



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 361 323**

51 Int. Cl.:
F02D 41/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05748317 .4**

96 Fecha de presentación : **06.05.2005**

97 Número de publicación de la solicitud: **1756410**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **28.02.2007**

54 Título: **Control adaptativo de un motor.**

30 Prioridad: **06.05.2004 US 840406**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.06.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.06.2011

73 Titular/es: **DRESSER, Inc.**
11th Floor, Millennium 1
15455 Dallas Parkway
Addison, Texas 75001, US

72 Inventor/es: **May, Andrew**

74 Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

ES 2 361 323 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

Control adaptativo de un motor

CAMPO TÉCNICO

5 Esta exposición se refiere a motores de combustión interna, y más en concreto al funcionamiento de motores de combustión interna.

ANTECEDENTES

10 Las variaciones en la composición del combustible que se suministra a un motor de combustión interna pueden afectar al rendimiento del motor. Si la composición del combustible cambia de una manera que afecta a la energía específica del combustible o a la estequiometría de la reacción de combustión, para mantener el rendimiento del motor puede ajustarse la cantidad de combustible suministrado al motor. Algunos sistemas de motor compensan las variaciones en el combustible suministrado al motor, midiendo la composición del combustible antes de la combustión y realizando un mapa del combustible predeterminado para la composición del combustible concreto. Sin embargo, dichos sistemas están configurados generalmente para detectar cambios solamente en componentes específicos del combustible, por ejemplo, para detectar la relación de un combustible frente a otro, en un combustible compuesto. Detectando los componentes específicos del combustible, estos sistemas ignoran otras variaciones. Estas variaciones pueden tener un impacto sustancial sobre el rendimiento del motor.

15 En el documento DE 4117440, se ajusta un factor de adaptación en función de resultados de control del aire/combustible. Por lo tanto, existe la necesidad de un sistema del motor que compense los cambios en el combustible, más allá de las variaciones en los componentes combustibles específicos.

RESUMEN

20 La exposición describe sistemas y técnicas que se refieren a la compensación de variaciones en la composición del combustible, en relación con el impacto de las variaciones sobre el rendimiento del sistema del motor.

25 Un sistema del motor ilustrativo incluye un motor y un regulador de aire/combustible adaptado para controlar, por lo menos, una entre una cantidad de aire y una cantidad de combustible suministradas al motor. Un detector está acoplado al motor y adaptado para detectar una característica indicativa del rendimiento del motor. El sistema del motor incluye un controlador acoplado al detector y al regulador de aire/combustible. El controlador está adaptado para señalar al regulador de aire/combustible para que controle, por lo menos, una entre la cantidad de aire y la cantidad de combustible alimentadas al motor, sobre un rango del funcionamiento del motor, en respuesta a una serie de puntos de ajuste de control del motor y a un parámetro del combustible. Los puntos de ajuste de control del motor están adaptados para hacer funcionar el motor en el interior del rango de funcionamiento del motor. El controlador está adaptado además para ajustar el parámetro del combustible, como una función de la salida de potencia detectada y de una salida de potencia esperada. El parámetro del combustible es indicativo de la composición del combustible

30 En un método ilustrativo, se ajusta una mezcla de aire/combustible suministrada a un motor sobre un rango de condiciones de funcionamiento del motor, como una función de una serie de puntos de ajuste del motor adaptados para hacer funcionar al motor en el interior del rango, y de un parámetro del combustible. Se recibe una señal indicativa del rendimiento del motor, y se ajusta el parámetro del combustible en relación con el rendimiento del motor.

35 En otra implementación ilustrativa, un artículo incluye un medio legible a máquina que almacena instrucciones adaptadas para provocar que una o varias máquinas lleven a cabo operaciones. Estas operaciones incluyen determinar una señal de control del regulador, sobre un rango de funcionamiento del motor, en relación con una serie de puntos de ajuste del motor adaptados para hacer funcionar el motor en el interior del rango, y con un parámetro del combustible. La señal de control del regulador está adaptada para señalar un regulador para que ajuste una mezcla de aire/combustible suministrada a un motor. Las operaciones incluyen además recibir una señal indicativa del rendimiento del motor, y ajustar el parámetro del combustible en relación con el rendimiento del motor.

40 Los detalles de una o más implementaciones de la invención se exponen los dibujos anexos y en la siguiente descripción. A partir de la descripción y de los dibujos, y de las reivindicaciones, resultarán evidentes otras características, objetivos y ventajas.

DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

50 La figura 1 es una vista esquemática de un sistema del motor construido de acuerdo con la invención;

la figura 2 es un esquema de un módulo de control del motor para utilizar en un sistema del motor construido según la invención;

la figura 3 es un esquema de las operaciones funcionales de un sistema del motor construido según la invención;

la figura 4 es un diagrama de flujo del funcionamiento de un módulo de control del motor, construido según la invención;

5 la figura 5 es un esquema de las operaciones funcionales de un sistema del motor alternativo construido según la invención;

la figura 6 es un esquema de las operaciones funcionales de un determinador de demanda del par motor para utilizar en un sistema del motor construido según la invención; y

10 la figura 7 es un diagrama de flujo del funcionamiento de un módulo de control del motor, acorde con la invención.

En los diversos dibujos, los símbolos de referencia iguales indican elementos iguales.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

Haciendo referencia a la figura 1, se representa esquemáticamente un sistema del motor ilustrativo 100 construido según la invención. El sistema 100 de control del motor incluye un módulo de control del motor (ECM, engine control module) 104 acoplado operativamente para comunicar con uno o varios detectores 106 del motor y con uno o varios accionadores 108. Los detectores 106 del motor pueden estar acoplados a un motor de combustión interna 102, y detectar una o varias características de funcionamiento del motor 102 y/o del sistema 100 del motor, y entregar una señal indicativa de la característica de funcionamiento. Algunos ejemplos de características de funcionamiento del motor incluyen la velocidad, una característica indicativa del par tal como la presión absoluta del colector (MAP, manifold absolute pressure) o la densidad del colector de admisión (IMD, intake manifold density), la salida de potencia del motor, una característica indicativa de la relación aire/combustible del motor tal como el contenido de oxígeno en el escape, la temperatura ambiente y/o de admisión, la presión ambiente y otros. Los accionadores 108 están adaptados para controlar diversos componentes (no mostrados específicamente) del sistema del motor utilizados para controlar el motor y otros componentes del sistema del motor. Algunos ejemplos de componentes típicos del motor incluyen un estrangulador, una derivación del turbocompresor o válvula de descarga, un sistema de encendido, un dispositivo de regulación de aire/combustible tal como un mezclador de combustible ajustable, un regulador de la presión del combustible, inyectores de combustible y otros. El ECM 104 puede estar acoplado asimismo para comunicar con otros componentes 110. Algunos ejemplos de otros componentes 110 pueden incluir una interfaz de usuario que permite a un usuario consultar al ECM 104 o introducir datos o instrucciones al ECM 104, uno o más detectores externos que detectan otra información diferente a las características de funcionamiento del motor o del sistema del motor, equipos de diagnóstico o monitorización a los que el ECM 104 puede comunicar características del sistema, y otros.

Haciendo referencia a la figura 2, el ECM 104 incluye un procesador 112 acoplado operativamente a una memoria 114 o medio legible por ordenador. El medio 114 legible por ordenador puede ser extraíble total o parcialmente del ECM 104. El medio 114 legible por ordenador contiene instrucciones utilizadas por el procesador 112 para llevar a cabo uno o varios de los métodos descritos en el presente documento. El ECM 104 puede recibir una o varias señales de entrada (entrada₁,... entrada_n), tal como desde los detectores 106, los accionadores 108, y otros componentes 110 y puede entregar una o más señales de salida (salida₁,... salida_n), tal como a los detectores 106, a los accionadores 108 y a otros componentes 110.

40 El ECM 104 funciona para acelerar o desacelerar el motor 102 (figura 1) hasta un estado de funcionamiento especificado, por ejemplo una velocidad o una salida del par especificadas, y para mantener el motor en funcionamiento estacionario. A este respecto, el ECM 104 recibe entradas de los detectores 106, incluyendo parámetros del estado del motor, y determina y entrega una o varias señales de control de accionador, adaptadas para controlar los accionadores 108 para manejar el motor 102.

45 La figura 3 describe un ECM ilustrativo 104 adaptado para hacer funcionar el motor en una condición estacionaria especificada. Está dentro del alcance de la invención proporcionar el ECM 104 para hacer funcionar el motor a una velocidad estacionaria, a una salida de par o a otros estados de funcionamiento especificados. El ECM ilustrativo 104 de la figura 3, controla la relación entre el aire y el combustible en una mezcla de combustión suministrada al motor. El funcionamiento del motor puede estar afectado asimismo por un regulador (no mostrado específicamente), tal como un controlador proporcional/diferencial/integral que actúa para controlar el motor en velocidad o en par, diferente al ECM 104 o incorporado al mismo. El regulador puede manejarse para controlar un accionador 108, tal como el de una válvula estranguladora en la admisión del motor, con objeto de controlar la cantidad de la mezcla de combustión suministrada al motor.

