

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 384 198**

51 Int. Cl.:  
**F02D 13/02** (2006.01)  
**F01L 13/00** (2006.01)  
**F01L 1/34** (2006.01)  
**F02D 41/22** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **08751035 .0**  
96 Fecha de presentación: **26.05.2008**  
97 Número de publicación de la solicitud: **2153044**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **17.02.2010**

54 Título: **Aparato de control y método de control para motor de combustión interna**

30 Prioridad:  
**24.05.2007 JP 2007138202**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**02.07.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**02.07.2012**

73 Titular/es:  
**TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA  
1 TOYOTA-CHO  
TOYOTA-SHI, AICHI-KEN 471-8571, JP**

72 Inventor/es:  
**FUWA, Naohide;  
ITO, Tokiji;  
TAMADA, Seiko y  
KANEMOTO, Hiroyuki**

74 Agente/Representante:  
**Isern Jara, Jorge**

ES 2 384 198 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**

Aparato de control y método de control para motor de combustión interna

5 Antecedentes de la invención

1. Campo de la invención

10 La presente invención se refiere a un aparato de control para un motor de combustión interna que tiene un mecanismo de válvulas variable que varía las características de válvula de una válvula de admisión de aire y particularmente se refiere a un aparato de control y a un método de control para un motor de combustión interna con un mecanismo de cambio de la magnitud de alzada y un mecanismo de cambio de la distribución de válvula como mecanismos de válvula variable.

15 2. Descripción de la técnica relacionada

Un motor de combustión interna equipado con un mecanismo de válvula variable que cambie las características de válvula de una válvula de admisión de aire de acuerdo con un estado funcional del motor, está siendo puesto en práctica. Como este tipo de mecanismo de válvula variable, es ampliamente conocido un mecanismo de cambio de la distribución de válvula que cambia la distribución de válvula de una válvula de admisión de aire que se abre y se cierra mediante un árbol de levas al cambiar una fase de giro del árbol de levas en relación al árbol de levas.

20 En los últimos años, se ha propuesto un mecanismo de cambio de la magnitud de alzada (publicación de la solicitud de patente japonesa No. 2001 – 263015 (JP-A-2001-263015)) que es capaz de cambiar continuamente un valor máximo de alzada y un tiempo de alzada mediante el cambio continuo de la magnitud de alzada de la válvula de admisión de aire. En este mecanismo de cambio de la magnitud de alzada, la magnitud de alzada se convierte en máxima cuando una parte móvil se posiciona en una posición móvil límite en un lado dentro de un intervalo móvil especificado. Entonces, al cambiar una posición de la pieza móvil en este intervalo móvil, varía la magnitud de alzada de la válvula de admisión de aire. El aparato de control de un motor de combustión interna con este tipo de mecanismo de cambio de la magnitud de alzada, detecta la magnitud de alzada presente en base a un movimiento acumulado de la pieza móvil desde una posición base que se establece en base a la posición móvil límite en la que la magnitud de alzada se convierte en la más grande.

35 El motor de combustión interna con este tipo de mecanismo de cambio de la magnitud de alzada y el mecanismo de cambio de la distribución de válvula mencionado anteriormente, cambia la distribución de válvula de acuerdo con la magnitud de alzada de la válvula de admisión de aire establecida por el mecanismo de cambio de la magnitud de alzada (es decir, realiza un control coordinado del mecanismo de cambio de la magnitud de alzada y del mecanismo de cambio de la distribución de válvula). De este modo, la distribución de válvula y la magnitud de alzada de la válvula de admisión de aire pueden controlarse con precisión de acuerdo con el estado funcional del motor, y es posible una mejora de la potencia, el consumo de combustible, y las propiedades de escape.

Otro ejemplo de un control coordinado y funcionamiento a prueba de fallos puede verse en el documento EP1394367.

45 Sin embargo, el aparato de control de un motor de combustión interna con el tipo anterior de mecanismo de cambio de la magnitud de alzada, a veces no es capaz de reconocer la magnitud de alzada cuando tiene lugar un corte (es decir, una denominada interrupción instantánea) del suministro de corriente eléctrica, debido a un funcionamiento fallido de la conexión de la línea de corriente eléctrica para suministrar corriente eléctrica al aparato de control y similar, y el movimiento acumulado de la parte móvil grabado en la memoria desaparece. Además cuando la magnitud de desplazamiento de la parte móvil ha cambiado por alguna razón durante la detención del motor, durante la cual no se suministra corriente eléctrica al aparato de control, y la magnitud de desplazamiento de la pieza móvil no se monitoriza, tiene lugar una discrepancia entre la magnitud de alzada interpretada por el aparato de control y la magnitud de alzada real.

55 Cuando tiene lugar una discrepancia entre la magnitud de alzada interpretada por el aparato de control y la magnitud de alzada real de esta manera, y el aparato de control no es capaz de interpretar con precisión la magnitud de alzada real, la distribución de válvula establecida en base a la magnitud de alzada interpretada por el aparato de control no es adecuada para el estado funcional del motor. Esto tiene como resultado una inestabilidad del estado funcional del motor, y está presente la preocupación de que esto puede provocar que tenga lugar en algunos casos un fallo del encendido, una detonación, y similares.

60 Específicamente, cuando la distribución de válvula de la válvula de admisión de aire se ha modificado al lado de

avance en un estado donde la magnitud de alzada de la válvula de admisión de aire es extremadamente grande, como se indica en la figura 14A, puesto que el momento de abertura de la válvula de admisión de aire IVO es demasiado pronto, el solapamiento de válvulas es demasiado grande, y la cantidad de EGR (recirculación de gases de escape) interna aumenta. Esto tiene como resultado un suministro insuficiente de oxígeno para la combustión, inestabilidad en la combustión, y un mayor riesgo de fallo del encendido. Además, cuando la distribución de válvula de la válvula de admisión de aire cambia al lado de retraso en un estado donde la magnitud de alzada de la válvula de admisión de aire es extremadamente pequeña como se indica por la figura 14B, el momento de abertura de válvula IVO de la válvula de admisión de aire es en o después del punto muerto superior, y el momento de cierre de válvula IVC está en las proximidades del punto muerto inferior. Como resultado, aumenta la presión negativa en la cámara de combustión en el momento de abertura de válvula de la válvula de admisión de aire, la velocidad de flujo del aire introducido en la cámara de combustión aumenta en este tiempo, y la válvula de admisión de aire se cierra y la compresión se inicia en las proximidades del punto muerto inferior, lo cual tiene como resultado un aumento de temperatura y presión en el interior de la cámara de combustión, y un mayor riesgo de detonación.

## Resumen de la invención

La presente invención proporciona un aparato de control y un método de control para un motor de combustión interna que son capaces de suprimir la incidencia de un fallo del encendido y detonación incluso cuando sea imposible una interpretación con precisión de la magnitud de alzada de la válvula de admisión de aire por el aparato de control.

Un primer aspecto de la presente invención se refiere a un aparato de control para un motor de combustión interna con: un mecanismo de cambio de la distribución de válvula para cambiar la distribución de válvula de una válvula de admisión de aire; un mecanismo de cambio de la magnitud de alzada para cambiar el valor máximo de alzada y el tiempo de alzada de la válvula de admisión de aire a través del desplazamiento de una parte móvil; unos medios de detección de posición para establecer una posición base en base a una posición móvil límite donde el valor máximo de alzada y el tiempo de alzada se convierten en los más grandes, y para detectar una posición de la parte móvil en base al movimiento acumulado de la pieza móvil desde la posición base; y unos medios de control para realizar el control coordinado mediante el establecimiento de una posición objetivo de la parte móvil en base a una cantidad de aire de admisión solicitada, mover la parte móvil tal que la posición detectada de la parte móvil se convierta en la posición objetivo para accionar el mecanismo de cambio de la magnitud de alzada, y accionar el mecanismo de cambio de la distribución de válvula de acuerdo con un estado de control del mecanismo de cambio de la magnitud de alzada. El aparato de control mencionado anteriormente incluye además unos medios de estimación de anomalía para estimar si es grande una discrepancia entre la posición de la parte móvil detectada por los medios de detección y la posición real de la parte móvil. Los medios de control, cuando la discrepancia se estima que sea grande por los medios de estimación de anomalía (durante el periodo de tiempo cuando se estima que la discrepancia sea grande), prohíben el control coordinado y accionan el mecanismo de cambio de la distribución de válvula en base a la carga del motor.

Cuando la carga del motor es pequeña, es decir, cuando la cantidad de aire introducida dentro de la cámara de combustión durante el tiempo de admisión de aire es pequeña, debido al poco oxígeno en el interior de la cámara de combustión, la combustión se vuelve inestable, y tiene lugar fácilmente el fallo del encendido. Sin embargo, cuando la carga del motor es alta, es decir cuando la cantidad de aire introducido dentro de la cámara de combustión durante el tiempo de admisión de aire es grande, tiene lugar fácilmente la detonación puesto que la temperatura y la presión en el interior de la cámara de combustión se elevan fácilmente durante el tiempo de compresión. De este modo, en el anterior primer aspecto de la invención, cuando se estima que es grande la discrepancia entre la posición actual de la parte móvil y la posición de la parte móvil detectada por los medios de detección, (es decir, cuando el controlador estima que es grande la discrepancia entre la magnitud de alzada actual y el valor máximo de alzada y el tiempo de alzada (referido en lo sucesivo simplemente como "magnitud de alzada") de la válvula de admisión de aire interpretada por el aparato de control), se prohíbe el control coordinado, y el mecanismo de cambio de la distribución de válvula se acciona en base a la carga del motor. Por esta razón, se evita el establecimiento de la distribución de válvula en base a un estado de control no preciso del mecanismo de cambio de la magnitud de alzada, y es posible cambiar la distribución de válvula tal que se suprime la incidencia del fallo del encendido cuando la carga del motor sea baja, y se suprime que tenga lugar la detonación cuando la carga del motor es alta. Como resultado, incluso cuando la magnitud de alzada de la válvula de admisión de aire no puede interpretarse con precisión por el aparato de control, puede suprimirse que tenga lugar el fallo del encendido y la detonación.

Cuando la distribución de válvula de la válvula de admisión de aire cambia al lado de avance en un estado donde la magnitud de alzada de la válvula de admisión de aire es extremadamente grande, el solapamiento de válvulas se vuelve excesivo, el oxígeno suministrado a la combustión resulta insuficiente, la combustión se vuelve inestable, y existe una tendencia de que tenga lugar fácilmente un fallo del encendido. Sin embargo cuando la distribución de válvula de la válvula de admisión de aire se cambia al lado de retraso en un estado donde la magnitud de alzada de

la válvula de admisión de aire es extremadamente pequeña, el momento de abertura de válvula de la válvula de admisión de aire es en o después del punto muerto superior, y el momento de cierre de válvula está en las proximidades del punto muerto inferior, la temperatura y la presión en la cámara de combustión son propensos a aumentar y la detonación tiene lugar fácilmente.

5 De este modo, si la discrepancia entre la posición real de la parte móvil y la posición de la parte móvil detectada por los medios de detección se estima que sea grande por los medios de estimación de anomalía, el mecanismo de cambio de la distribución de válvula puede accionarse tal que la distribución de válvula de la válvula de admisión de aire se cambia más al lado de retraso mientras la carga del motor es más baja y tal que la distribución de válvula de la válvula de admisión de aire se cambia más al lado de avance mientras la carga del motor es más alta.

10 De acuerdo con dicha configuración, cuando la carga del motor es baja (es decir, cuando el fallo del encendido tiene lugar fácilmente aunque la detonación tienda a no tener lugar), la distribución de válvula de la válvula de admisión de aire se establece al lado de retraso, e incluso bajo condiciones donde la magnitud de alzada de la válvula de admisión de aire no puede conocerse con precisión, es posible evitar que las características de válvula de la válvula de admisión de aire se establezcan como las características de válvula que pueden provocar que tenga lugar fácilmente un fallo del encendido, y en consecuencia se puede suprimir adecuadamente que tenga lugar un fallo del encendido. Además, cuando la carga del motor es alta (es decir, cuando la detonación tiene lugar fácilmente aunque el fallo del encendido tienda a no tener lugar), la distribución de válvula de la válvula de admisión de aire se cambia al lado de avance, e incluso en un estado donde la magnitud de alzada de la válvula de admisión de aire no puede conocerse con precisión, es posible evitar que las características de válvula de la válvula de admisión de aire se establezcan como las características de válvula que pueden provocar que tenga lugar fácilmente una detonación, y en consecuencia se puede suprimir adecuadamente la incidencia de una detonación.

15 20 El anterior aparato de control puede incluir además unos medios de adquisición que realizan una adquisición de la posición máxima para corregir el movimiento acumulado, mientras se regula la cantidad de aire de admisión utilizando una válvula de mariposa de la trayectoria de aire de admisión, al mover la parte móvil tal que aumentan el valor máximo de alzada y el tiempo de alzada y adquirir la posición de detención de la parte móvil como la posición móvil límite. Estos medios de adquisición pueden ejecutar la adquisición de la anterior posición máxima cuando la anterior discrepancia se estima que sea grande por los medios de estimación de anomalía.

25 30 Con esta configuración, al realizar la adquisición de la posición máxima, es posible eliminar la discrepancia entre la magnitud de alzada real y el tiempo de alzada interpretada por el aparato de control. Además, dado que la adquisición de la posición máxima se realiza al accionar la parte móvil tal que la magnitud de alzada se vuelve grande mientras se regula la entrada de la cantidad de aire de admisión por la válvula de mariposa, se puede suprimir que la cantidad de admisión se vuelva excesivamente grande al estrangular la válvula de mariposa, y la adquisición de la posición máxima puede ejecutarse incluso durante el funcionamiento del motor.

35 40 Además, cuando la cantidad de aire de admisión se regula por la válvula de mariposa de la manera anterior, la potencia del motor puede cambiarse al cambiar el grado de abertura de la válvula de mariposa, incluso durante la ejecución de la adquisición de la posición máxima. Cuando el grado de abertura de la válvula de mariposa se cambia de esta manera, las probabilidades de la incidencia de un fallo del encendido y una detonación cambian, respectivamente, debido a un cambio de la carga del motor. De este modo, cuando se adopta una configuración en la que la adquisición de la posición máxima se ejecuta de esta manera, debido a la adopción también de una configuración en la cual la distribución de válvula cambia en base a la carga del motor de la manera anterior, la distribución de válvula cambia de acuerdo a las posibilidades de la incidencia de un fallo del encendido y una detonación que acompaña al cambio de la carga del motor, y se posibilita un control más adecuado de la incidencia del fallo del encendido y la detonación.

45 50 Los medios de control pueden cambiar el valor máximo de alzada y el tiempo de alzada de la válvula de admisión de aire anterior al mover la parte móvil anterior dentro de un determinado intervalo de control establecido dentro de un intervalo que es más estrecho que el intervalo móvil de la pieza móvil y dentro del intervalo móvil de la parte móvil.

55 60 Cuando se intenta un cambio de la magnitud de alzada de la válvula de admisión de aire al accionar la parte móvil a lo largo de todo el intervalo móvil determinado por la posición móvil límite donde la magnitud de alzada de la válvula de admisión de aire se vuelve la más grande (referida en lo sucesivo como el límite superior) y la posición móvil límite donde la magnitud de alzada de la válvula de admisión de aire se vuelve la más pequeña (referida en lo sucesivo como el límite inferior), se provoca un sobresalto cada vez que el movimiento de la parte móvil se detiene en el límite inferior y el límite superior ya que la magnitud de alzada cambia, y de este modo está presente la preocupación de que esto puede provocar un descenso de la durabilidad del mecanismo de cambio de la magnitud de alzada. Cuando este punto de preocupación está dirigido por el cambio de la magnitud de alzada al mover la parte móvil en el intervalo de control especificado, que se establece en un intervalo que es más estrecho que el

intervalo móvil restringido por el límite inferior y el límite superior como se describe anteriormente, se posibilita evitar la incidencia de un sobresalto que tiene lugar debido a la detención del movimiento de la parte móvil por el límite inferior y el límite superior cuando la magnitud de alzada cambia, y de este modo es posible una mejora en la durabilidad del mecanismo de cambio de la magnitud de alzada.

5 Cuando la carga es extremadamente baja tal como en el ralentí, la combustión se vuelve inestable y tiene lugar fácilmente el fallo del encendido. Por esta razón, cuando la discrepancia anterior se estima que sea grande por los medios de estimación de anomalía, la velocidad de giro del ralentí puede elevarse por encima de la velocidad de giro del ralentí en el momento de un funcionamiento normal. De este modo, es posible estabilizar la combustión y suprimir adecuadamente la incidencia del fallo del encendido.

