

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 614 937**

51 Int. Cl.:

F02D 11/10 (2006.01)

F02D 41/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.03.2008 E 08004737 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.01.2017 EP 1975392**

54 Título: **Controlador de cantidad de accionamiento**

30 Prioridad:

30.03.2007 JP 2007095467

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

02.06.2017

73 Titular/es:

**HONDA MOTOR CO., LTD. (100.0%)
1-1, Minami-Aoyama, Minato-ku
Tokyo 107-8556, JP**

72 Inventor/es:

**ASADA, YUKIHIRO;
TSUYUGUCHI, MAKOTO y
TAKEDA, TORU**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 614 937 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

Controlador de cantidad de accionamiento

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a un controlador de cantidad de accionamiento para controlar una cantidad de accionamiento de una válvula de mariposa por medio de la salida de un motor.

10 Antecedentes de la invención

La salida de un motor en una motocicleta o un vehículo de cuatro ruedas se controla, en general, utilizando una empuñadura de acelerador o un pedal acelerador. Más específicamente, la salida del motor se determina por regulación según la cantidad de giro de la empuñadura de acelerador o la cantidad de pisada del pedal acelerador.

15 De ordinario, una válvula de mariposa está conectada a un motor y un muelle de retorno, y la regulación de la abertura se realiza con un método en el que la válvula de mariposa es energizada en la dirección de apertura de válvula por el motor y es energizada en la dirección de cierre de válvula por el motor y el muelle de retorno.

20 Dado que la abertura de la válvula de mariposa es regulada mediante el motor y el muelle de retorno como se ha indicado, a veces se puede generar un retardo de respuesta en el control de la abertura de la válvula de mariposa (y en la salida real del motor correspondiente) en respuesta a la operación de la empuñadura de acelerador o el pedal acelerador. Se han propuesto varios dispositivos para hacer frente a tal retardo de respuesta (consúltense los documentos de patente 1, 2, 3, 4, 5 y 6.

25 Documento de Patente 1: número JP-A-2003-216206

Documento de Patente 2: número JP-A-61-106934

30 Documento de Patente 3: número JP-A-2006-307797

Documento de Patente 4: US 2003/187564 A1

35 Documento de Patente 5: EP-A-1 312 774

Documento de Patente 6: EP-A-0 979 934

40 El documento de Patente 4 describe un sistema de control para una planta. El sistema de control incluye un controlador del tipo de especificación de respuesta para controlar la planta con el control del tipo de especificación de respuesta. El controlador del tipo de especificación de respuesta calcula una entrada no lineal según un signo de valor de una función de conmutación y una salida de la planta. La función de conmutación se define como una función lineal de una desviación entre la salida de la planta y un valor de control deseado. Una entrada de control del controlador del tipo de especificación de respuesta a la planta incluye la entrada no lineal. La descripción del documento de Patente 4 es muy similar a la del documento de Patente 1.

45 El documento de Patente 5 describe un aparato de control de fase excéntrica para un motor de combustión interna que tiene la finalidad de mejorar la controlabilidad en un estado transitorio, en el que una fase excéntrica real converge a una fase excéntrica deseada para identificar de forma exacta y fácil parámetros de modelo incluso cuando un mecanismo para cambiar la fase excéntrica real exhibe una característica de rozamiento intenso. El aparato de control de fase excéntrica se basa en un algoritmo de control de modo deslizante que modela un objeto controlado que recibe la entrada de control a un dispositivo de variación de fase excéntrica y envía una fase excéntrica real como un modelo basado en tiempo discreto, y crea una función de conmutación en función de datos de series temporales de un error siguiente. Una UEC funciona como un controlador de modo deslizante para determinar la entrada de control al dispositivo de variación de fase excéntrica en el período de control predeterminado para converger la fase excéntrica real a una fase excéntrica deseada.

50 El documento de Patente 6 describe una unidad de control para detectar una abertura de un acelerador y una abertura de la válvula de mariposa para operar la válvula de mariposa mediante un motor, donde la unidad de control pone un valor ordenado de una abertura de la válvula de mariposa en cada uno de primeros ciclos predeterminados según el acelerador. Se pone una primera velocidad de apertura/cierre según el valor ordenado establecido, se lee la abertura presente de la válvula de mariposa en cada uno de segundos ciclos más cortos que los primeros ciclos predeterminados, el motor se hace girar para abrir/cerrar la válvula de mariposa para seguir una primera abertura prevista de la válvula de mariposa hasta que la abertura de la válvula de mariposa sea menor que el valor ordenado en una cantidad predeterminada, y se hace que el motor abra/cierre la válvula de mariposa para seguir una segunda abertura prevista de la válvula de mariposa que es menor que la primera abertura prevista de la válvula de mariposa después del ciclo cuando la abertura de la válvula de mariposa se ha hecho menor que el valor

ordenado en una cantidad predeterminada. Como resultado, se puede realizar una respuesta de alta velocidad de la válvula de mariposa y la prevención de rebasamiento.

Problemas a resolver con la invención

5 Sin embargo, los dispositivos descritos en los documentos de patente 1, 2, 3, 4, 5 y 6 todavía dejan espacio para mejoras en cuanto al rendimiento de respuesta y/o la desviación errónea en el control de la abertura de una válvula de mariposa.

10 La presente invención se ha realizado en consideración a dichos problemas. Consiguientemente, un objeto de la presente invención es proporcionar un controlador de cantidad de accionamiento que puede reducir un retardo de respuesta en el control de la abertura de una válvula de mariposa.

Medios para resolver los problemas

15 Según la presente invención, se facilita un controlador de cantidad de accionamiento con los elementos de la reivindicación 1.

20 Según la presente invención, la salida de amortiguamiento se reduce cuando la desviación entre la abertura deseada de la válvula de mariposa, que representa la cantidad de accionamiento deseada del sistema controlado, y la abertura real está cerca de cero o cuando un valor de función de conmutación en un control de modo de deslizamiento está cerca de cero, y, como resultado, la influencia de la salida de amortiguamiento en la salida del motor se reduce. En general, la desviación está cerca de cero inmediatamente después de que el control de la
 25 abertura de una válvula de mariposa empieza según una operación de un medio de entrada de abertura deseada tal como una empuñadura de acelerador o inmediatamente antes de que la cantidad de accionamiento real de la válvula de mariposa llegue a la abertura deseada introducida a través del medio de entrada de cantidad de abertura. Además, cuando el valor de función de conmutación está cerca de cero, la abertura real converge manteniendo al mismo tiempo la propiedad de robustez de la abertura deseada. En estos casos, la posibilidad de que la abertura real rebasa la abertura deseada es baja, mientras que se requiere un rendimiento de respuesta alto para la siguiente
 30 aceleración o deceleración. Por lo tanto, según la presente invención, en estos casos se puede realizar un rendimiento de respuesta alto en cuanto al control de la abertura de la válvula de mariposa.

35 El medio de control aumenta la salida de amortiguamiento según el aumento de la variación de la desviación por unidad de tiempo o según el aumento de la variación del valor de función de conmutación por unidad de tiempo.

40 En general, la variación de la desviación por unidad de tiempo o la variación del valor de función de conmutación por unidad de tiempo varía dependiendo de la aceleración del sistema controlado. Además, donde la aceleración es grande, la cantidad de accionamiento real es propensa a exceder (propensa a rebasar) la cantidad de accionamiento deseada. Por lo tanto, incrementando la salida de amortiguamiento según el aumento de la variación de la desviación por unidad de tiempo o la variación del valor de función de conmutación por unidad de tiempo, es más fácil evitar el rebasamiento recién mencionado. En particular, en el caso de la configuración en la que la salida de amortiguamiento se reduce cuando la desviación o el valor de función de conmutación está cerca de cero como se
 45 ha indicado, es posible evitar que tenga lugar el rebasamiento cuando la variación de la desviación por unidad de tiempo o la variación del valor de función de conmutación por unidad de tiempo sea grande, incluso aunque la desviación o el valor de función de conmutación esté cerca de cero.

50 Según la presente invención, la salida de amortiguamiento se reduce cuando la desviación entre la abertura deseada de la válvula de mariposa y la abertura real está cerca de cero o cuando un valor de función de conmutación en un control de modo de deslizamiento está cerca de cero, y, como resultado, la influencia de la salida de amortiguamiento en la salida del motor se reduce. En general, la desviación está cerca de cero inmediatamente después de que el control de la abertura de una válvula de mariposa se inicia según una operación de un medio de entrada de abertura deseada tal como una empuñadura de acelerador o inmediatamente antes de que la abertura real de la válvula de mariposa llegue a la abertura deseada introducida a través del medio de entrada de abertura deseada. Además, cuando el valor de función de conmutación es casi cero, la abertura real converge manteniendo
 55 al mismo tiempo la propiedad de robustez de la abertura deseada. En estos casos, la posibilidad de que la abertura real rebasa la abertura deseada es baja, mientras que se requiere un rendimiento de respuesta alto para la aceleración o deceleración siguiente. Por lo tanto, según la presente invención, en estos casos se puede realizar un rendimiento de respuesta alto en cuanto al control de la abertura de la válvula de mariposa.