55 El ECM ilustrativo 104 de la figura 3 recibe una entrada de parámetros del estado del motor desde los detectores 106, que incluyen un detector 316 de una característica indicativa del par, tal como un detector MAP o IMD, un detector 318 de la velocidad del motor y un detector 320 indicativo del parámetro del combustible. El detector 320 indicativo del parámetro del combustible, entrega una señal indicativa del rendimiento del motor en relación con el

combustible que le está siendo suministrado, ya sea el combustible un solo combustible, tal como diesel o gas natural, o un compuesto de uno o varios combustibles. Algunos ejemplos de detectores 320 indicativos del parámetro del combustible pueden incluir un detector de la proporción de aire a combustible (lambda), tal como un detector de oxígeno que mide el escape del motor, un detector de la potencia de salida del motor, tal como un detector de kilovatios acoplado a un generador (no mostrado específicamente) que es impulsado por el motor, un detector de componentes del combustible por infrarrojos, u otro detector indicativo del parámetro del combustible. Los accionadores 108 incluyen, por lo menos, un regulador 322 de control de aire/combustible operativo para controlar la proporción de aire y combustible suministrada al motor. Ejemplos de reguladores 322 de control de aire/combustible incluyen un regulador de la presión de combustible o una derivación de aire en un sistema de motor que utiliza un mezclador de aire/gas de área de orificio fija, un mezclador de aire/gas de área de orificio ajustable, uno o varios inyectores de combustible u otro regulador de aire/combustible. El ECM 104 recibe una entradas del detector 316 de la característica indicativa del par, del detector 318 de la velocidad del motor y del detector 320 indicativo del parámetro del combustible, y determina y entrega una señal de control del accionador para controlar el funcionamiento del regulador 322 de control de aire/combustible tal como se explica a continuación.

El ECM 104 incluye un determinador 324 del punto de ajuste lambda, que recibe uno o varios parámetros de estado del motor, y determina y entrega un punto de ajuste lambda. Tal como se describe a continuación en mayor detalle, el punto de ajuste lambda se utiliza junto con un parámetro del combustible, para determinar una señal de control del accionador, operativa para controlar el regulador 322 de control de aire/combustible. Está dentro del alcance de la invención, determinar y utilizar otros puntos de ajuste del motor diferentes al punto de ajuste lambda. En la determinación de un punto de ajuste lambda, el ECM ilustrativo 104 utiliza la velocidad del motor procedente del detector 318 de la velocidad del motor, una característica indicativa del par (por ejemplo MAP o IMD) procedente del detector 316 de la característica indicativa del par, y opcionalmente otros parámetros, por ejemplo, la temperatura ambiental y/o de admisión. Asimismo, se contempla que el ECM 104 utilice otros detectores alternativamente o en combinación con los explicados anteriormente, tal como un detector de la masa de aire o un detector del volumen del flujo.

El determinador 324 del punto de ajuste lambda puede determinar el punto de ajuste lambda utilizando una tabla de consulta que incluye, por lo menos, valores indicativos de características indicativas del par y de la velocidad del motor, correlacionados con puntos de ajuste lambda determinados para mantener un funcionamiento estacionario del motor. Alternativamente o en combinación con una tabla de consulta, el determinador 324 del punto de ajuste lambda puede determinar el punto de ajuste lambda utilizando una fórmula de cálculo en función de entradas procedentes de uno o varios de los detectores 106, por ejemplo, características indicativas del par y de la velocidad del motor. En cualquier caso, el punto de ajuste lambda se selecciona en relación con los valores respectivos de las características indicativas del par y de la velocidad del motor, para proporcionar al motor una mezcla de combustión especificada con objeto de mantener un funcionamiento estacionario. Por lo tanto, diferentes puntos de ajuste lambda pueden provocar diferentes estados de funcionamiento del motor. El determinador 324 del punto de ajuste lambda está calibrado en relación con un combustible que tiene una estequiometría o energía específica especificada, o tal como será evidente a continuación, con un parámetro del combustible específico.

La función 336 de transferencia del accionador recibe, por lo menos, el punto de ajuste lambda y un parámetro del combustible, y determina una señal de control del accionador adaptada para manejar el regulador 322 de control de aire/combustible. La función 336 de transferencia del accionador puede recibir y tener en cuenta otras entradas para determinar la señal de control del accionador, tales como los parámetros del estado del motor discutidos anteriormente, la presión del combustible, la presión ambiental, la temperatura de admisión, la temperatura ambiental y otros. La función 336 de transferencia del accionador determina la señal de control del accionador utilizando una tabla de consulta que correlaciona puntos de ajuste lambda, parámetros del combustible, y cualesquiera otras entradas para las señales de control del accionador, mediante cálculo tal como una función del punto de ajuste lambda, del parámetro del combustible y de cualesquiera otras entradas, mediante una combinación de una tabla de consulta y un cálculo, o mediante otro método. En un ECM ilustrativo 104, el punto de ajuste lambda puede ser transformado en una pre-señal utilizando una tabla de consulta, y aplicarse el parámetro del combustible en un cálculo para compensar la pre-señal en la determinación de la señal de control del accionador. Alternativamente, el parámetro del combustible puede ser aplicado como un sumador (negativo o positivo) o un multiplicador al punto de ajuste lambda, y determinarse la señal de control del accionador utilizando una tabla de consulta, o mediante cálculo en función del punto de ajuste lambda y de otras entradas.

El parámetro del combustible es un valor indicativo de, o correlacionado con, la energía específica o la estequiometría de la reacción de combustión del combustible suministrado al motor. En otro ejemplo, el parámetro del combustible puede derivarse de una definición del combustible indicativa de la composición del combustible, por ejemplo, un octanaje del combustible, de una calidad del combustible relativa a cómo se desvía el combustible en términos de diluyentes respecto de un combustible especificado, o de un tipo de combustible en relación con la calidad de ciertos componentes (es decir gas natural, diesel, u otros) contenidos en el combustible. Está dentro del alcance de la invención utilizar otras definiciones del combustible. La definición del combustible puede introducirse al ECM 104 a través de una entrada 332 de definición del combustible, y a continuación el ECM 104 determina el parámetro del combustible con un determinador 334 del parámetro de base del combustible. Alternativamente, el parámetro del combustible puede estar predeterminado y a continuación ser actualizado para reflejar con precisión el combustible suministrado al motor, utilizando el ECM 104 para ello el detector 320 indicativo del parámetro del

combustible, tal como se describe a continuación. En un caso en el que se especifica la definición 332 del combustible, el determinador 334 del parámetro de base del combustible puede determinar el parámetro del combustible utilizando una tabla de consulta que correlaciona definiciones de combustible y parámetros de combustible, o mediante cálculo tal como con una función de la definición del combustible. La utilización de un parámetro del combustible en la determinación de la señal de control del accionador para el regulador 322 de control de aire/combustible, permite al ECM 104 ajustar las variaciones en el combustible que está siendo suministrado al motor 110, que pueden afectar al rendimiento del motor.

El ECM 104 puede configurarse para determinar y actualizar el parámetro del combustible en función del rendimiento del motor 102. A este respecto, el ECM 104 incluye un determinador 324 del ajuste del parámetro del combustible, que recibe una entrada del detector 320 indicativo del parámetro del combustible, junto con el punto de ajuste lambda y opcionalmente un parámetro del combustible, y entrega un ajuste del parámetro del combustible. El ajuste del parámetro del combustible es función de la diferencia entre un rendimiento esperado del motor con su suministro de combustible, y un rendimiento medido del motor, que es medido por el indicador 320 de indicación del parámetro del combustible. El determinador 326 del ajuste del parámetro del combustible determina el rendimiento esperado del motor a partir de, por lo menos, el punto de ajuste lambda. Para determinar el rendimiento esperado del motor pueden utilizarse otros valores tales como la temperatura de admisión, un parámetro del combustible determinado previamente, la velocidad del motor, y un parámetro indicativo del par motor. El determinador 326 del ajuste del parámetro del combustible puede determinar el rendimiento esperado del motor a partir de una tabla de consulta que contiene valores correlacionados de, por lo menos, el parámetro del combustible y el rendimiento esperado del motor, o a partir de una fórmula de cálculo en función de, por lo menos, el punto de ajuste lambda. El determinador 326 del ajuste del parámetro del combustible puede determinar el ajuste del parámetro del combustible utilizando un filtro de respuesta finita al impulso (FIR, finite impulse response) con constante de tiempo calibrable, un filtro de respuesta infinita al impulso (IIR, infinite impulse response) con constante de tiempo calibrable, un controlador proporcional/integral/diferencial (PID, proportional/integral/differential), un filtro Kalman, u otro tipo de determinación.

El determinador 326 del ajuste del parámetro del combustible puede incluir asimismo compensación de prealimentación, similar a la que se ha discutido anteriormente, comunicando con una carga de un controlador para una carga aplicada al motor, y anticipando los requisitos de salida del motor en función de cambios previstos en la carga. El determinador 326 del ajuste del parámetro del combustible puede utilizar opcionalmente el parámetro del combustible para determinar el ajuste del parámetro del combustible, por ejemplo, determinado el rendimiento esperado del motor, o como un modificador para influir sobre la respuesta del filtro FIR, del filtro IIR, del filtro Kalman o del controlador PID.

