



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 356 672**

51 Int. Cl.:
G01L 23/22 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06767749 .2**

96 Fecha de presentación : **26.06.2006**

97 Número de publicación de la solicitud: **1896817**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **12.03.2008**

54 Título: **Dispositivo para la determinación del estado de detonación de un motor.**

30 Prioridad: **28.06.2005 JP 2005-188346**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
12.04.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
12.04.2011

73 Titular/es: **TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA
1, Toyota-cho
Toyota-shi, Aichi-ken, 471-8571, JP
DENSO CORPORATION**

72 Inventor/es: **Kaneko, Rihito;
Kasashima, Kenji;
Yoshihara, Masatomo;
Aso, Koji;
Senda, Kenji;
Kamio, Shigeru y
Takemura, Yuichi**

74 Agente: **Isern Jara, Jorge**

ES 2 356 672 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

Dispositivo para la determinación del estado de detonación de un motor.

Sector técnico

5 La presente invención se refiere a un dispositivo para la determinación de la situación de detonación, de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 y particularmente se refiere a una técnica para la determinación de la aparición de un estado de detonación basada en la forma de onda de la vibración generada en un motor de combustión interna.

Técnica anterior

10 De modo convencional, se han propuesto diferentes procedimientos para determinar si ocurre o no el fenómeno de detonación (detonación). Un dispositivo para el control de la detonación de un motor de combustión interna que se describe en la solicitud de patente japonesa publicada nº 2003-021032 comprende un sensor de detonación para detectar la detonación de un motor de combustión interna, una parte de proceso estadístico para procesar estadísticamente una señal de salida detectada por el sensor de detonación, una primera parte de determinación temporal para determinar si ha ocurrido o no la detonación basándose en un resultado del proceso por la parte del proceso estadístico, una segunda parte de determinación temporal para determinar si ha tenido lugar o no la detonación basándose en la forma de onda de la señal de salida detectada por el sensor de detonación y una parte final de determinación de detonación para determinar de modo final si ha tenido lugar la detonación basándose en los resultados de la determinación temporal de detonación por la primera parte de determinación temporal y la determinación temporal de detonación por la segunda parte de determinación temporal. La parte de determinación final de la detonación determina finalmente si la detonación ha tenido lugar o no cuando dichas primera parte de determinación temporal y segunda parte de determinación temporal determinan que ha tenido lugar la detonación.

20 Con el dispositivo de control de la detonación descrito en esta publicación oficial, se utiliza la determinación temporal de detonación por un programa de proceso estadístico y la determinación temporal de detonación por un programa de forma de onda y se determina finalmente que ha tenido lugar la detonación solamente cuando se determina que la detonación ha tenido lugar en las respectivas determinaciones temporales. Por esta razón, con respecto también a una señal de salida basada en que se ha detectado detonación erróneamente por la determinación de la detonación utilizando solamente uno de los programas de proceso estadístico y el programa de forma de onda, es posible determinar con precisión si la detonación ha ocurrido o no.

25 No obstante, en el dispositivo de control de detonación descrito en la solicitud de patente japonesa publicada nº 2003-021032, la determinación de la detonación por proceso estadístico y determinación de detonación por la forma de la onda son llevadas a cabo independientemente entre sí. Por lo tanto, la exactitud de cada método de determinación no mejora y el deterioro de la exactitud por un componente de ruido no queda resuelto en cada uno de dichos métodos de determinación. Por lo tanto, el dispositivo es susceptible de mejora adicional a efectos de determinar con precisión si existe detonación o no.

30 Un dispositivo para la determinación del estado de detonación, de acuerdo con la técnica anterior, se da a conocer en el documento US-B1-6 230 546. Este dispositivo para la determinación del estado de detonación comprende una parte de detección para detectar la forma de onda de la vibración, una parte de detección para detectar los valores de magnitud relativos a la magnitud de la vibración, una parte de extracción para extraer un valor de la magnitud que satisfaga una condición predeterminada entre dicha serie de valores de magnitud y una parte de determinación para determinar la situación en la que ocurre detonación basándose en la magnitud del valor extraído.

35 Además, el documento US-A-5 355 853 da a conocer un dispositivo de determinación del estado de detonación en el que la corrección es llevada a cabo por comparación de la distribución de valores máximos con un promedio de distribución anterior.

40 Es un objetivo de la presente invención dar a conocer un dispositivo para la determinación del estado de detonación capaz de determinar con una elevada exactitud el estado en que tiene lugar la detonación.

45 Este objetivo es solucionado mediante un dispositivo de determinación del estado de detonación que reúne la combinación de características de la reivindicación 1. Otros desarrollos ventajosos de la presente invención se definen en las reivindicaciones dependientes.

50 Un dispositivo de determinación del estado de detonación según la presente invención, comprende: una primera parte de detección para detectar la forma de onda de vibración provocada en el motor de combustión interna en un predeterminado intervalo de ángulo de giro del cigüeñal; una parte de memoria para almacenar previamente una forma de onda de vibración del motor de combustión interna; una segunda parte de detección para detectar valores de magnitud relativos a la magnitud de la vibración provocada en el motor de combustión interna en una serie de ciclos de encendido; una parte de extracción para extraer valores de magnitud que satisfacen una condición predeterminada entre una serie de valores de magnitud basados en el resultado de comparar una forma de onda detectada con una

forma de onda almacenada y una parte de determinación para determinar si tiene lugar la detonación basándose en los valores de magnitud extraídos.

5 De acuerdo con la presente invención, se detecta en un intervalo predeterminado de ángulo de giro del cigüeñal, una forma de onda de vibración provocada en el motor de combustión interna y la forma de onda detectada es comparada con una forma de onda previamente almacenada como forma de onda de vibración provocada, por ejemplo, por detonación. Además, los errores de magnitud relativos a la magnitud de vibración provocada en el motor de combustión interna son detectados en una serie de ciclos de encendido, y se extraen valores de magnitud que satisfacen condiciones predeterminadas basándose en el resultado de comparación de la forma de onda detectada con la forma de onda almacenada entre una serie de valores de magnitud detectados. De esta manera, sin extraer valores de magnitud en un ciclo de encendido en el que una forma de onda igual o similar a la forma de onda de vibración provocada por la vibración de componentes de ruido, tales como vibración, debida al asiento de una válvula de admisión/escape o por la inyección de combustible del inyector, se pueden extraer otros valores de magnitud. Es decir, es posible eliminar valores de magnitud de vibración debidos a la vibración producida por componentes de ruido. Basándose en esos valores de magnitud, se determina la situación de detonación. Por lo tanto, es posible determinar la situación en la que se produce detonación al suprimir los efectos de componentes de ruido. Como resultado, es posible conseguir un dispositivo para la determinación, con una elevada exactitud, del estado de detonación capaz de determinar el estado en que ocurre la detonación.

20 Es preferible que el dispositivo para la determinación del estado de detonación comprenda además: una parte para el cálculo de la magnitud de la detonación para calcular la magnitud de la detonación con respecto a la magnitud de la vibración provocada por la detonación, basándose en el resultado de comparación de la forma de onda almacenada y la forma de onda detectada y la magnitud de vibración provocada en el motor de combustión interna en el intervalo predeterminado para el ángulo de giro del cigüeñal y una parte de determinación de detonación para determinar si ha tenido lugar detonación en el motor de combustión interna para cada ciclo de encendido basándose en el resultado de comparación de la magnitud de detonación y un valor de determinación predeterminado.

25 De acuerdo con la presente invención, la magnitud de detonación relativa a la magnitud de vibración provocada por la detonación se calcula en base al resultado de comparar la forma de onda almacenada y la forma de onda detectada y la magnitud de vibración provocada en el motor de combustión interna en un intervalo predeterminado de ángulo del cigüeñal. Por lo tanto, la magnitud de la detonación como valor utilizado para determinar la detonación se puede obtener considerando la forma de onda y la magnitud de la vibración. Basándose en el resultado de comparar la magnitud de detonación y el valor de determinación predeterminado, se determina si ha tenido lugar detonación en un motor de combustión interna para cada ciclo de encendido. Por lo tanto, además de la determinación de detonación basada en los valores de magnitud detectados en una serie de ciclos de encendido, la determinación de la detonación puede ser realizada para cada ciclo de encendido. Por lo tanto, se puede determinar la situación de detonación considerando tanto el estado de vibración en los ciclos anteriores de encendido como el estado de vibración en un ciclo de encendido. Como consecuencia es posible determinar, con elevada exactitud, si tiene lugar detonación.

35 Es más preferible que los valores de determinación predeterminados puedan ser ajustados basándose, como mínimo, en uno del: número de vueltas del motor de combustión interna y la cantidad de aire aspirado en el mismo.

40 De acuerdo con la presente invención, se ajusta un valor de determinación utilizado para determinar si ha tenido lugar detonación para cada ciclo basándose, como mínimo, en una de una serie de rotaciones del motor de combustión interna y la cantidad de aire admitido en el mismo. Por lo tanto, se puede obtener un valor de determinación apropiado que corresponde al estado operativo del motor de combustión interna. Por lo tanto, es posible determinar el estado de detonación con elevada exactitud.

45 Es más preferible que el dispositivo para la determinación del estado de detonación comprenda además una parte de corrección para corregir el valor de determinación predeterminado basándose en el resultado de determinación por la parte determinante.

50 De acuerdo con la presente invención, un valor de determinación utilizado para determinar si ha tenido lugar detonación para cada ciclo es corregido basándose en el resultado de determinación al determinar el estado en que ocurre detonación utilizando un valor de magnitud extraído de los valores de magnitud detectados en una serie de ciclos de encendido. Por lo tanto, en el caso de que la frecuencia de la aparición de la detonación se considere elevada desde el punto de vista del estado de vibración de los ciclos anteriores de encendido, es imposible determinar fácilmente que ha tenido lugar la detonación en la determinación de detonación para cada ciclo de encendido por corrección del valor de determinación a efectos de que se pueda llevar a cabo de manera más frecuente el retraso del encendido cuando tiene lugar la detonación. Como contraste, en el caso en el que la frecuencia en que aparece la detonación se considera baja teniendo en cuenta el estado de vibración de los ciclos de encendido anteriores, es posible dificultar la determinación de que ha tenido lugar detonación en la determinación de la detonación para cada ciclo de encendido por la corrección del valor de determinación, a efectos de llevar a cabo más frecuentemente la temporización del avance de ignición cuando no tiene lugar la detonación. Por lo tanto, es posible hacer la temporización de la ignición apropiada a hacer que el valor de determinación en la determinación de detonación para cada ciclo de encendido tenga un valor apropiado.

Es más preferible que el dispositivo de determinación del estado de detonación comprenda además una parte de corrección para corregir el valor de determinación basado en la frecuencia que determina que ha tenido lugar detonación en el motor de combustión interna utilizando la magnitud de detonación.

5 De acuerdo con la presente invención, el valor de determinación utilizado para determinar si ha tenido lugar detonación para cada ciclo de encendido se corrige basándose en la frecuencia en la que se ha determinado que ha tenido lugar la detonación en un motor de combustión interna utilizando la magnitud de detonación. Por lo tanto, en el caso en el que se considera elevada la frecuencia en que ha tenido lugar la detonación, es posible determinar que la detonación ha tenido lugar en la determinación de la detonación para cada ciclo de encendido al corregir el valor de determinación, a efectos de que se pueda llevar a cabo el retraso de la ignición cuando tiene lugar la detonación más frecuentemente. Como contraste, en el caso en el que la frecuencia de la detonación se considera baja, es posible hacer difícil la determinación de que ha tenido lugar la detonación en la determinación de la detonación para cada ciclo de encendido al corregir el valor de determinación a efectos de que se pueda llevar a cabo más frecuentemente el avance de la ignición cuando no tiene lugar la detonación. Por lo tanto, es posible realizar una puesta a punto apropiada, en el encendido al conseguir que el valor de determinación en la determinación de detonación para cada ciclo de encendido, tenga un valor apropiado.