10 Además, cuando se ejecuta la adquisición de la posición máxima de la manera anterior, debido a que la parte móvil se acciona hasta el límite superior donde la magnitud de alzada de la válvula de admisión de aire se vuelve la más grande, el solapamiento de válvulas se vuelve demasiado grande y tiene lugar fácilmente el fallo del encendido. De este modo, durante la ejecución de la adquisición de la posición máxima, la velocidad de giro del ralentí preferentemente se eleva.

15 Un segundo aspecto de la presente invención se refiere a un aparato de control para un motor de combustión interna que incluye: un mecanismo de cambio de la distribución de válvula para cambiar la distribución de válvula de una válvula de admisión de aire; un mecanismo de cambio de la magnitud de alzada para cambiar un valor máximo de alzada y un tiempo de alzada a través del desplazamiento de una parte móvil; unos medios de detección de posición para establecer una posición base en base a una posición móvil límite donde el valor máximo de alzada y el tiempo de alzada se convierten en los más grandes, y para detectar la posición de la parte móvil en base al movimiento acumulado de la pieza móvil desde la posición base; y unos medios de control para realizar el control coordinado en el cual se establece una posición objetivo de la parte móvil en base a una cantidad de aire de admisión solicitada, la parte móvil se mueve tal que la posición detectada de la parte móvil se convierte en la posición objetivo para accionar el mecanismo de cambio de la magnitud de alzada, y el mecanismo de cambio de la distribución de válvula se acciona de acuerdo con un estado de control del mecanismo de cambio de la magnitud de alzada. El aparato de control mencionado anteriormente incluye unos medios de estimación de anomalía para estimar si la posición detectada de la parte móvil es diferente de una posición de la parte móvil a detectar, en el que, durante un periodo de tiempo cuando se estima que la posición detectada de la parte móvil es diferente de la posición de la parte móvil a detectar, los medios de control prohíben el control coordinado y accionan el mecanismo de cambio de la distribución de válvula en base a la carga del motor.

20 25 30 35 40 45 Un tercer aspecto de la presente invención se refiere a un aparato de control para un motor de combustión interna que incluye: un mecanismo de cambio de la distribución de válvula que cambia una distribución de válvula de una válvula de admisión de aire; un mecanismo de cambio de la magnitud de alzada que cambia un valor máximo de alzada y el tiempo de alzada de la válvula de admisión de aire a través del desplazamiento de una parte móvil; un detector de posición que detecta una posición de la parte móvil; un controlador que ejecuta el control coordinado en el cual se establece una posición objetivo de la parte móvil en base a una cantidad de aire de admisión solicitada, la parte móvil se mueve tal que la posición de la parte móvil se convierte en una posición objetivo de la parte móvil para accionar el mecanismo de cambio de la magnitud de alzada, y el mecanismo de cambio de la distribución de válvula se acciona de acuerdo con un estado de control del mecanismo de cambio de la magnitud de alzada; y una parte de estimación que estima si la discrepancia entre la posición detectada de la parte móvil y la posición real de la parte móvil es grande. El controlador prohíbe el control coordinado cuando se estima que la discrepancia entre la posición detectada de la parte móvil y una posición real de la parte móvil es grande.

50 55 60 Un cuarto aspecto de la presente invención se refiere a un aparato de control para un motor de combustión interna que incluye: un mecanismo de cambio de la distribución de válvula que cambia una distribución de válvula de una válvula de admisión de aire; un mecanismo de cambio de la magnitud de alzada que cambia un valor máximo de alzada y el tiempo de alzada de la válvula de admisión de aire a través del desplazamiento de una parte móvil; un detector de posición que detecta una posición de la parte móvil; un controlador que ejecuta el control coordinado en el cual se establece una posición objetivo de la parte móvil en base a una cantidad de aire de admisión solicitada, la parte móvil se mueve tal que la posición de la parte móvil se convierte en una posición objetivo de la parte móvil para accionar el mecanismo de cambio de la magnitud de alzada, y el mecanismo de cambio de la distribución de válvula se acciona de acuerdo con un estado de control del mecanismo de cambio de la magnitud de alzada; y una parte de estimación que estima si la posición detectada de la parte móvil es diferente de una posición de la parte móvil a detectar. El controlador prohíbe el control coordinado durante un periodo de tiempo cuando se estima que la posición detectada de la parte móvil es diferente de la posición de la parte móvil a detectar.

Un quinto aspecto de la presente invención se refiere a un método de control para un motor de combustión interna con un mecanismo de cambio de la distribución de válvula para cambiar una distribución de válvula de una válvula

de admisión de aire y un mecanismo de cambio de la magnitud de alzada para cambiar un valor máximo de alzada y el tiempo de alzada de la válvula de admisión de aire a través del desplazamiento de una parte móvil. El método de control incluye las etapas de: detectar una posición de la parte móvil, estimar si existe una discrepancia entre la posición detectada de la parte móvil y una posición real de la parte móvil; cuando se estima que existe el desplazamiento, prohibir el control cooperativo en el cual la parte móvil se mueve tal que la posición de la parte móvil se convierte en una posición objetivo para accionar el mecanismo de cambio de la magnitud de alzada, y el mecanismo de cambio de la distribución de válvula se acciona de acuerdo con un estado de control del mecanismo de cambio de la magnitud de alzada; y accionar el mecanismo de cambio de la distribución de válvula en base a la carga del motor durante un periodo de tiempo cuando el control cooperativo está prohibido.

Un sexto aspecto de la presente invención se refiere a un método de control para un motor de combustión interna con un mecanismo de cambio de la magnitud de alzada para cambiar un valor máximo de alzada y el tiempo de alzada de una válvula de admisión de aire a través del desplazamiento de una parte móvil y con un aparato funcional para provocar el movimiento de la parte móvil. El método de control incluye las etapas de: detectar una posición de la parte móvil, estimar si la posición detectada de la parte móvil es diferente de una posición de la parte móvil a detectar, prohibir el control coordinado en el cual la parte móvil se mueve tal que la posición de la parte móvil se convierte en una posición objetivo para accionar el mecanismo de cambio de la magnitud de alzada, el mecanismo de cambio de la distribución de válvula se acciona de acuerdo con un estado de control del mecanismo de cambio de la magnitud de alzada, cuando se estima que la posición detectada de la parte móvil es diferente de la posición de la parte móvil a detectar; y accionar el mecanismo de cambio de la distribución de válvula en base a la carga del motor durante un periodo de tiempo cuando el control cooperativo está prohibido.

#### Breve descripción de los dibujos

Los objetos, características y ventajas anteriores y adicionales de la invención serán evidentes a partir de la siguiente descripción de realizaciones ejemplares haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los que los numerales similares se utilizan para representar elementos similares y en los que:

La figura 1 es un dibujo esquemático que muestra la estructura abreviada del motor de combustión interna de acuerdo con una realización específica de la presente invención.

La figura 2 es una vista en perspectiva seccionada de un mecanismo de cambio de la magnitud de alzada de acuerdo con la misma realización.

La figura 3 es un gráfico que muestra un modo de cambio del momento de abertura de válvula y el momento de cierre de válvula, debido a un cambio de la magnitud de alzada de la válvula de admisión de aire.

La figura 4 es un gráfico que muestra un modo de cambio de la alzada de válvula de la válvula de admisión de aire de acuerdo con un control coordinado del mecanismo de cambio de la magnitud de alzada y el mecanismo de cambio de la distribución de válvula.

La figura 5 es gráfico esquemático que muestra una estructura abreviada del accionador y el aparato de control electrónico del mecanismo de cambio de la magnitud de alzada de acuerdo con la misma realización.

La figura 6 es un diagrama de medición temporal que muestra la señal de salida del sensor de posición, y el modo de transición del valor de conteo de posición, y el valor de conteo de tiempo mientras gira el motor sin escobillas.

La figura 7 es una tabla que muestra la relación entre un aumento o disminución en el valor de conteo de posición y la señal de salida del sensor de posición de acuerdo con la misma realización.

Las figuras 8A a 8C son dibujos explicativos que muestran la relación entre la posición del árbol de control y el valor de conteo de tiempo.

La figura 9 es un diagrama de flujo que muestra la secuencia de procesamiento que acompaña al control del mecanismo de cambio de la magnitud de alzada de acuerdo con la misma realización.

La figura 10 es un diagrama de flujo que muestra la secuencia de procesamiento que acompaña al control del mecanismo de cambio de la distribución de válvula de acuerdo con la misma realización.

La figura 11 es un gráfico que muestra el modo de cambio de posición del árbol de control y la fase de la leva de admisión de aire debido al control coordinado de la misma realización.

La figura 12 es un gráfico que muestra la relación entre la carga del motor y la fase objeto de la leva de admisión de aire debido al control coordinado prohibido de acuerdo con la misma realización.

La figura 13 es un diagrama de medición temporal que muestra un modo de cambio de fase de la leva de admisión de aire y el valor de conteo de tiempo para prohibir el control coordinado de acuerdo con la misma realización.

La figura 14A es un gráfico que muestra un ejemplo específico de las características de válvula para las cuales el fallo de encendido tiene lugar fácilmente.

La figura 14B es un gráfico que muestra un ejemplo específico de las características de válvula para las cuales la detonación tiene lugar fácilmente.

Descripción detallada de realizaciones

5 Una realización específica de un aparato de control de un motor de combustión interna de acuerdo con esta invención se explica más adelante haciendo referencia a las figuras 1 a 14B. La figura 1 es un dibujo esquemático que muestra una estructura abreviada del motor de combustión interna utilizando el aparato de control.

10 Este motor de combustión interna 1, como se muestra en la figura 1, tiene una estructura que combina un bloque de cilindros 10 y una culata 20. En el interior de un cilindro 11 conformado en el bloque de cilindros 10, está contenido un pistón 12 de una manera tal que el movimiento deslizante es posible. Este pistón 12 está conectado a un cigüeñal 15 mediante una biela 16. La culata 20 está montada con, y unida a, la parte superior del bloque de cilindros 10. Una cámara de combustión 13 está definida por la cara interna periférica del cilindro 11, una superficie inferior de la culata 20 y la cara superior del pistón 12.

15 En la culata 20, está provista una bujía 14 que sobresale dentro de la cámara de combustión 13, y están conformadas una abertura de admisión de aire 21 y una abertura de escape 22 que comunican con la cámara de combustión 13. La abertura de admisión de aire 21 está conectada a un colector de admisión de aire (no mostrado en los dibujos) para formar parte de una trayectoria de aire de admisión 30. Adicionalmente, la abertura de escape 22 está conectada a un colector de escape (no mostrado en los dibujos) para formar parte de una trayectoria de escape 40. Una válvula de mariposa 33 para ajustar la cantidad de aire introducida en la cámara de combustión 13 y una válvula de inyección de combustible 34 para inyectar combustible hacia la cámara de combustión 13 están provistas en la trayectoria de aire de admisión 30.

20 Una válvula de admisión de aire 31 que conecta y desconecta la trayectoria de aire de admisión 30 y la cámara de combustión 13 y una válvula de escape 41 que conecta y desconecta la trayectoria de escape 40 y la cámara de combustión 13 están provistas en la culata 20 como se muestra en la figura 1. La válvula 31 y la válvula 41 están cada una empujadas por una fuerza de empuje de un respectivo resorte de válvula (no mostrado en los dibujos) en la dirección del cierre de válvula.

30 Adicionalmente, dentro del interior de la culata 20, están provistos unos ajustadores de juego 25 correspondientes a la válvula 31 y a la válvula 41, respectivamente, y un balancín 26 está provisto abarcando el hueco entre el ajustador de juego 25 y la válvula 31 y la válvula 41. Como se muestra en la figura 1, el balancín 26 está soportado por una punta del mismo mediante el ajustador de juego 25, y la otra punta hace contacto con la parte de la punta de base de la válvula 31 y la válvula 41.

35 Además, un árbol de levas de escape 42 que acciona la válvula 41 y un árbol de levas de admisión de aire 32 que acciona la válvula 31 están montados giratorios por la culata 20. El árbol de levas de admisión de aire 32 y el árbol de levas de escape 42 están cada uno conectados al cigüeñal 15 mediante una cadena de distribución (no mostrada en los dibujos) tal que cada árbol gira dos veces por cada giro del cigüeñal 15. Adicionalmente, el árbol de levas de admisión de aire 32 está dotado con un mecanismo de cambio de la distribución de válvula 200 para cambiar la distribución de válvula de la válvula de admisión de aire 31 al cambiar una fase de giro relativo del árbol de levas de admisión de aire 32 en relación al cigüeñal 15.

40 Una leva de admisión de aire 32a está conformada en el árbol de levas de admisión de aire 32, y una leva de escape 42a está conformada en el árbol de levas de escape 42. La cara externa periférica de la leva de escape 42a hace contacto con el balancín 26 que está en contacto con la válvula de escape 41. De esta manera, cuando el árbol de levas de escape 42 gira durante el funcionamiento del motor, el balancín 26 oscila con la parte soportada por el ajustador de juego 25 actuando como un punto de apoyo, debido al accionamiento de la leva de escape 42a. Esto tiene como resultado que la válvula de escape 41 se alza por el balancín 26 en la dirección de la abertura de la válvula.

45 Sin embargo, está provisto un mecanismo de cambio de la magnitud de alzada 300 entre la leva de admisión de aire 32a y el balancín 26 que está en contacto con la válvula de admisión de aire 31. Este mecanismo de cambio de la magnitud de alzada 300 tiene un brazo de entrada 311 y un brazo de salida 321. El brazo de entrada 311 y el brazo de salida 321 están soportados para así ser capaces de oscilar alrededor de un tubo de soporte 330 fijado a la culata 20. El balancín 26 se empuja hacia el lado del brazo de salida 321 mediante la fuerza de empuje del muelle de válvula y se hace contactar con la cara externa periférica del brazo de salida 321. De esta manera, el mecanismo de cambio de la magnitud de alzada 300 se empuja en la dirección contraria a las agujas del reloj W1 como se muestra en la figura 1, y un rodillo 311a, provisto en la punta del brazo de entrada 311, se presiona contra la cara externa periférica de la leva de admisión de aire 32a. En consecuencia, cuando la leva de admisión de aire 32a gira durante el funcionamiento del motor, el mecanismo de cambio de la magnitud de alzada 300 experimenta una oscilación alrededor del tubo de soporte 330, debido al funcionamiento de la leva de admisión de aire 32a. Entonces, debido al funcionamiento del brazo de salida 321, el balancín 26 oscila con la parte soportada por el ajustador de

juego 25 actuando como un punto de apoyo. Esto tiene como resultado que la válvula de admisión de aire 31 se alza por el balancín 26 en la dirección de la abertura de la válvula.

La estructura del mecanismo de cambio de la magnitud de alzada 300 se explicará con detalle a continuación haciendo referencia a la figura 2. La figura 2 es una vista en perspectiva seccionada que muestra la estructura interna del mecanismo de cambio de la magnitud de alzada 300. Dentro del tubo de soporte 330 fijado a la culata 20, como se muestra en la figura 2, se introduce un árbol de control 340 para así ser capaz de moverse en la dirección axial. Además, una corredera cilíndrica 350 está encajada sobre el exterior del tubo de soporte 330 para así ser capaz de moverse en la dirección axial.

En la pared interior de la corredera cilíndrica 350 está conformada una garganta 353 que se extiende a lo largo de la dirección circular, y un casquillo 354 se acopla con esta garganta 353. Un orificio alargado 331 está conformado en una pared de tubo del tubo de soporte 330 y se extiende en la dirección axial del mismo. Entre la corredera 350 y el árbol de control 340, está provisto un pasador de bloqueo 341 para conectar entre sí la corredera 350 y el árbol de control 340 a través del orificio alargado 331. Una punta del pasador de bloqueo 341 se introduce dentro de una parte cóncava (no mostrada en los dibujos) conformada en el árbol de control 340, y la otra punta del pasador de bloqueo 341 se introduce dentro de un orificio directo conformado en el casquillo 354. Por medio de esto, la corredera 350 oscila libremente en la dirección circular del mismo, centrada en el tubo de soporte 330 y el árbol de control 340, y es capaz de moverse en la dirección axial de la misma en respuesta a un desplazamiento en la dirección axial del árbol de control 340.

En la cara externa periférica del cilindro 350, están conformadas unas ranuras helicoidales 351 en la parte central, y unas ranuras helicoidales 352 en ambos lados de las ranuras helicoidales 351 tal que los resaltes de los dientes están inclinados en oposición.

Como se muestra en la figura 2, un par de piezas de salida 320 están encajadas sobre el exterior de la corredera 350 y están posicionadas para así emparedar una pieza de entrada 310. Unas ranuras helicoidales 312 están conformadas en la cara interna periférica de la pieza de entrada 310, y las ranuras helicoidales 312 engranan con las ranuras helicoidales 351 de la corredera 350. Un par de brazos de entrada 311 están conformados en la cara externa periférica de la pieza de entrada 310 y sobresalen en la dirección radial del árbol de control 340. Un rodillo 311a está soportado giratoriamente entre el par de brazos de entrada 311.