Breve descripción de los dibujos

60 La figura 1 es un diagrama de bloques que representa la configuración esquemática de un vehículo en el que está montado un controlador de salida de motor según una realización de la presente invención.

65 La figura 2 es un diagrama de flujo para controlar la salida del motor utilizando el controlador de salida de motor.

La figura 3 representa la relación entre la variación de velocidad de la abertura deseada de una válvula de mariposa y la cantidad de adición a la relación de trabajo de una señal de control.

5 La figura 4 representa formas de onda específicas de la abertura deseada y la abertura real de la válvula de mariposa y la salida de control equivalente al tiempo de aceleración del vehículo.

La figura 5 representa formas de onda específicas de la abertura deseada y la abertura real de la válvula de mariposa y la salida de control equivalente al tiempo de deceleración del vehículo.

10 La figura 6 representa la relación entre la abertura deseada de la válvula de mariposa y la ganancia de salida.

La figura 7 representa la relación entre el valor de función de conmutación y la ganancia de salida.

15 La figura 8 representa una comparación ejemplar de la abertura deseada de la válvula de mariposa con la abertura real obtenida utilizando una salida de amortiguamiento según la presente invención y la abertura real en base a la técnica relacionada.

20 Las figuras 9A y 9B son diagramas característicos de coeficientes usados al determinar la salida de amortiguamiento según la presente invención.

La figura 10 representa una característica de histéresis en la relación entre la relación de trabajo de la señal de control y la abertura real de la válvula de mariposa.

25 La figura 11 es un diagrama de flujo para determinar la salida de compensación de histéresis según la presente invención.

La figura 12 representa las regiones correspondientes a si una compensación de histéresis es necesaria o no.

30 La figura 13 es un diagrama de flujo para determinar las regiones.

La figura 14 es un diagrama de flujo para determinar un valor numérico específico de la salida de compensación de histéresis usada en compensación de histéresis.

35 **Mejor modo de llevar a la práctica la invención**

Ahora se describirá una realización de la presente invención con referencia a los dibujos.

1. Configuración de esta realización

40 La figura 1 representa un diagrama de bloques funcionales de un vehículo 10 en el que se ha montado un controlador de salida de motor 11 según una realización de la presente invención. En esta realización, el vehículo 10 es una motocicleta, y el vehículo 10 tiene un motor 12. Un paso de admisión 14 conectado al motor 12 está equipado con una válvula de mariposa 16 para controlar la cantidad de aire suministrado al motor 12. La válvula de mariposa 16 está montada en un muelle de retorno (no representado), que energiza (empuja) la válvula de mariposa 16 en la dirección de cierre de la válvula de mariposa 16. Además, un motor 18 está conectado a la válvula de mariposa 16 a través de un engranaje (no representado), por lo que la abertura de la válvula de mariposa 16 puede ser regulada. El motor 18 es controlado por una unidad electrónica de control (UEC) 20.

50 La abertura TH [grados] de la válvula de mariposa 16 se determina según la cantidad de rotación ROT [grados] de una empuñadura de acelerador 22 dispuesta en una parte de manillar de dirección del vehículo 10, y la cantidad de rotación ROT es detectada por un potenciómetro 24 conectado a la empuñadura de acelerador 22. El valor detectado por el potenciómetro 24 es transmitido a la UEC 20, y la UEC 20 envía al motor 18 una señal de control Sc según el valor detectado. La abertura TH de la válvula de mariposa 16 regulada por el motor 18 es detectada por un sensor de abertura de válvula de mariposa 26, y el valor detectado es transmitido como una señal de información de abertura So a la UEC 20.

En esta realización, el controlador de salida de motor 11 incluye la UEC 20, la empuñadura de acelerador 22, el potenciómetro 24 y la abertura del sensor de válvula de mariposa 26.

60 2. Control de flujo de salida del motor

La figura 2 representa un diagrama de flujo para regular la abertura de la válvula de mariposa 16.

65 En el paso S1, cuando el conductor gira la empuñadura de acelerador 22 en el estado en el que el motor 12 ha arrancado, la cantidad de rotación ROT [grados] es detectada por el potenciómetro 24.

5 En el paso S2, la UEC 20 determina una abertura deseada DTHR [grados] de la válvula de mariposa 16, en base al valor detectado por el potenciómetro 24. La abertura deseada DTHR es un valor deseado para la abertura real DTH [grados] que indica la abertura con relación a una abertura por defecto THDEF [grados] (por ejemplo, 5 grados) de la válvula de mariposa 16. La abertura real DTH se puede obtener restando la abertura por defecto THDEF de la abertura absoluta TH [grados] de la válvula de mariposa 16 ($DTH = TH - THDEF$).

10 En el paso S3, la UEC 20 calcula una relación de trabajo DUT [%] para la señal de control Sc a enviar al motor 18, y, en el paso S4, la UEC 20 transmite al motor 18 la señal de control Sc a la relación de trabajo DUT según los resultados del cálculo ejecutado en el paso S3. La salida del motor 18 se controla con la relación de trabajo DUT de la señal de control Sc variada según los resultados de cálculo. Específicamente, la señal de control Sc contiene tanto señales para encender el motor 18 como señales para apagar el motor 18, y la relación de presencia entre las señales de encendido y las señales de apagado dentro de un tiempo fijo es la relación de trabajo DUT. Por ejemplo, en el caso donde la señal de control Sc durante un tiempo de 1 milisegundo contiene las señales de encendido para un tiempo total de 0,6 milisegundo y las señales de apagado para un tiempo total de 0,4 milisegundo, la relación de trabajo DUT es 60%. Un método específico de calcular la relación de trabajo DUT se describirá más adelante.

15 En el paso S5, el motor 18, al recibir la señal de control Sc de la UEC 20, regula la abertura de la válvula de mariposa 16 a través de una salida según la relación de trabajo DUT. Como resultado, se suministra al motor 12 aire en una cantidad según la abertura real DTH de la válvula de mariposa 16, y se inyecta al motor 12 un combustible en una cantidad según la cantidad del aire, por lo que la salida del motor 12 es controlada.

Los procesos de los pasos S1 a S5 se repiten hasta que el motor 12 se para.

25 3. Determinación de abertura deseada DTHR (paso S2)

La abertura deseada DTHR para la válvula de mariposa 16 se determina según la cantidad de rotación ROT de la empuñadura de acelerador 22. Por ejemplo, la abertura deseada DTHR se puede determinar en proporción a una salida de pulso del potenciómetro 24. O, alternativamente, la abertura deseada DTHR puede ser determinada por alguno de los métodos descritos en los documentos de patente.

30 4. Cálculo de la relación de trabajo DUT (paso S3)

Como se ha indicado, el cálculo de la relación de trabajo DUT se lleva a cabo en base a un control de modo de deslizamiento similar al del documento de Patente 1. El modo de control de deslizamiento se detalla en "Sliding Mode Control-Design Theory of Nonlinear Robust Control" (escrito por Kenzoh Nonami y Hiroki Den, publicado por Corona Publishing Co., Ltd., 1994), y no se detalla aquí.

Además, en esta realización, la relación de trabajo DUT se define por la fórmula siguiente (1):

40
$$DUT[k]=U_{eq}[k]+U_{rch}[k]+U_{damp}[k]+U_{dutgap}[k] \dots(1)$$

En la fórmula anterior (1), $U_{eq}[k]$ es la salida de control equivalente, $U_{rch}[k]$ es la salida de alcance, $U_{damp}[k]$ es la salida de amortiguamiento, y $U_{dutgap}[k]$ es la salida de compensación de histéresis.

45 <1> Definición

Para describir dicha salida de control equivalente $U_{eq}[k]$, la salida de alcance $U_{rch}[k]$, la salida de amortiguamiento $U_{damp}[k]$ y la salida de compensación de histéresis $U_{dutgap}[k]$, se definirán previamente términos básicos.

50 En la descripción siguiente, a_1 , a_2 , b_1 y c_1 son parámetros de modelo que determinan las características de un modelo de sistema controlado (consúltese el documento de Patente 1, párrafo [0027], etc.).

A continuación, e es la desviación errónea [grados] entre la abertura real DTH y la abertura deseada DTHR, y se define por la fórmula siguiente (2) (consúltese el documento de Patente 1, párrafo [0035], etc):

55
$$e[k]=DTH[k]-DTHR[k] \dots(2)$$

VPOLE es un parámetro de establecimiento de función de conmutación que se pone mayor que -1 así como menor que 1 (consúltese el documento de Patente 1, párrafos [0030], [0035], [0037], [0038], etc).

