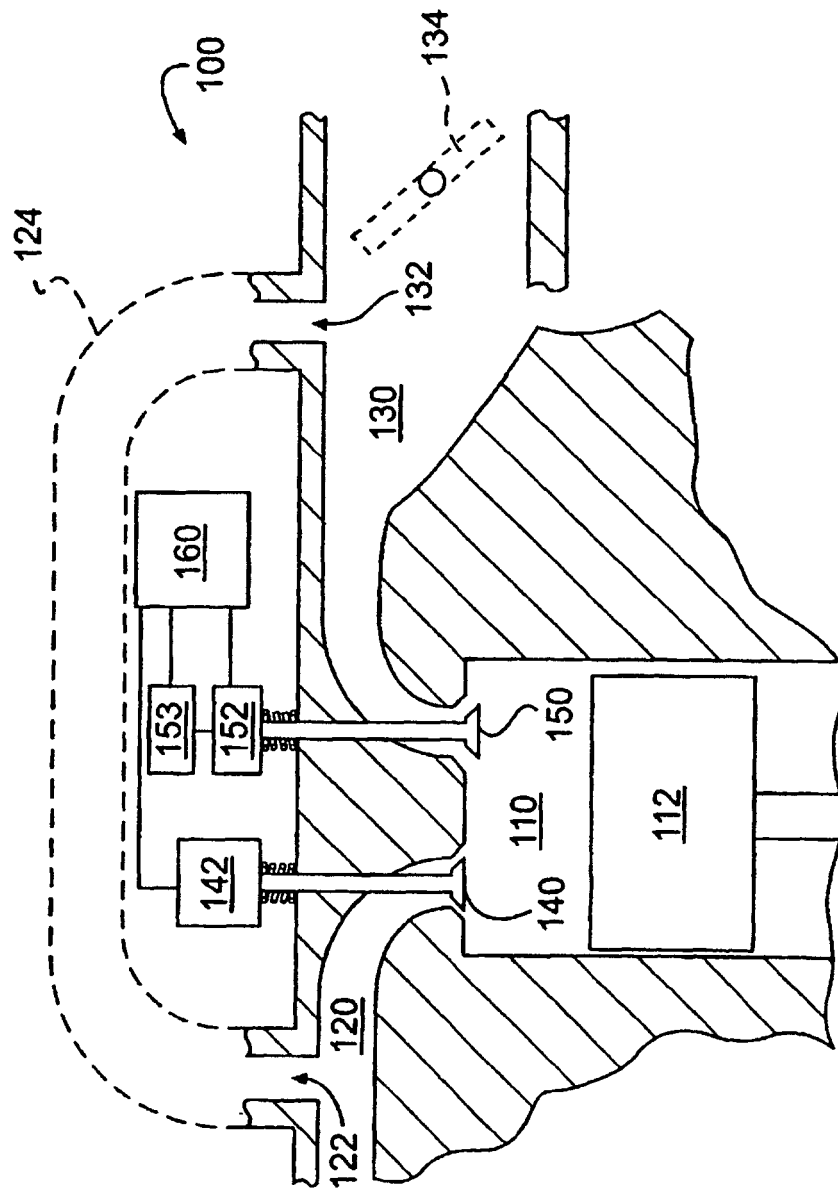