Unas ranuras helicoidales 322 están conformadas en las caras internas periféricas del par de piezas de salida 320, y cada ranura helicoidal 322 engrana con una respectiva ranura helicoidal 352 de la corredera 350. Un respectivo brazo de salida 321 que sobresale en la dirección radial del árbol de control 340, está conformado en la cara externa periférica de cada una de las piezas de salida 320.

Al utilizar este tipo de mecanismo de cambio de la magnitud de alzada 300, la corredera 350 se desplaza en la dirección axial en respuesta a un desplazamiento del árbol de control 340 a lo largo de la dirección axial del mismo. Las ranuras helicoidales 351 conformadas en la cara externa periférica de la corredera 350 engranan con las ranuras helicoidales 312 conformadas en la cara interna periférica de la pieza de entrada 310, y las ranuras helicoidales 352 conformadas en la cara externa periférica de la corredera 350 engranan con las ranuras helicoidales 322 conformadas en la cara interna periférica de la pieza de salida 320. De este modo, cuando la corredera 350 se desplaza en la dirección axial de la misma, la pieza de entrada 310 y la pieza de salida 320 giran en direcciones mutuamente opuestas. Como resultado, se cambia el diferencial de fase relativo entre el brazo de entrada 311 y el brazo de salida 321, y se cambian un valor máximo de alzada y un tiempo de alzada (abreviados en lo sucesivo como "magnitud de alzada") de la válvula de admisión de aire 31. Específicamente, cuando el árbol de control 340 se desplaza en la dirección superior indicada por la flecha en la figura 2, la corredera 350 se mueve en la dirección superior junto con el árbol de control 340. Por medio de esto, el diferencial de fase relativo entre el brazo de entrada 311 y el brazo de salida 321 se vuelve grande, y la magnitud de alzada de la válvula de admisión de aire 31 se vuelve grande. Sin embargo, cuando el árbol de control 340 se desplaza en la dirección inferior indicada por la flecha en la figura 2, la corredera 350 se mueve en la dirección inferior junto con el árbol de control 340, y de este modo el diferencial de fase relativo entre el brazo de entrada 311 y el brazo de salida 321 se vuelve pequeño, y la magnitud de alzada de la válvula de admisión de aire 31 se vuelve pequeña.

Están provistos varios tipos de sensores para detectar los estados funcionales del motor y conmutadores para detectar el accionamiento por el conductor, para el motor de combustión interna 1 como se muestra en la figura 1. Por ejemplo, un sensor de acelerador 71 provisto para un pedal de acelerador 70 detecta la magnitud de accionamiento (magnitud de accionamiento de acelerador ACCP) del pedal de acelerador 70. Un sensor de ángulo de cigüeñal 72 provisto en las proximidades del cigüeñal 15 produce una señal pulsada para cada incremento de giro de un ángulo de giro específico del cigüeñal 15 y, en base a esta señal, se calcula la velocidad de giro del motor NE. Un sensor de posición de mariposa 73 detecta un grado de abertura (grado de abertura de la mariposa) de la

válvula de mariposa 33 provista en la trayectoria de aire de admisión 30. Un caudalímetro de aire 74 provisto en la trayectoria de aire de admisión 30 detecta una cantidad de aire de admisión GA del aire de admisión introducido dentro de la cámara de combustión 13. Un sensor de posición de leva 75 provisto en las proximidades del árbol de levas de admisión de aire 32 produce una señal correspondiente al ángulo de fase  $\theta$  de la leva de admisión de aire 32a. Además, un conmutador de encendido 76 para detectar un funcionamiento del motor requerido por el conductor del vehículo, está sometido a un accionamiento de conmutación por el conductor y produce una señal correspondiente a la posición de conmutación presente.

Una unidad electrónica de control 60 para ejecutar varios tipos de controles de motor del motor de combustión interna 1 está conectada a estos varios tipos de sensores y conmutadores. La unidad electrónica de control 60 recibe las señales de detección desde estos varios tipos de sensores y conmutadores, ejecuta varios tipos de procesamiento de cálculos para el control de motor, y produce señales funcionales en respuesta a los resultados de dichos cálculos a la bujía 14, la válvula de inyección de combustible 34, y similares para proporcionar un control general del funcionamiento del motor del motor de combustión interna 1.

Además, en el motor de combustión interna 1 de la presente realización, la válvula de mariposa 33 provista en la trayectoria de aire de admisión 30 se mantiene en un estado totalmente abierto durante el funcionamiento del motor, y la cantidad de aire de admisión GA se ajusta al cambiar la magnitud de alzada de la válvula de admisión de aire 31 mediante el mecanismo de cambio de la magnitud de alzada 300. En base a la magnitud de accionamiento de acelerador ACCP, la velocidad de giro del motor NE, y similares, la unidad electrónica de control 60 calcula la cantidad de aire de admisión GA requerida y acciona el mecanismo de cambio de la magnitud de alzada 300 en base a esta cantidad de aire de admisión requerida.

Sin embargo, cuando la magnitud de alzada de la válvula de admisión de aire 31 cambia por el accionamiento del mecanismo de cambio de la magnitud de alzada 300, como se muestra en la figura 3, el momento de apertura de válvula IVO y el momento de cierre de válvula IVC cambia junto con un cambio de la magnitud de alzada de la válvula de admisión de aire 31. Específicamente, como se indica por la línea con dos rayas encadenadas en la figura 3, cuando la magnitud de alzada de la válvula de admisión de aire 31 aumenta, el tiempo de alzada se prolonga, y esto tiene como resultado un avance del momento de apertura de válvula IVO y también un retraso del momento de cierre de válvula IVC. Esto tiene como resultado en un cambio del solapamiento de válvulas entre la válvula de admisión de aire 31 y la válvula de escape 41 de acuerdo con un cambio en la magnitud de alzada.

De este modo, de acuerdo con el motor de combustión interna 1 de la presente realización, mediante el accionamiento del mecanismo de cambio de la distribución de válvula 200 en respuesta al estado de control del mecanismo de cambio de la magnitud de alzada 300, se suprime el momento de apertura de válvula IVO con el cambio de magnitud de alzada de la válvula de admisión de aire 31. Específicamente, como se muestra en la figura 4, cuando la magnitud de alzada de la válvula de admisión de aire 31 aumenta, se retrasa correspondientemente la distribución de válvula. Sin embargo, cuando la magnitud de alzada se reduce, se adelanta correspondientemente la distribución de válvula. De esta manera, el cambio de solapamiento de válvulas puede suprimirse incluso cuando se cambia la magnitud de alzada.

Cuando el mecanismo de cambio de la distribución de válvula 200 se acciona en respuesta al estado de control del mecanismo de cambio de la magnitud de alzada 300 de esta manera, esto es, cuando se realiza el control coordinado entre el mecanismo de cambio de la magnitud de alzada 300 y el mecanismo de cambio de la distribución de válvula 200, se posibilita la cancelación del cambio de solapamiento de válvulas con el cambio de la magnitud de alzada de la válvula de admisión de aire 31 y el control de la magnitud de alzada con precisión de la válvula de admisión de aire 31 y el solapamiento de válvulas de los mismos en respuesta al estado funcional del motor.

Aquí, se requiere una detección con precisión del estado de control del mecanismo de cambio de la magnitud de alzada 300 a fin de ajustar el solapamiento de válvulas a la magnitud deseada y cambiar la magnitud de alzada de la válvula de admisión de aire 31 en respuesta al estado funcional del motor.

De acuerdo con el motor de combustión interna 1 de la presente realización, se detecta un estado de control del mecanismo de cambio de la magnitud de alzada 300 en base a la posición del árbol de control 340. El funcionamiento del árbol de control 340 y el método de detección de la posición del árbol de control 340 se explicarán más adelante con detalle mientras se hace referencia a las figuras 5 a 8.

La figura 5 es un dibujo esquemático que muestra una estructura simplificada de un accionador 50 para accionar el árbol de control 340 y un aparato de control del accionador 50. Como se muestra en la figura 5, en la parte de la punta de base (parte de la punta lateral derecha de la figura 5) del árbol de control 340, un motor sin escobillas 52 está conectado a través de un mecanismo de conversión 51 tal como el accionador 50. El movimiento giratorio del

motor sin escobillas 52 se convierte en un movimiento lineal en la dirección axial del árbol de control 340 mediante el mecanismo de conversión 51. El árbol de control 340 se desplaza en la dirección axial y el mecanismo de cambio de la magnitud de alzada 300 acciona mediante un movimiento giratorio dentro de un determinado intervalo de ángulo de giro del anterior motor sin escobillas 52 (por ejemplo, dentro de un intervalo de ángulo de giro de 10 giros (0 – 3600°) del motor sin escobillas 52).

Cuando el motor sin escobillas 52 gira en la dirección normal, el árbol de control 340 se mueve en la dirección superior indicada por la flecha en la figura 5, y el diferencial de fase relativo entre el brazo de entrada 311 y el brazo de salida 321 del mecanismo de cambio de la magnitud de alzada 300 se vuelve grande. El movimiento del árbol de control 340 en la dirección de la flecha superior se limita por un tope lateral de límite superior 343 provisto en el árbol de control 340. La posición de contacto de este tope lateral de límite superior 343 con parte de la culata 20 es la posición móvil límite (referida en lo sucesivo como el "límite superior") donde la magnitud de alzada de la válvula de admisión de aire 31 se vuelve la más grande.

Sin embargo, cuando se hace girar el motor sin escobillas 52 en la dirección opuesta, el árbol de control 340 se mueve en la dirección inferior indicada por la flecha en la figura 5, y el diferencial de fase relativo entre el brazo de entrada 311 y el brazo de salida 321 se vuelve pequeño. El movimiento del árbol de control 340 en la dirección de la flecha inferior se limita por un tope lateral de límite inferior 342 provisto en el árbol de control 340. La posición de contacto de este tope lateral de límite inferior 342 con parte de la culata 20 es la posición móvil límite (referida en lo sucesivo como el límite inferior) donde la magnitud de alzada de la válvula de admisión de aire 31 se vuelve la más pequeña.

El árbol de control 340 se mueve en la dirección axial del árbol de control 340 de esta manera, con lo cual la magnitud de alzada de la válvula de admisión de aire 31 cambia de acuerdo a la posición axial del árbol de control 340. La posición axial del árbol de control 340 cambia en respuesta al ángulo de giro del motor sin escobillas 52 dentro del intervalo de ángulo de giro mencionado anteriormente.

El motor sin escobillas 52 está dotado con dos sensores de posición S1 y S2 como un sensor de detección de posición 77 para producir una señal en base al ángulo de giro para detectar la posición del árbol de control 340. Cada uno de los sensores de posición S1 y S2 produce alternativamente señales conformadas en forma de pulsos (es decir, un señal superior "H" y una señal inferior "L"), como se muestra en la parte superior de la figura 6, en respuesta a cambios de flujo magnético del imán multipolar con 48 polos que gira junto con el rotor del motor sin escobillas 52 durante el giro del motor sin escobillas 52. La figura 6 es un diagrama de medición temporal que muestra las señales de salida de los sensores de posición S1 y S2 que acompañan el giro del motor sin escobillas 52 y que muestra un modo de transición de un valor de conteo de posición P y un valor de conteo de tiempo S.

Adicionalmente, las señales pulsadas a partir de ambos de los sensores de posición S1 y S2 están producidas con fases mutuamente desplazadas. Durante el giro normal, el lado ascendente y el lado descendente de la señal pulsada a partir del sensor de posición S1 tienen lugar antes del lado ascendente y el lado descendente, respectivamente, de la señal pulsada a partir del sensor de posición S2. El lado de una señal pulsada producida a partir de uno de los sensores S1 y S2, está generado para cada 7,5° de giro del motor sin escobillas 52. La señal pulsada a partir de uno de los sensores está generada desplazada en fase en 3,75° de giro del motor sin escobillas 52 en relación a la señal pulsada a partir del otro sensor. En consecuencia, el intervalo de los lados de las señales pulsadas a partir de los sensores de posición S1 y S2 toma un valor de 3,75°.

Como se muestra en la figura 5, las señales anteriores de cada uno de los sensores de posición S1 y S2 se reciben en la anterior unidad electrónica de control 60, lo cual se ha descrito anteriormente haciendo referencia a la figura 1. En base a estas señales, la unidad electrónica de control 60 controla el accionamiento del motor sin escobillas 52. La unidad electrónica de control 60 incluye una unidad central de procesado (CPU) 61, una memoria de solo lectura (ROM) 62, una memoria de acceso aleatorio (RAM) 63, una EEPROM 64, que es una memoria no volátil capaz de re-escribir los datos de la memoria.

De la manera anterior, la CPU 61 ejecuta varios tipos de procesado de cálculos tales como los cálculos necesarios para el control de la cantidad de inyección de combustible, control del momento de ignición, el control de la distribución de válvula mediante el accionamiento del mecanismo de cambio de la distribución de válvula 200, lo cual se requiere para el funcionamiento del motor del motor de combustión interna 1, así como para el funcionamiento del mecanismo de cambio de la magnitud de alzada 300 (es decir, necesario para el funcionamiento del motor sin escobillas 52). Específicamente, en base a las señales a partir de los sensores de posición S1 y S2, se detecta la posición del árbol de control 340, se calcula una posición objetivo del árbol de control 340 correspondiente a la cantidad requerida de aire de admisión, y se controla el motor sin escobillas 52 de forma que la posición del árbol de control 340 alcanza la posición objetivo. Varios tipos de programas de control y similares se almacenan de antemano en la ROM 62. La RAM 63 es una memoria volátil que requiere un batería de soporte para retener los datos de la

memoria, y esta RAM 63 se utiliza como un almacenamiento temporal de memoria de los resultados del cálculo de la CPU 61 y similares. La EEPROM 64 es capaz de re-escribir eléctricamente los datos de la memoria, y esta memoria no requiere una batería de soporte a fin de retener los datos de la memoria en la misma.

5 El método de detección de la posición axial del árbol de control 340 se explicará con detalle a continuación haciendo referencia a las figuras 6 y 7. La figura 7 es una tabla que muestra la relación entre las señales de cada uno de los sensores de posición S1 y S2 y el aumento o disminución en el valor de conteo de posición P.

10 Como se menciona anteriormente, la parte superior de la figura 6 muestra el patrón de salida de la señal pulsada producida a partir de los sensores de posición S1 y S2, respectivamente, durante el giro del motor sin escobillas 52. La parte inferior de la figura 6 muestra el modo de transición del valor de conteo de posición P y el valor de conteo de tiempo S que acompaña el giro del motor sin escobillas 52. El valor de conteo de posición P corresponde al movimiento acumulado que indica cuánto ha cambiado la posición axial del árbol de control 340, esto es, cuánto se ha movido el árbol de control 340 desde una posición base con el giro del motor sin escobillas 52 tras el accionamiento ACTIVADO (IG ACTIVADO) del conmutador de encendido 76 realizado en el momento de inicio del motor de combustión interna 1. El valor de conteo de tiempo S se calcula en base a un valor estándar Sst que indica la posición base y el valor de conteo de posición P, y el valor de conteo de tiempo S indica la posición axial del árbol de control 340. El valor estándar Sst es el valor de conteo de tiempo S en el momento de la detención previa del funcionamiento del motor, y el valor estándar Sst se almacena en la EEPROM 64 cada vez que el funcionamiento del motor se detiene.

20 Durante la detección de posición del árbol de control 340, primero, en base al patrón de salida de las señales pulsadas a partir de cada uno de los sensores de posición S1 y S2, el valor de conteo de posición P aumenta o disminuye para cada lado de estas señales pulsadas. Específicamente, como se muestra en la figura 7, de acuerdo a si ha tenido lugar un lado ascendente o lado descendente de la señal pulsada a partir de uno de los sensores de posición S1 y S2, y de acuerdo a si la salida a partir del otro sensor es una señal superior H o señal inferior L, se suma +1 o -1 al valor de conteo de posición P. En la figura 7, el símbolo "↑" indica un lado ascendente de la señal pulsada, y el símbolo "↓" indica un lado descendente de la señal pulsada. El valor de conteo de posición P obtenido de esta manera es un valor que cuenta los lados de las señales pulsadas a partir de cada uno de los sensores de posición S1 y S2.

25 Cuando el motor sin escobillas 52 experimenta un giro normal, como se muestra en la figura 6, se añade "1" al valor de conteo de posición P para cada lado de las señales pulsadas a partir de los sensores de posición S1 y S2. Cuando el motor sin escobillas 52 experimenta un giro invertido, se resta "1" al valor de conteo de posición P para cada uno de los anteriormente mencionados lados. Debido a que el valor de conteo de posición P se almacena en la RAM 63 de la unidad electrónica de control 60, como se muestra en la figura 6, cuando el conmutador de encendido 76 está sometido a un accionamiento DESACTIVADO (IG DESACTIVADO) y el suministro de electricidad a la RAM 63 se detiene, el valor de conteo de posición P se reestablece a "0".