20 Es más preferible que el dispositivo de determinación del estado de detonación incluya además: una primera parte de corrección para corregir el valor de determinación predeterminado basado en un resultado de determinación por la parte de determinación; y una segunda parte de corrección para corregir el valor de determinación por la magnitud de corrección distinta de la primera parte de corrección, basándose en la frecuencia en la que se ha determinado la existencia de detonación en el motor de combustión interna utilizando la magnitud de detonación.

25 De acuerdo con la presente invención, un valor de determinación utilizado para determinar si ha tenido lugar detonación en cada ciclo es corregido basándose en el resultado de la determinación de la aparición de la situación de detonación utilizando los valores con las magnitudes extraídas de los valores de las magnitudes detectadas en una serie de ciclos de encendido. Además, el valor de determinación utilizado para determinar si ha tenido lugar la detonación para cada ciclo de encendido se corrige basándose en la frecuencia en la que se determina que ha tenido lugar la detonación en un motor de combustión interna utilizando la magnitud de la detonación. Por lo tanto, en el caso en el que la frecuencia de la aparición de detonación se considera elevada, es posible determinar que la detonación ha tenido lugar en la determinación de la detonación para cada ciclo de encendido corrigiendo el valor de determinación a efectos de que la temporización del retraso de la ignición cuando tiene lugar la detonación se puede llevar a cabo más frecuentemente. Como contraste, en el caso en el que la frecuencia en la que aparece la detonación se considera baja, es posible hacer difícil la determinación de que ha tenido lugar la detonación en la determinación de la detonación para cada ciclo de encendido corrigiendo el valor de determinación a efectos de que la temporización del avance del encendido cuando no tiene lugar la detonación se pueda llevar a cabo más frecuentemente. En este caso, comparando el caso de corrección del valor de determinación basado en el resultado de determinación de la situación de detonación utilizando el valor de magnitud basado en los valores de magnitud detectados en una serie de ciclos de encendido con el caso de corrección del valor de determinación basado en la frecuencia en la que se determina que ha tenido lugar la detonación en el motor de combustión interna utilizando la magnitud de la detonación, las magnitudes de la corrección son distintas. Por ejemplo, en el caso de corregir el valor de determinación basándose en la frecuencia en la que se ha determinado que ha tenido lugar la detonación en el motor de combustión interna utilizando la magnitud de la detonación, el valor de la determinación es corregido por una magnitud de corrección mayor que en el caso de corregir el valor de la determinación basándose en el resultado de determinación del estado de detonación utilizando el valor de magnitud basado en los valores de magnitud detectados en una serie de ciclos de encendido. Por lo tanto, es posible determinar que la frecuencia en la que aparece el encendido es elevada a partir de la determinación de detonación para cada ciclo de encendido, pudiéndose corregir rápidamente el valor de determinación. Por lo tanto, es posible hacer apropiada la temporización del encendido al hacer que el valor de determinación en la determinación de la detonación para cada ciclo de encendido sea un valor apropiado.

Es más preferible que la segunda parte de corrección corrija el valor de determinación mediante una magnitud de corrección mayor que la de la primera parte de corrección.

50 De acuerdo con la presente invención, en el caso de corregir el valor de determinación basándose en la frecuencia en la que se determina que ha tenido lugar la detonación en el motor de combustión interna utilizando la magnitud de la detonación, el valor de determinación es corregido por una magnitud de corrección más grande que en el caso de corregir el valor de determinación basándose en el resultado de determinación del estado de aparición de detonación utilizando los valores de magnitud basados en los valores de magnitud detectados en una serie de ciclos de encendido. De esta manera, es posible determinar que la frecuencia de aparición de detonación es elevada a partir de la determinación de detonación para cada ciclo de encendido, pudiéndose corregir con rapidez el valor de determinación. Por lo tanto, es posible hacer que la temporización del encendido sea apropiada haciendo que el vapor de la determinación en la determinación de la detonación para cada ciclo de encendido sea un valor apropiado.

60 Es más preferible que el dispositivo de determinación del estado de detonación incluya además una parte de cálculo de la desviación para calcular un valor relativo a una desviación entre la forma de onda detectada y la forma de onda almacenada. La parte de cálculo de la magnitud de la detonación calcula la magnitud de la detonación basándose

en el valor relativo a la desviación y la magnitud de vibración provocadas en el motor de combustión interna en el intervalo predeterminado para el ángulo del cigüeñal.

De acuerdo con la presente invención, se calcula un valor relativo a la desviación entre la forma de onda detectada y la forma de onda almacenada. Por lo tanto, es posible determinar objetivamente si es una forma de onda de vibración provocada, por ejemplo, por detonación, al cuantificar los diferentes puntos entre la forma de onda detectada y la forma de onda almacenada. Basándose en el valor relativo a la desviación y la magnitud de la vibración, se calcula la magnitud de la detonación. De esta manera, se puede obtener la magnitud de detonación en la que la diferencia entre la forma de onda de vibración provocada por la detonación se refleja de manera apropiada como valor numérico. Por lo tanto, es posible determinar con gran exactitud si ha tenido lugar detonación.

Es más preferible que el dispositivo de determinación del estado de detonación incluya además una parte de integración para calcular un valor integrado en el que la magnitud de la vibración provocada en el motor de combustión interna en el intervalo predeterminado de ángulo del cigüeñal se integra por el intervalo predeterminado para el ángulo del cigüeñal. La parte de cálculo de la magnitud de detonación calcula la magnitud de la detonación basándose en el producto del valor relativo a la desviación y el valor integrado.

De acuerdo con la presente invención, se calcula el valor integrado en el que la magnitud de vibración provocada en el motor de combustión interna en el intervalo predeterminado de ángulo del cigüeñal se integra por el intervalo predeterminado para el ángulo del cigüeñal. La vibración provocada por la detonación es atenuada gradualmente, y la vibración provocada por una componente de ruido es atenuada con rapidez. Por lo tanto, el valor integrado de la magnitud de vibración debida a detonación y el valor integrado de la magnitud de vibración provocada por una componente de ruido son bastante diferentes. Basándose en el producto del valor integrado y el valor relativo a la desviación, se calcula una magnitud de detonación. De esta manera, se puede obtener una magnitud de detonación en la que la diferencia entre la detonación y el ruido es grande. Basándose en esta magnitud de detonación, se determina si ha tenido lugar la detonación en un ciclo. Por lo tanto, es posible determinar con exactitud si ha tenido lugar detonación.

Es más preferible que la parte de cálculo de la desviación calcule valores relativos a la desviación más pequeños si las formas de onda detectadas incluyen una forma de onda de vibración provocada por funcionamiento de determinadas partes del motor de combustión interna, en comparación con el caso de no incluirlas. La condición predeterminada es una condición de que existen valores de magnitud en un ciclo de encendido en el que se calculan valores relativos a una desviación más grande que un valor predeterminado.

De acuerdo con la presente invención, se calculan valores relativos a la desviación si las formas de onda de detectadas incluyen una forma de onda de vibración provocada por el funcionamiento de determinadas partes del motor de combustión interna (componentes de vibración de ruido), en comparación con el caso de no incluirlas. Los valores de magnitud que satisfacen la condición de que son valores de magnitud en el ciclo de encendido en el que se calculan valores relativos a la desviación más grande que un valor predeterminado, son extraídos de los valores de magnitud detectados en una serie de ciclos de encendido. De esta manera, es posible suprimir una situación en la que valores de magnitud en el ciclo de encendido en el que una forma de onda que incluye una componente de vibración de ruido son detectadas y se mezclan con los valores de magnitud extraídos. Es decir, se pueden extraer valores de magnitud que excluyen los componentes de vibración de ruido. Por lo tanto, es posible determinar un estado de aparición de detonación, suprimiendo simultáneamente los efectos de los componentes de ruido. Como resultado, es posible determinar con elevada exactitud el estado en que aparece detonación.

Es más preferible que el valor predeterminado sea un valor máximo de un valor relativo a una desviación calculada en la situación en la que el motor de combustión interna funcione de manera tal que la vibración debida al funcionamiento de una parte determinada es provocada en un intervalo predeterminado.

De acuerdo con la presente invención, se extraen valores de magnitud que satisfacen la condición de que son valores de magnitud del ciclo de encendido en el que se calcula un valor, relativo a una desviación que satisface una condición que es mayor que el valor máximo del valor relativo a la desviación cuando la forma de la onda de la vibración comprende componentes de ruido. Por lo tanto, es posible excluir valores de magnitud considerados como valores de magnitud de vibración de componentes de ruido y extraer valores de magnitud. Por lo tanto, basándose en los valores de magnitud considerados como valores no de magnitud, de componentes de vibración de ruido, se puede determinar el estado de aparición de detonación. Como resultado, es posible determinar con gran exactitud el estado de aparición de detonación suprimiendo simultáneamente los efectos de los componentes de ruido.

Es más preferible que la parte predeterminada sea, como mínimo, un pistón, un inyector, una válvula de admisión o una válvula de escape.

De acuerdo con la presente invención, es posible suprimir la componente de ruido generada debido a que, como mínimo, uno de dichos pistón, inyector, válvula de admisión y válvula de escape determinen de manera precisa el estado de aparición de detonación.

Es más preferible que el dispositivo de determinación del estado de detonación comprenda además una parte para cálculo de desviación, para calcular un valor relativo a una desviación entre la forma de onda detectada y la forma

de onda almacenada basándose en el resultado de comparar la forma de onda detectada con la forma de onda almacenada. La parte de cálculo de la desviación calcula un valor relativo al de desviación más reducido si la forma de onda detectada comprende una forma de onda de vibración provocada por el funcionamiento de partes predeterminadas del motor de combustión interna en comparación con el caso de no incluirla. El estado predeterminado es un estado en el que existen valores de magnitud en un ciclo de encendido en el que se calcula un valor relativo a una desviación más grande que un valor predeterminado.

De acuerdo con la presente invención, un valor relativo a la desviación entre la forma de onda detectada y la forma de onda almacenada se calcula basándose en el resultado de comparar la forma de onda detectada y la forma de onda almacenada. Un valor más pequeño relativo a la desviación es calculado si la forma de onda detectada incluye una forma de onda de vibración provocada por el funcionamiento de partes predeterminadas del motor de combustión interna (componentes de vibración de ruido) comparando con el caso de no incluirlas. Los valores de magnitud que satisfacen la condición de que son valores de magnitud en el ciclo de encendido en el que se calcula un valor relativo a la desviación mayor que el valor predeterminado, se extraen de los valores de magnitud detectados en una serie de ciclos de encendido. De esta manera, es posible suprimir un estado en el que los valores de magnitud del ciclo de encendido en el que se ha detectado una forma de onda que incluye componentes de vibración de ruido son mezclados con los valores de magnitud extraídos. Es decir, se pueden extraer valores de magnitud que excluyen la vibración de los componentes de ruido. Por lo tanto, es posible determinar el estado de aparición de detonación suprimiendo simultáneamente los efectos de los componentes de ruido. Como resultado, es posible determinar con gran exactitud la aparición del estado de detonación.

Es más preferible que el valor predeterminado sea un valor máximo de un valor que se refiere a una desviación calculada en un estado en el que el motor de combustión interna funciona de forma tal que la vibración por el funcionamiento de la parte predeterminada es provocada en un intervalo predeterminado.