FIG. 3

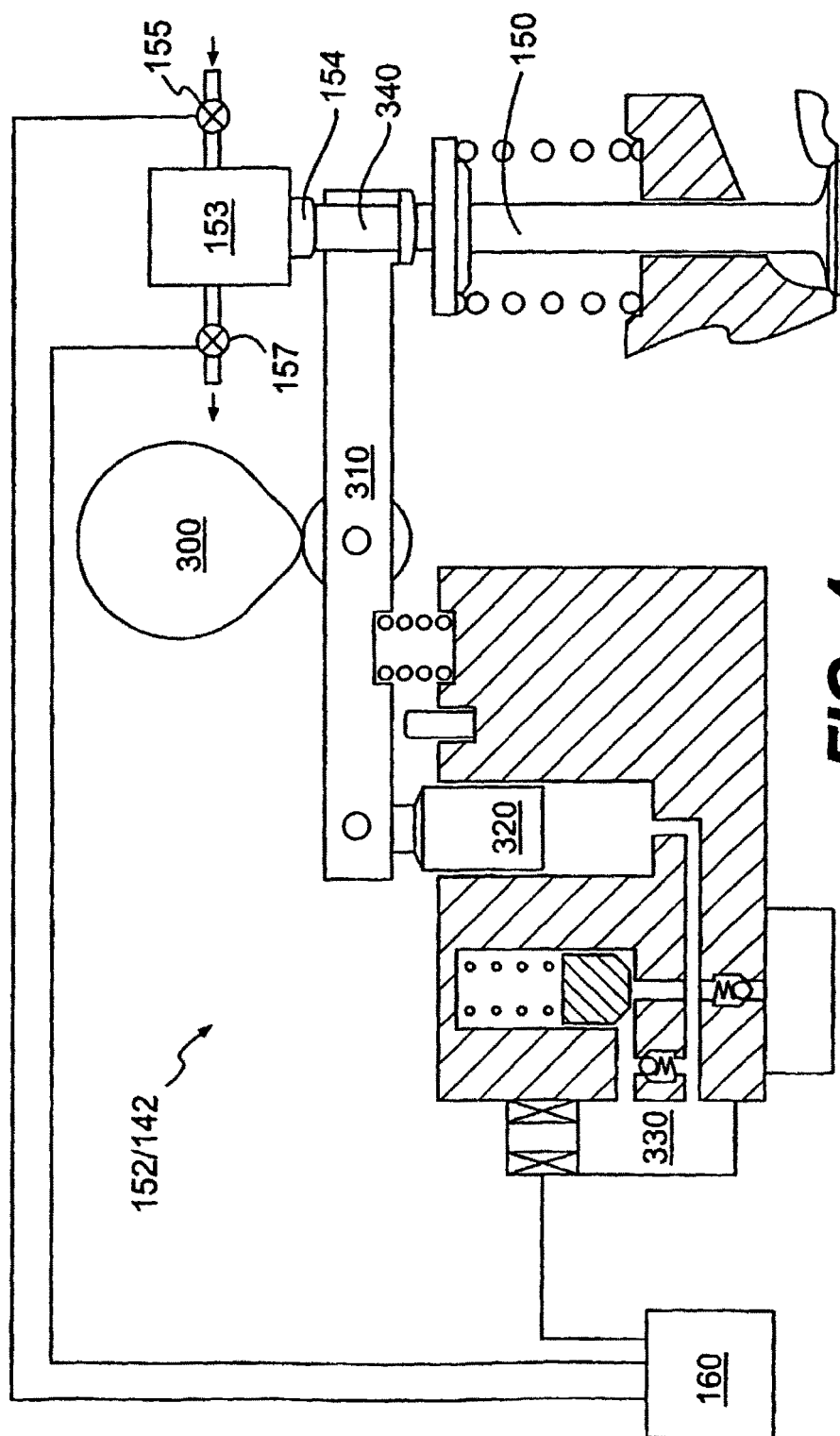