En un caso donde el determinador 326 del ajuste del parámetro del combustible utiliza un filtro FIR, un filtro IIR, un filtro Kalman o un controlador PID para determinar el ajuste del parámetro del combustible, la magnitud del ajuste se determina inteligentemente en función de la diferencia en el tiempo entre los rendimientos del motor esperado y real. Un filtro FIR, un filtro IIR, un filtro Kalman y el término integral de un controlador PID tienen en cuenta, cada uno, las diferencias en los rendimientos esperado y medido del motor en el tiempo, y utilizan las diferencias reunidas con el tiempo para modificar la determinación de los ajustes presente y futuro del parámetro del combustible. El PID tiene en cuenta además una tasa de cambio en el rendimiento del motor esperado y medido (término diferencial) y la magnitud de la diferencia (término proporcional) en el rendimiento esperado y medido del motor, para tener en cuenta el rendimiento actual del sistema.

En una implementación en la que el detector 320 de indicación del parámetro del combustible es un detector lambda, tal como un detector de oxígeno en el escape del motor, el determinador 326 del ajuste del parámetro del combustible determina el ajuste del parámetro del combustible en función de la diferencia entre lambda medido por el detector 320, y el punto de ajuste lambda entregado por el determinador 324 del punto de ajuste lambda. Si el lambda medido es diferente al punto de ajuste lambda, entonces se genera un ajuste del parámetro del combustible y éste es entregado desde el ajuste 326 del parámetro del combustible.

En una implementación en la que el detector 320 de indicación del parámetro del combustible es un detector de la potencia de salida del motor, tal como un detector de kilovatios acoplado a un generador impulsado por el motor (no mostrado específicamente) o un detector que mide directamente la potencia de salida del motor, el determinador 326 del ajuste del parámetro del combustible determina una salida de la potencia del motor esperada para el punto de ajuste lambda y el parámetro del combustible dados, y determina el ajuste del parámetro del combustible en función de la diferencia entre la salida esperada de la potencia del motor y la salida medida de la potencia del motor. Si la salida medida de la potencia del motor es diferente a la salida esperada de la potencia del motor, entonces se genera un ajuste del parámetro del combustible y éste es entregado desde el determinador 326 del ajuste del parámetro del combustible. Para determinar la salida de potencia esperada del motor, el determinador 326 del ajuste del parámetro del combustible puede utilizar el punto de ajuste lambda, así como entradas procedentes del detector 316 indicativo del par, del detector 318 de la velocidad del motor y de la entrada opcional 314 tal como la temperatura de admisión.

El determinador 330 del parámetro del combustible recibe el ajuste del parámetro del combustible y determina un parámetro del combustible actualizado. El parámetro del combustible actualizado se utiliza junto con el punto de

ajuste lambda para determinar la señal de control del accionador. Un usuario u otro dispositivo pueden solicitar al ECM 104 que entregue el parámetro del combustible actualizado. El parámetro del combustible actualizado es útil porque da a conocer una medición de la energía específica del combustible que está siendo suministrado al motor, o de la estequiometría de la reacción de combustión. Al determinar el parámetro del combustible actualizado, el

5 determinador 330 del parámetro del combustible determina una compensación del parámetro del combustible, utiliza la compensación del parámetro del combustible para actualizar un parámetro del combustible anterior o un parámetro del combustible especificado para el cual está calibrado el determinador 324 del punto de ajuste lambda, y entrega el parámetro del combustible actualizado. En el ECM 104 ilustrativo, la compensación del parámetro del combustible se añade a un parámetro del combustible anterior, a un parámetro de base del combustible (discutido después), o a un parámetro del combustible especificado al cual está calibrado el determinador 324 del punto de

10 ajuste lambda; no obstante, se contempla que la compensación del parámetro del combustible podría aplicarse como un multiplicador u otro cálculo formulado. Si se desactiva el determinador 326 del ajuste del parámetro del combustible, el valor del ajuste del parámetro del combustible se hace cero y el parámetro del combustible actualizado será igual al parámetro del combustible previo o especificado. En el arranque, el parámetro del combustible es el parámetro del combustible especificado o el parámetro de base del combustible derivado de la

15 entrada 332 de definición del combustible.

Opcionalmente, el determinador 326 del ajuste del parámetro del combustible puede ser desactivado mediante una entrada 328 de usuario o mediante el propio ECM 104, como resultado de un diagnóstico fallido. Por ejemplo, el ECM 104 puede configurarse para monitorizar fallos del detector 320 indicativo del parámetro del combustible y/o de otros componentes del sistema 100 del motor, y entregar una señal en respuesta a un fallo detectado. El ECM 104 puede configurarse además para entrar en un modo de "funcionamiento de emergencia" en el que desactiva el

20 determinador 326 del ajuste del parámetro del combustible para dejar de actualizar el parámetro del combustible, o vuelve al parámetro de base o especificado del combustible, si se determina que es probable que las actualizaciones sucesivas sean imprecisas, no fiables, dañen un componente del sistema 100, afecten negativamente el funcionamiento del sistema de motor 100, o en otro caso.

25

Assumiendo que no hay desgaste del motor, daños o modificaciones que podrían afectar al rendimiento del motor, si el parámetro del combustible refleja con precisión el combustible que está siendo suministrado al motor, el motor debería producir el rendimiento esperado y el determinador 326 del ajuste del parámetro del combustible debería entregar un ajuste cero. Sin embargo, si el motor es alimentado con un combustible diferente del combustible al que

30 corresponde el parámetro del combustible, el rendimiento del motor puede diferir de la respuesta esperada del motor. Dicha diferencia sería evidente a partir de la salida del detector 320 de la indicación del parámetro del combustible. El determinador 326 del ajuste del parámetro del combustible detectaría la diferencia, entregaría un ajuste del parámetro del combustible, y el determinador 330 del parámetro del combustible determinaría un parámetro del combustible actualizado. Un desgaste del motor, daños o modificaciones que afectan al rendimiento del motor serían asimismo evidentes a partir del detector 320 de indicación del parámetro del combustible, y por lo tanto tenidas en cuenta.

35

Cabe destacar que un parámetro del combustible dado no es único para un punto de ajuste lambda concreto sino que, por el contrario, es aplicable globalmente para todas, o una gama de, las condiciones de funcionamiento del motor y de los puntos de ajuste lambda, en la determinación de la señal de control del accionador. Por ejemplo, si se determina el parámetro del combustible mientras el motor está funcionando en un punto de ajuste lambda, el parámetro del combustible es aplicable si el motor de cambia y funciona a un punto de ajuste lambda diferente. Asimismo, si se desea, el ECM 104 puede configurarse para no utilizar el parámetro del combustible, o para volver a un parámetro del combustible diferente o al parámetro de base del combustible, en ciertos rangos de funcionamiento del motor. Debido a que el parámetro del combustible es aplicable a través de una gama de diferentes condiciones

40 de funcionamiento, su efecto sobre el funcionamiento del motor en diferentes condiciones de funcionamiento es más bien preventivo y no reactivo. La utilización del parámetro del combustible es preventiva en el sentido de que el ECM 104 conoce, y por consiguiente puede compensar, las variaciones en el combustible en diferentes condiciones de funcionamiento, en base al parámetro de base del combustible o a un parámetro del combustible determinado en una condición de funcionamiento previa a haber funcionado en dichas condiciones de funcionamiento diferentes. Esto tiene el efecto de añadir un ajuste de prealimentación al controlador; aprendiéndose la prealimentación de forma adaptativa como un modelo global. Por contraste, un sistema reactivo (tal como un control lambda convencional) tendría que funcionar en cada condición de funcionamiento dada, antes de determinar la compensación en la condición de funcionamiento respectiva.

45

50

Haciendo referencia a la figura 4, se representa esquemáticamente el funcionamiento del ECM 104. En 410, el ECM recibe parámetros del estado del motor, tales como características indicativas del par y la velocidad del motor. En 412, el ECM determina un punto de ajuste lambda en base a los parámetros del estado del motor. A continuación, en 414 el ECM determina una señal de control del accionador como una función del punto de ajuste lambda y de un parámetro del combustible. Tras la determinación de la señal de control del accionador, el ECM vuelve a continuación a la tarea 410 y comienza de nuevo.

55

En la primera iteración del método, el ECM utiliza el parámetro de base del combustible obtenido de la entrada 332 de definición del combustible (figura 3) o un parámetro del combustible especificado, almacenado, para la determinación de la señal de control del accionador. En las iteraciones posteriores, el ECM actualiza el parámetro

60

del combustible y utiliza el parámetro del combustible actualizado, para determinar la señal de control del accionador. A este respecto, el ECM recibe en 416 el parámetro indicativo del parámetro del combustible, tal como una salida de un detector lambda o de un detector de potencia en un generador impulsado por el motor. El parámetro indicativo del parámetro del combustible puede transformarse opcionalmente en 418. El punto de ajuste lambda determinado en 412 se utiliza en 420 junto con el parámetro del combustible, para determinar un ajuste del parámetro del combustible en función del rendimiento medido del motor y del rendimiento esperado del motor. En 422, se determina el parámetro del combustible de acuerdo con el ajuste del parámetro del combustible. Tras la determinación del parámetro del combustible, el ECM vuelve a la tarea 416 y comienza de nuevo.