35 Cuando el valor de conteo de posición P se calcula de esta manera, la CPU 61 calcula el valor de conteo de tiempo S en base al valor de conteo de posición P calculado y el valor estándar Sst almacenado en la EEPROM 64. Específicamente, el valor obtenido al sumar el valor de conteo de posición P al valor estándar Sst almacenado de antemano en la EEPROM 64 se calcula como un nuevo valor de conteo de tiempo S. Al actualizar el valor de conteo de tiempo S de esta manera, se detecta la posición del árbol de control 340.

40 De esta manera, como se muestra en la figura 6, durante el giro normal del motor sin escobillas 52, el valor de conteo de tiempo S aumenta de acuerdo con el aumento del valor de conteo de posición P. Sin embargo, durante el giro inverso del motor sin escobillas 52, el valor de conteo de tiempo S disminuye de acuerdo con la disminución del valor de conteo de posición P.

45 Cuando el valor de conteo de tiempo S se calcula, la unidad electrónica de control 60 compara el valor de conteo de tiempo S con un valor de conteo de tiempo objetivo Sp como una posición objetivo del árbol de control 340. Entonces, el control de giro del motor sin escobillas 52, esto es, el control funcional del mecanismo de cambio de la magnitud de alzada 300, se realiza de manera que el valor de conteo de tiempo S se iguale con el valor de conteo de tiempo objetivo Sp.

50 La relación entre la posición real del árbol de control 340 y el valor de conteo de tiempo S cuando la posición del árbol de control 340 se detecta de esta manera, se explicará más adelante mientras se hace referencia a las figuras 8A a 8C.

60 Las figuras 8A a 8C son dibujos explicativos que muestran la relación entre la posición real del árbol de control 340 y el valor de conteo de tiempo S cuando el mecanismo de cambio de la magnitud de alzada 300 se acciona en el

intervalo móvil correspondiente a 10 giros (0 – 3600°) del motor sin escobillas 52.

Como se describe anteriormente, en el motor de combustión interna 1 de la presente realización, el valor de conteo de posición P y el valor de conteo de tiempo S aumentan o disminuyen en “1” para cada 3,75° de giro del motor sin escobillas 52. Por esta razón, cuando el valor de conteo de tiempo S que corresponde al límite inferior se supone “0”, el valor de conteo de tiempo S correspondiente al límite superior se convierte en “960”. La siguiente explicación se proporcionará para el caso tomando la posición base (Sst = 480) como la posición intermedia entre el límite inferior y el límite superior.

Por ejemplo, cuando el árbol de control 340 como se muestra en la figura 8A se acciona hacia el lado de límite superior en una magnitud correspondiente a dos giros (720°) del motor sin escobillas 52 y se mueve a la posición indicada por la flecha lejos de la posición base, el valor de conteo de posición P se convierte en “192”, y el valor de conteo de tiempo S se convierte en “672”. De esta manera, cuando se supone que la distancia desde el límite inferior al límite superior sea “1”, se detecta la posición del árbol de control 340 estando posicionado en “672 / 960” hacia el límite superior (es decir, se detecta estando en la posición “7 / 10”).

Sin embargo, cuando la interrupción instantánea del suministro de corriente eléctrica (denominada interrupción instantánea) tiene lugar debido a un fallo de la conexión de la línea de corriente eléctrica que suministra corriente eléctrica a la unidad electrónica de control 60 y similares, hay unos casos en los que el valor de conteo de posición P almacenado en la RAM 63 desaparece. Cuando el valor de conteo de posición P desaparece debido a este tipo de interrupción instantánea, esto es, cuando el valor de conteo de posición P resultante se convierte en el valor inicial “0”, por ejemplo, el valor de conteo de tiempo S se vuelve desplazado, es decir la posición del árbol de control 340 interpretada por la unidad electrónica de control 60 se vuelve separada de la posición real del árbol de control 340.

Específicamente, cuando el valor de conteo de posición P se convierte en “0” debido a una interrupción instantánea, a pesar la posición real del árbol de control 340 hacia el límite superior sea “7 / 10” como se indica por la flecha en la figura 8B, el valor de conteo de tiempo S se convierte en “480”. De esta manera, la unidad electrónica de control 60 reconoce equivocadamente que el árbol de control 340 está en la posición base (es decir, en la posición intermedia entre el límite inferior y el límite superior).

Cuando la posición del árbol de control 340 se detecta erróneamente en esta manera, tiene lugar una discrepancia entre la magnitud de alzada de la válvula de admisión de aire 31 estimada en base a la posición detectada equivocadamente y la magnitud de alzada real de la válvula de admisión de aire 31.

Por esta razón, cuando se realiza el control coordinado del mecanismo de cambio de la distribución de válvula 200 en base al estado de control del mecanismo de cambio de la magnitud de alzada 300 interpretado por la unidad electrónica de control 60, la distribución de válvula establecida por el mecanismo de cambio de la distribución de válvula 200 se convierte en inadecuada para el estado funcional del motor. Como resultado, el estado funcional del motor se vuelve inestable y, en algunos casos, está presente una preocupación de que esto puede provocar la incidencia de un fallo de encendido, detonación, y similares.

Específicamente, si la distribución de válvula de la válvula de admisión de aire 31 cambia al lado de avance cuando la magnitud de alzada de la válvula de admisión de aire 31 es muy grande como se muestra en la figura 14A, el momento de apertura de válvula IVO de la válvula de admisión de aire 31 se vuelve precoz, el solapamiento de válvulas se vuelve excesivamente grande y la cantidad de EGR interna aumenta. Esto tiene como resultado que el suministro de oxígeno se vuelve insuficiente para la combustión, la combustión se vuelve inestable, y tiene lugar fácilmente el fallo del encendido. Adicionalmente, cuando la distribución de válvula de la válvula de admisión de aire 31 cambia al lado de retraso cuando la magnitud de alzada de la válvula de admisión de aire 31 es muy pequeña como se muestra en la figura 14B, el momento de apertura de válvula IVO de la válvula de admisión de aire 31 es en o después del punto muerto superior, y el momento de cierre de válvula IVC se vuelve en las proximidades del punto muerto inferior. Como resultado, aumenta la presión negativa en la cámara de combustión 13 en el momento de apertura de válvula de la válvula de admisión de aire 31, el caudal de aire introducido en la cámara de combustión 13 aumenta, y la válvula de admisión de aire 31 se cierra para que se inicie la compresión en las proximidades del punto muerto inferior. De este modo, la temperatura y la presión en el interior de la cámara de combustión 13 aumentan fácilmente, y tiene lugar la detonación.

Sin embargo, para suprimir la desaparición del valor de conteo de posición P mediante este tipo de interrupción instantánea, se ha considerado la adopción de una configuración en la cual el valor de conteo de posición P se almacena en la EEPROM 64 que no requiere una batería de soporte para retener los datos de la memoria. Sin embargo, está limitado el número de veces que se re-escriben los datos de la memoria en la EEPROM 64, y si la EEPROM 64 se utiliza para almacenar el valor de conteo de posición P que cambia sucesivamente durante el funcionamiento del árbol de control 340, la duración de la EEPROM 64 se reduce notablemente, y de este modo la

adopción de este tipo de configuración no es realista.

De este modo, para el motor de combustión interna 1 de acuerdo con la presente realización, al ejecutar la adquisición de la posición máxima de la manera descrita más adelante, la discrepancia entre el valor de conteo de tiempo S y la posición real del árbol de control 340 provocada por la desaparición del valor de conteo de posición P, se corrige de esta manera.

De acuerdo con la adquisición de la posición máxima, cuando el valor de conteo de posición P desaparece debido a una interrupción instantánea, el árbol de control 340 se desplaza hacia el lado del límite superior por la fuerza de funcionamiento constante como se indica por la flecha de línea discontinua de la figura 8C. En este momento, aumenta gradualmente la magnitud de alzada de la válvula de admisión de aire 31, y en consecuencia, se realiza un cambio en el control de la mariposa en el cual la cantidad de aire de admisión GA se regula mediante la válvula de mariposa 33 provista en la trayectoria de aire de admisión 30, de manera que se suprime el aumento excesivo de la cantidad de aire de admisión GA que acompaña al aumento de la magnitud de alzada. Entonces, se adquiere como el límite superior la posición en la cual el tope lateral de límite superior 343 contacta con la culata 20 y se detiene el movimiento del árbol de control 340. Por ejemplo, el valor de conteo de posición P se establece en "480" tal que el valor de conteo de tiempo S en esta posición se convierte en "960".

Al ejecutar la adquisición de la posición máxima en la cual se acciona el árbol de control 340 hacia el lado de límite superior y la posición de detención se adquiere como el límite superior, la discrepancia entre la posición real del árbol de control 340 y la posición del árbol de control 340 interpretada por la unidad electrónica de control 60, puede eliminarse.

Además, cuando la discrepancia entre la posición real del árbol de control 340 y la posición del árbol de control 340 interpretada por la unidad electrónica de control 60, se estima que es grande en el motor de combustión interna 1 de la presente realización (durante el periodo de tiempo cuando la discrepancia se estima que sea grande, es decir, durante un periodo de tiempo cuando se estima que la posición detectada de la parte móvil difiere de la posición de la parte móvil a detectar), se prohíbe el control coordinado del mecanismo de cambio de la magnitud de alzada 300 y el mecanismo de cambio de la distribución de válvula 200.

Un modo de control del mecanismo de cambio de la distribución de válvula 200 y un modo de control del mecanismo de cambio de la magnitud de alzada 300 para la adquisición de la posición máxima y la prohibición del control coordinado, se explicarán mientras se hace referencia a las figuras 9 y 10.

En primer lugar, el control del mecanismo de cambio de la magnitud de alzada 300 utilizando la adquisición de la posición máxima se explicará mientras se hace referencia a la figura 9. La figura 9 es un diagrama de flujo que muestra una secuencia de adquisición de acuerdo con dicho control. Esta adquisición se ejecuta repetidamente por la unidad electrónica de control 60 durante el funcionamiento del motor.

Cuando se inicia la adquisición, en primer lugar, en la etapa S100, se determina si este es el primer ciclo de control después de que se haya iniciado el suministro de corriente eléctrica a la unidad electrónica de control 60. Si este se determina en la etapa S100 que es el primer ciclo de control después de que se haya iniciado el suministro de corriente eléctrica a la unidad electrónica de control 60 (SI en la etapa S100), entonces la adquisición prosigue a la etapa S110 y se determina si la marca de accionamiento Fdrv está ACTIVADA. Si la marca de accionamiento Fdrv se establece ACTIVADA en el momento que se enciende el motor y se establece DESACTIVADA cuando el funcionamiento del motor se detiene, y este valor se almacena en la EEPROM 64 que no requiere un batería de soporte para la retención de datos de la memoria. Además, se suministra la corriente eléctrica a la unidad electrónica de control 60 antes del arranque del motor. Por esta razón, en la etapa S110, cuando la marca de accionamiento Fdrv se establece ACTIVADA, se estima que el suministro de corriente eléctrica a la unidad electrónica de control 60 se ha reiniciado sin que haya experimentado la finalización del funcionamiento normal del motor (es decir, que el suministro de corriente eléctrica se haya reiniciado tras la incidencia de una interrupción instantánea).

Si se determina que la marca de accionamiento Fdrv está ACTIVADA en la etapa S110 (SI en la etapa S110 (es decir, se determina que una interrupción instantánea ha tenido lugar inmediatamente de antemano)), la adquisición prosigue a la etapa S120, y una marca de determinación de interrupción instantánea Fsd se establece como ACTIVADA. La marca de determinación de interrupción instantánea se establece como ACTIVADA cuando se determina que una interrupción instantánea ha tenido lugar de la manera descrita anteriormente, y la marca de determinación de interrupción instantánea se establece como DESACTIVADA cuando la adquisición de la posición máxima ha finalizado. La marca de determinación de interrupción instantánea Fsd se almacena en la RAM 63 y se establece como DESACTIVADA en el estado inicial (es decir en el momento del arranque del motor). Cuando la marca de determinación de interrupción instantánea Fsd se ha establecido como ACTIVADA de esta manera, la

adquisición prosigue a la etapa S130.

5 Sin embargo si la marca de accionamiento Fdrv se determina que está DESACTIVADA en la etapa S110 (NO en la etapa S110), se estima que se ha iniciado el suministro de corriente eléctrica a la unidad electrónica de control 60 tras experimentar una detención normal en el funcionamiento del motor (es decir, sin incidencia de una interrupción instantánea), se salta la etapa S120, y la adquisición prosigue a la etapa S130.

10 Además, si se determina que la etapa S100 no es el primer ciclo de control tras el inicio del suministro de corriente eléctrica a la unidad electrónica de control 60 (NO en la etapa S100), se saltan la etapa S110 y la etapa S120, y la adquisición prosigue a la etapa S130.

15 En la etapa S130, se determina si la marca de determinación de interrupción instantánea Fsd está ACTIVADA. Si la marca de determinación de interrupción instantánea Fsd se determina que está DESACTIVADA en la etapa S130 (NO en la etapa S130), no ha tenido lugar una interrupción instantánea, y en consecuencia la adquisición prosigue a la etapa S140, y la velocidad de giro de ralentí NEi se establece como la velocidad de giro estándar NEst, que es la velocidad de giro de ralentí normal.

20 La ejecución prosigue entonces a la etapa S150, la posición objetivo del árbol de control 340 se establece en base a la cantidad de aire de admisión requerida de la manera descrita anteriormente, y se realiza el control normal en el cual la magnitud de alzada de la válvula de admisión de aire 31 se cambia mediante el accionamiento del árbol de control 340. Cuando el árbol de control 340 se ha accionado de esta manera, esta adquisición finaliza.

25 Sin embargo, si la marca de determinación de interrupción instantánea Fsd se ha determinado que esté ACTIVADA en la etapa S130 (SI en la etapa S130), se estima que ha tenido lugar una discrepancia entre la posición real del árbol de control 340 y la posición del árbol de control 340 interpretada por la unidad electrónica de control 60 en base al valor de conteo de tiempo S debido a la incidencia de una interrupción instantánea, y la discrepancia entre la posición real del árbol de control 340 y la posición del árbol de control 340 interpretada por la unidad electrónica de control 60 se estima que es grande. La ejecución prosigue entonces a la etapa S145, la velocidad de giro de ralentí NEi se establece como un valor obtenido al sumar una cantidad específica  $\alpha$  a la velocidad de giro estándar NEst, la adquisición de la posición máxima anterior se ejecuta en la etapa S155, y la adquisición finaliza.

35 Al ejecutar repetidamente la adquisición de esta manera, se determina si ha tenido lugar una interrupción instantánea. Entonces, en base al resultado de la determinación de la manera anterior sobre si ha tenido lugar la interrupción instantánea, si la discrepancia entre la posición real del árbol de control 340 y la posición del árbol de control 340 interpretada por la unidad electrónica de control 60 se estima que es grande, se ejecuta la adquisición de la posición máxima.

40 El control del mecanismo de cambio de la distribución de válvula 200 para la prohibición de un control coordinado se explicará a continuación mientras se hace referencia a la figura 10. La figura 10 es un diagrama de flujo que muestra una secuencia de procesamiento para este control. Este procesamiento se ejecuta repetidamente por la unidad electrónica de control 60 durante el funcionamiento del motor.

45 Cuando este procesamiento se inicia, en la etapa S200, se determina si la marca de interrupción instantánea Fsd se establece ACTIVADA. Si la marca de interrupción instantánea Fsd en la etapa S200 se determina que se establezca como DESACTIVADA, se estima que no ha tenido lugar una interrupción instantánea, el solapamiento de válvulas objetivo se establece en base a la carga del motor calculada en base a la cantidad de aire de admisión GA y la velocidad de giro de motor NE y el mecanismo de cambio de la distribución de válvula 200 se somete al control coordinado en base al estado de control del mecanismo de cambio de la magnitud de alzada 300. Es decir, se establece una fase objetivo  $\theta_{trg}$  de la leva de admisión de aire 32a en base a la carga del motor y el valor de conteo de tiempo S. Básicamente, en base a la posición del árbol de control 340, la fase objetivo  $\theta_{trg}$  se mueve más al lado de retraso mientras la magnitud de alzada de la válvula de admisión de aire 31 es mayor, y la fase objetivo  $\theta_{trg}$  se mueve más al lado de avance mientras la magnitud de alzada de la válvula de admisión de aire 31 es más pequeña. De esta manera, el cambio del momento de abertura de la válvula IVO de la válvula de admisión de aire 31 que acompaña el cambio de la magnitud de alzada, se compensa por un cambio de la fase  $\theta$  de la leva de admisión de aire 32a. Entonces, junto con esta compensación, la fase objetivo  $\theta_{trgse}$  cambia adicionalmente al lado de avance o al lado de retraso tal que la magnitud de solapamiento de válvulas es adecuada para el estado funcional del motor.