60 σ es un valor de función de conmutación, que se define por la fórmula siguiente (3) (consúltese el documento de Patente 1, párrafo [0035], etc):

$$\sigma[k]=e[k]+VPOLE \cdot e[k-1] \dots(3)$$

$$=(DTH[k]-DTHR[k])+VPOLE \cdot (DTH[k]-DTHR[k])$$

<2> Salida de control equivalente Ueq

- 5 La salida de control equivalente Ueq es una salida para converger la desviación errónea e entre la abertura real DTH de la válvula de mariposa 16 y la abertura deseada DTHR a cero y retenerla en una línea de conmutación recta cuando el valor de función de conmutación σ es cero, y la salida de control equivalente Ueq se define por la fórmula siguiente (4):

$$Ueq[k]=\{(1-a1-VPOLE) \cdot DTH[k]+(VPOLE-a2) \cdot DTH[k-1]$$

$$+KDDTHR \cdot (DTHR[k]-DTHR[k-1])^2-c1\} \cdot (1/b1) \dots(4)$$

10 Aquí, los términos “(1 - a1 - VPOLE)·DTH[k]”, “(VPOLE - a2)·DTH[k-1]” y “-c1” en el lado derecho y el coeficiente “1/b1” en el lado derecho son los mismos que en la fórmula (8a) en el párrafo [0078] en el documento de Patente 1, y sus detalles se describen en el documento de Patente 1; por lo tanto, aquí se omite su descripción detallada.

15 Por otra parte, el término “KDDTHR·(DTHR[k] - DTHR[k-1])²” (a continuación, el término en conjunto se denominará también “la cantidad de adición x a la relación de trabajo DUT” o “la cantidad de adición x”) en el lado derecho se detallarán más adelante.

- 20 Aquí, el coeficiente “KDDTHR” representa un coeficiente positivo (en esta realización, es “1”). El coeficiente “(DTHR[k] - DTHR[k-1])²” es el cuadrado de la diferencia entre la abertura deseada actual DTHR[k] y la abertura deseada última DTHR[k-1].

25 Como se representa en la figura 3, el gráfico de la cantidad de adición x es una curva cuadrática positiva cuyo vértice coincide con el origen, y el valor absoluto de la inclinación de una tangente a la curva incrementa a medida que el punto de contacto se aleja del origen. Por lo tanto, en la región donde el eje de abscisas es positivo, el incremento de la salida de control equivalente Ueq[k] (la cantidad de adición x a la relación de trabajo DUT) aumenta con el aumento de la diferencia entre la abertura deseada actual DTHR[k] y la abertura deseada última DTHR[k-1] (a saber, en la variación de velocidad $\Delta DTHR$ [grados/s] de la abertura deseada DTHR).

30 Como resultado, cuando el vehículo 10 se acelera rápidamente, el incremento de la cantidad de adición x (la salida de control equivalente Ueq) aumenta y, por lo tanto, la relación de trabajo DUT también aumenta. Por lo tanto, al tiempo de una aceleración rápida del vehículo 10, el par del motor 18 se incrementa una cantidad correspondiente a la cantidad de adición x, de modo que el motor 18 abre rápidamente la válvula de mariposa 16, por lo que la salida del motor 12 se puede incrementar rápidamente.

35 La figura 4 representa la abertura deseada DTHR, la abertura real DTH y la salida de control equivalente Ueq cuando el vehículo 10 se acelera. Los puntos a y b de la figura 4 corresponden a los puntos a y b de la figura 3. Según se ve en la figura 3, la variación de velocidad $\Delta DTHR$ de la abertura deseada DTHR es más grande en el punto a que en el punto b. Además, como se representa en la figura 4, la salida de control equivalente Ueq correspondiente al punto a es más grande que la salida de control equivalente Ueq correspondiente al punto b. Como resultado, en la figura 4, hay poca diferencia entre la abertura deseada DTHR y la abertura real DTH.

40 Por otra parte, en la región donde el eje de abscisas es negativo, el incremento de la cantidad de adición x (la salida de control equivalente Ueq[k]) a la relación de trabajo DUT aumenta con un aumento de la diferencia entre la abertura deseada actual DTHR[k] y la abertura deseada última DTHR[k-1]. Por lo tanto, cuando el vehículo 10 se decelera rápidamente, la reducción de la relación de trabajo DUT es comparativamente moderada. Consiguientemente, el par menos ejercido en el motor 18 al tiempo de deceleración rápida del vehículo 10 se reduce una cantidad correspondiente a la cantidad de adición x, por lo que la velocidad de cierre de la válvula de mariposa 16 se baja, dando lugar a que la salida del motor 12 se pueda reducir moderadamente.

45 La figura 5 representa la abertura deseada DTHR, la abertura real DTH y la salida de control equivalente Ueq cuando el vehículo 10 se decelera. Los puntos c y d en la figura 5 corresponden a los puntos c y d en la figura 3. Según se ve en la figura 3, la variación de velocidad $\Delta DTHR$ de la abertura deseada DTHR es menor en el punto d que en el punto c (el valor absoluto de la variación de velocidad $\Delta DTHR$ es más grande en el punto d). Además, como se representa en la figura 5, la salida de control equivalente Ueq correspondiente al punto d es más grande que la salida de control equivalente Ueq correspondiente al punto c. Como resultado, en la figura 5, hay poca diferencia entre la abertura deseada DTHR y la abertura real DTH.

60 <3> Salida de alcance Urch

La salida de alcance Urch es una salida para retener el valor de función de conmutación σ a cero, y se define por la fórmula siguiente (5):

$$Urch[k]=(-F/b1)\cdot\sigma[k] \dots(5)$$

Esta fórmula (5) es análoga a la fórmula (9a) del documento de Patente 1, y aquí se omite su descripción detallada.

<4> Salida de amortiguamiento Udamp

La salida de amortiguamiento Udamp es una salida para evitar que la abertura real DTH rebasa la abertura deseada DTHR, y se define por la fórmula siguiente (6):

$$Udamp[k]=-Kdamp\cdot(\sigma[k]-\sigma[k-1])/b1 \dots(6)$$

Aquí, Kdamp es un valor de característica de ganancia, y se define por la fórmula siguiente (7):

$$Kdamp=T_Kdump1\cdot T_Kdump2 \dots(7)$$

El valor de característica de ganancia T_Kdump1, como se representa en la figura 6, es un valor de característica de ganancia positiva que se amplía cuando la abertura deseada DTHR de la válvula de mariposa 16 excede de un valor positivo predeterminado s. Dado que el valor de característica de ganancia T_Kdump2 tiene un valor positivo como se describe más adelante y el valor de característica de ganancia Kdamp se multiplica por -1 (consúltese la fórmula (6)), el valor de característica de ganancia T_Kdump1 se amplía en la dirección más cuando se amplía la abertura de la válvula de mariposa 16, y, como resultado, la salida de amortiguamiento Udamp se amplía en la dirección menos. Por lo tanto, mediante el uso del valor de característica de ganancia T_Kdump1, es posible evitar el rebasamiento de la aceleración rápida del vehículo 10.

Además, el valor de característica de ganancia T_Kdump2, como se representa en la figura 7, es un valor de característica de ganancia positiva que se reduce cuando el valor de función de conmutación σ está cerca de cero. Dado que el valor de característica de ganancia T_Kdump1 tiene un valor positivo como se ha descrito anteriormente y el valor de característica de ganancia Kdamp se multiplica por -1, el valor de característica de ganancia T_Kdump2 se amplía cuando el valor de función de conmutación σ tiene un valor lejos de cero, con el resultado de que el valor de la salida de amortiguamiento Udamp se amplía. Por lo tanto, cuando el valor de función de conmutación σ tiene un valor lejos de cero, es decir, cuando la propiedad de robustez es pequeña, el valor absoluto de la salida de amortiguamiento Udamp se puede hacer grande, por lo que el valor de función de conmutación σ se puede aproximar a la línea de conmutación recta, mejorando por ello la propiedad de robustez.

En esta realización, almacenando el valor de característica de ganancia T_Kdump1 y el valor de característica de ganancia T_Kdump2 en forma de tabla, es posible calcular rápidamente el valor de característica de ganancia Kdamp.

A propósito, la figura 8 representa un diagrama para comparar la abertura deseada DTHR con la abertura real DTH obtenida utilizando la salida de amortiguamiento Udamp en base a la fórmula (6) y la abertura real DTH obtenida utilizando las salidas de amortiguamiento Udamp en base a la fórmula (25) y la fórmula (27) del documento de Patente 1.