De acuerdo con la presente invención, se extraen valores de magnitud que satisfacen una condición de que son valores de magnitud en el ciclo de encendido en el que se calcula un valor relativo a una desviación que satisface una condición de que es mayor que el valor máximo del valor relativo a la desviación cuando se ha detectado una forma de onda de vibración que incluye componentes de ruido. De esta manera, es posible excluir valores de magnitud considerados como valores de magnitud de componentes de vibración de ruido y extraer valores de magnitud. Por lo tanto, basándose en los valores de magnitud considerados como valores que no son de magnitud de componentes de vibración de ruido, se puede determinar el estado de aparición de detonación. Como resultado, es posible determinar un estado de aparición de detonación con elevada exactitud suprimiendo simultáneamente los efectos de los componentes de ruido.

Es más preferible que la parte predeterminada sea como mínimo un pistón, un inyector, una válvula de admisión o una válvula de escape.

De acuerdo con la presente invención, es posible suprimir la componente de ruido generada debido a como mínimo uno de pistón, inyector, válvula de admisión y válvula de escape, para determinar con exactitud la situación de aparición de detonación.

Es más preferible que el dispositivo de determinación del estado de detonación comprenda además una parte de cálculo de nivel destinada a calcular el nivel de determinación de detonación basándose en los valores de magnitud extraídos. La parte de determinación determina el estado de aparición de detonación basándose en el resultado de comparación de los valores de magnitud extraídos con el nivel de determinación de detonación.

De acuerdo con la presente invención, el nivel de determinación de detonación es calculado basándose en el valor de magnitud extraído. De esta manera, es posible obtener el nivel de determinación de detonación en el que se refleja el valor de la magnitud en el ciclo de encendido anterior. Por lo tanto, es posible obtener el nivel de determinación de detonación en consideración de las influencias del estado operativo y especificidad individual del motor de combustión interna en el valor de la magnitud. Basándose en el resultado de comparación del nivel de determinación de detonación y del valor de la magnitud extraída, se determina el estado de aparición de detonación. De esta manera, es posible determinar el estado de aparición de detonación con una elevada exactitud que corresponde al estado operativo del motor de combustión interna y a las diferencias individuales.

Es más preferente que la parte de cálculo del nivel calcule el nivel de determinación de detonación cuando se extrae una serie de valores de magnitud no inferior al número predeterminado.

De acuerdo con la presente invención, el nivel de determinación de detonación se calcula cuando se extrae una serie de valores de magnitud no inferior al número predeterminado. De esta manera, se puede calcular el nivel de determinación de detonación basándose en valores de magnitud para la serie de ciclos de encendido apropiados predeterminando el estado de aparición de detonación. Por lo tanto, es posible obtener el nivel de determinación de detonación considerando simultáneamente de forma apropiada los efectos llevados a cabo sobre los valores de magnitud por el estado operativo del motor de combustión interna y las diferencias individuales.

Es más preferible que la parte determinante determine la frecuencia en la que tiene lugar la determinación basándose en el resultado de comparar los valores de magnitud extraídos y el nivel de determinación de detonación.

5 De acuerdo con la presente invención, se determina la frecuencia de aparición de detonación. En este caso, la presencia o ausencia de detonación que provoque un sonido audible por los pasajeros del vehículo tiene correlación con la frecuencia en la que tiene lugar la detonación. Por lo tanto, es posible determinar la presencia o ausencia de detonación haciendo un sonido audible por los pasajeros del vehículo determinando la frecuencia de aparición de la detonación.

Es más preferible que la parte de determinación determine la frecuencia en la que los valores de magnitud mayores que el nivel de determinación son extraídos, entre los valores de magnitud extraídos tales como la frecuencia de aparición de detonación.

10 De acuerdo con la presente invención, la frecuencia en la que se extraen valores de magnitud mayor que el nivel de determinación de detonación se determina como frecuencia de aparición de detonación. En este caso, la presencia o ausencia de detonación que provoca un sonido audible por los pasajeros del vehículo tiene correlación con la frecuencia de aparición de la detonación. Por lo tanto, es posible determinar la presencia o ausencia de detonación provocando un sonido audible por los pasajeros del vehículo determinando la frecuencia en la que tiene lugar la detonación.

15 Es más preferible que la parte de cálculo del nivel efectúe el cálculo del nivel de determinación de detonación añadiendo un producto de una desviación estándar en los valores de magnitud extraídos y un coeficiente predeterminado a un valor medio de los valores de magnitud extraídos.

20 De acuerdo con la presente invención, el nivel de determinación de detonación es calculado añadiendo el producto de la desviación estándar en el valor de magnitud extraído y el coeficiente predeterminado al valor medio del valor de magnitud extraído. De esta manera, es posible obtener el nivel de determinación de detonación sobre el que se refleja el valor de la magnitud en el anterior ciclo de encendido. Por lo tanto, es posible obtener el nivel de determinación de detonación en consideración de las influencias del estado operativo y de la especificidad individual del motor de combustión interna sobre el valor de la magnitud. El estado de aparición de detonación es determinado basándose en el resultado de comparar el nivel de determinación de detonación y los valores de magnitud extraídos. Por lo tanto, es posible determinar el estado de aparición de detonación con elevada exactitud correspondiendo al estado operativo del motor de combustión interna y las diferencias individuales.

Es más preferible que el coeficiente predeterminado sea 3.

30 De acuerdo con la presente invención, el nivel de determinación de detonación es calculado basándose en el producto de la desviación estándar calculada a partir del valor de la magnitud extraída y el coeficiente "3". Considerando los datos obtenidos a través de experimentos y conocimientos, los valores de magnitudes superiores al nivel de determinación de detonación calculado a partir del coeficiente multiplicado por la desviación estándar que es "3" se considera que son valores de magnitud en el ciclo de encendido en el que ha tenido lugar realmente detonación. Por lo tanto, calculando el nivel de determinación de detonación sobre el producto de la desviación estándar calculada a partir del valor de magnitud extraído y el coeficiente "3", es posible determinar el estado de aparición de detonación con gran exactitud.

35 Es más preferible que la parte de cálculo de nivel calcule el nivel de determinación de detonación sumando el producto de la desviación estándar en valores de magnitud no superiores al valor de magnitud más pequeño entre valores de magnitud en los que la frecuencia extraída muestra un pico o máximo y un coeficiente predeterminado, al valor de magnitud más reducido entre los valores de magnitud en los que la frecuencia extraída muestra el pico o máximo.

40 De acuerdo con la presente invención, el producto de la desviación estándar en valores de magnitud no superior al valor de magnitud más pequeño entre los valores de magnitud en los que la frecuencia extraída muestra un pico o máximo y se añade un coeficiente predeterminado al valor de magnitud más reducido entre los valores de magnitud en los que la frecuencia extraída muestra el pico o máximo y se calcula el nivel de determinación de detonación. En este caso, en la distribución de frecuencias de valores de magnitud, el valor de magnitud más reducido entre los valores de magnitud en los que la frecuencia extraída muestra el valor pico o máximo es frecuentemente el mismo valor con independencia de la presencia o ausencia de un valor de magnitud de vibración de un componente de ruido. Por lo tanto, incluso si los valores de magnitud detectados por el efecto de componentes de ruido (valores de magnitud extraídos) resultan elevados, es posible suprimir el nivel de determinación de detonación calculado que resulta más elevado de lo necesario. Como consecuencia, es posible determinar el estado de aparición de detonación con gran exactitud.

Es más preferible que el coeficiente predeterminado sea 3.

45 De acuerdo con la presente invención, el nivel de determinación de detonación es calculado basándose en el producto de la desviación estándar calculado a partir del valor de magnitud extraído y del coeficiente "3". Considerado a partir de datos obtenidos por experimentos y por el conocimiento, los valores de magnitud superiores al nivel de determinación de detonación calculado a partir del coeficiente multiplicado por la desviación estándar con valor "3" se considera que son valores de magnitud en el ciclo de encendido en el que ha tenido lugar realmente detonación. Por lo tanto, calculando el nivel de determinación de detonación basándose en el producto de la desviación estándar calculado

a partir del valor de magnitud extraído y del coeficiente “3”, es posible determinar el estado de aparición de detonación con gran exactitud.

Es más preferible que la parte del cálculo de nivel que calcula el nivel de determinación de detonación añadiendo el producto de una desviación estándar en valores de magnitud no superiores al valor de magnitud más pequeño entre valores de magnitud que son valores de magnitud en los que la frecuencia extraída es superior a la frecuencia determinada y la frecuencia extraída muestra un valor pico o máximo y un coeficiente predeterminado, al valor de magnitud más pequeño entre los valores de magnitud en los que la frecuencia extraída es superior que la frecuencia predeterminada y la frecuencia extraída muestra el máximo o pico.

De acuerdo con la presente invención, el producto de la desviación estándar en los valores de magnitud no superiores al valor de magnitud más pequeño entre los valores de magnitud que son valores de magnitud en los que la frecuencia extraída es superior a la frecuencia predeterminada y la frecuencia extraída muestra un valor pico o máximo y se añade un coeficiente predeterminado al valor de magnitud más pequeño entre los valores de magnitud en los que la frecuencia extraída es superior al valor de frecuencia predeterminado y la frecuencia extraída muestra el valor pico o máximo y se determina el nivel de determinación de detonación. En este caso, en la distribución de frecuencia de valores de magnitud, el valor de magnitud más reducido entre los valores de magnitud en los que la frecuencia extraída muestra el máximo, es frecuentemente casi el mismo valor con independencia de la presencia o ausencias de valores de magnitud de vibración de componentes de ruido. No obstante, dependiendo del estado de aparición de vibración en el motor de combustión interna, la dispersión de valores de magnitud extraídos se hace grande, de manera que se presenta el caso en el que un valor pico o máximo se muestra en una frecuencia más baja que lo usual en valores de magnitud más baja que lo usual. En vista de ello, el nivel de determinación de magnitud se calcula utilizando el valor de magnitud más reducido, como referencia, entre valores de magnitud que la frecuencia extraída es superior a la frecuencia predeterminada y la frecuencia extraída muestra un pico o máximo. De esta manera, incluso si los valores de magnitud detectados debido a los efectos de componentes de ruido (valor de magnitud extraída) se hacen altos, es posible suprimir el nivel de determinación de detonación calculado que se hace alto más allá de lo necesario. Además, aunque la dispersión de valores de magnitud extraídos resulte alta, es posible suprimir el nivel de determinación de detonación calculado que resulta más bajo de lo necesario. Como consecuencia, es posible determinar el estado de aparición de detonación con elevada exactitud.

Es más preferible que el coeficiente predeterminado sea 3.

De acuerdo con la presente invención, el nivel de determinación de la detonación se calcula basándose en el producto de la desviación estándar calculada a partir del valor de magnitud extraído y el coeficiente 3. Tomando en consideración los datos obtenidos por experimentos y el conocimiento de la cuestión, valores de magnitud superiores a los calculados en el nivel de determinación de detonación a partir del coeficiente multiplicado por la desviación estándar “3”, se considera que son valores de magnitud en el ciclo de encendido en el que dicha detonación ha tenido lugar de modo real. Por lo tanto, calculando el nivel de determinación de detonación basado en el producto de la desviación estándar calculada a partir de los valores de magnitud extraídos y el coeficiente “3”, es posible determinar el estado de aparición de detonación con elevada exactitud.

Es más preferible que la forma de onda de la vibración sea una forma de onda en la que se sinteticen las formas de onda de la vibración de una serie de bandas de frecuencia provocadas en el motor de combustión interna.