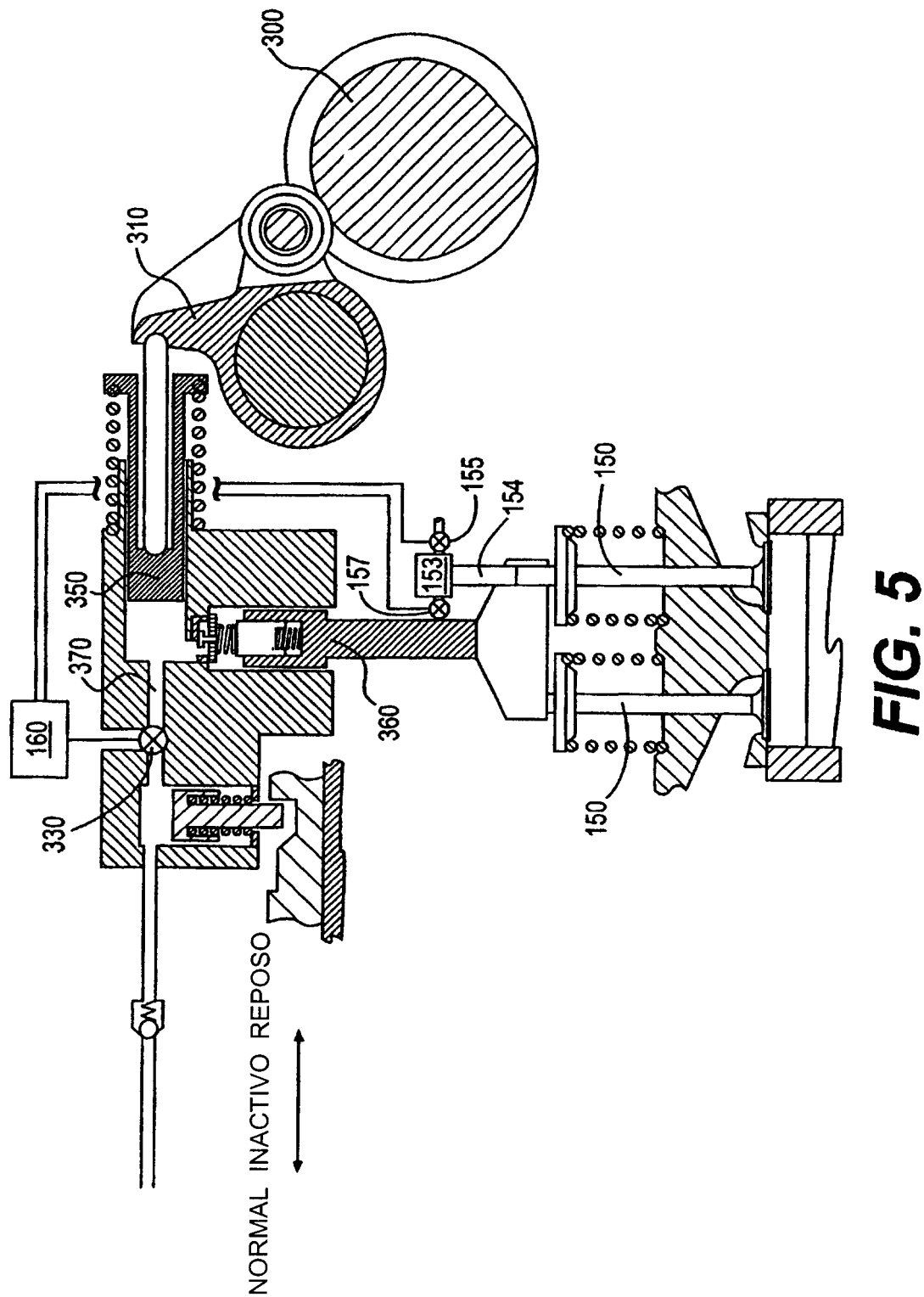