Según se ve en la figura 8, la abertura real DTH obtenida utilizando la salida de amortiguamiento Udamp en base a la fórmula (25) en el documento de Patente 1 rebasa la abertura deseada DTHR. Además, la abertura real DTH obtenida utilizando la salida de amortiguamiento Udamp en base a la fórmula (6) anterior realiza una operación de seguimiento de velocidad más alta, en comparación con la abertura real DTH obtenida utilizando la salida de amortiguamiento Udamp en base a la fórmula (27) del documento de Patente 1.

<5> Salida de compensación de histéresis Udutgap

(a) Contorno de salida de compensación de histéresis Udutgap

La salida de compensación de histéresis Udutgap es una salida obtenida teniendo en cuenta la histéresis en la regulación de la abertura de la válvula de mariposa 16, y se define por la fórmula siguiente (8):

$$U_{\text{dutgap}}[k] = \{DUTR(DTH[k]) - (U_{\text{eq}}[k] + U_{\text{rch}}[k] + U_{\text{damp}}[k])\} \cdot K_{\text{dut}}/b1 \dots (8)$$

Aquí, $DUTR(DTH[k])$ es el valor de la relación de trabajo DUT necesario para operar la válvula de mariposa 16 según el valor de la abertura real $DTH[k]$. Además, K_{dut} incluye un coeficiente $KDUTGAPH$ y un coeficiente $KDUTGAPL$, y estos coeficientes $KDUTGAPH$ y $KDUTGAPL$ son funciones de la abertura deseada $DTHR$, como se representa en las figuras 9A y 9B.

La regulación de la abertura de la válvula de mariposa 16 por el motor 18 implica una característica de histéresis como se representa en la figura 10. Específicamente, cuando el punto determinado por la relación de trabajo DUT y la abertura real DTH está en una región de histéresis 40, el motor 18 no realiza la regulación de la abertura. Por ejemplo, en el caso donde la válvula de mariposa 16 está en su posición inicial ($DTH = 0$), la válvula de mariposa 16 empieza a operar en la dirección de apertura al tiempo que la relación de trabajo DUT de la señal de control Sc enviada desde la UEC 20 al motor 18 es $d1$ [%]. Por otra parte, en el caso de operar la válvula de mariposa 16 en la dirección de cierre, la válvula de mariposa 16 vuelve a su posición inicial al tiempo que la relación de trabajo DUT es $d2$ [%], que es menor que $d1$.

Igualmente, en el caso donde la válvula de mariposa 16 se mantiene (se para) con la abertura real DTH en el estado de $t1$ [grados], la relación de trabajo DUT debe ser $d3$ [grados] con el fin de operar la válvula de mariposa 16 en la dirección de apertura. Por otra parte, basta que la relación de trabajo DUT sea $d4$ (que es menor que $d3$) con el fin de operar la válvula de mariposa 16 en la dirección de cierre.

A propósito, los principales factores que se considera que producen dichas características de histéresis incluyen un factor intrínseco del motor, rozamiento en el sistema mecánico, y energización por el muelle de retorno. El factor intrínseco del motor es el valor actual al que el motor empieza a operar, y el valor actual varía dependiendo de factores como las posiciones, formas, materiales y análogos del devanado, el núcleo y análogos. El rozamiento en el sistema mecánico incluye el rozamiento entre el eje del motor y el cojinete, y el rozamiento entre la pluralidad de engranajes en el motor. La energización por el muelle de retorno es la energización de la válvula de mariposa en la dirección de cierre por el muelle de retorno conectado a la válvula de mariposa.

Además, la característica de histéresis representada en la figura 10 aparece cuando la relación de trabajo DUT [%] se varía de forma fija, y aparece otra característica de histéresis cuando se varía la variación en la relación de trabajo DUT.

(b) Determinación de la salida de compensación de histéresis U_{dutgap}

La figura 11 representa un diagrama de flujo para determinar la salida de compensación de histéresis $U_{\text{dutgap}}[k]$.

En el paso S11, la UEC 20 calcula una salida U_{slbf} ($U_{\text{slbf}}[k] = U_{\text{eq}}[k] + U_{\text{rch}}[k] + U_{\text{damp}}[k]$) obtenida por otras salidas que constituyen la relación de trabajo DUT de la fórmula anterior (1) distinta de la salida de compensación de histéresis U_{dutgap} , es decir, la salida de control equivalente U_{eq} , la salida de alcance U_{rch} y la salida de amortiguamiento U_{damp} .

En el paso S12, la UEC 20 calcula la diferencia $DTGDDTH[k]$ ($DTGDDTH[k] = DTH[k] - DTH[k-1]$) entre la abertura real actual $DTH[k]$ y la abertura real última $DTH[k-1]$.

En el paso S13, la UEC 20 determina si la compensación de histéresis es necesaria o no.

En el paso S14, la UEC 20 determina un valor numérico específico de la salida de compensación de histéresis U_{dutgap} .

(c) Método de determinación de la posición de la válvula de mariposa 16 (paso S13)

Como se ha indicado, en el paso S13, se determina si la compensación de histéresis es necesaria o no. Específicamente, como se representa en la figura 12, la UEC 20 preestablece cinco regiones (región 0 a región 5) para la diferencia $ETHL[k]$ [grados] entre la abertura deseada $DTHR[k]$ y la abertura real $DTH[k]$, y detecta que una de las regiones 0 a 5 en la que está la diferencia actual $ETHL$, determinando por ello si la compensación de histéresis es necesaria o no.

Más específicamente, en el caso donde la diferencia $ETHL$ no es menor que un umbral positivo C_{DUTGAPHH} (esta condición se denomina "región 0"), se considera que el conductor desea una salida muy alta del motor y que la abertura real DTH de la válvula de mariposa 16 pronto saldrá de la región de histéresis 40 (figura 10), y, por lo tanto, la UEC 20 no realiza la compensación de histéresis. A propósito, en base a la característica de histéresis, el umbral C_{DUTGAPHH} tiene un valor al tiempo de un aumento en la diferencia $ETHL$ y otro valor al tiempo de una

disminución de la diferencia ETHL. Específicamente, el umbral $C_DUTGAPHH$ se pone de manera que sea comparativamente alto durante el tiempo en que la diferencia ETHL aumenta, y el umbral $C_DUTGAPHH$ se pone de manera que sea comparativamente bajo durante el tiempo en que la diferencia ETHL disminuye. La diferencia entre el valor más alto y el valor más bajo se representa por $C_HYSDTGPH$.

5 En el caso donde la diferencia ETHL es menos que el umbral positivo $C_DUTGAPHH$ y es mayor que un umbral positivo $C_DUTGAPHL$ ($0 < C_DUTGAPHL < C_DUTGAPHH$) (esta condición se denomina “región 1”, excepto con respecto a la excepción descrita más adelante), la UEC 20 determina que la salida del motor no se puede obtener debido a la histéresis a pesar de que el conductor desea una aceleración moderada, y realiza básicamente una
10 compensación de histéresis tal como aumentar la relación de trabajo DUT de la señal de control Sc . Se ha de indicar aquí, sin embargo, que en el caso donde la relación de trabajo deseada $DUTTGTGTH$ [%] para la señal de control siguiente Sc es menor que la salida $Uslbf$ ($Uslbf = Ueq + Urch + Udamp$) obtenida en el paso S11 incluso aunque tal compensación de histéresis no se realice (este caso pertenece a la “región 0”), la compensación de histéresis no se realiza.

15 En el caso donde la diferencia ETHL no es más que el umbral positivo $C_DUTGAPHL$ y no es menos que un umbral negativo $C_DUTGAPLH$ (esta condición se denomina “región 2”), la UEC 20 determina que la abertura de la válvula de mariposa 16 no ha cambiado, y no realiza ninguna compensación de histéresis.

20 En el caso donde la diferencia ETHL es menor que el umbral negativo $C_DUTGAPLH$ y es mayor que un umbral negativo $C_DUTGAPLL$ ($C_DUTGAPLL < C_DUTGAPLH < 0$) (esta condición se denomina “región 3”, excepto con respecto a la excepción descrita más adelante), la UEC 20 determina que la salida del motor se ampliaría debido a la histéresis a pesar de que el conductor desea una deceleración moderada, y realiza una compensación de histéresis tal como reducir la relación de trabajo DUT de la señal de control Sc . Se ha de indicar aquí, sin embargo,
25 que en el caso donde la relación de trabajo deseada siguiente $DUTTGTGL$ [%] es menor que la salida $Uslbf$ ($Uslbf = Ueq + Urch + Udamp$) obtenida en el paso S11 incluso aunque tal compensación de histéresis no se realice (este caso pertenece a la “región 4”), la compensación de histéresis no se realiza.