De acuerdo con la presente invención, se sintetizan formas de onda de vibración de una serie de bandas de frecuencia provocadas en el motor de combustión interna. Por lo tanto, es posible obtener una forma de onda utilizando para la determinación de la detonación la síntesis de formas de onda de vibración de bandas de frecuencia específicas en el momento de la detonación. Por lo tanto, se puede obtener una forma de onda en la que las formas de onda de vibración de componentes de ruido se han suprimido. Como consecuencia, es posible determinar la aparición de la detonación con elevada exactitud, suprimiendo los efectos de vibración de componentes de ruido.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es un diagrama esquemático de configuración que muestra un motor controlado por un ECU del motor que es un dispositivo de determinación del estado de detonación de acuerdo con la primera realización de la presente invención.

La figura 2 es un diagrama que muestra una banda de frecuencia de la vibración generada en el motor en el momento de la detonación.

La figura 3 es un diagrama de bloque de control que muestra la ECU del motor de la figura 1.

La figura 4 es un diagrama que muestra una forma de onda de las vibraciones en el motor.

La figura 5 es un diagrama que muestra un modelo de forma de onda de detonación almacenado en la memoria de la ECU del motor.

La figura 6 es un diagrama de comparación de la forma de onda de vibración y el modelo de forma de onda de detonación.

La figura 7 es un diagrama que muestra un mapa de un valor de determinación V(KX) almacenado en la memoria de la ECU de un motor.

5 La figura 8 es un diagrama (nº1) que muestra la distribución de frecuencias de los valores de magnitud LOG(V).

La figura 9 es un diagrama (nº2) que muestra la distribución de frecuencias de los valores de magnitud LOG(V).

10 La figura 10 es un diagrama que muestra valores de magnitud LOG(V) utilizados para formar la distribución de frecuencias de los valores de magnitud LOG(V).

La figura 11 es un diagrama que muestra valores de magnitud LOG(V) en el ajuste de un valor de umbral V (1).

La figura 12 es un diagrama que muestra valores de magnitud LOG(V) en el ajuste de un valor de umbral K (1).

La figura 13 es un diagrama de flujo (nº1) que muestra la estructura de control del programa ejecutado por la ECU del motor de la figura 1.

15 La figura 14 es un diagrama de flujo (nº2) que muestra la estructura de control del programa llevado a cabo por la ECU del motor de la figura 1.

La figura 15 es un diagrama (nº3) que muestra la distribución de frecuencias de los valores de magnitud LOG(V).

20 La figura 16 es un diagrama (nº4) que muestra la distribución de frecuencias de los valores de magnitud LOG(V).

La figura 17 es un diagrama (nº5) que muestra la distribución de frecuencias de los valores de magnitud LOG(V).

La figura 18 es un diagrama que muestra progresiones de V(KD) y V(MAX).

La figura 19 es un diagrama (nº6) que muestra la distribución de frecuencias de valores de magnitud LOG(V).

25 La figura 20 es un diagrama (nº1) que muestra la relación entre una magnitud de detonación audible y una proporción de detonación.

La figura 21 es un diagrama (nº2) que muestra la relación entre una magnitud de detonación audible y una proporción de detonación.

30 La figura 22 es un diagrama (nº1) que muestra un valor integrado en el momento en que tiene lugar la detonación y el valor integrado por el ruido.

La figura 23 es un diagrama (nº2) que muestra un valor integrado en el momento en que tiene lugar la detonación y el valor integrado por el ruido.

La figura 24 es un diagrama de flujo (nº3) que muestra una estructura de control de un programa realizado por la ECU del motor mostrado en la figura 1.

35 La figura 25 es un diagrama (nº7) que muestra la distribución de frecuencias de valores de magnitud LOG(V).

La figura 26 es un diagrama (nº8) que muestra la distribución de frecuencias de valores de magnitud LOG(V).

La figura 27 es un diagrama (nº9) que muestra la distribución de frecuencias de valores de magnitud LOG(V).

Formas preferentes de llevar a cabo la invención

40 Se describirán a continuación, con referencia a los dibujos, realizaciones de la presente invención. En la siguiente descripción las mismas partes están indicadas con iguales numerales de referencia. Tienen los mismos nombres y funciones. Por lo tanto, no se repetirá la descripción detallada de las mismas partes.

Primera realización

45 Haciendo referencia a la figura 1, se ha mostrado un motor de un vehículo (100) en el que está montado un dispositivo de determinación del estado de detonación, de acuerdo con una primera realización de la presente invención. El dispositivo de determinación del estado de detonación de acuerdo con la presente invención, está

realizado por un programa llevado a cabo, a título de ejemplo, por una unidad ECU (Electronic Control Unit (Unidad de Control Electrónico)) (200).

5 El motor (100) es un motor de combustión interna en el que una mezcla de aire y combustible es aspirada desde el filtro de aire (102) y el combustible es inyectado mediante un inyector (104) y su encendido se produce por una chispa de encendido (106) y quema en la cámara de combustión.

Cuando se quema la mezcla de aire y combustible, el émbolo (108) es empujado hacia abajo por la presión de la combustión y ello hace girar el cigüeñal (110). La mezcla aire-combustible después de la combustión (gases de escape) es depurada por un catalizador de tres vías (112) y expulsada al exterior del automóvil. La cantidad de aire aspirada hacia dentro del motor (100) es regulada por una válvula de mariposa (114).

10 El motor (100) está controlado por la ECU (200) del motor. Conectados a la ECU (200) del motor se encuentran el sensor de detonación (300), sensor de temperatura del agua (302), sensor de posición del cigüeñal (306), enfrenteado a un rotor de temporización (304), un sensor (308) de la apertura de la válvula de mariposa, un sensor de la velocidad del vehículo (310), un interruptor de encendido (312), y un medidor del canal de aire (314).

15 El sensor de detonación (300) está dispuesto en el bloque de cilindros del motor (100). El sensor de detonación (300) está constituido por un elemento piezoeléctrico. El sensor de detonación (300) genera un voltaje como respuesta a la vibración del motor (100). La magnitud del voltaje corresponde a la magnitud de la vibración. El sensor de detonación (300) envía una señal que representa un voltaje a la ECU (200) del motor. El sensor de temperatura del agua (302) detecta la temperatura del agua de refrigeración en la camisa de agua del motor (100) y envía una señal representativa del resultado de detección a la ECU (200) del motor.

20 El rotor de temporización (304) está dispuesto en el cigüeñal (110) y gira con dicho cigüeñal (110). En la periferia externa del rotor de temporización (304), se dispone una serie de salientes a intervalos predeterminados. El sensor (306) de posición del cigüeñal está dispuesto enfrenteado a los salientes del rotor de temporización (304). Cuando el rotor de temporización (304) gira, varía el intersticio de aire entre los salientes del rotor de temporización (304) y el sensor de posición (306) del cigüeñal y, como resultado, el flujo magnético que pasa por la parte captadora del sensor (306) de la posición del cigüeñal aumenta y disminuye, generando una fuerza electromotriz en la parte de la bobina. El sensor de posición (306) del cigüeñal envía una señal representativa de la fuerza electromotriz a la ECU (200) del motor. La ECU (200) detecta el ángulo del cigüeñal basándose en la señal enviada desde el sensor (306) de posición del cigüeñal.

30 El sensor (308) de la posición de apertura de la válvula de mariposa detecta la posición de apertura de la válvula de mariposa y envía una señal representativa de la detección resultante a la ECU (200) del motor. El sensor (310) de la velocidad del vehículo detecta el número de rotaciones de una rueda (no mostrado) y envía una señal representativa del resultado de la detección a la ECU (200) del motor. La ECU (200) del motor calcula la velocidad del vehículo basándose en el número de rotaciones de la rueda. El interruptor de encendido (312) es conectado por el conductor poniendo en marcha el motor (100). El medidor de flujo de aire (314) detecta la cantidad de aire introducido en el motor (100) y envía una señal representativa del resultado de la detección a la ECU (200) del motor.

35 La ECU (200) del motor lleva a cabo un cálculo basado en señales enviadas desde los respectivos sensores del interruptor de encendido (312) y un gráfico o mapa del programa almacenado en la memoria (202) que controla los dispositivos a efectos de llevar al motor (100) al estado operativo deseado.

40 En la presente realización, la ECU (200) del motor detecta una forma de onda de vibración (a la que se hará referencia más adelante, "forma de onda de vibración") del motor (100) en una puerta de detección de detonación (sección entre un primer ángulo predeterminado del cigüeñal y un segundo ángulo predeterminado del mismo) basándose en la señal y el ángulo del cigüeñal enviado desde el detector de detonación (300) y determina si ha tenido lugar o no detonación en el motor (100) basándose en la forma de onda de vibración detectada. La puerta de detección de detonación en la realización se encuentra desde el punto muerto superior (0°) hasta 90° de la carrera de combustión. La puerta de detección de detonación no está limitada a ello.

45 Cuando tiene lugar la detonación, la vibración a una frecuencia próxima a la mostrada en la línea continua de la figura 2 se genera en el motor (100). La frecuencia de la vibración generada debido a la detonación no es constante y varía en un cierto rango de frecuencias. Por lo tanto, en la realización mostrada en la figura 2 se detectan las vibraciones incluidas en una primera banda de frecuencia A, una segunda banda de frecuencia B y una tercera banda de frecuencia C. La figura 2, CA indica el ángulo de giro del cigüeñal. El número de bandas de frecuencia de las vibraciones generadas debido a la detonación no se limita a tres.

50 Con referencia a la figura 3, la ECU (200) del motor se describirá de manera adicional. La ECU (200) de un motor comprende un convertidor (400) A/D (analógico/digital), un filtro paso-banda ((1) 410), un filtro paso-banda ((2) 420), un filtro paso-banda ((3) 430) y una parte de integración (450).

55 El convertidor A/D (400) convierte una señal analógica enviada desde el sensor de detonación (300) en una señal digital. El filtro paso-banda (1) (410) permite el paso únicamente de señales en la primera banda de frecuencia A de las señales enviadas por el detector de detonación (300). En otras palabras, por el filtro paso-banda (1) (410)

solamente se extraen vibraciones en la primera banda de frecuencia A de las vibraciones detectadas por el sensor de detonación (300).

5 El filtro paso-banda (2) (420) permite solamente el paso de señales en una segunda banda de frecuencia B de las señales enviadas del sensor de detonación (300). En otras palabras, por el filtro paso-banda (2) (420) solamente se extraen vibraciones de la segunda banda de frecuencia B de las vibraciones detectadas por el sensor de detonación (300).

10 El filtro de paso-banda (3) (430) permite el paso de señales solamente en la tercera banda de frecuencia C de las señales enviadas desde el sensor de detonación (300). En otras palabras, por el filtro paso-banda (3) (430) solamente se extraen vibraciones en la tercera banda de frecuencia C de las vibraciones detectadas por el sensor de detonación (300).

La parte de integración (450) integra señales seleccionadas por los filtros paso-banda (1) (410) a (3) (430), es decir, magnitudes de vibraciones para un ángulo de giro del cigüeñal de 5° cada vez. El valor integrado se referirá, por lo tanto, a continuación a un valor integrado. El valor integrado es calculado en cada banda de frecuencia. Mediante este cálculo del valor integrado se detecta la forma de onda de vibración en cada banda de frecuencia.

15 Además, los valores integrados calculados en la primera a tercera bandas de frecuencia A a C se añaden a los correspondientes ángulos de giro del cigüeñal. En otras palabras, las formas de onda de vibración de la primera a tercera bandas de frecuencia A a C son sintetizadas.