FIG. 4



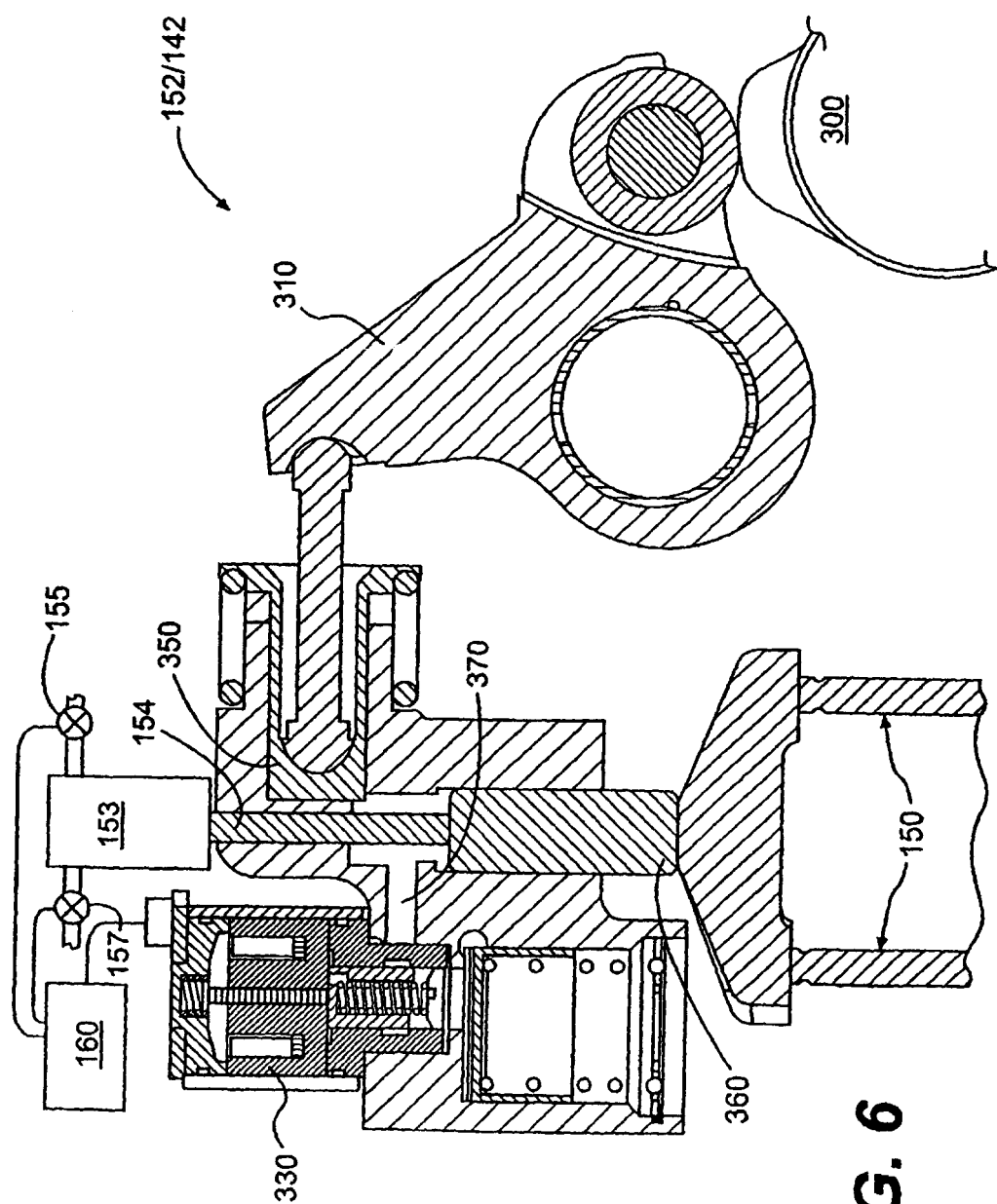


FIG. 6