Las tareas 416 a 422 pueden llevarse a cabo de manera sustancialmente simultánea a las tareas 410 a 414, en secuencia antes o después de las tareas 410 a 414, o en cualquier otro momento. Las tareas 410 a 414 y 416 a 422 pueden repetirse continuamente a intervalos regulares, o cuando se detectan cambios en los parámetros del estado del motor y/o en los parámetros indicativos del parámetro del combustible.

Haciendo referencia a la figura 5, el ECM 104 puede incluir además previsiones para el ajuste del combustible en una condición transitoria. En condiciones transitorias, cuando el motor se acelera o desacelera en par, velocidad o en ambos, la relación aire/combustible tenderá a empobrecerse durante la aceleración y a enriquecerse durante la desaceleración. Para compensar este efecto durante la aceleración, el ECM 104 incrementa momentáneamente la cantidad de combustible suministrado al motor cuando funciona empobrecido o cerca de la relación estequiométrica (es decir, enriquece la relación aire/combustible), más allá de lo necesario para hacer funcionar el motor en la condición de funcionamiento estacionario recién especificada. Incrementar la cantidad de combustible suministrado durante la aceleración incrementa la salida del par del motor y produce un funcionamiento más sensible y una aceptación más rápida de una carga de par incrementada. Durante la desaceleración, el ECM 104 reduce la cantidad de combustible suministrado (es decir, empobrece la relación aire/combustible) por debajo de lo requerido por el motor en la condición de funcionamiento estacionaria recién especificada, ayudando al motor a deshacerse de la salida del par no deseada y a impedir la sobre-velocidad.

El ECM 104 incluye un determinador 340 de compensación lambda, que decide una entrada procedente de determinador 342 de la demanda del par a partir de la relación aire/combustible, y determina la cantidad a incrementar o a reducir en el punto de ajuste lambda. El determinador 342 de la demanda de par a partir de la relación de aire/combustible determina, en base a un factor 346 de autoridad de enriquecimiento del combustible, y a parámetros de estado del motor, la cantidad de cambio en la alimentación de combustible (incremento o disminución momentáneos en el punto de ajuste lambda) a utilizar para conseguir la aceleración o desaceleración deseadas en la velocidad del motor o el par (en adelante "par por combustible"). La salida del determinador 340 de la compensación lambda, es una compensación lambda (un valor positivo o negativo) que modifica el punto de ajuste lambda antes de la función 336 de transferencia del accionador. En el ECM 104 ilustrativo, la compensación lambda se suma al punto de ajuste lambda; sin embargo, se contempla que la compensación lambda podría aplicarse como un multiplicador u otra fórmula de cálculo. El determinador 340 de compensación lambda puede determinar una compensación del punto de ajuste lambda utilizando una tabla de consulta que correlaciona par por combustible, y uno o varios parámetros de estado del motor, tales como MAP o IMD procedentes del detector 316 de la característica indicativa del par, y la velocidad del motor procedente del detector 318 de la velocidad del motor, con valores de compensación del punto de ajuste lambda. Alternativamente, o en combinación con una tabla de consulta, el determinador 340 de compensación lambda puede utilizar una fórmula de cálculo para determinar la compensación del punto de ajuste lambda.

La figura 6 representa la operación funcional de un determinador ilustrativo de la demanda de par por combustible, adecuado para el determinador 342. El determinador 342 ilustrativo incluye un controlador PID 510, tal como un controlador PID que se utiliza en el regulador del motor. El controlador PID 510, si está configurado para mantener estacionaria la velocidad del motor, recibe un punto de ajuste 344 de la velocidad del motor definido por el usuario y una velocidad del motor medida, procedente del detector 318 de la velocidad del motor. El controlador PID 510 determina un término proporcional indicativo de la diferencia entre el punto de ajuste 344 de la velocidad del motor y la velocidad del motor medida (es decir, el error), un término integral indicativo de la integral del error en el tiempo, y un término diferencial indicativo de la tasa de cambio del error en el tiempo. El término proporcional es ponderado mediante el factor de autoridad 346 de enriquecimiento del combustible, y entregado como el par por combustible. El resto del término proporcional, es decir la diferencia entre el término proporcional y el término proporcional ponderado por el factor de autoridad 346, se suma con el término integral y con el término diferencial y se entrega como el control del par por carga. Alternativamente, el determinador 342 puede utilizar los términos proporcional y diferencial ponderados por el factor de autoridad 346 de enriquecimiento del combustible, para determinar el par a partir de la relación aire/combustible y utilizar el resto de los términos proporcional y diferencial con el término integral, para determinar control del par por carga. El control del par por carga puede ser utilizado en el funcionamiento de una válvula estranguladora en la admisión del motor, para controlar la cantidad de mezcla de combustión (carga) suministrada al motor. En cualquier caso, en funcionamiento estacionario los términos proporcional y diferencial serán iguales a cero. Por lo tanto, el par por combustible será asimismo cero, y no modifica el punto de ajuste lambda. Sin embargo, en aceleración o desaceleración, los valores diferentes de cero de los términos proporcional y diferencial tienen como resultado un par por combustible diferente de cero, que modifica el punto de ajuste lambda. El ajuste transitorio de combustible puede deshabilitarse poniendo a cero el factor de autoridad 346 de enriquecimiento del combustible.

La figura 7 representa esquemáticamente el funcionamiento del ECM 104 con ajuste del combustible en una condición transitoria. En 410, el ECM recibe parámetros del estado del motor, tales como características indicativas del par y la velocidad del motor. En 412, el ECM determina un punto de ajuste lambda en base a los parámetros del estado del motor. El ECM determina la demanda de par a partir del combustible en 424 y, si la demanda de par es un valor distinto de cero, determina una compensación lambda en 426. En 428, se modifica el punto de ajuste lambda de acuerdo con la compensación lambda. A continuación, en 414 el ECM determina una señal de control del accionador como una función del punto de ajuste lambda y de un parámetro del combustible. Después de determinar la señal de control del accionador, el ECM vuelve a la tarea 410 y comienza de nuevo.

En la primera iteración del método, el ECM utiliza el parámetro de base del combustible obtenido de la entrada 332 de definición del combustible (figura 3) o un parámetro del combustible especificado, almacenado, para la determinación de la señal de control del accionador. En las iteraciones posteriores, el ECM actualiza el parámetro del combustible y utiliza el parámetro del combustible actualizado, para determinar la señal de control del accionador. A este respecto, en 416 el ECM recibe el parámetro indicativo del parámetro del combustible, tal como una salida de un detector lambda o de un detector de potencia en un generador impulsado por el motor. El parámetro indicativo del parámetro del combustible puede transformarse opcionalmente, en 418. El punto de ajuste lambda determinado en 412 se utiliza en 420 junto con el parámetro del combustible, para determinar un ajuste del parámetro del combustible en función del rendimiento medido del motor y del rendimiento esperado del motor. En 422 se determina un parámetro del combustible de acuerdo con el ajuste del parámetro del combustible. Tras la determinación del parámetro del combustible, el ECM vuelve a la tarea 416 y comienza de nuevo.

Las tareas 416 a 422 pueden llevarse a cabo de manera sustancialmente simultánea a las tareas 410 a 444 y 424 a 428, en secuencia antes o después de las tareas 410 a 414 y 424 a 428, o en cualquier otro momento. Análogamente, las tareas 410 a 414 pueden llevarse a cabo simultáneamente con las tareas 424 a 428. Las tareas 410 a 444 y 424 a 428 y las tareas 416 a 422 pueden repetirse continuamente a intervalos regulares, o cuando se detectan cambios en los parámetros del estado del motor y/o en los parámetros indicativos del parámetro del combustible.

El ECM 104, en cualquiera de las configuraciones de las figuras 3 o 5, puede incluir opcionalmente compensación de prealimentación, comunicando con una carga o con un controlador para una carga (no mostrado específicamente) aplicado al motor para extraer una señal de carga entrante. El determinador 324 del punto de ajuste lambda puede, por lo tanto, recibir una señal de carga entrante que indica cambios en la carga, y opcionalmente la magnitud de la carga entrante, como una entrada opcional 314. Al utilizar la señal de carga entrante, el determinador 324 del punto de ajuste lambda puede anticipar necesidades de la salida del motor en función de cambios próximos en la carga comunicados por la señal de carga entrante, y ajustar el punto de ajuste lambda anticipándose a los cambios próximos en la carga. Alternativamente o en combinación con el determinador 324 del punto de ajuste lambda que recibe una señal de carga entrante, el determinador 340 de compensación lambda puede recibir la señal de carga entrante y determinar una compensación lambda en función, al menos en parte, de la señal de carga entrante que indica cambios en la carga, y opcionalmente de la magnitud de la cámara entrante. En la patente de EE. UU. numero 6 564 477, titulada "Feedforward Engine Control Governing System" ("sistema de regulación de un control del motor por prealimentación"), cuya exposición se incorpora en su integridad al presente documento, se da a conocer un ejemplo de una compensación por prealimentación que puede ser utilizada en el sistema 100 del motor.