20 Como resultado, tal como se ha mostrado en la figura 4, se detecta una forma de onda de vibración del motor (100). En otras palabras, la forma de onda sintetizada de las bandas de frecuencia primera a tercera A a C son utilizadas como forma de onda de vibración del motor (100).

La forma de onda de vibración detectada es comparada con el modelo de forma de onda de detonación almacenado en la memoria (202) de la ECU (200) del motor, tal como se ha mostrado en la figura 5. El modelo de forma de onda de detonación es formado por adelantado como modelo de una forma de onda de vibración cuando tiene lugar detonación en el motor (100).

25 En el modelo de forma de onda de detonación, las magnitudes de las vibraciones son expresadas en forma de números sin dimensiones en un rango de 0 a 1 y la magnitud de la vibración no corresponde de manera unívoca a un ángulo del cigüeñal. En otras palabras, en el modelo de forma de onda de detonación de la realización se determina que la magnitud de la vibración disminuye al aumentar el ángulo de cigüeñal, después mide un valor pico o máximo de la magnitud de vibración, pero no se determina el ángulo de giro del cigüeñal para el cual la magnitud de la vibración se hace máxima.

El modelo de forma de onda de detonación de la realización corresponde a la vibración después del valor máximo de la magnitud de la vibración generada debido a la detonación. También es posible almacenar un modelo de forma de onda de detonación correspondiente a la vibración después de un borde ascendente de la vibración provocada por la detención.

35 El modelo de forma de onda de detonación está formado y almacenado por adelantado basándose en la forma de onda de vibración del motor (100) detectada cuando se fuerza la detonación de manera experimental.

40 El modelo de forma de onda de detonación es constituido utilizando el motor (100) con las dimensiones del motor (100) y un valor de salida del sensor de detonación (300), que son valores medios de tolerancia dimensional y tolerancia del valor de salida del sensor de detonación (300) (al que se hará referencia a continuación como "motor de características medias"). En otras palabras, el modelo de forma de onda es un modelo de forma de onda de vibración en un caso en el que la detonación es generada de manera forzada en el motor de características medias.

Un procedimiento para la formación del modelo de forma de onda de detonación no está limitado y también es posible formar el modelo por simulación. La ECU (200) del motor compara la forma de onda detectada y el modelo de formas de onda de detonación almacenadas entre sí y determina si ha tenido lugar o no detonación en el motor (100).

45 En comparación entre la forma de onda detectada y el modelo de forma de onda de detonación, tal como se mostraba en la figura 6, se comparan entre sí una forma de onda normalizada y el modelo de forma de onda de detonación. En este caso, los medios de normalización para expresar la magnitud de la vibración como número sin dimensiones en un rango de 0 a 1 dividiendo cada valor integrado por un valor máximo del valor integrado en la forma de onda de vibración detectada, por ejemplo. No obstante, el método de normalización no está limitado al descrito.

50 En la realización, la ECU (200) del motor calcula un coeficiente de correlación K que es un valor relacionado con la desviación de la forma de onda de vibración normalizada y el modelo de forma de onda de detonación uno con respecto a otro. Con una temporización en la que la magnitud de la vibración pasa a un valor máximo en la forma de onda de la vibración después de la normalización y temporización en la que la magnitud de la vibración pasa a un valor máximo en el modelo de forma de onda de detonación sincronizada, un valor absoluto (magnitud de desviación) de la desviación de la forma de onda de vibración después de la normalización y el modelo de forma de onda de detonación

uno con respecto a otro se calcula cada 5° grados de giro del cigüeñal para calcular de esta manea el coeficiente de correlación K.

5 Si el valor absoluto de la desviación de la forma de onda de vibración después de la normalización y el modelo de forma de onda de detonación uno con respecto a otro para cada ángulo del cigüeñal es $\Delta S(l)$ (l es un número natural) y el valor (área del modelo de forma de onda de detonación) obtenido por integración de la magnitud de la vibración en el modelo de forma de onda de detonación por el ángulo del cigüeñal es S, el coeficiente de correlación K es calculado con una ecuación, $K = (S - \sum \Delta S(l)) / S$, donde $\sum \Delta S(l)$ es el total de $\Delta S(l)$. En la realización, cuanto más próxima es la forma de la forma de onda de vibración a la forma de la forma de onda de detonación, mayor es la correlación del valor del coeficiente K que se calcula. Por lo tanto, si una forma de onda de vibración provocada por factores distintos de la detonación se incluye en la forma de onda de la vibración, el coeficiente de correlación K se calcula como un valor pequeño. El procedimiento de cálculo del coeficiente de correlación K no queda limitado a ello.

Además, la ECU (200) del motor calcula una magnitud de detonación N basada en el coeficiente de correlación K y el valor máximo (valor pico) del valor integrado.

15 Si el valor máximo del valor integrado es P y el valor que representa la magnitud del motor (100) cuando no se genera detonación en dicho motor (100) es BGL (Back Ground Level (Nivel de fondo)), la magnitud de detonación N se calcula por la ecuación, $N = P \times K / BGL$. El valor de BGL se almacena en la memoria (202). Un procedimiento de cálculo de la magnitud N de detonación no está limitado a lo indicado.

20 En la realización, la ECU (220) del motor compara la magnitud N de detonación calculada y el valor de determinación V(KX) almacenado en la memoria (202) para determinar de este modo si ha tenido lugar detonación o no en el motor (100) para cada ciclo de encendido. Tal como se ha mostrado en la figura 7, los valores de determinación V(KX) se almacenan como mapa utilizando la velocidad NE del motor y la cantidad de aire admitido KL como parámetros.

25 Como valor inicial del valor de determinación V(KX), se utiliza un valor determinado por adelantado para experimentación o similar. No obstante, una magnitud de la misma vibración que tiene lugar en el motor (100) puede ser detectada como valores distintos debido a la variación de los valores de salida y a la degradación del sensor de detonación (300). En este caso, es necesario corregir el valor de determinación V(KX) y determinar si ha tenido lugar o no detonación utilizando el valor de determinación V(KX) que corresponde a la magnitud detectada realmente.

30 Por lo tanto, en la realización, tal como se ha mostrado en la figura 8, cada valor de determinación V(KX) es corregido utilizando una distribución de frecuencias representando una relación entre un valor de magnitud LOG(V) que es un valor obtenido al convertir logarítmicamente en magnitudes V para el número predeterminado de ciclos de encendido (por ejemplo, 200 ciclos) y la frecuencia (número de veces, probabilidad) de detección de cada valor de magnitud LOG(V).

35 La distribución de frecuencia de los valores de magnitud LOG(V) es formada para cada rango en el que se utilizan como parámetros la velocidad del motor NE y el caudal de aire de admisión KL y se corrige el correspondiente valor de determinación V(KX). Se utiliza la magnitud V para calcular si el valor de la magnitud LOG(V) es un valor pico o máximo (valor máximo de valores integrados cada 5°) de magnitudes entre ángulos predeterminados del cigüeñal.

40 En la distribución de frecuencias se calcula el valor medio V(50) para el que la suma acumulativa de frecuencias de las magnitudes LOG(V) desde que el valor mínimo alcanza el 50%. Además, se calculan desviaciones estándar σ para valores de magnitud LOG(V) iguales o similares al valor medio V(50). Un valor obtenido por añadidura del producto de un coeficiente U (U es una constante y $U = 3$, por ejemplo) y desviación estándar σ con respecto al valor medio V(50) es un nivel de determinación de detonación V(KD). La frecuencia de los valores de magnitud LOG(V) más grandes que el nivel de determinación de detonación V(KD) se determina como la frecuencia a la que ha tenido lugar la detonación.

45 Se ha de observar que el coeficiente U es un coeficiente calculado de los datos obtenidos a través de experimentos o similares y de los conocimientos. El valor de magnitud LOG(V) más grande que el nivel de determinación de detonación V(KD) en el que $U = 3$ casi coincide con el valor de magnitud LOG(V) en un ciclo de encendido en el que realmente ha tenido lugar detonación. Se debe observar que un valor distinto de "3" puede ser utilizado para el coeficiente U.

50 En la distribución de frecuencias de los valores de magnitud LOG(V), tal como se ha mostrado e la figura 9, si los valores de magnitud LOG(V) de las vibraciones que son componentes de ruido se mezclan en los valores de magnitud LOG(V), la frecuencia con la que se calculan valores de magnitud grandes LOG(V) pasa a ser elevada y la distribución de frecuencias viene forzada en su forma. En este caso, un rango de distribución (diferencia entre el valor mínimo y el valor máximo) de los valores de magnitud LOG(V) puede resultar estrecho y los valores de magnitud LOG(V) más grandes que el nivel de determinación de detonación V(KD) pueden resultar extremadamente escasos en algunas situaciones. Como resultado, existe el temor de que el número de veces en que ha tenido lugar la detonación
55 no pueda ser determinada con exactitud.

Por lo tanto, en la realización, como valores de magnitud LOG(V) utilizados para formar la distribución de frecuencias, se utilizan valores de magnitud LOG(V) en un rango rodeado con una línea discontinua en la figura 10. La figura 10 es un diagrama en el que los valores de magnitud calculados LOG(V) han sido indicados para cada coeficiente de correlación K en un ciclo en el que se han obtenido valores de magnitud LOG(V).

5 Tal como se ha mostrado en la figura 10, la distribución de frecuencias se ha formado después de excluir los valores de magnitud LOG(V) mayores que un valor de umbral V(1) y se han calculado en ciclos de encendido en los que el coeficiente de correlación K es menor que un valor de umbral K(1). En otras palabras, los valores de magnitud LOG(V) que satisfacen una condición de que son más pequeños que el valor umbral V(1) y valores de magnitud LOG(V) calculados en los ciclos de encendido en los que los coeficientes de correlación K satisfacen una condición de que son
10 mayores que el valor de umbral K(1) son extraídos para formar la distribución de frecuencias.

Con referencia a la figura 11, el valor de umbral V(1) se describirá adicionalmente. La figura 11 muestra valores de magnitud LOG(V) cuando funciona el motor (100) de manera que las magnitudes V de las vibraciones debido a factores (componentes de ruido) distintos de la detonación no se toman en consideración cuando se detectan magnitudes V utilizadas para el cálculo de valores de magnitud LOG(V).

15 Como vibraciones debidas a los componentes de ruido se pueden considerar vibraciones debidas a juegos del pistón, vibraciones debidas al accionamiento del inyector (104) (y en especial en caso de inyección directa), vibraciones debidas al asiento de la válvula de admisión (116) o una válvula de escape (118) y otros similares.

20 En la puerta (entre ángulos de cigüeñal predeterminados) para tomar las magnitudes V, el motor (100) funciona de manera que no tiene lugar oscilación del pistón y el motor (100) funciona de manera que el inyector (104), válvula de admisión (116) y válvula de escape (118) se detienen para calcular los valores de la magnitud LOG(V) mostrados en la figura 11.

25 Un valor medio de los valores de magnitud LOG(V) calculados de esta manera se dispone como valor umbral V(1). El valor medio es ajustado como valor umbral V(1) porque los valores de magnitud de las vibraciones debidas a los componentes de ruido se consideran que son superiores al valor medio. También es posible disponer un valor (por ejemplo, un valor menor que el valor medio) distinto que el valor medio como valor umbral V (1).

Haciendo referencia a la figura 12, el valor de umbral K(1) se describirá adicionalmente. La figura 12 muestra valores de magnitud LOG(V) cuando el motor (100) funciona de manera que una forma de onda de ruido se incluye en la forma de onda de vibración en el ciclo de encendido en el que se calculan valores de magnitud LOG(V).