60 Cuando la fase objetivo  $\theta_{trg}$  para el control coordinado se establece de esta manera, la ejecución prosigue a la etapa S220, el mecanismo de cambio de la distribución de válvula 200 se acciona tal que la fase  $\theta$  de la leva de admisión de aire 32a detectada por el sensor de posición de leva 75 coincide con la fase objetivo  $\theta_{trg}$ , y el procesamiento finaliza.

La posición del árbol de control 340 y la fase  $\theta$  de la leva de admisión de aire 32a que experimentan el control coordinado de esta manera, cambian según la curva L mostrada en la figura 11. Básicamente, mientras la carga del motor se vuelve mayor, el árbol de control 340 se acciona hacia el lado de límite superior, y la fase  $\theta$  de la leva de admisión de aire 32a cambia hacia el lado de retraso. De esta manera, la magnitud de alzada de la válvula de admisión de aire 31 se vuelve grande y la cantidad de aire de admisión GA aumenta. Sin embargo, mientras la carga del motor se vuelve más pequeña, el árbol de control 340 se acciona hacia el lado de límite inferior, y la fase  $\theta$  de la leva de admisión de aire 32a cambia hacia el lado de avance. Por medio de esto, la magnitud de alzada de la válvula de admisión de aire 31 se vuelve pequeña y la cantidad de aire de admisión GA disminuye. Como se muestra en la figura 11, en el motor de combustión interna 1 de la presente realización, el intervalo de control dentro del cual se mueve el árbol de control 340 cuando la cantidad de aire de admisión GA se regula que se establezca más pequeña que el intervalo móvil del árbol de control 340 restringido por el límite superior y el límite inferior.

Sin embargo, si la marca de determinación de interrupción instantánea Fsd se determina que se establece como ACTIVADA en la etapa S200 (NO en la etapa S200), entonces el control prosigue a la etapa S215, y la fase objetivo  $\theta_{trg}$  se establece en base a la carga del motor sin depender del estado de control del mecanismo de cambio de la magnitud de alzada 300. Específicamente, la unidad electrónica de control 60 se refiere a un mapa utilizado para cálculos que está almacenado en la ROM 62 de la unidad electrónica de control 60 y establece la fase objetivo  $\theta_{trg}$ . Como se muestra en la figura 12, este mapa está definido de manera que la fase objetivo  $\theta_{trg}$  está avanzada en proporción a la carga del motor tal que la fase objetivo  $\theta_{trg}$  se vuelva mayor mientras la carga del motor se vuelve mayor y la fase objetivo  $\theta_{trg}$  se vuelve más pequeña mientras la carga del motor se vuelve más pequeña.

Cuando la fase objetivo  $\theta_{trg}$  ha sido establecida en base a la carga del motor de esta manera, el mecanismo de cambio de la distribución de válvula 200 se acciona en la etapa S220, tal que la fase  $\theta$  de la válvula de admisión de aire 31 coincide con la fase objetivo  $\theta_{trg}$  y el procesamiento finaliza.

Al ejecutar repetidamente el procesamiento de esta manera, se determina si ha tenido lugar una interrupción instantánea y entonces, en base a los resultados de esta determinación, se prohíbe el control coordinado si la discrepancia entre la posición real del árbol de control 340 y la posición del árbol de control 340 interpretada por la unidad electrónica de control 60 se estima que es grande.

El funcionamiento cuando el control coordinado ha sido prohibido de esta manera, se explicará mientras se hace referencia a la figura 13. La figura 13 es diagrama de medición temporal que muestra un modo de cambio de la fase  $\theta$  de la leva de admisión de aire 32a y el valor de conteo de tiempo S que acompaña la prohibición del control coordinado.

Como se muestra en la figura 13, siempre y cuando no ha tenido lugar una interrupción instantánea (tiempo  $t_0 - t_1$ ), esto es, cuando el valor de conteo de tiempo S es igual a un valor correspondiente a la posición real del árbol de control 340, se ejecuta el control coordinado, y la fase  $\theta$  de la leva de admisión de aire 32a cambia junto con un cambio del valor de conteo de tiempo S.

Sin embargo, cuando tiene lugar una interrupción instantánea en el momento  $t_1$ , y el valor del valor de conteo de posición P almacenado en la RAM 63 desaparece, el valor del valor de conteo de tiempo S se vuelve incierto, y la marca de determinación de interrupción instantánea Fsd se establece como ACTIVADA.

Cuando la marca de determinación de interrupción instantánea Fsd se establece como ACTIVADA y la discrepancia entre la posición real del árbol de control 340 y la posición del árbol de control 340 interpretada por la unidad electrónica de control 60 se estima que es grande, el control coordinado se prohíbe y la velocidad de giro de ralenti NEi aumenta en un cantidad específica  $\alpha$ .

Entonces, la adquisición de la posición máxima se inicia en el tiempo  $t_1$  y el árbol de control 340 se acciona hacia el lado del límite superior. Durante el periodo de ejecución de la adquisición de la posición máxima de esta manera (tiempo  $t_1$  a  $t_3$ ), la cantidad de aire de admisión GA se regula mediante la válvula de mariposa 33, y la fase  $\theta$  de la leva de admisión de aire 32a cambia en base a la carga del motor. Por ejemplo, cuando la carga del motor es alta como se indica por la línea continua de la figura 13, la fase  $\theta$  de la leva de admisión de aire 32a se mueve hacia el lado de avance. Sin embargo, cuando la carga del motor es baja como se indica por la línea discontinua de la figura 13, la fase  $\theta$  de la leva de admisión de aire 32a se mueve hacia el lado de retraso.

Cuando el árbol de control 340 contacta con el límite superior y el desplazamiento se detiene en el momento  $t_2$ , la posición del árbol de control 340 se adquiere como la posición correspondiente al límite superior, y el valor del valor de conteo de tiempo S es corregido (tiempo  $t_2$  a  $t_3$ ). Entonces en el momento  $t_3$ , la adquisición de la posición máxima finaliza, y cuando el valor del valor de conteo de tiempo S se vuelve igual al valor correspondiente de la posición real del árbol de control 340, la marca de determinación de interrupción instantánea Fsd se establece como

DESACTIVADA, se cancela la prohibición del control coordinado, y la velocidad de giro de ralentí NEi se establece como la velocidad de giro estándar NEst.

5 Entonces, en el momento t3, se ejecuta de nuevo el control coordinado para controlar el mecanismo de cambio de la magnitud de alzada 300 y el mecanismo de cambio de la distribución de válvula 200, y en consecuencia la fase  $\theta$  de la leva de admisión de aire 32a cambia con un cambio del valor del valor de conteo de tiempo S.

Los efectos ventajosos enumerados más delante se obtienen de acuerdo con la presente realización tal como se ha explicado anteriormente.

10 (1) Cuando la carga del motor es baja (es decir cuando la cantidad de aire introducida dentro de la cámara de combustión 13 es pequeña durante el tiempo de admisión de aire), debido al poco oxígeno en la cámara de combustión 13, la combustión se vuelve inestable, y tiene lugar fácilmente el fallo del encendido. Sin embargo, cuando la carga del motor es alta (es decir cuando la cantidad de aire introducido dentro de la cámara de combustión 13 durante el tiempo de admisión de aire es grande), la temperatura y la presión en la cámara de combustión 13 aumentan fácilmente durante el tiempo de compresión, y en consecuencia tiene lugar fácilmente la detonación. De este modo, de acuerdo con la realización anterior, en base a una determinación de si ha tenido lugar una interrupción instantánea, cuando se estima que es grande la discrepancia entre la magnitud de alzada actual y la magnitud de alzada de la válvula de admisión de aire 31 interpretada por la unidad electrónica de control 60, se prohíbe el control coordinado y el mecanismo de cambio de la distribución de válvula 200 se acciona en base a la carga del motor. Por esta razón, se evita el establecimiento de la distribución de válvula en base a un estado de control no preciso del mecanismo de cambio de la magnitud de alzada 300, la distribución de válvula se puede cambiar para así suprimir la incidencia del fallo del encendido cuando la carga del motor sea baja, y la distribución de válvula se puede cambiar para así suprimir la incidencia de la detonación cuando la carga del motor es alta. Como resultado, incluso cuando la unidad electrónica de control 60 se vuelve incapaz de interpretar con precisión la magnitud de alzada de la válvula de admisión de aire 31, es posible suprimir la incidencia del fallo del encendido y la detonación.

30 (2) Cuando la distribución de válvula de la válvula de admisión de aire 31 cambia al lado de avance mientras la magnitud de alzada de la válvula de admisión de aire 31 es extremadamente grande, el solapamiento de válvulas es excesivamente grande, el oxígeno suministrado para la combustión resulta insuficiente, la combustión se vuelve inestable, y el fallo del encendido tiene lugar fácilmente. Sin embargo cuando la distribución de válvula de la válvula de admisión de aire 31 se cambia al lado de retraso mientras la magnitud de alzada de la válvula de admisión de aire 31 es extremadamente pequeña, el momento de abertura de válvula IVO de la válvula de admisión de aire 31 es en o después del punto muerto superior, y el momento de cierre de válvula IVC está en las proximidades del punto muerto inferior, de manera que la temperatura y la presión dentro de la cámara de combustión 13 tiene lugar fácilmente. De este modo, de acuerdo con la realización anterior, cuando la discrepancia entre la posición real del árbol de control 340 y la posición del árbol de control 340 interpretada por la unidad electrónica de control 60 se estima que sea grande, y la distribución de válvula de la válvula de admisión de aire 31 se cambia más al lado de retraso mientras la carga del motor es más baja, y la distribución de válvula de la válvula de admisión de aire 31 se cambia más al lado de avance mientras la carga del motor es más alta. Debido a esta configuración, cuando la carga del motor es baja (es decir, cuando el fallo del encendido tiene lugar fácilmente aunque la detonación tienda a no tener lugar), la distribución de válvula de la válvula de admisión de aire 31 se mueve hacia el lado de retraso, e incluso cuando la magnitud de alzada de la válvula de admisión de aire 31 no puede interpretarse con precisión, es posible evitar que las características de válvula de la válvula de admisión de aire 31 se establezcan como las características de válvula en las que tenga lugar fácilmente un fallo del encendido, y se puede suprimir adecuadamente la incidencia de un fallo del encendido. Además, cuando la carga del motor es alta (es decir, cuando la detonación tiene lugar fácilmente aunque el fallo del encendido tienda a no tener lugar), la distribución de válvula de la válvula de admisión de aire 31 se cambia hacia el lado de avance, e incluso cuando la magnitud de alzada de la válvula de admisión de aire 31 no puede interpretarse con precisión, es posible evitar que las características de válvula de la válvula de admisión de aire 31 se establezcan como las características de válvula que pueden provocar que tenga lugar fácilmente una detonación, y se puede suprimir adecuadamente la incidencia de una detonación.

55 (3) Cuando tiene lugar una interrupción instantánea y la discrepancia entre la posición real del árbol de control 340 y la posición del árbol de control 340 interpretada por la unidad electrónica de control 60 se estima que es grande, se ejecuta la adquisición de la posición máxima. Por esta razón, se hace posible eliminar la discrepancia entre la posición real del árbol de control 340 y la posición del árbol de control 340 interpretada por la unidad electrónica de control 60. Además, la adquisición de la posición máxima se realiza al accionar el árbol de control 340 tal que la magnitud de alzada aumenta mientras se regula la cantidad de aire de admisión GA utilizando la válvula de mariposa 33. De este modo es posible suprimir que la cantidad de aire de admisión GA se vuelva excesivamente grande debido a la operación de estrangulación de la válvula de mariposa 33 y la adquisición de la posición máxima puede ejecutarse incluso durante el funcionamiento del motor.

Adicionalmente, cuando se regula la cantidad de aire de admisión GA de acuerdo con la válvula de mariposa 33, es posible el cambio en la potencia del motor incluso durante la ejecución de la adquisición de la posición máxima al cambiar el grado de abertura de la válvula de mariposa 33. Cuando el grado de abertura de la válvula de mariposa 33 se cambia de esta manera, las respectivas posibilidades de la incidencia del fallo de encendido y la detonación cambian debido al cambio de la carga del motor. De acuerdo con la configuración de la realización anterior en la cual la distribución de válvula cambia en base a la carga del motor, la distribución de válvula cambia de acuerdo con las posibilidades de que tenga lugar el fallo de encendido y la detonación que acompañan el cambio de la carga del motor, y se posibilita suprimir adecuadamente la incidencia del fallo de encendido y la detonación.

(4) Cuando la magnitud de alzada de la válvula de admisión de aire 31 se cambia al accionar el árbol de control 340 a lo largo de todo el intervalo móvil del árbol de control restringido por el límite inferior del tope lateral de límite inferior 342 y el límite superior del tope lateral de límite superior 343, se provoca un sobresalto cada vez que el movimiento del árbol de control se detiene por el tope lateral de límite inferior 342 y el tope lateral de límite superior 343 mientras la magnitud de alzada cambia, y de este modo no está presente la preocupación de que esto puede provocar un descenso de la durabilidad del mecanismo de cambio de la magnitud de alzada 300. En consecuencia, de acuerdo con la realización anterior, la magnitud de alzada cambia al provocar el desplazamiento del árbol de control 340 en un intervalo de control especificado que se establece en un intervalo que es más estrecho que el intervalo móvil. De acuerdo con esta configuración, se posibilita evitar la incidencia de un sobresalto que tiene lugar debido a la detención del movimiento del árbol de control 340 por el tope lateral de límite inferior 342 y el tope lateral de límite superior 343 cuando la magnitud de alzada cambia, y de este modo es posible una mejora en la durabilidad del mecanismo de cambio de la magnitud de alzada 300.

(5) Durante una carga extremadamente baja tal como en el ralentí, la combustión se vuelve inestable y tiene lugar fácilmente el fallo del encendido. Por esta razón, al elevarse la velocidad de giro de ralentí NEi de acuerdo con la realización anterior, se posibilita estabilizar la combustión y suprimir más adecuadamente la incidencia del fallo del encendido durante el estado de ralentí. Además, cuando se ejecuta la adquisición de la posición máxima, debido a que el árbol de control 340 se acciona hasta el límite superior donde la magnitud de alzada de la válvula de admisión de aire 31 se vuelve la más grande de acuerdo con la ejecución de la adquisición de la posición máxima, el solapamiento de válvulas se vuelve demasiado grande y esto tiene como resultado un estado en el que tiene lugar fácilmente el fallo del encendido. De este modo, mediante la adopción de una configuración que provoca la elevación de la velocidad de giro de ralentí NEi como por la realización anterior, incluso durante la ejecución de la adquisición de la posición máxima, en la que el fallo del encendido tiene lugar de forma particularmente fácil, es posible suprimir adecuadamente que tenga lugar el fallo del encendido.

La realización anterior puede llevarse a cabo de acuerdo con los aspectos descritos más adelante mediante la modificación apropiada de la realización anterior. Se ha descrito anteriormente una configuración en la que, cuando la discrepancia entre la posición real del árbol de control 340 y la posición del árbol de control 340 interpretada por la unidad electrónica de control 60 se estima que sea grande, la velocidad de giro de ralentí NEi aumenta en un cantidad especificada  $\alpha$ . El valor de la cantidad especificada  $\alpha$  puede cambiarse apropiadamente siempre y cuando el valor es tal que es posible suprimir la incidencia del fallo del encendido.

Adicionalmente, incluso cuando no se adopta la configuración que provoca el aumento de la velocidad de giro de ralentí NEi de esta manera, mediante la adopción de una configuración que al menos cambie la alzada de válvula en base a la carga del motor, la supresión de la incidencia del fallo del encendido y la detonación es posible incluso cuando la interpretación precisa de la magnitud de alzada de la alzada de la válvula de admisión de aire 31 por la unidad electrónica de control 60 se vuelve imposible.

En la descripción anterior de la realización anterior, se muestra una configuración que prohíbe el control coordinado, y, haciendo referencia a un mapa de cálculo que está definido de manera que la magnitud de avance se vuelve más grande en proporción con la carga del motor como se muestra en la figura 12, la fase objetivo  $\theta_{trg}$  se mueve más al lado de retraso mientras la carga del motor se vuelve más pequeña, y la fase objetivo  $\theta_{trg}$  se mueve más hacia el lado de avance mientras la carga del motor se vuelve más grande. En contraste, el modo de establecer la fase objetivo  $\theta_{trg}$  en relación a la carga del motor puede cambiarse adecuadamente. Por ejemplo, se puede adoptar una configuración en la cual la distribución de válvula de la válvula de admisión de aire 31 se mueve al lado de avance cuando la carga del motores vuelve más alta que o igual a una carga especificada. Cuando este tipo de configuración se adopta, durante las cargas altas cuando tenga lugar fácilmente la detonación, al menos se puede suprimir la incidencia de la detonación al mover la distribución de válvula al lado de avance. Además, se puede adoptar una configuración en la cual la distribución de válvula de la válvula de admisión de aire 31 se mueve al lado de retraso cuando la carga del motor se vuelve igual a o inferior que una carga especificada. Cuando se adopta este tipo de configuración, durante las cargas bajas cuando tiene lugar fácilmente el fallo del encendido, al menos se puede suprimir la incidencia del fallo del encendido al mover la distribución de válvula al lado de retraso. Estas

configuraciones además pueden combinarse, y es posible adoptar una configuración en la cual la fase objetivo  $\theta_{trg}$  se cambia en una manera por etapas al mover la distribución de válvula al lado de avance cuando la carga del motor es mayor a o igual a una carga específica y además al mover la distribución de válvula al lado de retraso cuando la carga del motor es inferior que una carga especificada.