30 En el caso donde la diferencia ETHL no es más que el umbral negativo $C_DUTGAPLL$ (esta condición se denomina “región 4”), la compensación de histéresis no se realiza. A propósito, en base a la característica de histéresis, el umbral $C_DUTGAPLL$ tiene un valor al tiempo de un aumento de la diferencia ETHL y otro valor al tiempo de una disminución de la diferencia ETHL. Específicamente, el umbral $C_DUTGAPLL$ se pone de manera que sea comparativamente bajo (ampliado en la dirección menos) durante el tiempo en que la diferencia ETHL aumenta (varía en la dirección menos), y el umbral $C_DUTGAPLL$ se pone de manera que sea comparativamente alto
35 (reducido en la dirección menos) durante el tiempo en que la diferencia ETHL disminuye (varía en la dirección positiva). La diferencia entre el valor más alto y el valor más bajo se representa por $C_HYSDTGPL$.

La figura 13 representa un diagrama de flujo para un proceso en dicho paso S13 (un proceso para determinar las regiones 0 a 5 en la figura 12).

40 Específicamente, en el paso S21, la UEC 20 calcula la diferencia $ETHL[k]$ ($ETHL[k] = DTHR[k] - DTH[k]$) entre la abertura deseada actual $DTHR[k]$ y la abertura real actual $DTH[k]$.

45 En el paso S22, la UEC 20 determina si la diferencia $ETHL[k]$ es o no mayor que el umbral positivo $C_DUTGAPHL$ (véase la figura 12) que es para determinar si se ha previsto o no un movimiento en la dirección de apertura realizado por la válvula de mariposa 16. En el caso donde la diferencia $ETHL[k]$ es mayor que el umbral $C_DUTGAPHL$, se introduce el paso S23, mientras que en el caso donde la diferencia $ETHL[k]$ no es más que el umbral $C_DUTGAPHL$, se introduce el paso S28.

50 En el paso S23, la UEC 20 determina si la diferencia $ETHL[k]$ es o no menor que el umbral positivo $C_DUTGAPHH$ que es para determinar si la válvula de mariposa 16 se mueve realmente o no en la dirección de apertura. En el caso donde la diferencia $ETHL[k]$ no es menor que el umbral positivo $C_DUTGAPHH$, se introduce el paso S24, y la UEC 20 determina que el movimiento en la dirección de apertura realizado por la válvula de mariposa 16 es tan grande que no se necesita compensación de histéresis, en otros términos, la diferencia ETHL está en la región 0 de la figura
55 12 y no se necesita compensación de histéresis. Por otra parte, en el caso donde se determina que la diferencia $ETHL[k]$ es menor que el umbral $C_DUTGAPHH$ en el paso S23, se introduce el paso S25.

60 En el paso S25, la UEC 20 determina una relación de trabajo deseada $DUTTGTGTH$ [%] necesaria para mover realmente la válvula de mariposa 16 en la dirección de apertura, según la abertura deseada $DTHR$. La relación de trabajo deseada $DUTTGTGTH$ se almacena preliminarmente en una memoria (no representada) en base a cada abertura deseada $DTHR$.

65 En el paso S26, la UEC 20 determina si la relación de trabajo deseada $DUTTGTGTH$ es o no mayor que la salida $Uslbf$ ($Uslbf = Ueq + Urch + Udamp$) que ha sido determinada en el paso S11. En el caso donde la relación de trabajo deseada $DUTTGTGTH$ no es más que la salida $Uslbf$, se introduce el paso S24, y la UEC 20 determina que la relación de trabajo deseada $DUTTGTGTH$ está en la región 0 fuera de la región de histéresis 40 y que no se necesita

compensación de histéresis. En el caso donde la relación de trabajo deseada DUTTGTH es mayor que la salida Uslbf, se introduce el paso S27, y la UEC 20 determina que la relación de trabajo deseada DUTTGTH está en la región 1 dentro de la región de histéresis 40 y que es necesaria una compensación de histéresis.

5 Como se ha indicado, en el caso donde se determina en el paso S22 que la diferencia ETHL[k] no es más que el umbral C_DUTGAPHL, se introduce el paso S28.

10 En el paso S28, la UEC 20 determina si la diferencia ETHL[k] es o no mayor que el umbral C_DUTGAPLL, con el fin de determinar si el movimiento en la dirección de cierre realizado por la válvula de mariposa 16 necesita o no una compensación de histéresis. En el caso donde la diferencia ETHL[k] no es más que el umbral C_DUTGAPLL, se introduce el paso S29, y la UEC 20 determina que el movimiento en la dirección de cierre realizado por la válvula de mariposa 16 es tan grande que no se necesita ninguna compensación de histéresis, en otros términos, la diferencia ETHL está en la región 4 en la figura 12 y no se necesita compensación de histéresis. Por otra parte, en el caso donde se determina en el paso S28 que la diferencia ETHL[k] es mayor que el umbral C_DUTGAPLL, se introduce el paso S30.

15 En el paso S30, la UEC 20 determina si la diferencia ETHL es o no menor que el umbral C_DUTGAPLH. En el caso donde la diferencia ETHL no es menor que el umbral C_DUTGAPLH, se introduce el paso S31, y se determina que la situación actual es la región 2. Donde la diferencia ETHL es menor que el umbral C_DUTGAPLH, se introduce el paso S32.

20 En el paso S32, la UEC 20 determina una relación de trabajo deseada DUTTGTL [%] necesaria para mover realmente la válvula de mariposa 16 en la dirección de cierre, según la abertura deseada DTHR. La relación de trabajo deseada DUTTGTL se almacena preliminarmente en una memoria (no representada) en base a cada abertura deseada DTHR.

25 En el paso S33, la UEC 20 determina si la relación de trabajo deseada DUTTGTL es o no menor que la salida Uslbf ($Uslbf = Ueq + Urch + Udamp$) que se ha determinado en el paso S11. En el caso donde la relación de trabajo deseada DUTTGTL no es menor que la salida Uslbf, se introduce el paso S29, y la UEC 20 determina que la relación de trabajo deseada DUTTGTL está en la región 4 fuera de la región de histéresis 40 y que no se necesita compensación de histéresis. Donde la relación de trabajo deseada DUTTGTL es menor que la salida Uslbf, se introduce el paso S34, y la UEC 20 determina que la relación de trabajo deseada DUTTGTL está en la región 3 dentro de la región de histéresis 40 y que es necesaria una compensación de histéresis.

30 (d) Método de determinación del valor numérico específico de salida de compensación de histéresis Udutgap[k] (paso S14)

35 La figura 14 representa un diagrama de flujo para que la UEC 20 determine el valor numérico específico de la salida de compensación de histéresis Udutgap[k].

40 En el paso S41, la UEC 20 determina la dirección de movimiento de la válvula de mariposa 16. Específicamente, la UEC 20 determina la dirección de movimiento de la válvula de mariposa 16 detectando si la variación de velocidad DTGDDRTHR [grados/s] de la abertura deseada DTH es positiva o negativa. O, alternativamente, en consideración de un error, en lugar de detectar simplemente si la variación de velocidad DTGDDRTHR es positiva o negativa, la dirección de movimiento de la válvula de mariposa 16 se puede determinar según que la variación de velocidad DTGDDRTHR exceda o no de cada uno de un valor positivo predeterminado y un valor negativo predeterminado que se ponen preliminarmente.

45 En el paso S42, se determina si la variación de velocidad DTGDDTH [grados/s] de la abertura real DTH es o no mayor que un umbral negativo C_DGTPOUTL [grados/s]. El umbral negativo C_DGTPOUTL es para determinar si es necesaria o no una compensación de histéresis en el caso de una operación de cierre de la válvula de mariposa 16.

50 En el caso donde la variación de velocidad DTGDDTH es menor que el umbral C_DGTPOUTL, se introduce el paso S43, y la salida de compensación de histéresis Udutgap[k] se pone a cero. Donde la variación de velocidad DTGDDTH no es menor que el umbral negativo C_DGTPOUTL, se introduce el paso S44.

55 En el paso S44, de forma análoga al paso S43, se determina si la variación de velocidad DTGDDTH de la abertura real DTH es o no mayor que un umbral positivo C_DGTPOUTH. En el caso donde la variación de velocidad DTGDDTH es mayor que el umbral positivo C_DGTPOUTH, se introduce el paso S43, y la salida de compensación de histéresis Udutgap[k] se pone a cero. Donde la variación de velocidad DTGDDTH no es más que el umbral positivo C_DGTPOUTH, se introduce el paso S45.

60 En el paso S45, la UEC 20 determina si la diferencia ETHL está o no en la región 1. En el caso donde la diferencia ETHL está en la región 1, se introduce el paso S46; por otra parte, donde la diferencia ETHL no está en la región 1, se introduce el paso S49.