30 En la puerta de detección de detonación, el motor (100) funciona de manera que la oscilación del pistón tiene lugar y el motor (100) funciona de forma que el inyector (104), válvula de admisión (116) y válvula de escape (118) son accionados para calcular de esta manera los valores de magnitud LOG(V) mostrados en la figura 12.

El valor máximo de los coeficientes de correlación K en los valores de magnitud LOG(V) calculado de esta manera está dispuesto como valor umbral K(1). También es posible disponer un valor (por ejemplo, un valor superior al valor máximo) distinto que el valor máximo como valor de umbral K(1).

35 De este modo, utilizando valores de magnitud LOG(V) menores que el valor de umbral V(1) y valores de magnitud LOG(V) en el ciclo de encendido en el que el coeficiente de correlación K es mayor que el valor de umbral K(1), se forma la distribución de frecuencias. En otras palabras, si bien se excluyen valores de magnitud LOG(V) que se consideran valores de magnitud LOG(V) de las vibraciones de los componentes de ruido, se forma la distribución de frecuencias.

40 Haciendo referencia a la figura 13, se realizará una descripción de la estructura de control de un programa ejecutado para determinar si ha tenido lugar detonación para cada ciclo de encendido por la ECU (200) del motor que es el dispositivo de determinación del estado de detonación de acuerdo con la presente realización.

45 En la etapa (100) (a continuación "etapa" se abreviará a "S"), la ECU (200) del motor detecta la velocidad del motor NE basándose en una señal enviada por el sensor (306) de posición del cigüeñal y detecta el caudal de aire admitido KL basándose en una señal enviada desde el medidor de caudal (314).

50 En S102, la ECU (200) del motor detecta la magnitud de la vibración del motor (100) basándose en una señal enviada por el sensor de detonación (300). La magnitud de la vibración es expresada como voltaje de salida del detector de detonación (300). La magnitud de la vibración se puede expresar como valor que corresponde al voltaje de salida del sensor de detonación (300). La detección de la magnitud es llevada a cabo entre el punto muerto superior y 90° (ángulo del cigüeñal de 90 °) en una carrera de combustión.

55 En S104, la ECU (200) del motor calcula un valor (valor integrado) obtenido al integrar los voltajes de salida (valores representativos de magnitudes de vibraciones) de un detector de detonación (300) para cada 5° (para 5°) de ángulo del cigüeñal. El valor integrado es calculado para vibraciones en cada una de las bandas de frecuencia primera a tercera A a C. Además, se añaden valores integrados en la primera a tercera bandas de frecuencia A a C para corresponder a los ángulos de cigüeñal para detectar de esta manera una forma de onda de vibración del motor (100).

En (S106), la ECU (200) del motor calcula el valor integrado máximo (valor pico) a partir de los valores integrados en una forma de onda sintetizada (forma de onda de vibración del motor (100)) de la primera a tercera bandas de frecuencia A a C.

5 En (S108), la ECU (200) del motor normaliza la forma de onda de vibración del motor (100). En este caso, normalización significa expresar la magnitud de la vibración como un número sin dimensiones en un rango de 0 a 1 dividiendo cada uno de los valores integrados por el valor pico calculado.

En (S110), la ECU (200) del motor calcula el coeficiente de correlación K que es un valor relacionado con la desviación de la forma de onda de vibración normalizada y el modelo de forma de onda de detonación uno con respecto a otro.

10 En (S112), la ECU (200) del motor calcula la magnitud de la detonación N. Si el valor máximo calculado es P y el valor que representa la magnitud de la vibración del motor (100) cuando no se genera detonación en el motor (100) es SGL (nivel de fondo (Back Ground Level)), la magnitud de detonación N es calculada por la ecuación $N=P \times K/BGL$. Se almacena BGL en la memoria (202). Un método para el cálculo de la magnitud de detonación N no queda limitado a lo indicado.

15 En (S114), la ECU (200) del motor determina si la magnitud de la detonación N es superior o no al valor de determinación predeterminado. Si la magnitud de la detonación N es superior que el valor de determinación predeterminado (SÍ en (S114)), el proceso de desplaza a (S116). De otro modo (NO en (S114)) el proceso de desplaza a (S120).

20 En (S116), la ECU (200) del motor determina que ha tenido lugar detonación en el motor (100). En (S118), la ECU (200) del motor retrasa el encendido. En (S120), la ECU (200) del motor determina que no tiene lugar detonación en el motor (100). En (S122), la ECU (200) del motor adelanta el encendido.

Haciendo referencia a la figura 14, se describirá la estructura de control de un programa ejecutado para corregir el valor de determinación V(KX) para determinar si ha tenido lugar detonación para cada ciclo de encendido por la ECU (200) del motor que es el dispositivo de determinación del estado de detonación, según la presente realización.

25 En (S200), la ECU (200) del motor calcula el valor de la magnitud LOG(V) a partir de la magnitud (V) detectada basándose en la señal enviada desde el sensor de detonación (300). En este caso, la magnitud (V) es un valor pico o máximo (valor pico de valores integrados cada 5°) entre ángulos de cigüeñal predeterminados.

30 En (S202), la ECU (200) del motor determina si los valores de magnitud LOG(V) para N ciclos (N es un número natural y N=200, por ejemplo) han sido calculados o no. La ECU (200) del motor determina que los valores de la magnitud LOG(V) para N ciclos han sido calculados cuando N o más valores de magnitud LOG(V) han sido calculados en el rango anteriormente descrito rodeado por una línea de trazos en la figura 10. Si se han calculado valores de magnitud LOG(V) para N ciclos (SÍ en (S202)), el proceso de desplaza a (S204). De otro modo (NO en (S202)), el proceso vuelve a (S200).

35 En (S204), la ECU (200) del motor forma la distribución de frecuencias de los valores de magnitud LOG(V). En (S206), la ECU (200) del motor determina un valor máximo V(MAX) de valores de magnitud LOG(V).

En (S208), el motor ECU (200) calcula un valor medio V(50) y una desviación estándar σ de valores de magnitud LOG(V) iguales o menores que el valor máximo V(MAX). En (S210), la ECU (200) del motor calcula el nivel de determinación de detonación V(KD) basándose en el valor medio V(50) y en la desviación estándar σ .

40 En (S212), el ECU (200) del motor determina si el nivel de determinación de detonación V(KD) es menor o no que el valor máximo V(MAX). Si el nivel de determinación de detonación V(KD) es menor que el valor máximo V(MAX) (SÍ en (S212)), el proceso se desplaza a (S214). De otro modo (NO en (S212)), el proceso se desplaza a (S218).

En (S214), la ECU (200) del motor elimina V(MAX) determinado en (S206) de la distribución de frecuencias. En (S216), la ECU (200) del motor cuenta la suma de la frecuencia de los valores máximos eliminados V(MAX) como proporción de detonación KC. A continuación, el proceso vuelve a (S206).

45 En (S218), la ECU (200) del motor determina si la proporción de detonación KC es superior o no que un valor umbral KC(0). Si la proporción de detonación KC es superior que un valor de umbral KC(0) (SÍ en (S218)), el proceso se desplaza a (S220). De otro modo (NO en (S218)), el proceso se desplaza a (S222). En S220, la ECU (200) del motor disminuye el valor de determinación V(KX). En (S222), la ECU (200) del motor aumenta el valor de determinación V(KX).

50 Se describirá el funcionamiento de la ECU (200) del motor que es el dispositivo para la determinación del estado de detonación de acuerdo con la presente realización, basándose en la estructura y diagrama de flujo que se ha descrito anteriormente.

5 Cuando el conductor hace girar el interruptor de encendido (312) para poner en marcha el motor (100), se detecta la velocidad del motor NE basándose en la señal enviada desde el sensor (306) de la posición del cigüeñal y la cantidad de aire admitido KL es detectada basándose en la señal enviada desde el medidor de caudal de aire (314) (S100). Además, basándose en la señal enviada desde el sensor de detonación (300), se detecta la magnitud de vibración del motor (100) (S102).

10 Entre el punto muerto superior y 90° en la carrera de combustión, se calcula el valor integrado para cada 5° de vibraciones en cada una de las primera a tercera bandas de frecuencia A a C (S104). Los valores calculados integrados en la primera a tercera bandas de frecuencia A a C son sumados para corresponder a los ángulos de cigüeñal para detectar de esta manera la forma de onda de vibración antes descrita del motor (100), tal como se ha mostrado en la figura 4.

Dado que se utiliza un valor integrado para cada cinco grados para detectar la forma de onda de vibración, resulta posible detectar una forma de onda de vibración de la que se suprimen las variaciones específicas. Por lo tanto, resulta fácil comparar la forma de ondas de vibración detectada y el modelo de forma de onda de detonación entre sí.

15 Basándose en los valores integrados calculados, se calcula (S106) el valor máximo P de los valores integrados en la forma de onda sintetizada (forma de onda de vibración del motor (100)) de las primera a tercera bandas de frecuencia A a C.

20 El valor integrado en la forma de onda de vibración del motor (100) es dividido por el valor máximo calculado P para normalizar de esta manera la forma de onda de vibración (S108). Por normalización, las magnitudes de las vibraciones en la forma de onda de vibración se expresan en forma de números sin dimensiones comprendidas entre 0 y 1. De esta manera, es posible comparar la forma de onda de la vibración detectada y el modelo de forma de onda con detonación entre sí con independencia de la magnitud de la vibración. Por lo tanto, no es necesario almacenar un gran número de modelos de forma de onda de detonación correspondientes a la magnitud de las vibraciones para facilitar de esta manera la formación del modelo de forma de onda de detonación.

25 Con una temporización del encendido para la que se hace máxima la magnitud de la vibración en la forma de onda de vibración después de la normalización y temporización en la que la magnitud de la vibración pasa a un valor máximo en el modelo de forma de onda de detonación sincronizado (ver figura 6), se calcula el valor absoluto $\Delta S(I)$ de la desviación de la forma de onda de vibración después de normalización y el modelo de forma de onda de detonación entre sí para cada ángulo del cigüeñal. Basándose en el total de $\Delta S(I)$ y el valor S obtenido por integración de la magnitud de la vibración en el modelo de forma de onda de detonación por el ángulo del cigüeñal, se calcula el coeficiente de correlación K por la fórmula $K=(S-\sum\Delta S(I))/S$ (S110). De esta manera, es posible convertir un grado de acuerdo entre la forma de onda de vibración detectada y el modelo de forma de onda de detonación en un número para determinar objetivamente el grado. Además, por comparación de la forma de onda de vibración y el modelo de forma de onda de detonación entre sí, es posible analizar si la vibración es o no una vibración en el momento de la detonación por el comportamiento de la vibración, tal como la tendencia a la atenuación de la vibración.

35 Dividiendo el producto del coeficiente de correlación K calculado como se ha descrito anteriormente y el valor máximo P por BGL, se calcula la magnitud de la detonación N (S112). De esta manera, es posible analizar de manera más íntima si la vibración del motor (100) es una vibración provocada por detonación basándose en la magnitud de la vibración teniendo en cuenta el grado de acuerdo entre la forma de onda de vibración detectada y el modelo de forma de onda de detonación.

40 Cuando la magnitud de la detonación N es superior al valor de determinación predeterminado (SÍ en (S114)), se determina que ha tenido lugar detonación (S116) y la temporización de encendido se retrasa (S118). Como resultado, se suprime la aparición de detonación.

45 Por otra parte, cuando la magnitud de la detonación N no es superior que el valor de determinación predeterminado (NO en (S114)), se determina que no ha tenido lugar detonación (S120) y la temporización de encendido se adelanta (S122).