Un sistema de motor construido de acuerdo con la invención tiene varias ventajas. Por ejemplo, la utilización de una compensación basada en el parámetro del combustible tiene en cuenta variaciones intencionadas e involuntarias en el combustible, tales como la calidad del combustible, la cantidad de contaminantes, y las relaciones de mezcla en combustibles de múltiples partes. Se tienen asimismo en cuenta el desgaste del motor, daños o modificaciones, en la medida en que afectan al rendimiento del motor en relación con el rendimiento esperado. Por lo tanto, se mejora la consistencia en el funcionamiento estacionario utilizando un parámetro del combustible. A diferencia de un típico control lambda en bucle cerrado, que detecta la diferencia entre el punto de ajuste de lambda medido y el punto de ajuste de lambda actual, y ajusta de manera iterativa el control de aire/combustible subiéndolo o bajándolo hasta que se satisface el punto de ajuste lambda, el control basado en el parámetro del combustible descrito en el presente documento modifica globalmente el control del regulador de control de aire/combustible, en función de la energía específica del combustible o de la estequiometría de la reacción de combustión. En otras palabras, la compensación del parámetro del combustible descrita en el presente documento es aplicable globalmente a través de todas, o de un rango de, las condiciones de funcionamiento del motor y de los puntos de ajuste lambda, para determinar la señal de control del accionador, mientras que los ajustes iterativos de un control lambda convencional en bucle cerrado se refieren solamente a la condición específica del funcionamiento del motor y al punto de ajuste lambda en el cual se realizó el ajuste. La compensación del parámetro del combustible descrita en el presente documento es inteligente y realiza ajustes de la magnitud calculada, mientras que un control lambda convencional en bucle cerrado realiza ajustes de la magnitud fijada. La compensación del parámetro del combustible descrita en el presente documento modifica de forma preventiva el control de combustible para variaciones en el combustible, mientras que un control lambda convencional en bucle cerrado modifica de forma reactiva el control del combustible. Si bien el sistema del motor descrito en el presente documento se describe con respecto a un esquema de control de bucle abierto, está dentro del alcance de la invención utilizar el control basado en el parámetro del combustible en un sistema del motor que utilice un control lambda de bucle cerrado.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un sistema que comprende: un motor (102); un regulador (108) de aire/combustible adaptado para controlar, por lo menos, una entre una cantidad de aire o una cantidad de combustible suministradas al motor (102); un detector (106) adaptado para detectar la potencia de salida del motor (102); y un controlador (104) acoplado al detector (106) y al regulador (108) de aire/combustible, estando el sistema caracterizado porque el controlador (104) está adaptado para:
- 10 señalizar el regulador (108) de aire/combustible para controlar, por lo menos, una entre la cantidad de aire o la cantidad de combustible suministradas al motor (102), sobre un rango del funcionamiento del motor, en respuesta a una serie de puntos de ajuste de control del motor adaptados para hacer funcionar el motor (102) dentro de un rango y a un parámetro del combustible aplicable sobre el rango, siendo el parámetro del combustible indicativo de la composición del combustible; y
- ajustar el parámetro del combustible en función de la salida de potencia detectada y de la salida de potencia esperada del motor.
- 15 2. El sistema de la reivindicación 1, caracterizado porque el controlador (104) está adaptado para:
- determinar la salida de potencia esperada del motor para, por lo menos, uno de los puntos de ajuste de control del motor; y
- ajustar el parámetro del combustible en función de la diferencia entre la salida de potencia detectada y la salida de potencia esperada del motor.
- 20 3. El sistema de la reivindicación 2, caracterizado porque el controlador (104) está adaptado para ajustar el parámetro del combustible en función de, por lo menos, una tasa de cambio de la diferencia entre la salida de potencia detectada y la salida de potencia esperada del motor.
4. El sistema de la reivindicación 1, caracterizado porque se especifica al controlador (104) un parámetro de base del combustible, y el controlador (104) está adaptado para ajustar inicialmente el parámetro de base del combustible.
- 25 5. El sistema de la reivindicación 1, caracterizado porque el parámetro del combustible está relacionado con, por lo menos, una entre la energía específica del combustible o la estequiometría de la reacción de combustión.
6. El sistema de la reivindicación 1, caracterizado porque el controlador (104) está adaptado además para, por lo menos, enriquecer el suministro de aire/combustible al motor (102) cuando el motor (102) es acelerado, o bien empobrecer el suministro de aire/combustible al motor (102) cuando el motor (102) es desacelerado, en función de, por lo menos, una entre una diferencia entre un punto de ajuste operativo y un funcionamiento detectado del motor, o una tasa de cambio de la diferencia entre el punto de ajuste operativo y el funcionamiento detectado del motor; y
- 30 en el que el punto de ajuste operativo comprende, por lo menos, uno entre una velocidad del motor y un par del motor.
7. El sistema de la reivindicación 6, caracterizado porque el suministro de aire/combustible al motor (102) está ajustado además en función de un parámetro de autoridad que está ponderado con, por lo menos, una entre la diferencia entre el punto de ajuste operativo y el funcionamiento detectado del motor, o la tasa de cambio de la diferencia entre el punto de ajuste operativo y el funcionamiento detectado del motor.
- 35 8. El sistema de la reivindicación 1, caracterizado porque el controlador (104) está adaptado para comunicar con una carga para recibir una señal de carga entrante, indicativa de un cambio próximo en la carga aplicada al motor (102), y para señalar el regulador (108) de aire/combustible para controlar la relación de aire/combustible suministrada al motor (102) en respuesta asimismo a la señal de carga entrante.
- 40 9. El sistema de la reivindicación 1, caracterizado porque el controlador (104) está adaptado para determinar un ajuste del parámetro del combustible utilizando, por lo menos, uno entre un filtro de respuesta finita al impulso, un filtro de respuesta infinita al impulso, un filtro Kalman o un controlador proporcional/integral/diferencial.
10. El sistema de la reivindicación 1, caracterizado porque el controlador (104) está adaptado para ajustar el parámetro del combustible en función de la salida de potencia detectada, en el tiempo.
- 45 11. El sistema de la reivindicación 1, caracterizado porque el controlador (104) está adaptado para, por lo menos, uno entre cesar el ajuste del parámetro del combustible o volver a un parámetro del combustible anterior, tras detectar un fallo en uno o varios componentes del sistema.
12. Un método para controlar un sistema (100) del motor caracterizado por:
- 50 ajustar una mezcla de aire/combustible suministrada al motor (102) sobre un rango de condiciones de funcionamiento del motor, en función de una serie de puntos de ajuste del motor adaptados para hacer

funcionar el motor (102) en el interior de un rango, y de un parámetro del combustible aplicable sobre el rango, siendo el parámetro del combustible indicativo de una composición del combustible;

recibir una señal indicativa de la salida de potencia del motor; y

5 ajustar el parámetro del combustible en función de la salida de potencia y de una salida esperada de la potencia del motor.

13. El método de la reivindicación 12, caracterizado porque ajustar el parámetro del combustible comprende:

determinar la salida esperada de la potencia del motor para, por lo menos, uno de los puntos de ajuste del motor; y

10 ajustar el parámetro del combustible en función de la diferencia entre la salida de potencia y la salida esperada de la potencia del motor.

14. El método de la reivindicación 13, caracterizado porque ajustar el parámetro del combustible comprende ajustar el parámetro del combustible en función de, por lo menos, una tasa de cambio de la diferencia entre la salida de potencia del motor y la salida esperada de la potencia del motor.

15 15. El método de la reivindicación 12, caracterizado porque el parámetro del combustible está relacionado con, por lo menos, una entre la energía específica del combustible o la estequiometría de la reacción de combustión.

16. El método de la reivindicación 12, además caracterizado por:

recibir una definición del combustible;

determinar inicialmente el parámetro del combustible a partir de la definición del combustible; y

20 en el que ajustar el parámetro del combustible comprende ajustar el parámetro del combustible determinado inicialmente.

17. El método de la reivindicación 12, caracterizado porque el punto de ajuste del motor es indicativo de una relación deseada de una relación real de aire frente a combustible, respecto de una relación estequiométrica.

25 18. El método de la reivindicación 12, además caracterizado por ajustar una relación de aire/combustible enriquecida cuando es acelerado el motor (102), en función de, por lo menos, una entre una diferencia entre un punto de ajuste operativo del motor y un funcionamiento detectado del motor, o una tasa de cambio de la diferencia entre el punto de ajuste operativo del motor y el funcionamiento detectado del motor, en el que el punto de ajuste operativo comprende, por lo menos, uno entre una velocidad del motor y un par del motor.

30 19. El método de la reivindicación 18, caracterizado porque la relación de aire/combustible se ajusta además en función de un parámetro de autoridad que está ponderado con, por lo menos, uno entre la diferencia entre el punto de ajuste operativo del motor y el funcionamiento detectado del motor, o la tasa de cambio de la diferencia entre el punto de ajuste operativo y el funcionamiento detectado del motor.

20. El método de la reivindicación 12, además caracterizado por:

recibir una señal de carga entrante, indicativa de un cambio previsto en la carga aplicada al motor (102); y

ajustar la mezcla de aire/combustible en relación con la señal de carga entrante.