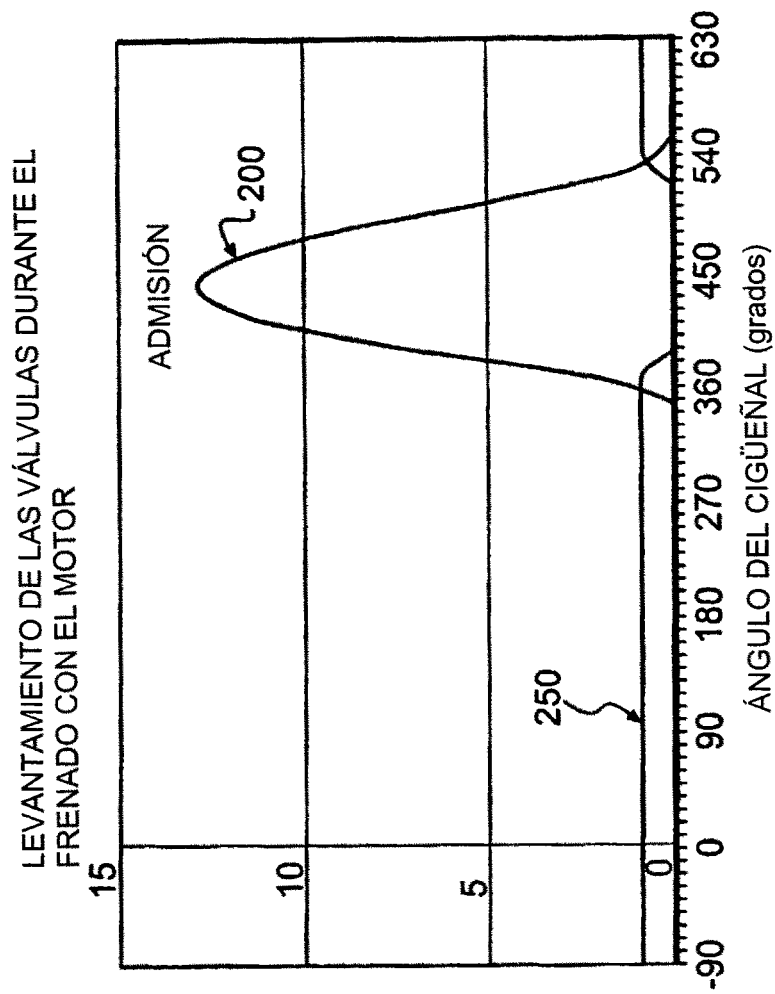


FIG. 7

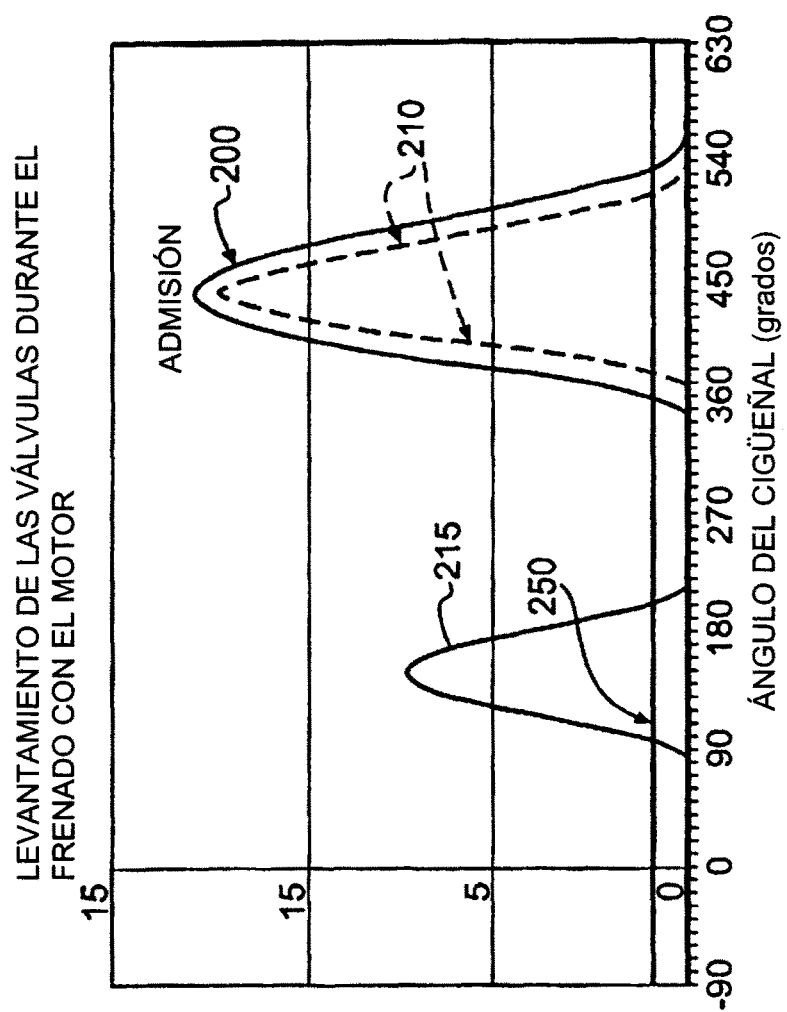