De esta manera, comparando la magnitud de detonación N y el valor de determinación V(KX) entre sí, se determina si ha ocurrido o no detonación en cada ciclo de encendido y el encendido se retrasa o se adelanta.

50 Tal como se ha descrito en lo anterior, incluso en el caso en que tienen lugar las mismas vibraciones en el motor (100), las magnitudes detectadas pueden ser diferentes debido a la variación en el valor de salida y a la degradación del sensor de detonación (300). En este caso, es necesario corregir el valor de determinación V(KX) y determina si ha tenido lugar o no detonación utilizando valor de determinación V(KX) que corresponde a la magnitud realmente detectada.

Por lo tanto, el valor de magnitud LOG(V) es calculado a partir de la magnitud V detectada basándose en una señal transmitida desde el sensor de detonación (300) (S200).

55 Cuando se calculan los valores de magnitud LOG(V) para N ciclos (SÍ en (S202)), se prepara la distribución de frecuencias de los valores de magnitud LOG(V) calculados (S204) y se decide (S206) el valor máximo V(MAX) de los

valores de magnitud LOG(V) en la distribución de frecuencias. Además, se calculan el valor medio V(50) y la desviación estándar σ en la distribución de frecuencias de los valores de magnitud LOG(V) no superiores al valor máximo V(MAX) (S208) y basándose en el valor medio V(50) y la desviación estándar σ se calcula (S210), el nivel de determinación de detonación V(KD).

5 Si no ha tenido lugar detonación en el motor (100), la distribución de frecuencias resulta una distribución normal, tal como se ha mostrado en la figura 15 y el valor máximo V(MAX) y el nivel de determinación de detonación V(KD) coincide entre sí. Por otra parte, cuando ha tenido lugar detonación, la magnitud V detectada resulta más grande y cuando se calcula un valor grande de magnitud LOG(V), el valor máximo V(MAX) resulta más grande que el nivel de determinación de detonación V(KD), tal como se ha mostrado en la figura 16.

10 Además, si la frecuencia de aparición de detonación aumenta o aumentan las propias vibraciones mecánicas del motor (100), el valor máximo V(MAX) resulta mucho más grande que el mostrado en la figura 17. En este caso, el valor medio V(50) y la determinación estándar σ aumenta de acuerdo con el valor máximo V(MAX). Por lo tanto, el nivel de determinación de detonación V(KD) resulta más grande.

15 Los valores de magnitud LOG(V) menores que el nivel de determinación de detonación V(KD) no se determinan como valores de magnitud LOG(V) en el ciclo en el que ha tenido lugar la detonación. Por lo tanto, al hacerse más grande el nivel de determinación de detonación V(KD), la frecuencia en la que se determina que no ha tenido lugar la detonación, aumenta aunque haya ocurrido detonación.

20 A efectos de suprimir un incremento en el nivel de determinación de detonación V(KD), tal como se ha descrito anteriormente, si el nivel de determinación de detonación V(KD) es menor que el valor máximo V(MAX) (SÍ en (S212)), el valor máximo V(MAX) es eliminado de la distribución de frecuencias (S214). El total de frecuencias de los valores máximos eliminados V(MAX) es contado como ocupación de detonación KC(S216).

En la distribución de frecuencias en la que el valor máximo V(MAX) ha sido eliminado, se define nuevamente un valor máximo V(MAX) (S206). Es decir, el valor máximo V(MAX) es correcto que sea más pequeño.

25 Además, en la distribución de frecuencias, después de que sea eliminado el valor máximo V(MAX), se calcula nuevamente (S210) un nivel V(KD) de determinación de detonación. Es decir, se calcula nuevamente un nivel de determinación de detonación V(KD) en la distribución de frecuencias para los valores de magnitud LOG(V) más pequeño que el valor máximo V (MAX) decidido nuevamente. Siempre que el nivel de determinación de detonación V(KD) es más reducido que el valor máximo V (MAX) (SÍ en (S21)), se repite el proceso de (S206) a (S216).

30 Si se ha recalculado un nivel de determinación de detonación V(KD) después de eliminar valores máximos V(MAX), el nivel de determinación de detonación V(KD) resulta más grande al incrementar el número eliminado de valores máximos V(MAX) (al resultar el valor máximo V(MAX) en la distribución de frecuencias más reducido). Dado que la velocidad de reducción del valor máximo V(MAX) es superior a la velocidad de reducción del nivel de determinación de detonación V(KD), existe un punto en el que ambos coinciden.

35 Tal como se ha descrito anteriormente, en una distribución de frecuencias en la que no se genera detonación, el valor máximo V(MAX) y el nivel de determinación de detonación V(KD) coinciden. Por lo tanto, tal como se ha mostrado en la figura 19, en el caso en el que el valor máximo V(MAX) y el nivel de determinación de detonación V(KD) coinciden (NO en (S212)), este nivel de determinación de detonación V(KD) se considera que simula un nivel de determinación de detonación V(KD) en una distribución de frecuencias en las que no se ha generado detonación.

40 Por lo tanto, el total de frecuencias con valores de magnitud LOG(V) superiores al nivel de determinación de detonación V(KD) (valor máximo V(MAX)) en el caso de que el valor máximo V(MAX) y el nivel de determinación de detonación V(KD) coinciden, es decir, el total de frecuencias de valores máximos V(MAX) es eliminado hasta el valor máximo V(MAX) y el nivel de determinación de detonación V(KD) coinciden, es contado como ocupación de detonación KC (frecuencia de detonación provocada) (S216).

45 La figura 20 muestra la transición de la ocupación KC cuando la ocupación de detonación KC es contada utilizando el nivel de determinación de detonación V(RD) calculado sin eliminar el valor máximo V(MAX). En este caso, la ocupación de detonación KC aumenta al aumentar la magnitud de la detonación audible (nivel de magnitud que los pasajeros pueden detectar auditivamente) desde el estado en que no existe detonación. No obstante, dado que el nivel de determinación de detonación V(KD) aumenta al incrementar el valor máximo V(MAX), si la magnitud de detonación audible es demasiado grande, la ocupación de detonación disminuye a su vez.

50 Por otra parte, tal como se ha mostrado en la figura 12, si el nivel de determinación de detonación V(KD) es recalculado eliminando los valores máximos V(MAX) hasta que el valor máximo V(MAX) y el nivel de determinación de detonación V(KD) coinciden, la ocupación de detonación KC aumenta al hacerse más grande la magnitud de la detonación audible. Por lo tanto, es posible detectar la ocupación de detonación sin gran exactitud.

55 Cuando la ocupación de detonación KC es superior que el umbral KC(0)(SÍ en (S218)), se considera que la detonación tiene lugar a una frecuencia superior a la frecuencia aceptable. En este caso, a efectos de realizar fácilmente la determinación de si se ha provocado detonación, el valor de determinación V(KX) se hace más pequeño (S220). De

esta manera, es posible incrementar la frecuencia en la que se detecta que ha ocurrido detonación y retrasar la chispa para suprimir de esta manera la aparición de la detonación.

Por otra parte, si la ocupación de detonación KC es menor que el umbral KC(0) (NO en (S218)), se considera que la frecuencia de aparición de detonación se encuentra dentro de los valores permisibles. En este caso, se considera que la potencia del motor (100) se puede incrementar.

Por lo tanto, el valor de determinación V(KX) se hace más grande (S222). De esta manera, se suprime la frecuencia en la que se ha determinado que ha tenido lugar la detonación y se retrasa la chispa a efectos de aumentar la potencia del motor (100).

Tal como se ha descrito en lo anterior, la ECU del motor, que es el dispositivo de determinación del estado de detonación, según la presente realización, crea una distribución de frecuencia al utilizar un valor de magnitud LOG(V) en un ciclo de encendido en el que el coeficiente de correlación K es superior al umbral K(1) y determina la ocupación de detonación KC, es decir, la frecuencia de aparición de detonación (número de veces). El umbral K(1) es el valor máximo del coeficiente de correlación K calculado en el caso en el que el motor funciona de manera tal que formas de onda de vibración de componentes de ruido se incluyen en las formas de onda de vibración en un ciclo de encendido en el que el valor de magnitud LOG(V) se ha calculado. De esta manera, en la distribución de frecuencia de los valores de magnitud LOG(V), es posible suprimir los valores de magnitud LOG(V) considerados como valores de magnitud LOG(V) de componentes de ruido de vibración. Por lo tanto, al suprimir los efectos de los componentes de ruido de vibración, se puede determinar el número de detonaciones que ha tenido lugar. Como resultado, es posible determinar el número de las detonaciones que han ocurrido con elevada exactitud.

Tal como se muestra en la figura 22, cuando la magnitud de la vibración debida al ruido es grande, la diferencia entre el valor máximo de los valores integrados en el momento de la detonación y el valor máximo de los valores integrados debido a ruidos es pequeña y puede ser difícil distinguir entre detonación y ruidos a partir de la magnitud de la detonación N. Por lo tanto, tal como se ha mostrado en la figura 23, también es posible calcular la magnitud de detonación N utilizando la suma de los valores integrados en la forma de onda de vibración (valor obtenido integrando todos los voltajes de salida del sensor de detonación (300) en la puerta de detección de detonación) en vez del valor pico o máximo P de los valores integrados. En otros términos, es posible también calcular la magnitud de detonación N dividiendo el producto del coeficiente de correlación K y la suma de los valores integrados en la forma de onda de vibración por BGL.

Tal como se ha mostrado en la figura 23, dado que el periodo en el que tienen lugar las vibraciones debidas a ruidos es más corto que el periodo en el que tienen lugar las vibraciones debidas a detonación, la diferencia entre la suma de valores integrados de detonación y de ruido puede ser grande. Por lo tanto, calculando la magnitud de detonación N basándose en la suma de valores integrados, es posible obtener una diferencia grande entre la magnitud de detonación N calculada en el momento de la detonación y la magnitud de detonación NJ calculada como resultado del ruido. Por lo tanto, es posible distinguir claramente entre vibración debida a detonación y vibración debida a ruido

Segunda realización

A continuación, se describirá una segunda realización de la presente invención. La presente realización es distinta de la primera realización descrita anteriormente por el hecho de que el valor de determinación V(KX) es corregido cuando la frecuencia que se ha determinado por la que la detonación ha tenido lugar es elevada en la determinación de detonación para cada ciclo de encendido, además de la distribución de frecuencia de valores de magnitud LOG(V). Otras configuraciones son iguales que las de la primera realización descrita anteriormente, y sus funciones son también las mismas. Por lo tanto, no se repetirán las descripciones detalladas.

Haciendo referencia a la figura 24, se describirá una estructura de control de un programa ejecutado por la ECU (200) del motor que es el dispositivo de determinación del estado de detonación, de acuerdo con la presente realización. Se debe observar que el programa que se describe más adelante es ejecutado además del programa de la primera realización descrito anteriormente.

En (S300), la ECU (200) del motor evalúa si se ha encendido una mezcla de aire y combustible. Dado que el propio ECU (200) del motor ha decidido el encendido de la mezcla de aire y combustible, si la mezcla de aire y combustible ha sido encendida es evaluado dentro de la ECU (200) del motor. Si la mezcla de aire y combustible ha entrado en combustión (SÍ en (S300)), el procedimiento se desplaza a (S302). En caso negativo (NO en (S300)), el proceso vuelve a (S300). En (S302) la ECU (200) del motor aumenta el contador de encendido.