35 21. El método de la reivindicación 12, caracterizado porque ajustar el parámetro del combustible comprende ajustar el parámetro del combustible con, por lo menos, uno entre un filtro de respuesta finita al impulso, un filtro de respuesta infinita al impulso, un filtro Kalman, o un controlador proporcional/integral/diferencial.

40 22. El método de la reivindicación 12, caracterizado porque ajustar el parámetro del combustible en relación con la salida de potencia del motor, comprende ajustar el parámetro del combustible en función de la salida de potencia del motor en el tiempo.

23. El método de la reivindicación 12, además caracterizado por, al menos, uno entre cesar el ajuste del parámetro del combustible o volver a un parámetro del combustible previo, tras detectar un fallo en uno o varios componentes del sistema (100) del motor.

45 24. Un artículo que comprende un medio legible a máquina que almacena instrucciones adaptadas para provocar que una o varias máquinas lleven a cabo operaciones, caracterizado por:

determinar las señales de control del regulador sobre un rango de funcionamiento del motor, en relación con una serie de puntos de ajuste del motor adaptados para hacer funcionar el motor (102) en el interior del rango, y con un parámetro del combustible aplicable sobre el rango, estando la señal de control del

regulador adaptada para señalar un regulador (108) para ajustar una mezcla de aire/combustible suministrada a un motor (102), siendo el parámetro del combustible indicativo de una composición del combustible suministrado al motor (102);

recibir una señal indicativa de la salida de potencia del motor; y

5 ajustar el parámetro del combustible en función de la salida de potencia y de una salida de potencia esperada.

25. El artículo de la reivindicación 24, en el que las instrucciones están adaptadas además para provocar que una o varias máquinas lleven a cabo operaciones, caracterizado por:

10 determinar la salida esperada de la potencia del motor para, por lo menos, uno de los puntos de ajuste del motor; y

ajustar el parámetro del combustible en función de la diferencia entre la salida de potencia del motor y la salida esperada de la potencia del motor.

15 26. El artículo de la reivindicación 25, caracterizado porque ajustar el parámetro del combustible comprende ajustar el parámetro del combustible en función de, por lo menos, una tasa de cambio de la diferencia entre la salida de potencia del motor y la salida esperada de la potencia del motor.

27. El artículo de la reivindicación 24, caracterizado porque el parámetro del combustible está relacionado con, por lo menos, una entre la energía específica del combustible o la estequiometría de la reacción de combustión.

28. El artículo de la reivindicación 24, en el que las instrucciones están adaptadas además para provocar que una o varias máquinas lleven a cabo operaciones, caracterizado por:

20 recibir una definición del combustible;

determinar inicialmente el parámetro del combustible a partir de la definición del combustible; y

en el que ajustar el parámetro del combustible comprende ajustar el parámetro del combustible determinado inicialmente.

25 29. El artículo de la reivindicación 24, caracterizado porque el punto de ajuste del motor es indicativo de una relación deseada de una relación real de aire frente a combustible, respecto de una relación estequiométrica.

30. El artículo de la reivindicación 24, en el que las instrucciones están adaptadas además para provocar que una o varias máquinas lleven a cabo operaciones, caracterizado por:

30 determinar una señal de control del regulador cuando es acelerado el motor (102), en función de, por lo menos, una entre la diferencia entre un punto de ajuste operativo del motor y un funcionamiento detectado del motor, o una tasa de cambio de la diferencia entre el punto de ajuste operativo del motor y el funcionamiento detectado del motor, en el que el punto de ajuste operativo del motor es, por lo menos, uno entre la velocidad del motor o el par del motor.

31. El artículo de la reivindicación 30, en el que las instrucciones están adaptadas además para provocar que una o varias máquinas lleven a cabo operaciones, caracterizado por:

35 determinar además la señal de control del regulador en función de un parámetro de autoridad que está ponderado con, por lo menos, una entre la diferencia entre el punto de ajuste operativo del motor y el funcionamiento detectado del motor, o la tasa de cambio de la diferencia entre el punto de ajuste operativo del motor y el funcionamiento detectado del motor.

40 32. El artículo de la reivindicación 24, en el que las instrucciones están adaptadas además para provocar que una o varias máquinas lleven a cabo operaciones, caracterizado por:

recibir una señal de carga entrante, indicativa de un cambio previsto en la carga aplicada al motor (102); y

determinar una señal de control del regulador en relación con la señal de carga entrante.

45 33. El artículo de la reivindicación 24, caracterizado porque ajustar el parámetro del combustible comprende ajustar el parámetro del combustible con, por lo menos, uno entre un filtro de respuesta finita al impulso, un filtro de respuesta infinita al impulso, un filtro Kalman, o un controlador proporcional/integral/diferencial.

34. El artículo de la reivindicación 24, caracterizado porque ajustar el parámetro del combustible en relación con la salida de potencia del motor, comprende ajustar el parámetro del combustible en función de la salida de potencia del motor en el tiempo.

35. El artículo de la reivindicación 24, en el que las instrucciones están adaptadas además para provocar que una o varias máquinas lleven a cabo operaciones, caracterizado por:

al menos uno entre cesar el ajuste del parámetro del combustible, o volver a un parámetro del combustible anterior, tras detectar un fallo en uno o varios componentes del motor (102).

5

Fig. 1

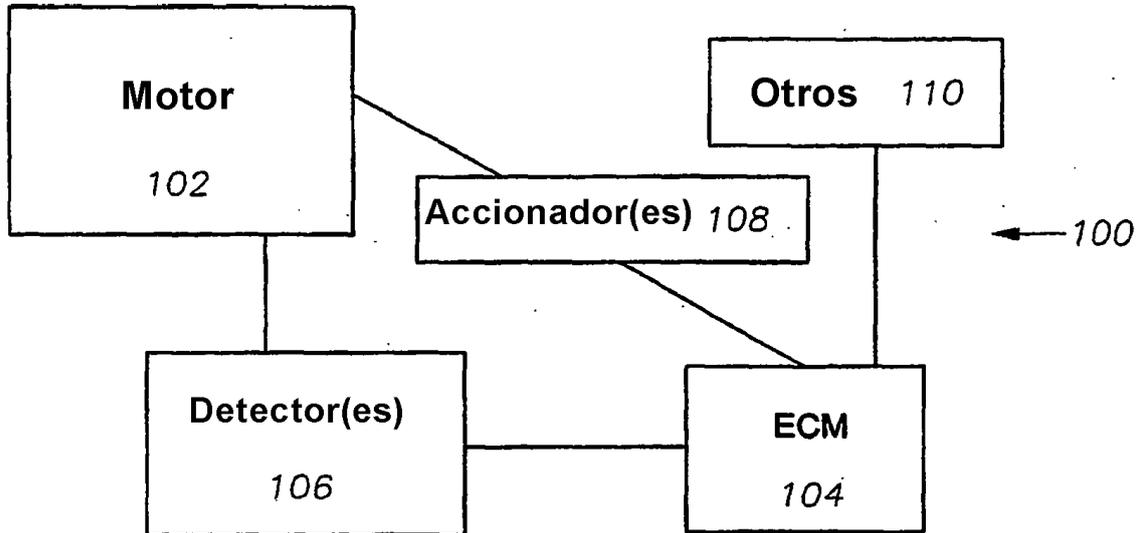
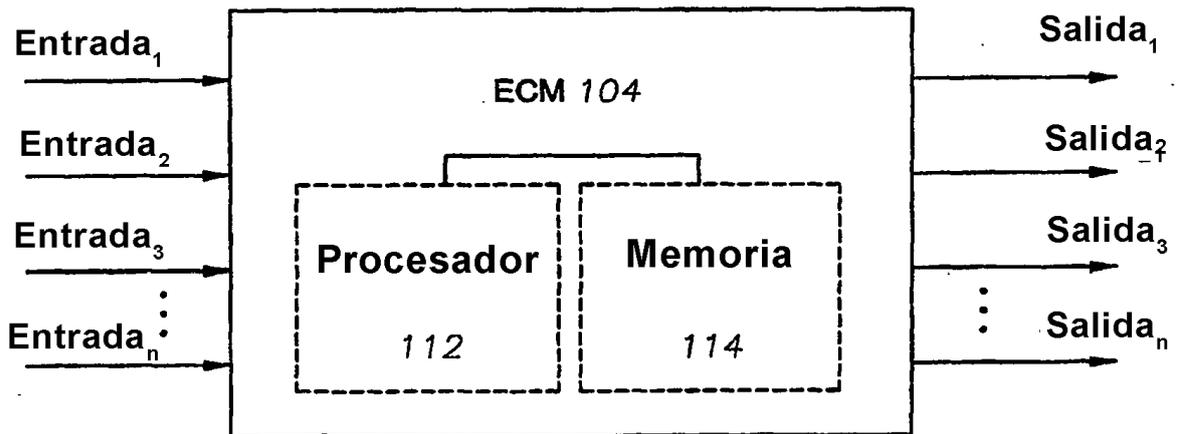