5 En la descripción anterior de la realización, se ha descrito una configuración en la cual los medios de estimación de anomalía estiman si es grande la discrepancia entre la posición real del árbol de control 340 y la posición del árbol de control 340 interpretada por la unidad electrónica de control 60, cuando se determina que ha tenido lugar una interrupción instantánea. Sin embargo, puede cambiarse la configuración cuando sea apropiada para estimar si la  
10 discrepancia es grande, utilizando los medios de estimación de anomalía. Esencialmente, cualquiera que sea el método de dicha estimación, si se adopta una configuración en la cual se prohíbe el control coordinado y se acciona el mecanismo de cambio de la distribución de válvula 200 en base a la carga del motor cuando se estima que la discrepancia es grande, es posible la supresión de la incidencia del fallo del encendido y la detonación.

15 Adicionalmente, en la realización anterior, se ha descrito una configuración en la cual la adquisición de la posición máxima se ejecuta cuando la discrepancia entre la posición real del árbol de control 340 y la posición del árbol de control 340 interpretada por la unidad electrónica de control 60, se estima que es grande. Sin embargo, incluso cuando el motor de combustión interna no ejecute dicha adquisición, mediante la adopción de una configuración de  
20 la presente invención en la cual está prohibido el control coordinado y el mecanismo de cambio de la distribución de válvula 200 se acciona en base a la carga del motor cuando la discrepancia se estima que sea grande, al menos es posible la supresión de la incidencia del fallo del encendido y la detonación. Además con otro aspecto, esto es, un motor de combustión interna que ejecuta la adquisición en la cual el árbol de control 340 se acciona hacia el lado del límite inferior donde la magnitud de alzada de la válvula 31 se vuelve la más pequeña y la posición en la cual el árbol de control 340 se detiene, se adquiere como el límite inferior, la supresión de la incidencia del fallo del encendido y  
25 la detonación es posible mediante la adopción de una configuración en la cual está prohibido el control coordinado y el mecanismo de cambio de la distribución de válvula 200 se acciona en base a la carga del motor.

El mecanismo de cambio de la magnitud de alzada 300 explicado en la descripción anterior de la realización es un ejemplo de un mecanismo de cambio de la magnitud de alzada, y la invención también puede aplicarse también en  
30 el caso de otra configuración, siempre y cuando el aparato de control del motor de combustión interna esté dotado con un mecanismo de cambio de la magnitud de alzada para cambiar la magnitud de alzada de la válvula de admisión de aire 31 al provocar el desplazamiento de la parte móvil y ejecute el control coordinado al accionar el mecanismo de cambio de la magnitud de alzada en base al estado de control del mecanismo de cambio de la magnitud de alzada.

35 Además, el esquema en el cual están provistos dos sensores de posición S1 y S2 como el sensor de posición 77, y el movimiento acumulado del árbol de control 340 se calcula como el valor de conteo de tiempo S en base a las señales pulsadas producidas a partir de cada uno de los sensores de posición S1 y S2, para estimar el estado de control del mecanismo de cambio de la magnitud de alzada, es un ejemplo de los medios de detección de posición  
40 que detectan una posición del árbol de control 340 en base a una cantidad de desplazamiento relativo a partir de una posición base, y en consecuencia, el esquema puede cambiarse como sea apropiado.

**REIVINDICACIONES**

1. Aparato de control para un motor de combustión interna que incluye:  
 5 un mecanismo de cambio de la distribución de válvula (200) que cambia una distribución de válvula de una válvula de admisión de aire;  
 un mecanismo de cambio de la magnitud de alzada (300) que cambia un valor máximo de alzada y un tiempo de alzada de la válvula de admisión de aire a través del desplazamiento de una parte móvil (340);  
 unos medios de detección de posición que establecen una posición base en base a una posición móvil límite donde el valor máximo de alzada y la duración de alzada se convierten en los más grandes, y para detectar una posición de  
 10 la parte móvil (340) en base al movimiento acumulado de la pieza móvil (340) desde la posición base; y  
 unos medios de control (60) que realizan un control coordinado en el cual una posición objetivo de la parte móvil (340) se establece en base a una cantidad de aire de admisión solicitada, la parte móvil (340) se mueve tal que la posición detectada de la parte móvil (340) se convierta en la posición objetivo para accionar el mecanismo de cambio de la magnitud de alzada (300), y accionan el mecanismo de cambio de la distribución de válvula (200) de acuerdo con un estado de control del mecanismo de cambio de la magnitud de alzada (300), el aparato de control  
 15 que comprende  
 unos medios de estimación de anomalía para estimar si tiene lugar una interrupción instantánea de un suministro de corriente eléctrica a los medios de control (60) que tienen una memoria (63) para memorizar la posición detectada de la parte móvil (340),  
 20 en el que, cuando los medios de estimación de anomalía estiman que la interrupción instantánea del suministro de corriente eléctrica a los medios de control (60) tiene lugar, los medios de control (60) prohíben el control coordinado y accionan el mecanismo de cambio de la distribución de válvula (200) en base a la carga del motor.
2. El aparato de control según la reivindicación 1, en el que, cuando la interrupción de suministro de corriente eléctrica a los medios de control (60) tiene lugar, la discrepancia entre la posición detectada y la posición real de la  
 25 parte móvil (340) es estimada.
3. El aparato de control según la reivindicación 1 o 2, en el que, cuando los medios de estimación de anomalía estiman que la interrupción instantánea del suministro de corriente eléctrica a los medios de control (60) tiene lugar, el aparato de control acciona el mecanismo de cambio de la distribución de válvula (200) para establecer la  
 30 distribución de válvula de la válvula de admisión de aire más hacia el lado de retraso mientras la carga del motor disminuye y para establecer la distribución de válvula de la válvula de admisión de aire más hacia el lado de avance cuando la carga del motor aumenta.
4. El aparato de control según la reivindicación 1 a 3, comprendiendo además unos medios de adquisición para  
 35 realizar una adquisición de la posición máxima para corregir el movimiento acumulado, mientras se ajusta la cantidad de aire de admisión utilizando una válvula de mariposa (33) de la trayectoria de admisión del aire, al mover la parte móvil (340) tal que aumentan el valor máximo de alzada y el tiempo de alzada y al adquirir la posición de detención de la parte móvil (340) como la posición móvil límite, en el que los medios de adquisición ejecutan la  
 40 adquisición de la posición máxima cuando los medios de estimación de anomalía estiman que la interrupción instantánea del suministro de corriente eléctrica a los medios de control (60) tiene lugar.
5. El aparato de control según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que los medios de control cambian el valor máximo de alzada y la duración de alzada de la válvula de admisión de aire al mover la parte móvil (340)  
 45 dentro de un intervalo de control especificado que se establece dentro de un intervalo más estrecho que el intervalo móvil de la parte móvil (340).
6. El aparato de control según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que cuando los medios de estimación de anomalía estiman que la interrupción instantánea del suministro de corriente eléctrica a los medios de control (60) tiene lugar, los medios de control elevan la velocidad de giro del ralentí por encima de la velocidad de giro del ralentí durante el funcionamiento normal.
7. El aparato de control según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que los medios de control obtienen el movimiento acumulado al acumular el movimiento de la parte móvil (340) tras el momento de inicio del  
 55 funcionamiento del motor.
8. El aparato de control según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, comprendiendo además dicha memoria (63) para almacenar el movimiento acumulado.
9. El aparato de control según la reivindicación 8, en el que los medios de control (60) restablecen el movimiento  
 60 acumulado almacenado en la memoria (63) a cero cuando el motor se detiene.

10. El aparato de control según la reivindicación 8 o 9, en el que, cuando el movimiento acumulado de la memoria (63) se restablece a cero a pesar de que el motor no se detenga, los medios de estimación de anomalía estiman que la discrepancia entre la posición detectada de la parte móvil (340) y la posición real de la parte móvil (340) es grande.

5  
11. Método de control para un motor de combustión interna con un mecanismo de cambio de la distribución de válvula (200) para cambiar una distribución de válvula de una válvula de admisión de aire y un mecanismo de cambio de la magnitud de alzada (300) para cambiar un valor máximo de alzada y el tiempo de alzada de la válvula de admisión de aire a través del desplazamiento de una parte móvil (340); en el que el método de control está  
10 caracterizado por comprender:  
detectar una posición de la parte móvil (340);  
estimar si tiene lugar una interrupción instantánea de un suministro de corriente eléctrica a los medios de control (60) que tienen una memoria (63) para memorizar una posición detectada de la parte móvil (340);  
15 cuando se estima que tiene lugar la interrupción instantánea del suministro de corriente eléctrica a los medios de control (60), prohibir el control coordinado en el cual la parte móvil (340) se mueve tal que la posición de la parte móvil (340) se convierte en una posición objetivo para accionar el mecanismo de cambio de la magnitud de alzada, y el mecanismo de cambio de la distribución de válvula (200) se acciona de acuerdo con un estado de control del mecanismo de cambio de la magnitud de alzada (300); y  
20 accionar el mecanismo de cambio de la distribución de válvula (200) en base a una carga del motor durante un periodo de tiempo cuando el control coordinado está prohibido.

12. El método según la reivindicación 11, en el que, cuando una interrupción de suministro de corriente eléctrica a los medios de control (60) tiene lugar, la discrepancia entre la posición detectada y la posición real de la parte móvil (340) es estimada.

25

FIG. 1

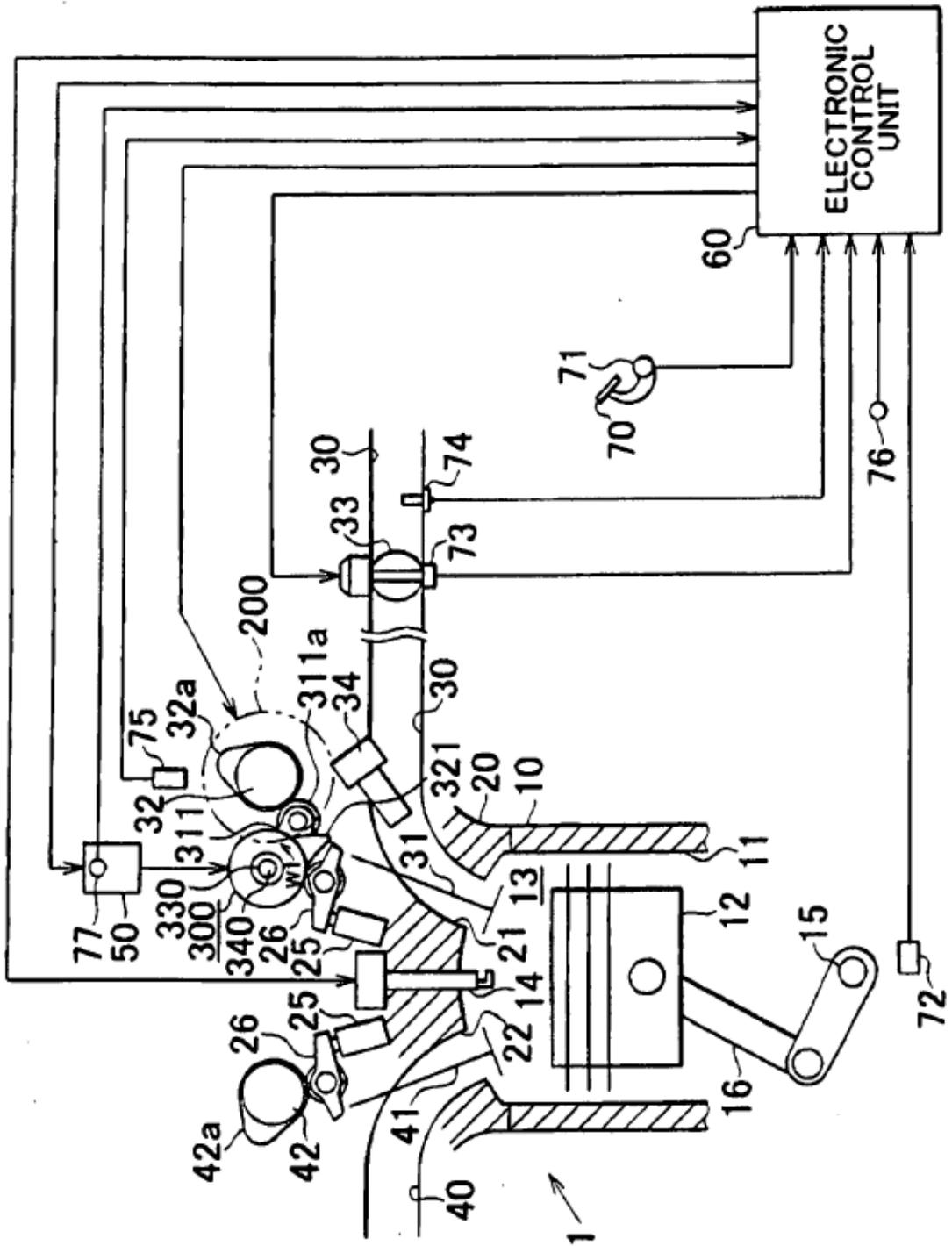
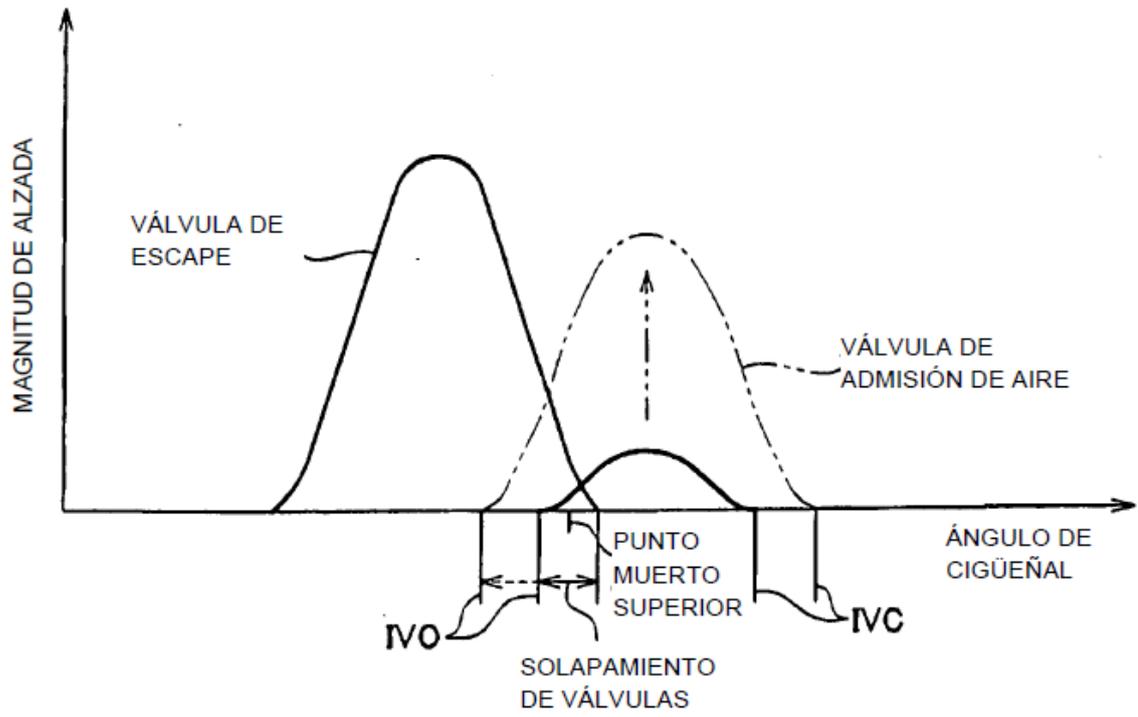