En el paso S46, la UEC 20 determina si la relación de trabajo deseada DUTTGTH al tiempo de abrir la válvula de mariposa 16 es o no mayor que la suma $Uslbf$ ($Uslbf = Ueq + Urch + Udamp$) que se ha calculado en el paso S11. Donde la relación de trabajo deseada DUTTGTH no es más que la suma $Uslbf$, se introduce el paso S43, y la salida de compensación de histéresis $Udutgap$ se pone a cero. Donde la relación de trabajo deseada DUTTGTH es mayor que la suma $Uslbf$, se introduce el paso S47.

En el paso S47, la UEC 20 lee un coeficiente KDUTGAPH de una tabla preestablecida $T_KDUTGAPH$. El coeficiente KDUTGAPH se incluye en la función $Kdut$ antes indicada, y tiene la característica representada en la figura 9A. Específicamente, el coeficiente KDUTGAPH tiene una característica tal que disminuye con un aumento de la abertura deseada DTHR de la válvula de mariposa 16.

En el paso S48, la UEC 20 calcula una salida de compensación de histéresis $Udutgap$ utilizando la fórmula siguiente (9):

$$Udutgap[k]=KDUTGAPH(DTHR[k])\cdot(DUTTGTH[k]-USLBF[k]) \dots(9)$$

En el caso donde se determina en el paso S45 que la diferencia ETHL no está en la región 1, se determina en el paso S49 si la diferencia ETHL está o no en la región 3. Donde la diferencia ETHL no está en la región 3, se introduce el paso S50, en el que $Udutgap[k]$ se pone a cero. Donde la diferencia ETHL está en la región 3, se introduce el paso S51.

En el paso S51, la UEC 20 determina si la relación de trabajo deseada DUTTGTL es o no menor que la suma $Uslbf$ ($Uslbf = Ueq + Urch + Udamp$) que se ha calculado en el paso S11. En el caso donde la relación de trabajo deseada DUTTGTH no es menor que la suma $Uslbf$, se introduce el paso S50, en el que la salida de compensación de histéresis $Udutgap$ se pone a cero. Donde la relación de trabajo deseada DUTTGTH es menor que la suma $Uslbf$, se introduce el paso S52.

En el paso S52, la UEC 20 lee un coeficiente KDUTGAPL de una tabla preestablecida. El coeficiente KDUTGAPL se incluye en dicha función $Kdut$, y tiene una característica representada en la figura 9B. Específicamente, el coeficiente KDUTGAPL tiene la característica de que disminuye con una disminución del blanco DTHR de la válvula de mariposa 16. A propósito, se ha de indicar que, en la figura 9B, el sentido positivo/negativo del eje de abscisas está invertido.

En el paso S53, la UEC 20 calcula la salida de compensación de histéresis $Udutgap$ utilizando la fórmula siguiente (10):

$$Udutgap[k]=KDUTGAPL(DTHR[k])\cdot(DUTTGTL[k]-USLBF[k]) \dots(10)$$

5. Efectos de la presente realización

Como se ha descrito anteriormente, en el controlador de salida de motor 11 según esta realización, al generar la señal de control Sc , la UEC 20 reduce la salida de amortiguamiento $Udamp$ cuando el valor de función de conmutación σ en el modo de control de deslizamiento es próximo a cero.

En la realización anterior, la salida de amortiguamiento $Udamp$ se reduce cuando el valor de función de conmutación σ es próximo a cero, y, como resultado, la influencia de la salida de amortiguamiento $Udamp$ en la salida del motor 18 se reduce. En general, cuando el valor de función de conmutación σ está cerca de cero, la abertura real DTH converge manteniendo al mismo tiempo la propiedad de robustez de la abertura deseada DTHR. En este caso, la posibilidad de que la abertura real DTH rebasa la abertura deseada DTHR es baja, mientras que se requiere un rendimiento de respuesta alto para la aceleración o deceleración siguiente. Por lo tanto, según esta realización, un rendimiento de respuesta alto con respecto al control de la abertura real DTH de la válvula de mariposa 16 se puede realizar en estos casos.

Además, en esta realización, la UEC 20 incrementa la salida de amortiguamiento $Udamp$ según un aumento de la variación $\sigma[k] - \sigma[k-1]$ del valor de función de conmutación σ por unidad de tiempo.

En general, la variación en el valor de función de conmutación σ varía dependiendo de la aceleración de la válvula de mariposa 16. Además, donde la aceleración es grande, la abertura real DTH de la válvula de mariposa 16 es propensa a exceder (propensa a rebasar) la abertura deseada DTHR. Por lo tanto, incrementando la salida de amortiguamiento $Udamp$ según un aumento de la variación del valor de función de conmutación σ por unidad de tiempo, es más fácil restringir dicho rebasamiento. En particular, en el caso de la configuración en la que la salida de amortiguamiento $Udamp$ se reduce cuando el valor de función de conmutación σ está cerca de cero como se ha indicado, es posible evitar que el rebasamiento tenga lugar cuando la variación del valor de función de conmutación

σ por unidad de tiempo sea grande, incluso aunque el valor de función de conmutación σ esté cerca de cero.

6. Aplicación de la presente invención

5 A propósito, la presente invención no se limita a la realización antes descrita, y se puede adoptar naturalmente varias configuraciones en base al contenido de la presente memoria descriptiva. Por ejemplo, se pueden adoptar las configuraciones descritas en (1) a (5) siguientes.

(1) Vehículo

10 Aunque el vehículo 10 era una motocicleta en la realización antes descrita, esto no es limitativo. Por ejemplo, el vehículo puede ser un vehículo de cuatro ruedas.

(2) Medio de entrada de abertura deseada

15 Aunque la empuñadura de acelerador 22 se ha usado como un medio para introducir la abertura deseada DTHR en la realización antes descrita, esto no es limitativo. Por ejemplo, también se puede usar un pedal acelerador como el medio de entrada.

20 Además, aunque la empuñadura de acelerador 22 y el potenciómetro 24 se han descrito como elementos separados en la realización antes descrita, puede ser de forma integral.

(3) Método de control

25 Aunque un control de modo de deslizamiento se ha usado como un método de control en la realización antes descrita, esto no es limitativo. Por ejemplo, también se puede usar un control robusto no lineal distinto del modo de control de deslizamiento o un control robusto lineal.

30 En la realización anterior, el valor de característica de ganancia K_{damp} en la fórmula (4) que sirve para calcular la salida de amortiguamiento $U_{doutgap}$ se ha definido por la fórmula siguiente (5):

$$K_{damp} = T_{Kdump1} \cdot T_{Kdump2} \dots (5)$$

35 Sin embargo, el valor de característica de ganancia K_{damp} puede definirse utilizando solamente el valor de característica de ganancia T_{Kdump1} o solamente la característica de ganancia T_{Kdump2} .

Además, también se puede adoptar una configuración en la que el valor de característica de ganancia K_{damp} no se usa en la fórmula (4).

40 Además, el uso de la variación de la desviación e por unidad de tiempo, " $e(k) - e(k-1)$ " en lugar de la variación en el valor de función de conmutación σ por unidad de tiempo, " $\sigma(k) - \sigma(k-1)$ " en la fórmula anterior (4) también puede producir un efecto similar.

(4) Señal de control

45 Aunque la salida del motor 18 se ha controlado utilizando la relación de trabajo DUT de la señal de control Sc , la salida del motor 18 se puede variar también modificando otra característica de salida distinta de la relación de trabajo. Por ejemplo, la salida del motor 18 también se puede variar variando el número de pulsos, la amplitud o la frecuencia de la señal de control Sc .

(5) Abertura de la válvula de mariposa

50 Aunque la cantidad de desviación de abertura DTH, es decir, una cantidad indicativa de la relación entre la abertura por defecto THDEF de la válvula de mariposa 16 y la abertura TH que representa la posición absoluta de la válvula de mariposa 16 ($DTH = TH - THDEF$) se ha usado como una indicación de la abertura real de la válvula de mariposa 16, también se puede usar la abertura TH.

55 La invención se refiere a un controlador de cantidad de accionamiento en el que es posible reducir el retardo de respuesta en el control de la cantidad de accionamiento de un sistema controlado tal como control de la abertura de una válvula de mariposa.

60 Una UEC 20 en un vehículo 10 reduce una salida de amortiguamiento U_{damp} cuando la desviación e entre la abertura deseada DTHR de la válvula de mariposa 16 y la abertura real DTH está cerca de cero o cuando un valor de función de conmutación σ está cerca de cero. Esto hace posible reducir la salida de amortiguamiento U_{damp}

inmediatamente después del inicio, o inmediatamente antes del final, del control de la abertura de la válvula de mariposa 16 cuando la desviación e o el valor de función de conmutación σ está cerca de cero, y realizar un rendimiento de respuesta alto con respecto al control de la abertura real DTH de la válvula de mariposa 16.