Fig. 2



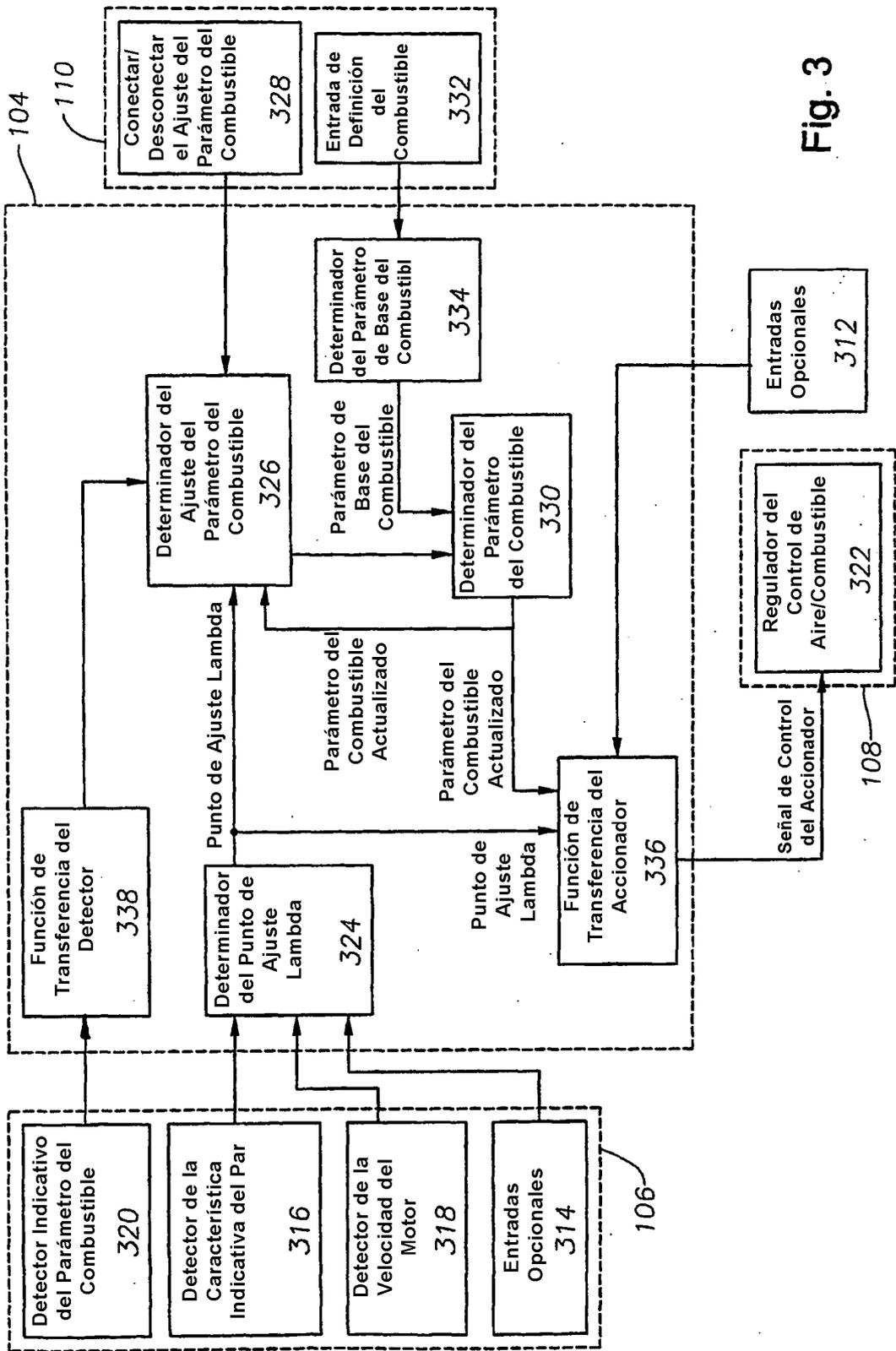


Fig. 3

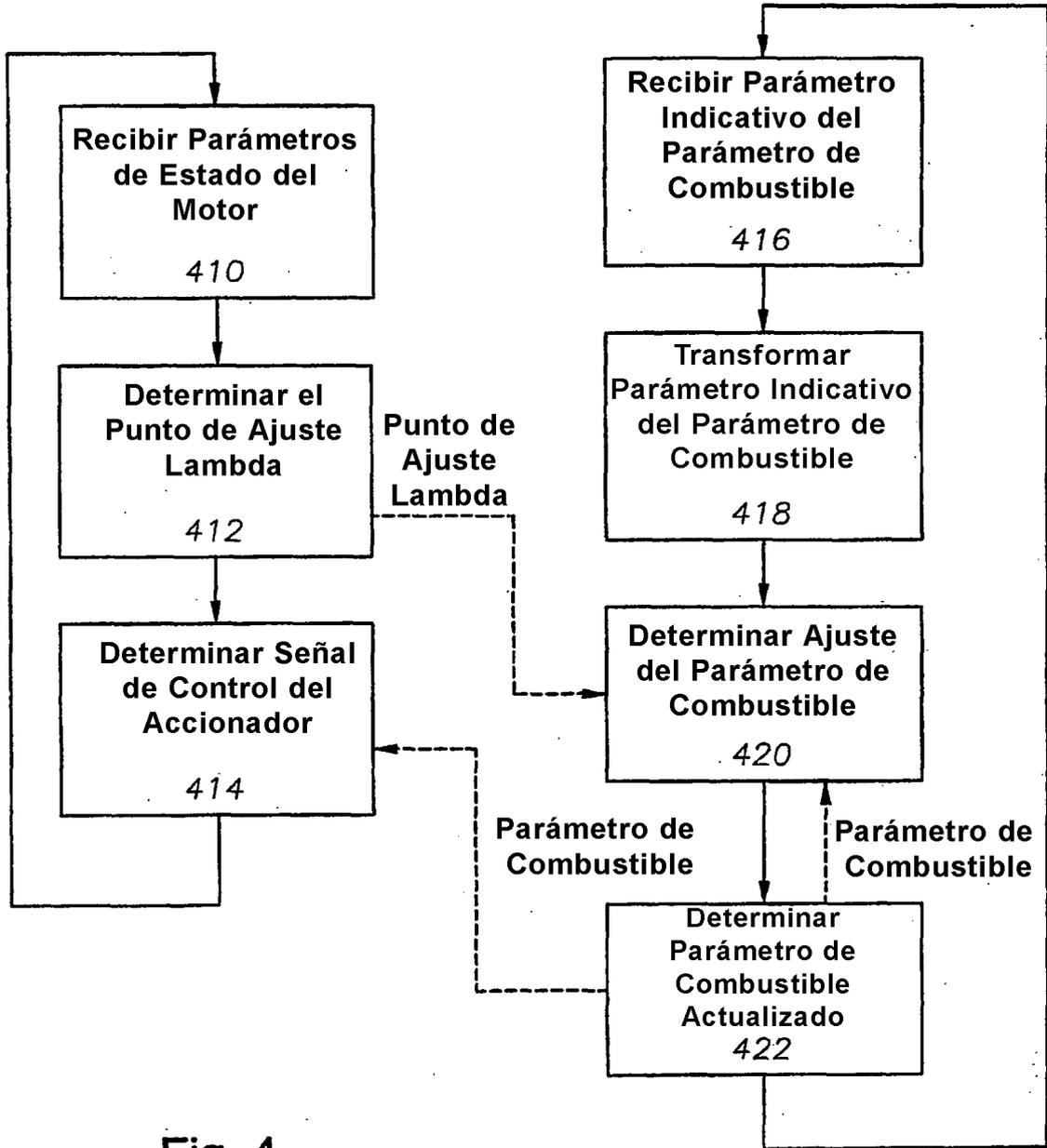


Fig. 4