FIG. 3



# FIG. 4

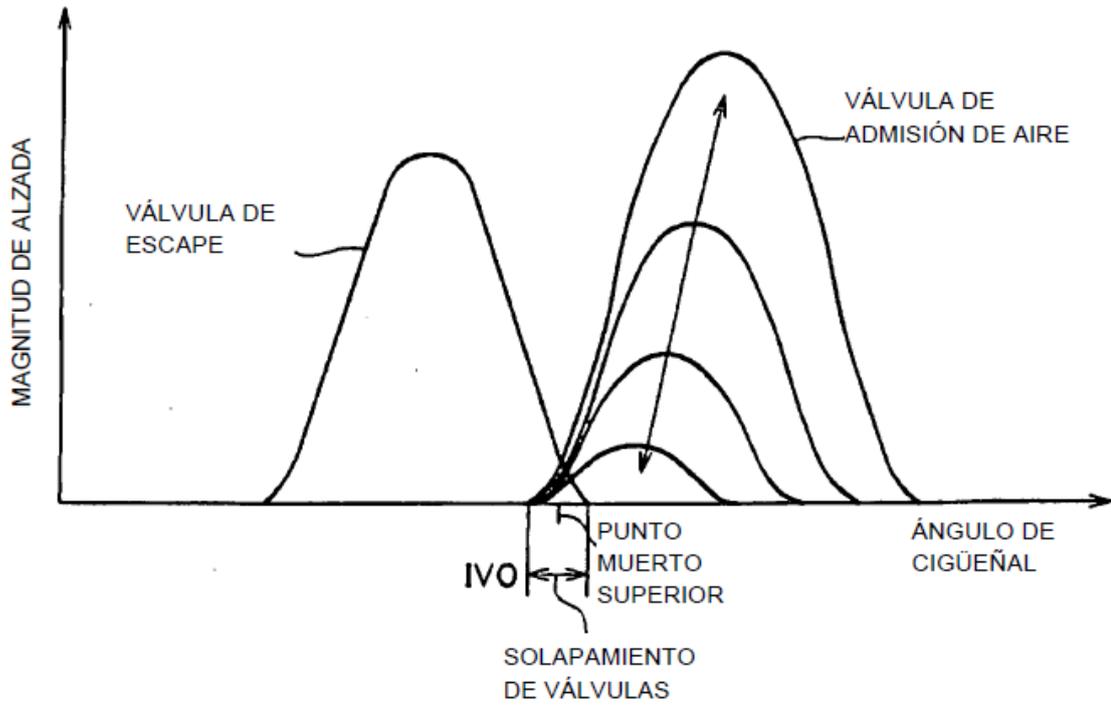
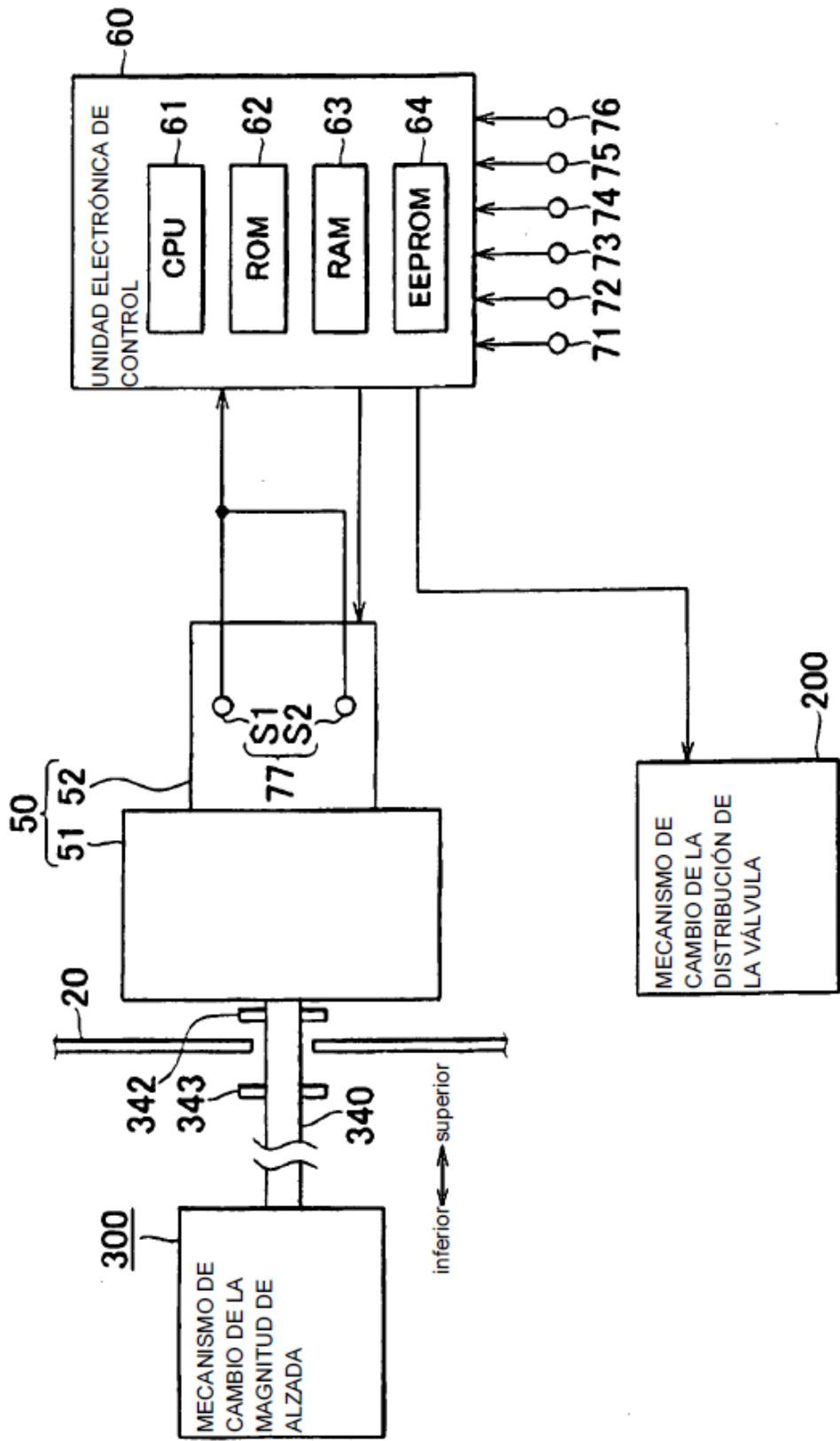
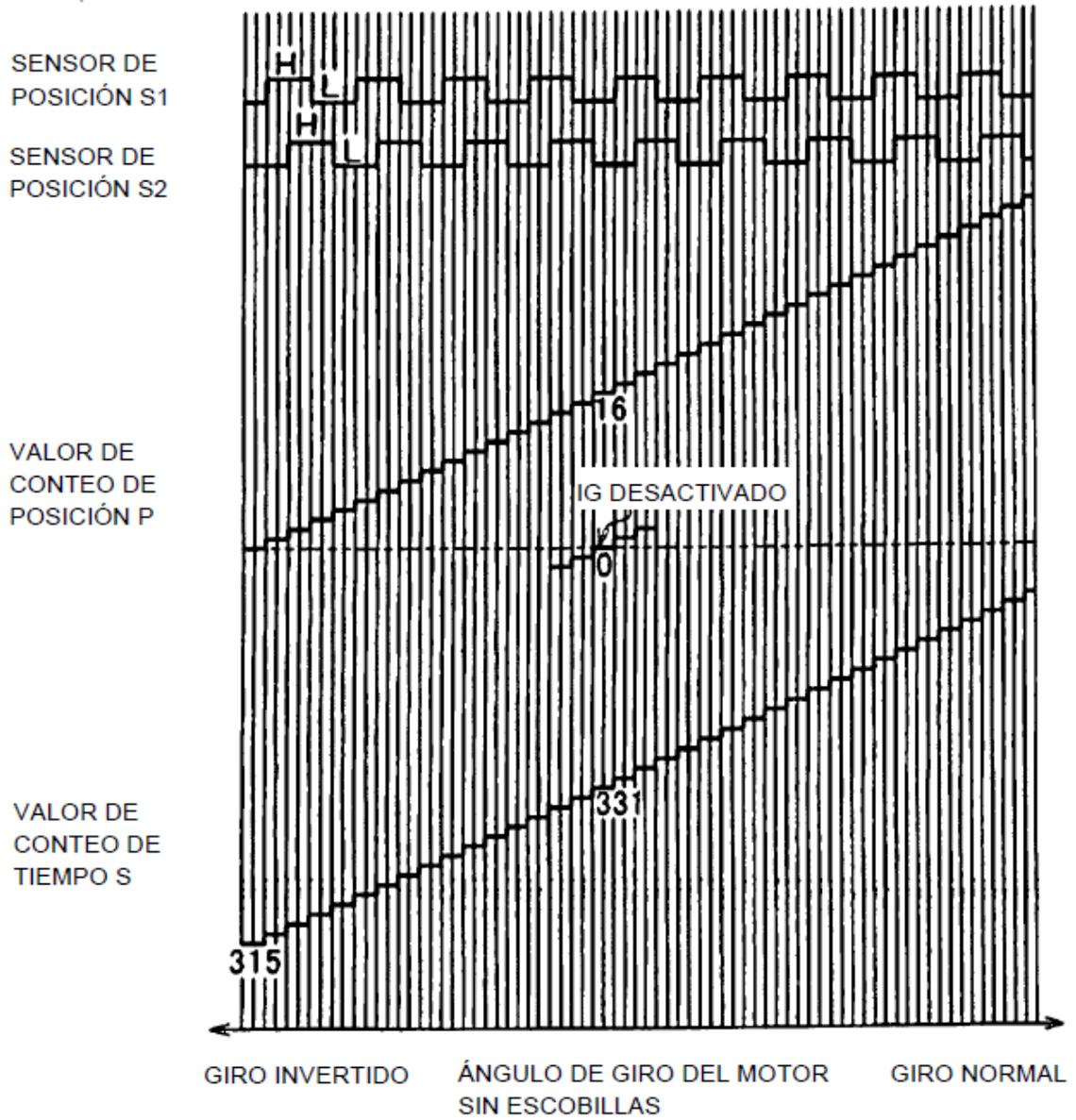


FIG. 5



# FIG. 6



**FIG. 7**

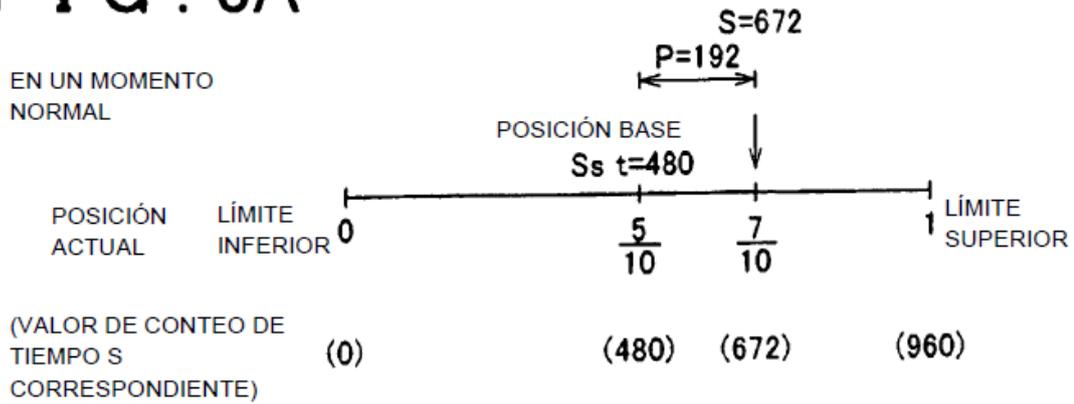
S1	S2	VALOR DE CONTEO DE POSICIÓN
H	↑	+1
H	↓	-1
L	↑	-1
L	↓	+1
↑	H	-1
↓	H	+1
↑	L	+1
↓	L	-1

↑ ...LADO ASCENDENTE

↓ ...LADO DESCENDENTE

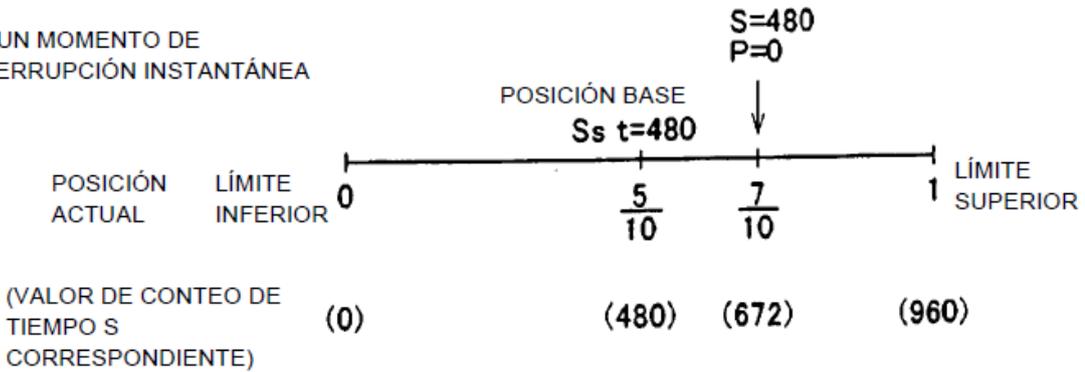
# FIG. 8A

EN UN MOMENTO NORMAL



# FIG. 8B

EN UN MOMENTO DE INTERRUPCIÓN INSTANTÁNEA



# FIG. 8C

EN ADQUISICIÓN

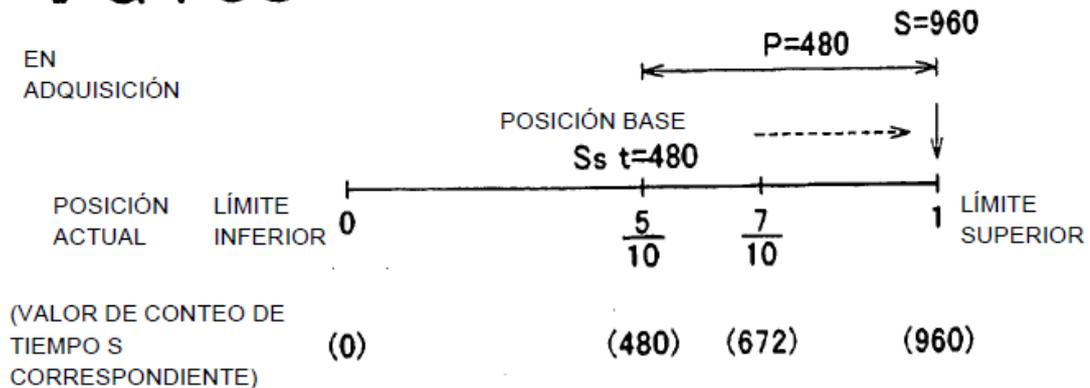
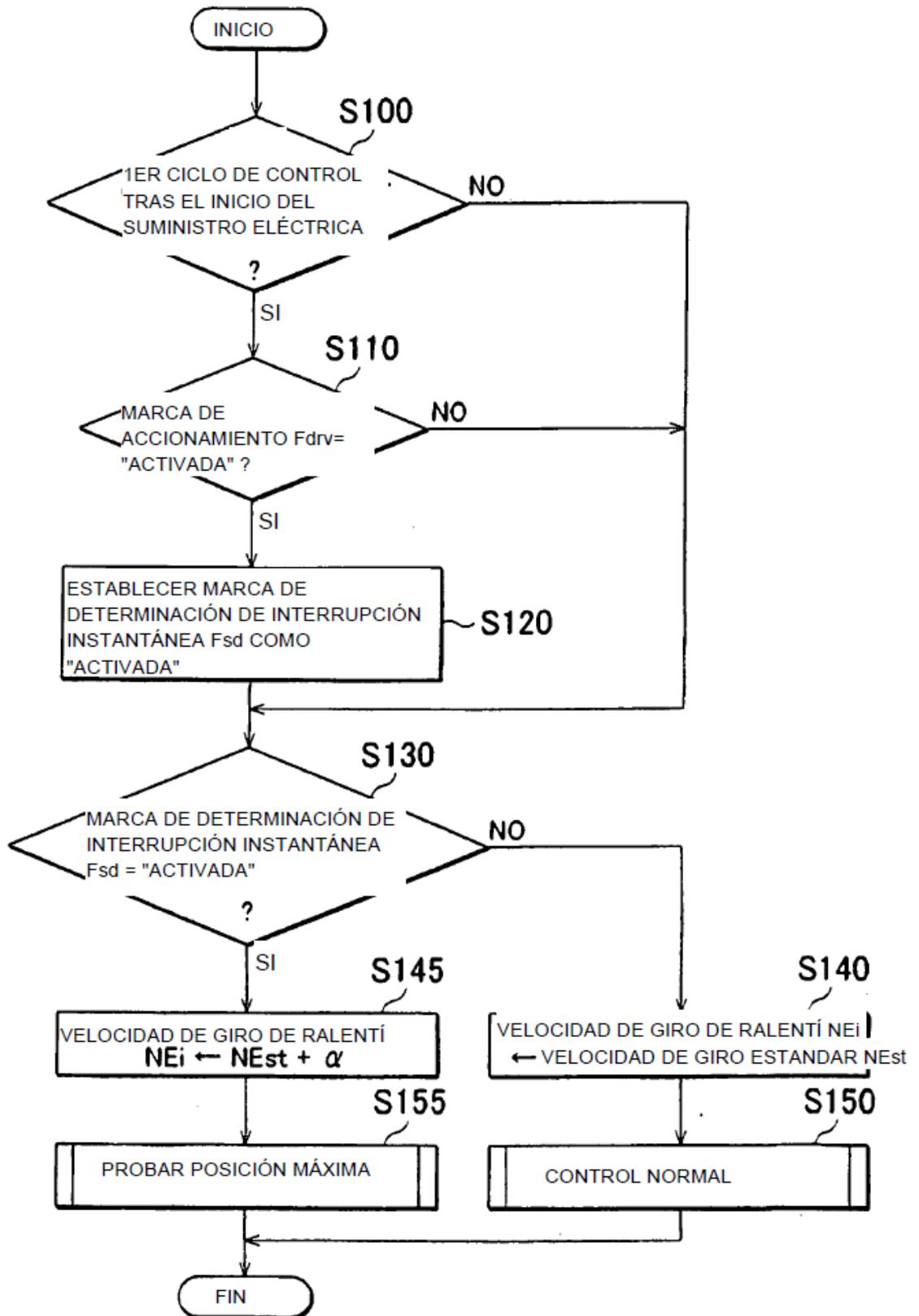