FIG. 8

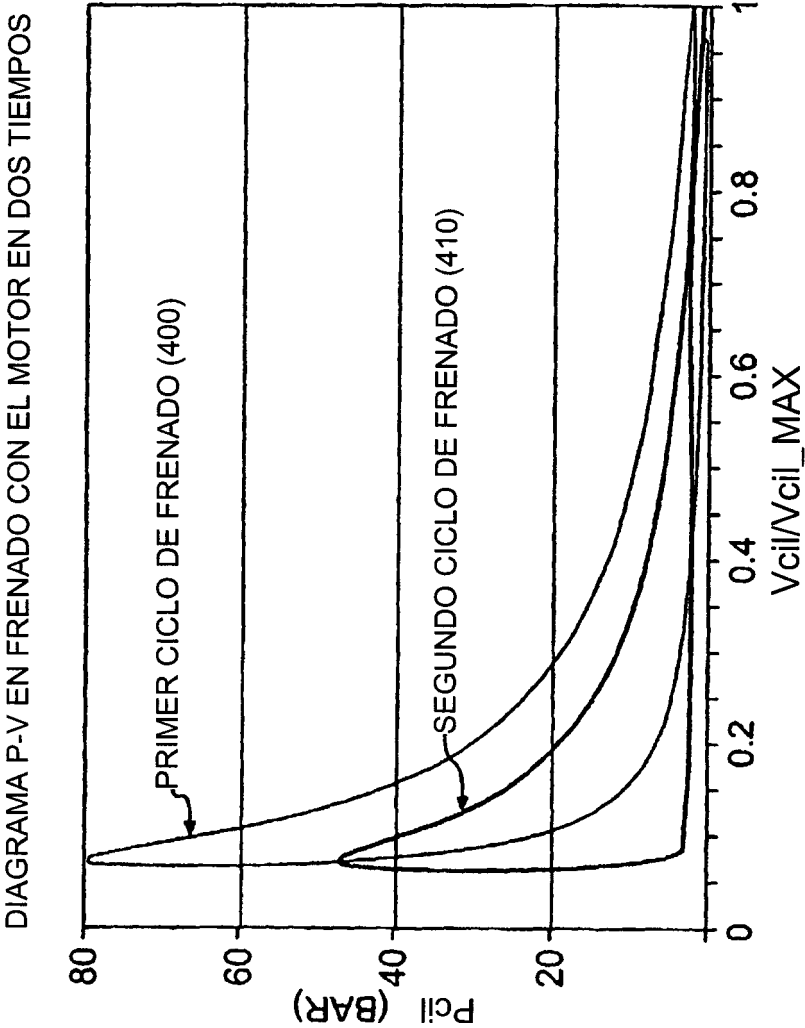


FIG. 9