5

REIVINDICACIONES

1. Un controlador de cantidad de accionamiento (11) para controlar una abertura de una válvula de mariposa (16) de un motor de combustión interna en base a un control de modo de deslizamiento por medio de una salida de un motor (18), incluyendo:

5 - un medio de entrada de abertura deseada (22) para introducir una abertura deseada (DTHR) para dicha válvula de mariposa (16); y

10 - un medio de control (20) para transmitir a dicho motor (18) una señal de control (Sc) para controlar la salida de dicho motor (18) con una característica de salida según dicha abertura deseada,

donde dicho medio de control (20):

15 añade a dicha señal de control (Sc) una salida de amortiguamiento (Udamp) para suprimir un rebasamiento de una abertura real (DTH) con relación a dicha abertura deseada (DTHR) para dicha válvula de mariposa (16) al tiempo de generar dicha señal de control (Sc),

20 incrementa dicha salida de amortiguamiento (Udamp) según un aumento de la variación en dicha desviación (e) por unidad de tiempo y según un aumento de la variación de un valor de función de conmutación (σ) en control de modo de deslizamiento por unidad de tiempo cuando el valor de la función de conmutación (σ) tiene un valor alejado de cero; y

25 reduce dicha salida de amortiguamiento (Udamp) cuando una desviación (e) entre dicha abertura deseada (DTHR) para dicha válvula de mariposa (16) y dicha abertura real (DTH) está cerca de cero y cuando un valor de la función de conmutación (σ) está cerca de cero,

donde la salida de amortiguamiento Udamp se define por la fórmula siguiente:

$$30 \quad Udamp[k]=Kdamp \cdot (\sigma[k]-\sigma[k-1])/b1$$

donde $\sigma[k]$ y $\sigma[k-1]$ son los valores de función de conmutación presente y previo, respectivamente, b1 es un parámetro de modelo, y Kdamp es un valor de característica de ganancia definido por la fórmula siguiente:

$$35 \quad Kdamp=T_Kdump1 \cdot T_Kdump2$$

40 donde un valor de característica de ganancia T_dump1 de la abertura deseada (DTHR) es un valor de característica de ganancia positiva que se amplía cuando la abertura deseada (DTHR) de la válvula de mariposa (16) excede de un valor positivo predeterminado (s), de tal manera que cuando el valor de característica de ganancia Kdamp se multiplique por -1, el valor de característica de ganancia T_Kdump1 se incrementa en la dirección más cuando la abertura de la válvula de mariposa (16) se incrementa, y la salida de amortiguamiento (Udamp) se incrementa en la dirección menos con el fin de evitar el rebasamiento a la aceleración rápida del vehículo (10); y

45 donde el valor de característica de ganancia T_Kdump2 del valor de función de conmutación (σ) es un valor de característica de ganancia positiva que se reduce cuando el valor de función de conmutación (σ) está cerca de cero, y el valor de característica de ganancia T_Kdump2, cuando se multiplica por -1, se incrementa cuando el valor de función de conmutación (σ) tiene un valor lejos de cero, de tal manera que el valor de la salida de amortiguamiento Udamp se incrementa, por lo que el valor de función de conmutación (σ) se aproxima a la línea de conmutación recta, mejorando por ello la propiedad de robustez, donde el valor de característica de ganancia T_Kdump1 y el valor de característica de ganancia T_Kdump2 se almacenan en forma de tabla.