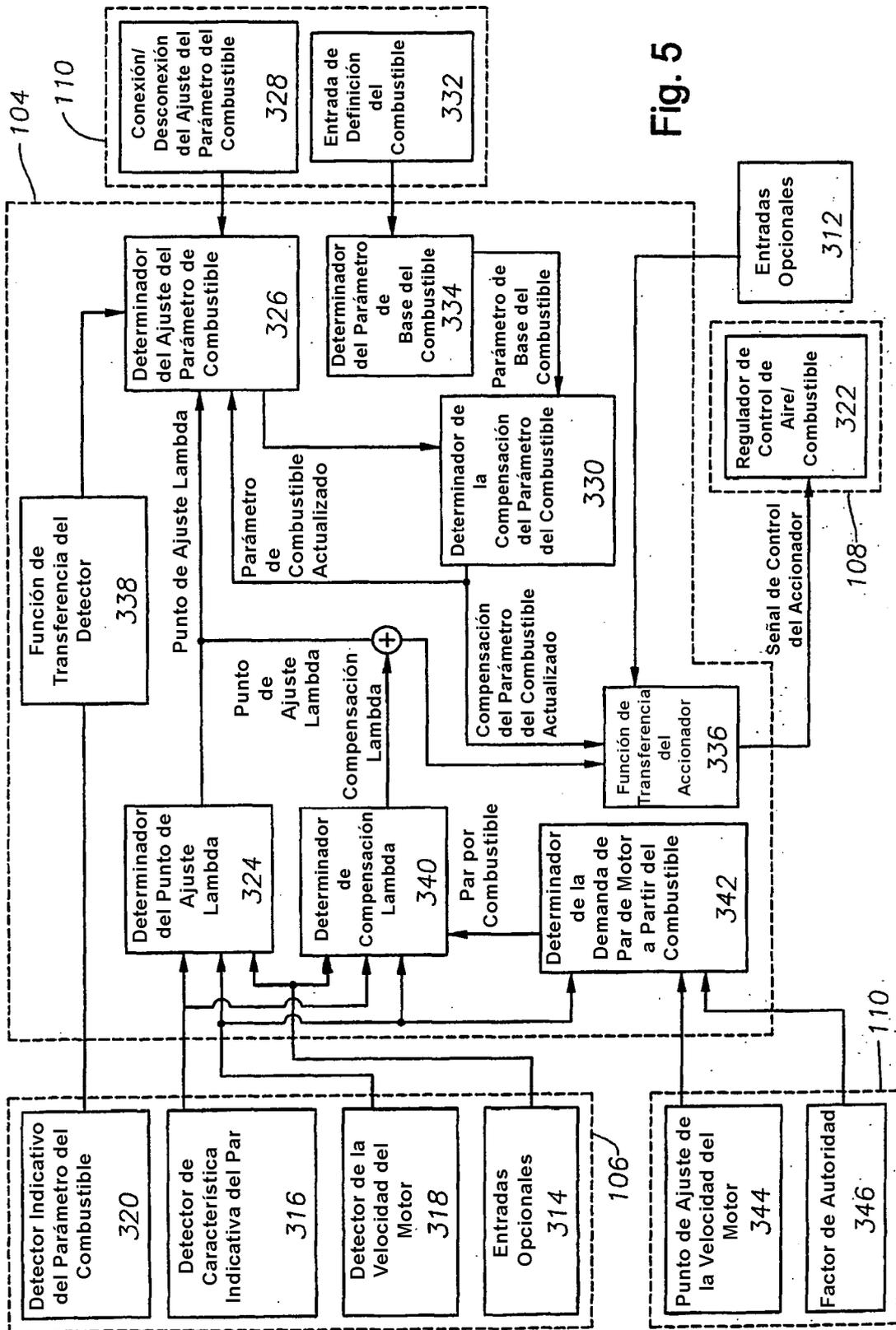


Fig. 5

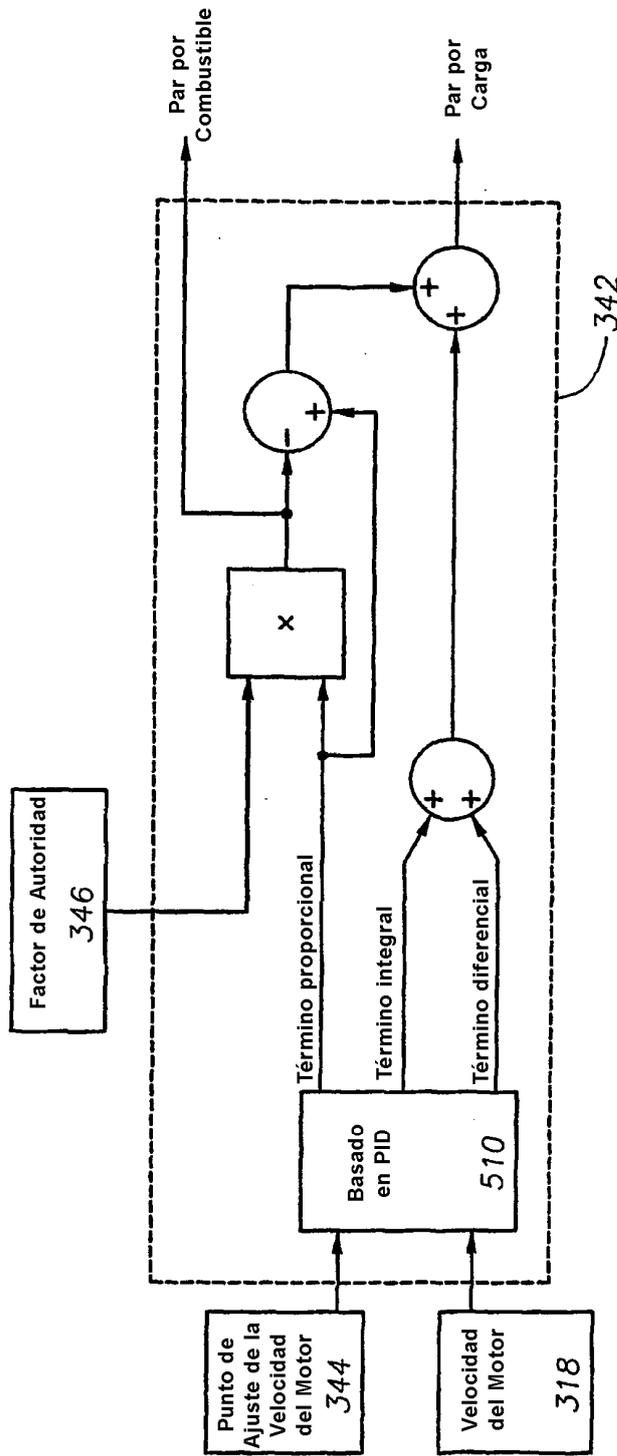


Fig. 6

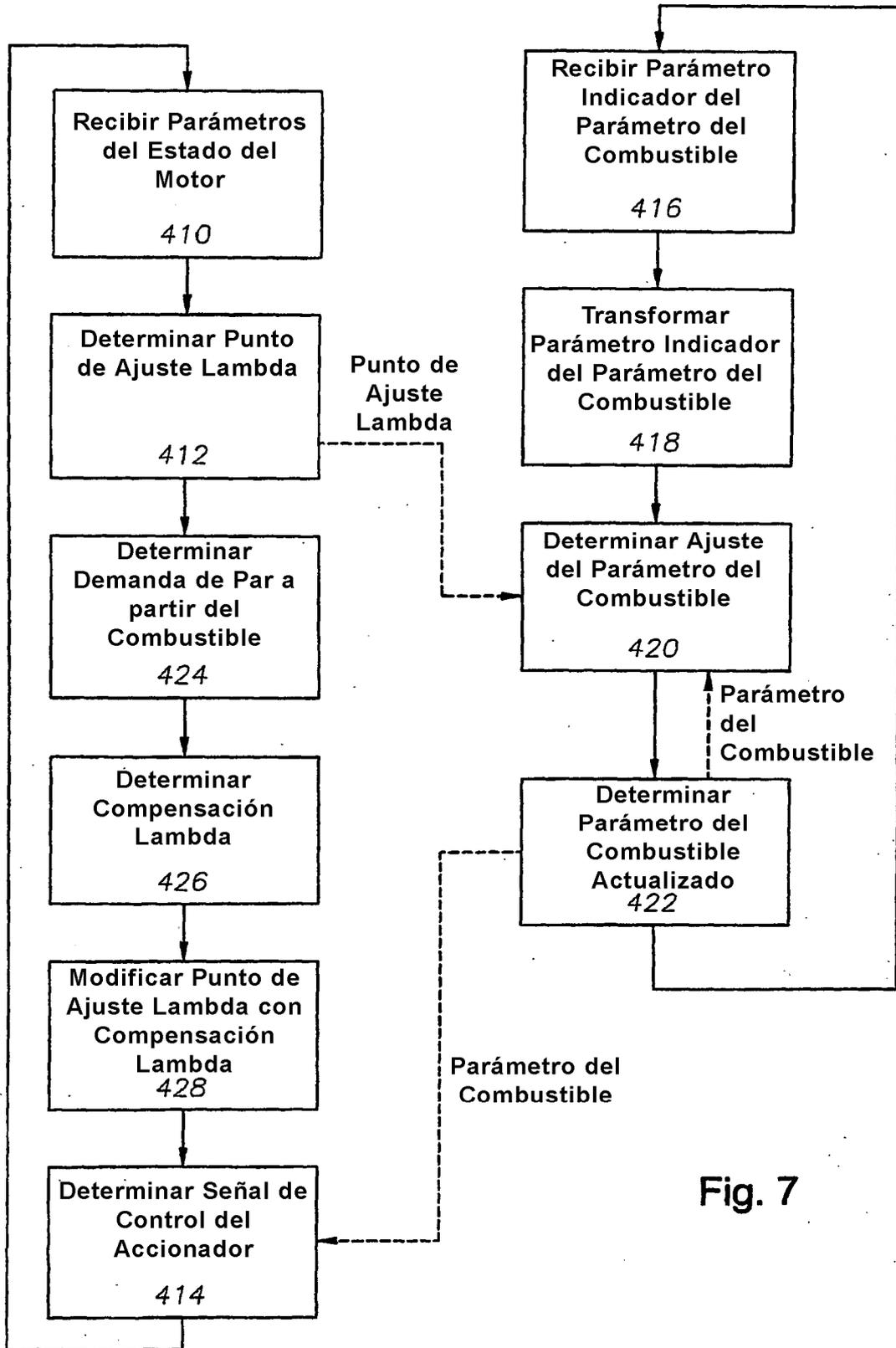


Fig. 7