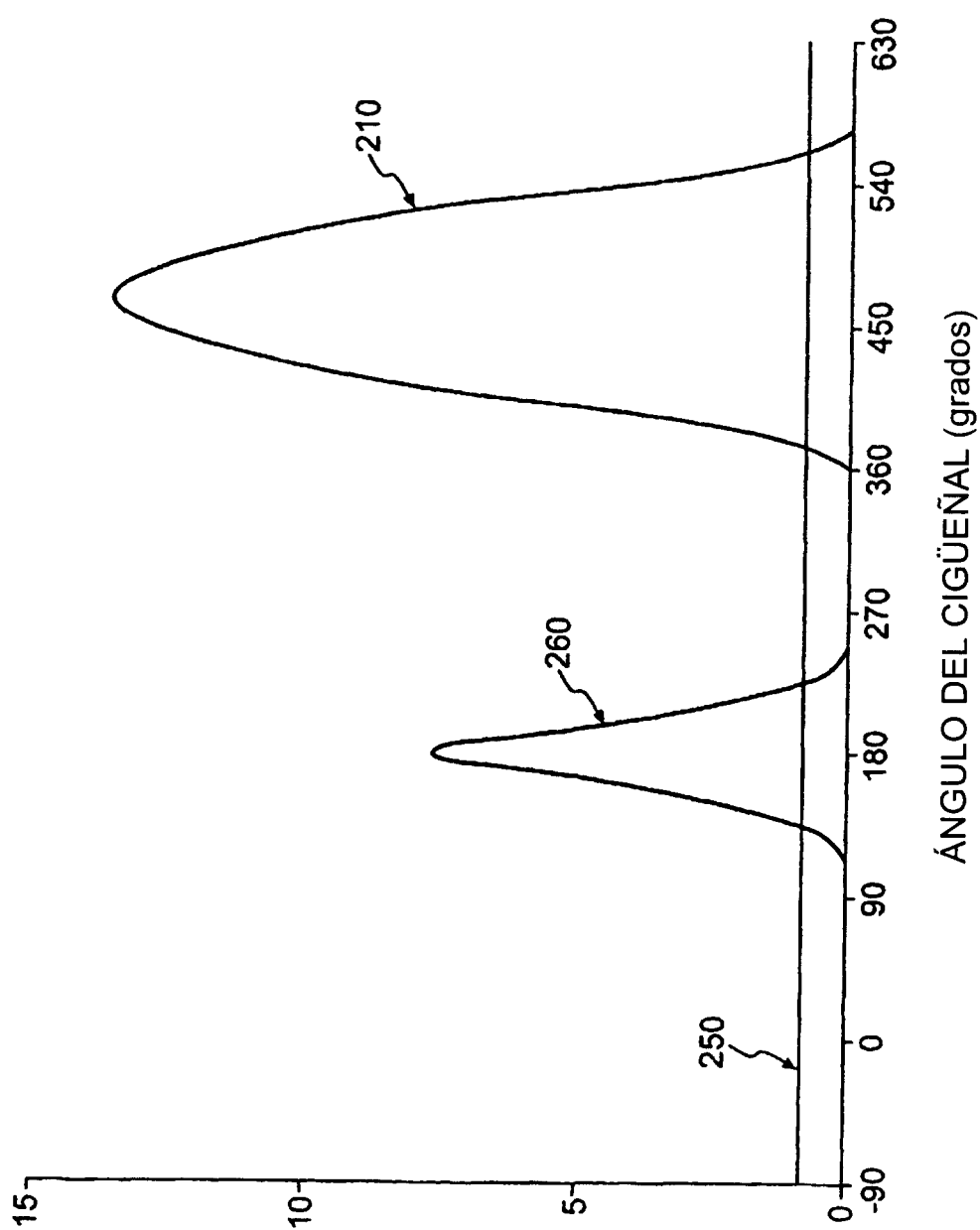


FIG. 10

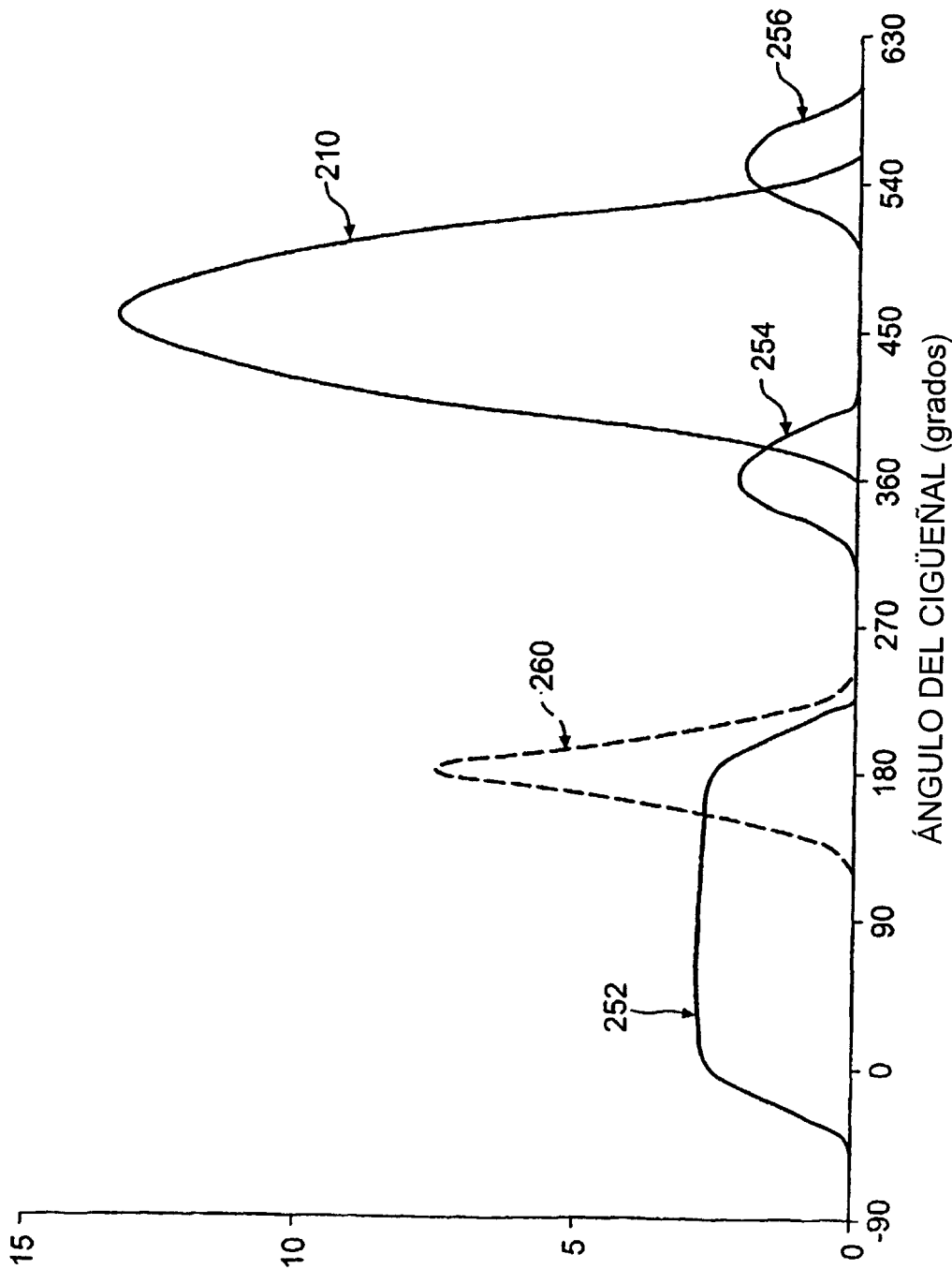