FIG. 1

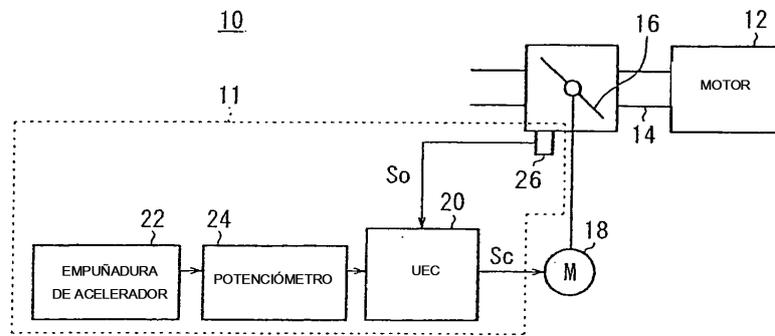


FIG. 2

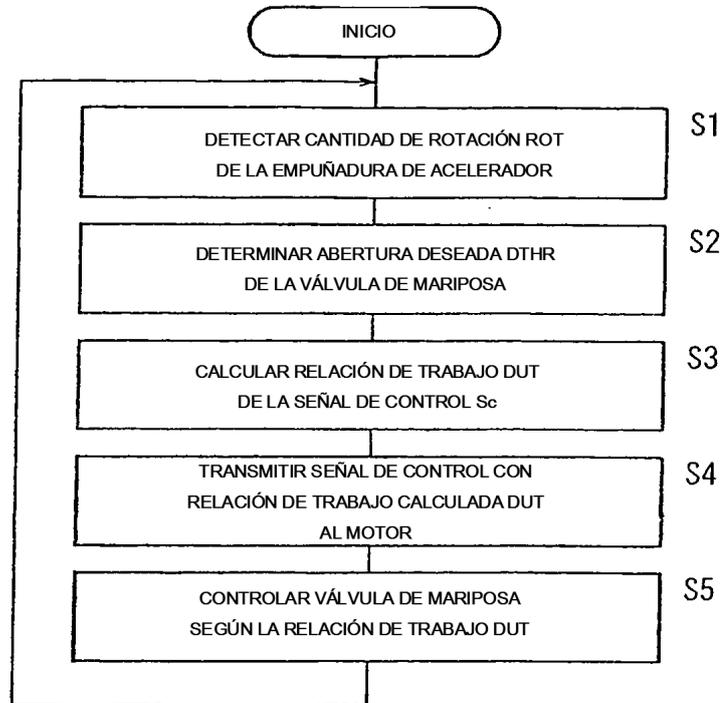


FIG. 3

CANTIDAD DE ADICIÓN x A RELACIÓN DE
TRABAJO DUT

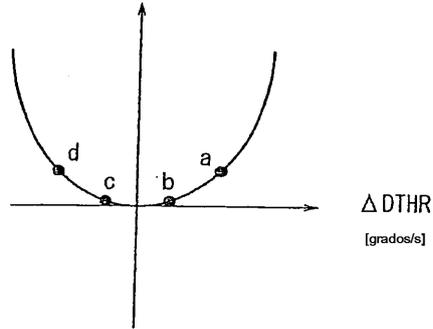


FIG. 4

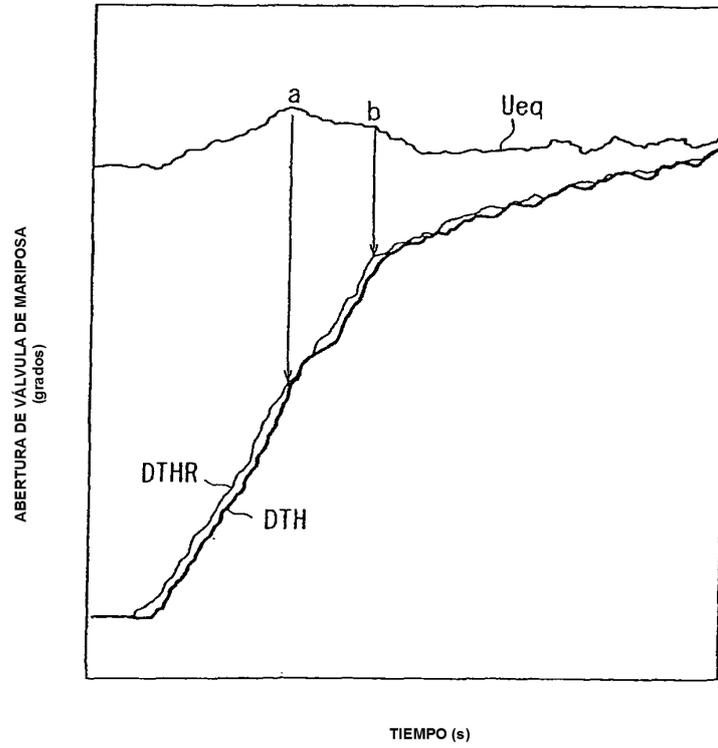


FIG. 5

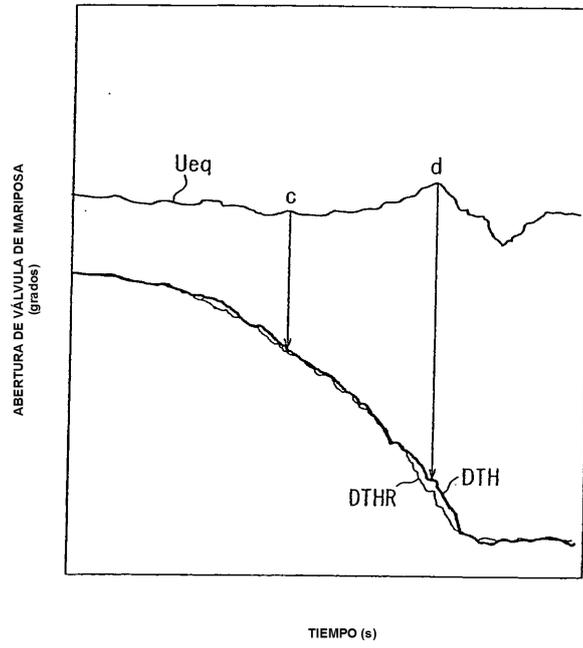


FIG. 6

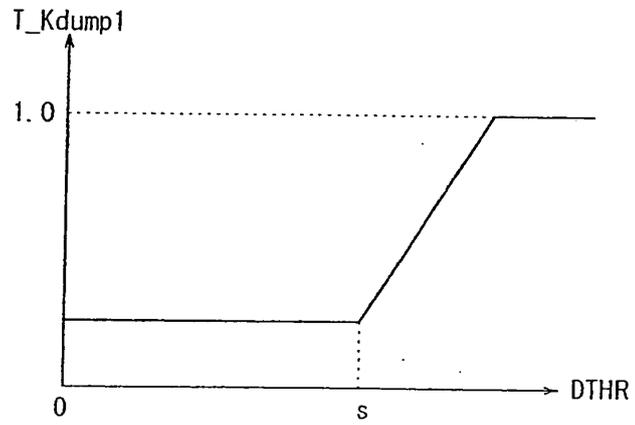


FIG. 7

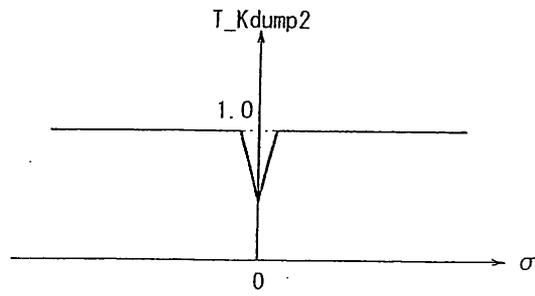


FIG. 8

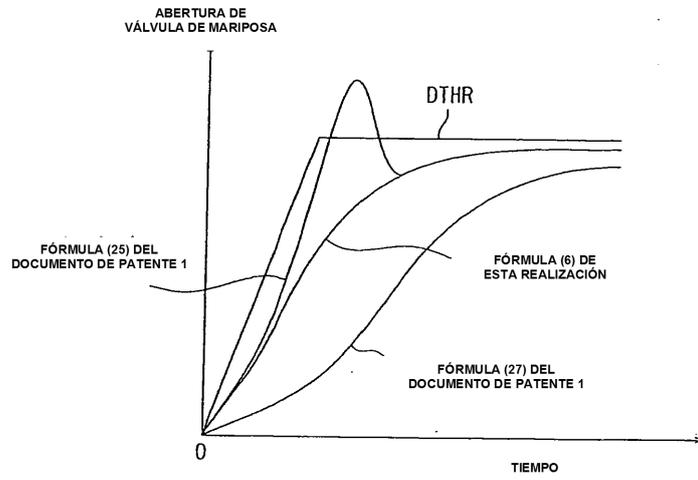


FIG. 9A

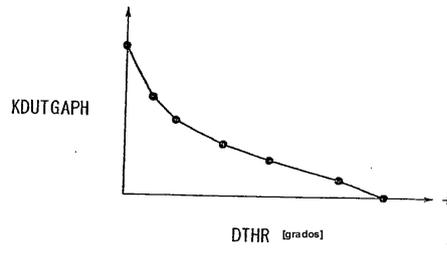


FIG. 9B

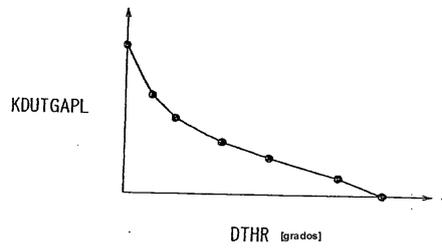


FIG. 10

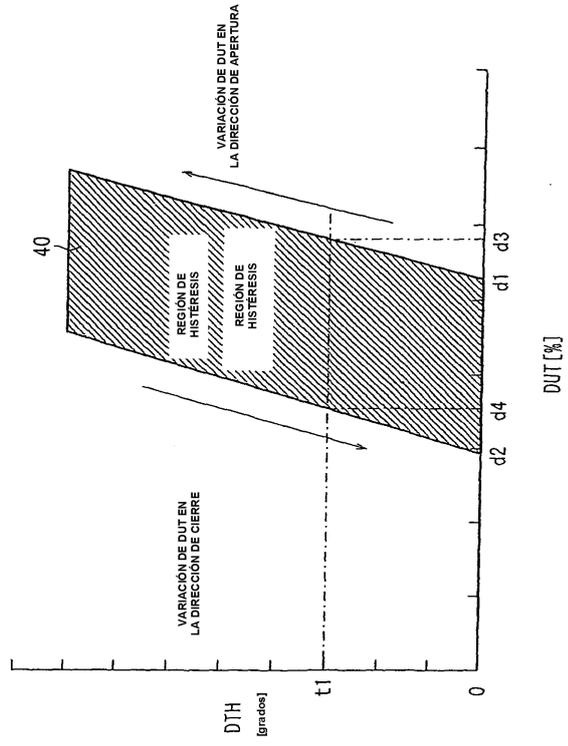


FIG. 11

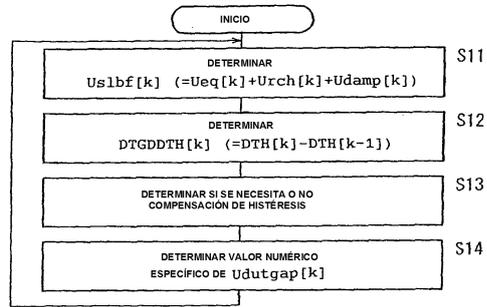


FIG. 12

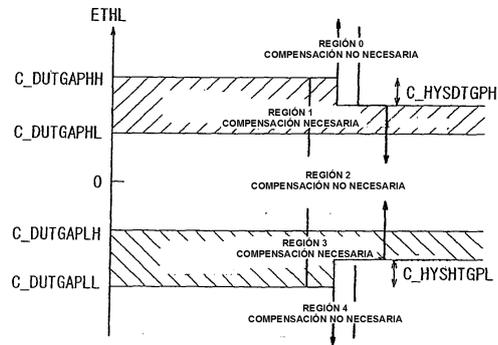


FIG. 13

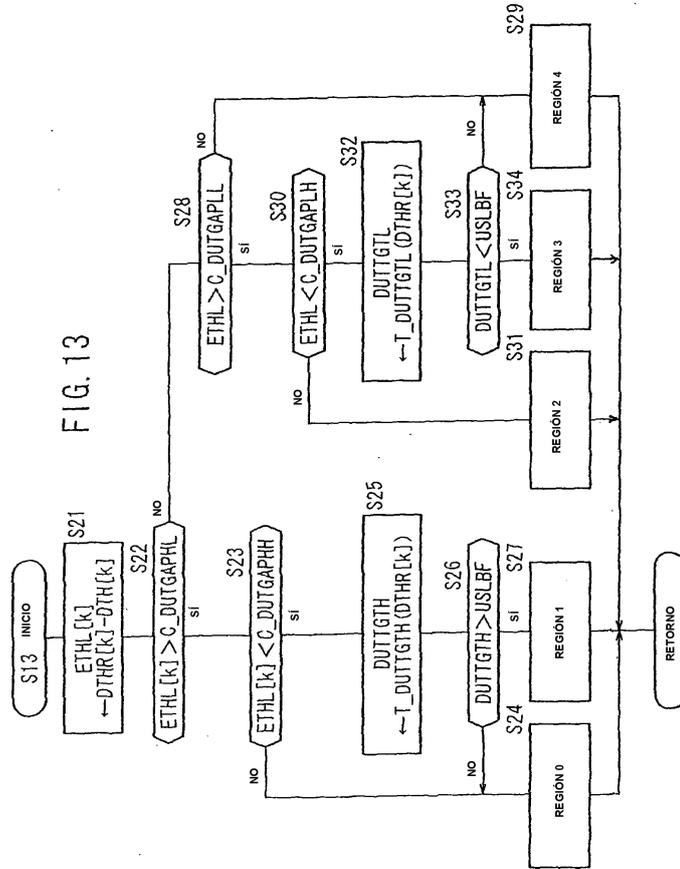


FIG. 14