FIG. 9



# FIG. 10

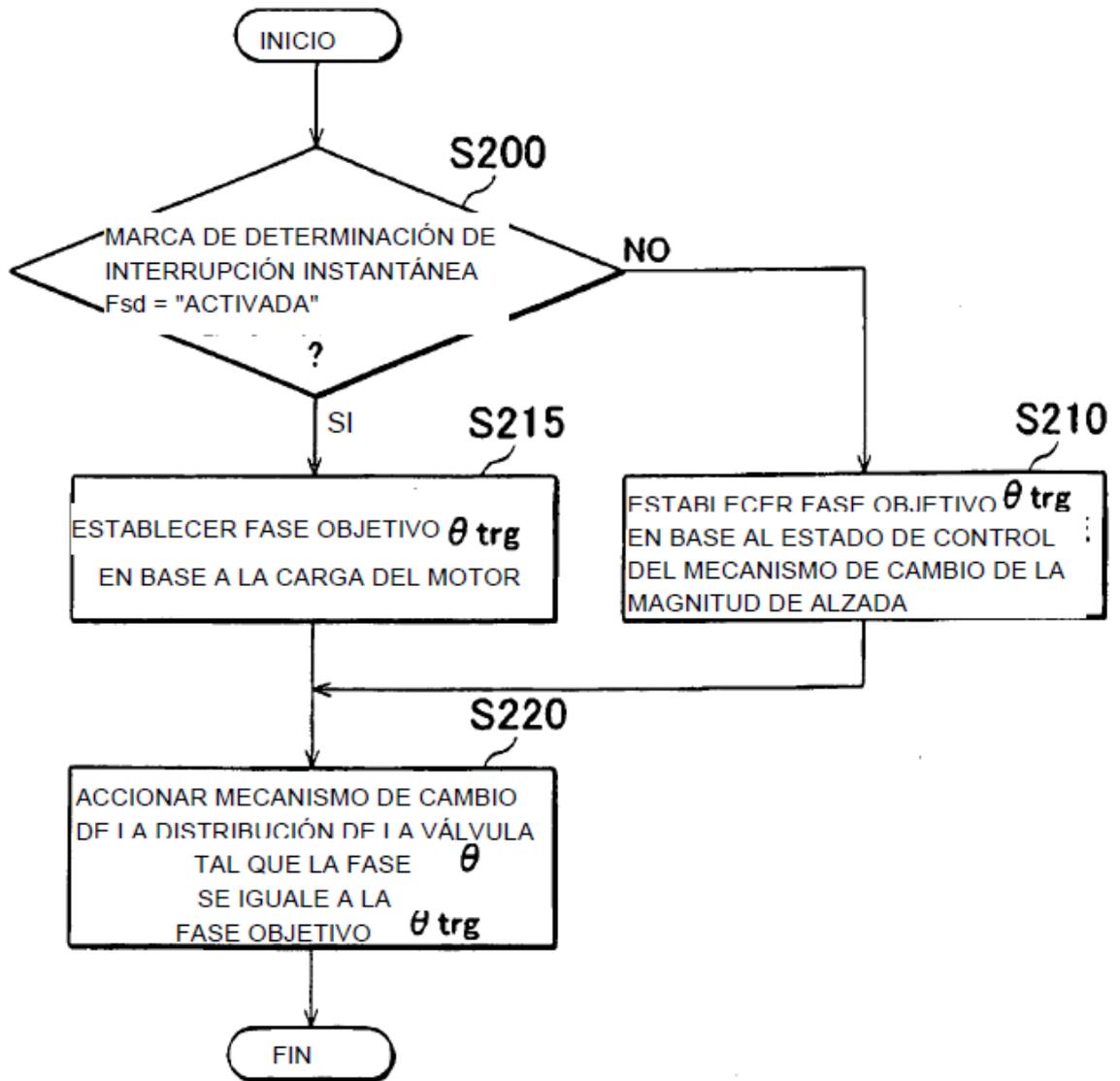
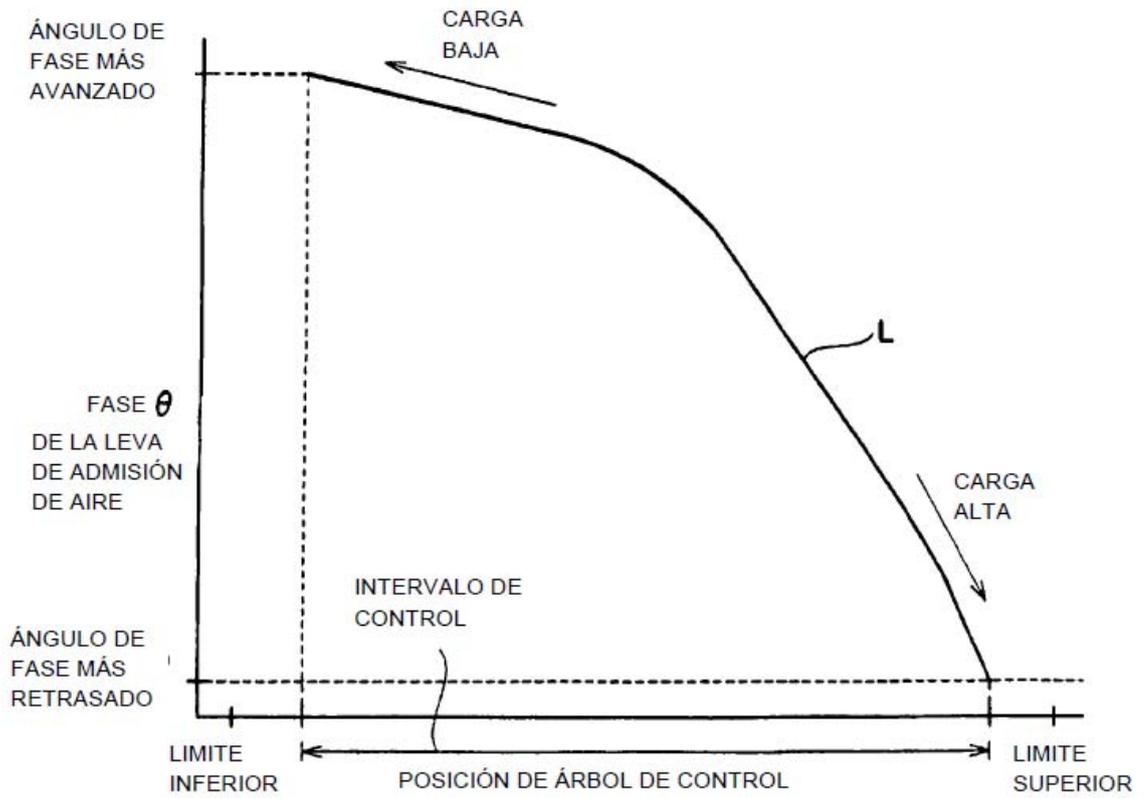


FIG. 11



# FIG. 12

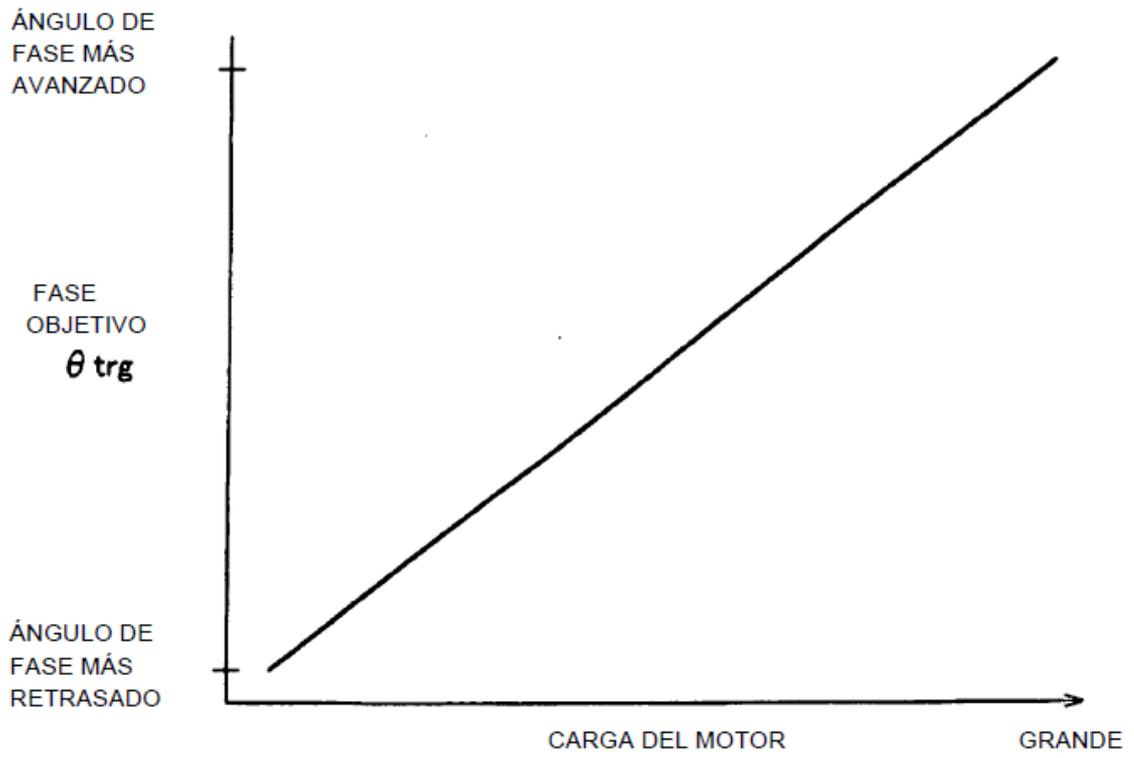
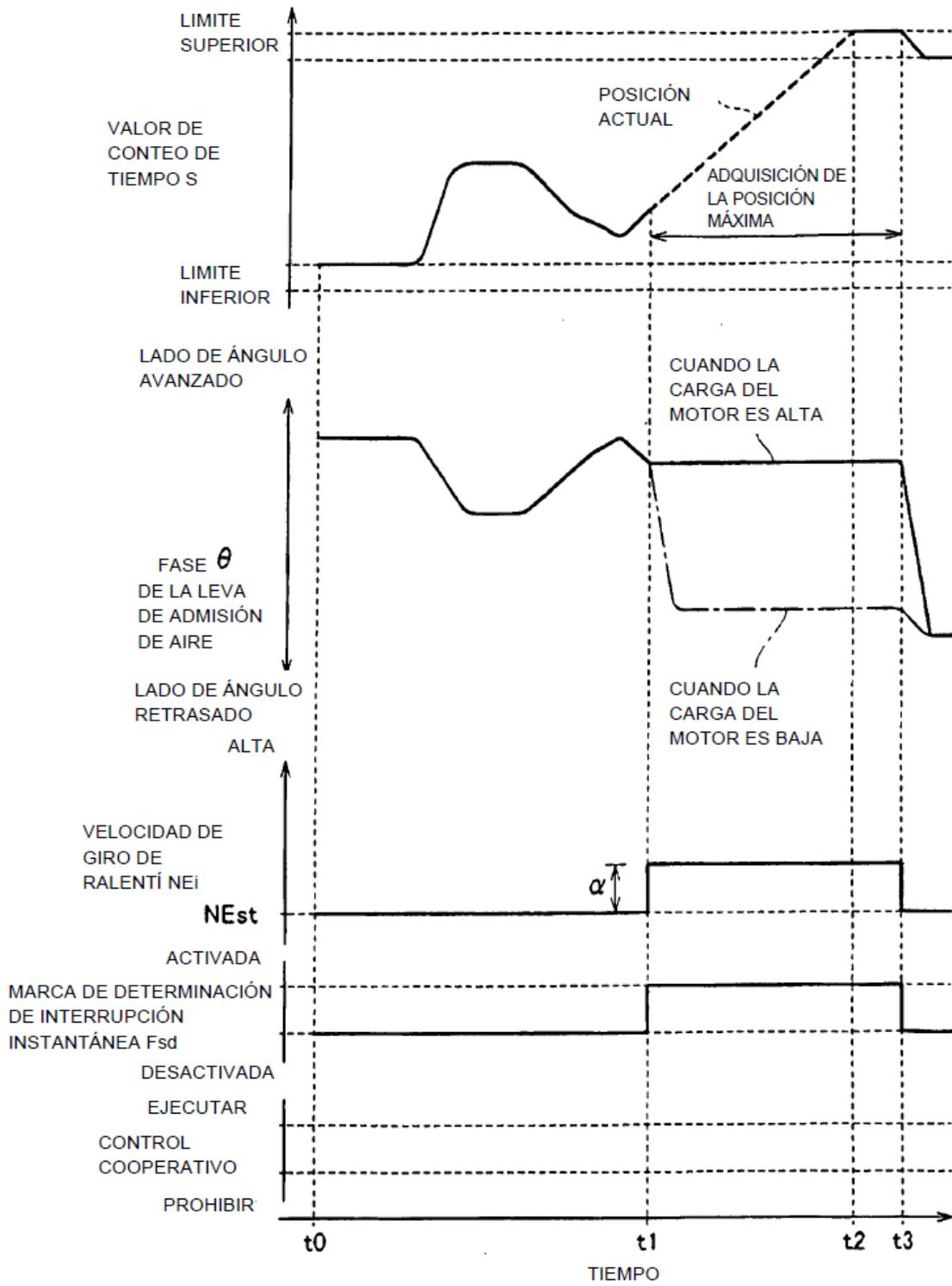
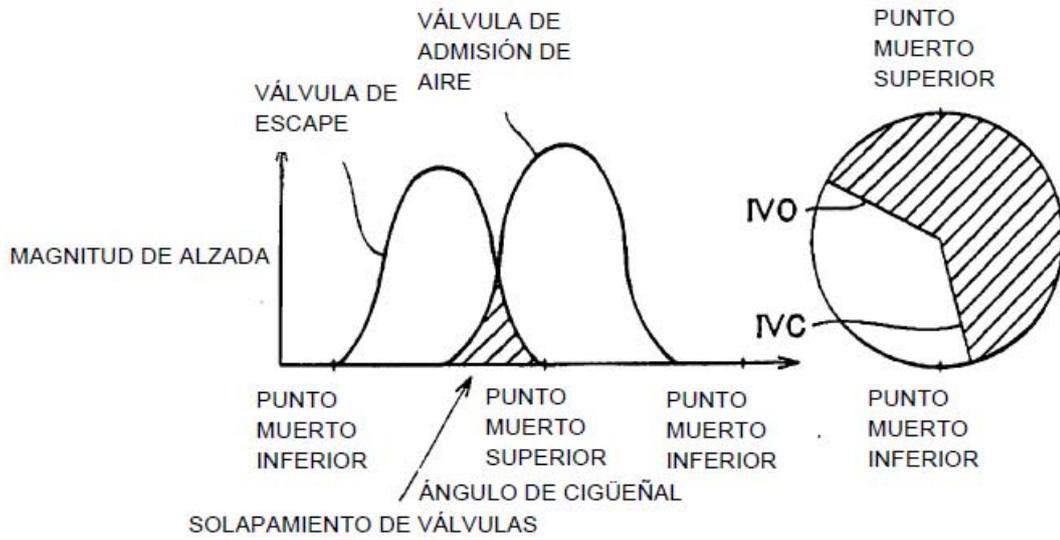


FIG. 13



# FIG. 14A

TÉCNICA ASOCIADA



# FIG. 14B

TÉCNICA ASOCIADA