FIG. 11

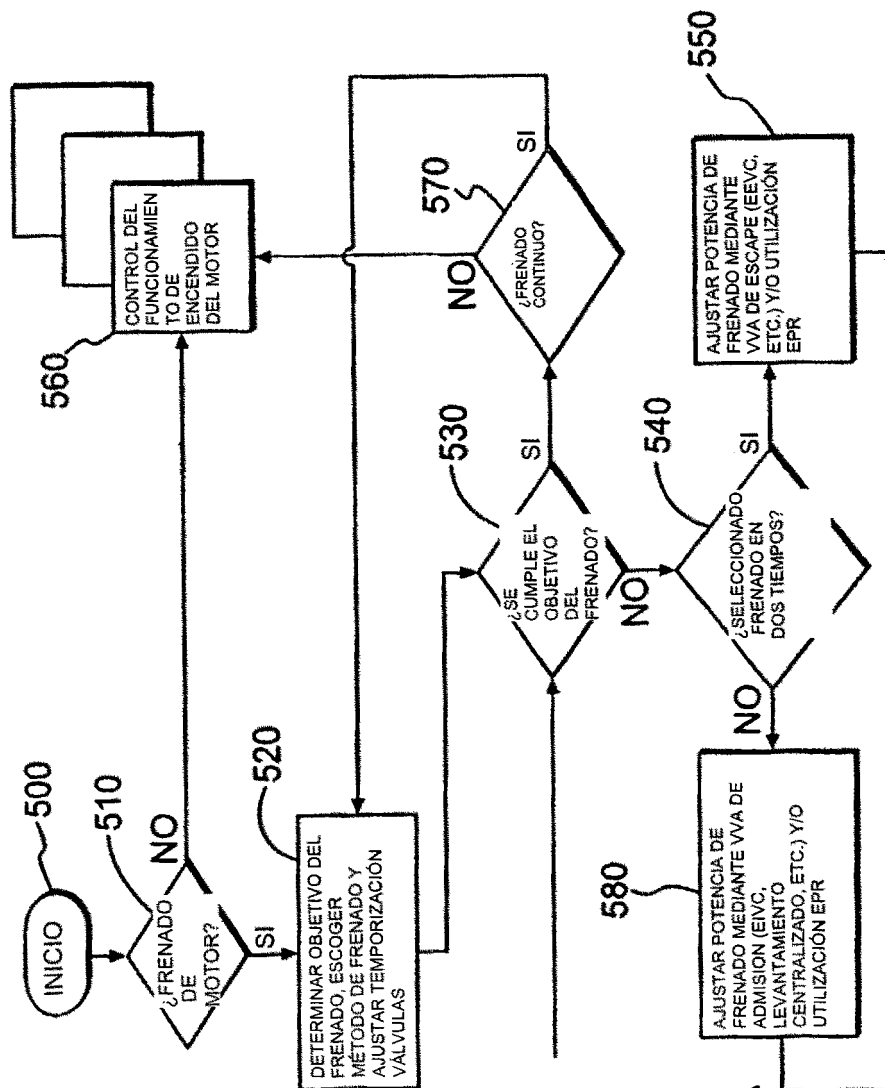


FIG. 12