En (S304), la ECU (200) del motor evalúa si ha determinado que ha ocurrido detonación en la determinación de detonación de cada ciclo de encendido. Si se determina que ha tenido lugar detonación (SÍ en (S304)) el proceso se desplaza a (S306). En caso negativo (NO en (S304)), el proceso se desplaza a (S308). En (S306), la ECU (200) del motor aumenta el contador de detonación.

En (S308), la ECU (200) del motor evalúa si un valor calculado dividiendo el número de contaje del contador de detonación por el número de contaje del contador de encendido no es inferior al umbral. Es decir, se determina si la proporción (frecuencia) de ciclos de encendido en los que ha tenido lugar detonación (a continuación se indicarán

también como ciclos de detonación) no es inferior al umbral del total de ciclos de encendido. Si la proporción de ciclos de detonación no es inferior al umbral (SÍ en (S308)), el proceso se desplaza a (S310). En caso negativo (NO en (S308)), el proceso se desplaza a (S314).

5 En (S310), la ECU (200) del motor hace más pequeño el valor de determinación V(KX) utilizado para la determinación de si ha tenido lugar detonación para cada ciclo de encendido. La magnitud de corrección en este momento es superior a la magnitud de corrección del caso en el que el valor de determinación V(KX) se hace más pequeño utilizando distribución de frecuencias de valores de magnitud LOG(V).

10 En (S312), la ECU (200) del motor evalúa si el valor de determinación V(KX) ha sido corregido utilizando la distribución de frecuencias de los valores de magnitud LOG(V). Si el valor de determinación V(KX) ha sido corregido utilizando la distribución de frecuencia de valores de magnitud LOG(V) (SÍ en (S312)), el proceso se desplaza a (S314). En caso negativo (NO en (S312)), el proceso vuelve a (S300). En (S314), la ECU (200) repone el contador de encendido y el contador de detonación. Entonces, este proceso termina.

15 A continuación se describirá el funcionamiento de la ECU (200) del motor del dispositivo de determinación del estado de detonación según la presente realización, basándose en la estructura y el diagrama de flujo descrito en lo anterior.

20 Cuando se ha efectuado el encendido de la mezcla de aire y combustible (SÍ en (S300)), el contador de encendido es incrementado (S302). En este ciclo de encendido si se determina que ha tenido lugar detonación (SÍ en S304), el contador de detonación es incrementado (S306). Si se determina que no ha tenido lugar detonación (NO en S304), el contador de detonación no se incrementa.

25 Durante el periodo en el que la proporción de ciclos de detonación ocupados en los ciclos totales de encendido es menor que el umbral (NO en (S308)) y no se lleva a cabo corrección (NO en (S312)) del valor de determinación V(KX) utilizando distribución de frecuencias de valores de magnitud LOG(V), es decir, durante el periodo en el que los valores de magnitud LOG(V) extraídos para crear la distribución de frecuencias no se corresponden con el número para N ciclos, se repite el proceso desde (S300) a (S306).

30 Por otra parte, cuando la proporción de ciclos de detonación es el umbral o más (SÍ en (S308)), el valor de determinación V(KX) se hace más pequeño por una magnitud de corrección más grande que la magnitud de corrección del caso en el que el valor de determinación V(KX) se hace más pequeño utilizando la distribución de frecuencias de valores de magnitud LOG(V) (S310).

35 De esta manera, es posible determinar fácilmente que ha tenido lugar detonación en la determinación de detonación para cada ciclo de encendido cuando la frecuencia de generación de detonación es grande sin depender de la distribución de frecuencias de los valores de magnitud LOG(V), es decir, incluso antes de que los valores de magnitud LOG(V) para N ciclos se hayan extraído. Por lo tanto, es posible incrementar la frecuencia de retraso de la chispa a efectos de suprimir la aparición de la detonación.

40 Además, en este momento, el valor de determinación V(KX) se hace más pequeño al ser el valor de corrección más grande que la magnitud de corrección del caso en el que el valor de determinación V(KX) se hace más pequeño utilizando distribución de frecuencias de valores de magnitud LOG(V). de esta manera, incluso en el caso en el que la detonación no puede ser suprimida haciendo el valor de determinación V(KX) más pequeño utilizando la distribución de frecuencias de valores de magnitud LOG(V), es posible suprimir la aparición de la detonación de manera rápida.

45 Cando el valor de determinación V(KX) es corregido (SÍ en (S310, S312)), el contador de ignición y el contador de detonación son reiniciados y se repite nuevamente el proceso después de (S300).

50 Tal como se ha descrito anteriormente, la ECU del motor, que es el dispositivo de determinación del estado de detonación, de acuerdo con la presente realización hace el valor de determinación V(KX) más pequeño por ser mayor la magnitud de corrección si la proporción del ciclo de encendido, determinada como detonación ha ocurrido por la determinación de la detonación para cada ciclo de encendido, con respecto al número total de ciclos de encendido, es superior al umbral. De esta manera, en el caso de que la frecuencia de generación de detonación sea elevada, es posible suprimir la aparición de la detonación haciendo la determinación de que la detonación ha ocurrido más fácilmente a efectos de incrementar la frecuencia de retraso de la chispa.

Otras realizaciones

55 En la primera y segunda realizaciones que se han descrito anteriormente, el nivel de determinación de detonación V(KD) se lleva a cabo utilizando el valor medio de valores de magnitud LOG(V). No obstante, cuando tiene lugar una vibración de gran magnitud, el valor de magnitud LOG(V) calculado pasa a ser más grande, de manera que la forma de distribución de frecuencia se colapsa y el valor medio calculado puede ser mayor de lo necesario, tal como se muestra en la línea continua de la figura 25.

60 No obstante, incluso en el caso de que la forma de la distribución de frecuencias quede colapsada, el valor de magnitud más pequeño LOG(V), entre los valores de magnitud LOG(V) en los que la frecuencia de los valores de

magnitud LOG(V) muestra un valor pico o máximo (la velocidad de cambio de la frecuencia se hace 0), es frecuentemente el mismo valor que el valor medio V(50) de la distribución de frecuencias en las que no se produce detonación.

5 Tenido en cuenta lo anterior, el nivel de determinación de detonación V(KD) puede ser calculado utilizando el valor de magnitud más pequeño LOG(V) entre los valores de magnitud LOG(V) en los que la frecuencia de los valores de magnitud LOG(V) muestran un máximo en vez del valor medio V(50).

10 Es decir, el producto de la desviación estándar y el coeficiente U en valores de magnitud no superiores al valor de magnitud más pequeño LOG(V), entre valores de magnitud LOG(V) en los que la frecuencia calculada muestra un pico o máximo, se puede añadir al valor de magnitud más pequeño LOG(V) entre los valores de magnitud LOG(V), de manera que la frecuencia calculada muestra un pico o máximo, para calcular de esta manera el nivel de determinación de detonación V(KD). De esta manera, incluso cuando el valor de magnitud LOG(V) se hace elevada debido a los efectos de los componentes de ruido, es posible suprimir un incremento del nivel de determinación calculado V(KD) más allá de lo necesario.

15 Además, tal como se ha mostrado en la figura 27, existe el caso en el que la dispersión de los valores de magnitud LOG(V) a distraer se hace grande, de manera que se muestra un máximo en una frecuencia más baja que lo general en valores de magnitud LOG(V) menores que lo general, dependiendo de un estado de vibración provocado en el motor (100). Por lo tanto, tal como se ha mostrado en la figura 27, el nivel de determinación de detonación V(KD) se puede calcular utilizando el valor de magnitud más pequeño LOG(V) entre valores de magnitud LOG(V) calculados para una frecuencia superior que una frecuencia predeterminada (por ejemplo, un tercio del valor de la frecuencia máxima) y la frecuencia de los valores de magnitud LOG(V) muestra un valor máximo o pico. Por lo tanto, aunque la dispersión de valores de magnitud LOG(V) sea grande, es posible suprimir la disminución en el nivel de determinación de detonación calculado V(KD) más allá de lo necesario.

20 Se debe observar que en el caso en el que el nivel de determinación de detonación V(KD) es calculado utilizando valores de magnitud LOG(V) que la frecuencia de los valores magnitud LOG(V) muestra el máximo en vez del valor medio V(50), el nivel de determinación de detonación V(KD) puede ser calculado sin llevar a cabo un proceso de eliminación de valores máximos V(MAX) superiores al nivel de determinación de detonación V(KD).

25 Si bien la presente invención ha sido descrita y mostrada de forma detallada, se comprenderá claramente que la misma ha tenido lugar a modo de ejemplo ilustrativo solamente y no se tiene que considerar como limitativa, estando limitado el alcance de la presente invención solamente por los términos de las reivindicaciones adjuntas.

30

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para la determinación de la situación de detonación en un motor de combustión interna (100), que comprende:

5 una primera parte de detección (200) para detectar una forma de onda de vibración provocada en dicho motor de combustión interna (100) a un intervalo predeterminado de ángulo de giro del cigüeñal;

una segunda parte de detección (200) para detectar valores de magnitud relativos a una magnitud de vibración provocada en dicho motor de combustión interna (100) en una serie de ciclos de encendido;

10 una parte de extracción (200) para extraer un valor de magnitud que satisface una condición predeterminada entre dicha serie de valores de magnitud basándose en el resultado de comparación de dicha forma de onda detectada con dicha forma de onda almacenada;

una parte de determinación (200) para determinar la situación de aparición de detonación basándose en dicho valor de magnitud extraído;

caracterizado por

15 una parte de memoria (202) para almacenar previamente dicha forma de onda de vibración de dicho motor de combustión interna (100); y

una parte de cálculo de nivel (200) para calcular el nivel de determinación de detonación basándose en dicho valor de magnitud extraído; en el que

20 dicha parte de determinación (200) determina la situación de aparición de detonación basándose en el resultado de la comparación de dicho valor de magnitud extraído con dicho nivel de determinación de detonación.

2. Dispositivo para la determinación de la situación de detonación, según la reivindicación 1, que comprende además:

25 una parte (200) para el cálculo de la magnitud de la detonación, para calcular la magnitud de detonación relativa a una magnitud de vibración provocada por la detonación, basándose en el resultado de la comparación de dicha forma de onda almacenada y de la forma de onda detectada y la magnitud de vibración provocada en dicho motor de combustión interna (100) en dicho intervalo predeterminado para el ángulo de giro del cigüeñal; y

30 una parte de determinación de detonación en un ciclo de encendido (200) para determinar si ha tenido lugar detonación en dicho motor de combustión interna (100) para cada ciclo de encendido basándose en el resultado de la comparación de dicha magnitud de detonación y de un valor de determinación predeterminado.

3. Dispositivo para la determinación de la situación de detonación, según la reivindicación 2, en el que dicho valor de determinación predeterminado es ajustado basándose, como mínimo, en una de una serie de rotaciones de dicho motor de combustión interna (100) y una magnitud de aire admitido en dicho motor de combustión interna (100).

35 4. Dispositivo para la determinación de la situación de detonación, según la reivindicación 2, que comprende además:

una parte de corrección (200) para corregir dicho valor de determinación predeterminado basándose en un resultado determinado por dicha parte de determinación (200).

40 5. Dispositivo para la determinación de la situación de detonación, según la reivindicación 2, que comprende además:

una parte de corrección (200) para corregir dicho valor de determinación basado en la frecuencia en que se ha determinado que ha tenido lugar la detonación en dicho motor de combustión interna (100) utilizando dicha magnitud de detonación.

45 6. Dispositivo para la determinación de la situación de detonación, según la reivindicación 2, que comprende además:

una primera parte de corrección (200) para corregir dicho valor de determinación predeterminado basándose en el resultado de determinación por dicha parte de determinación (200); y

una segunda parte de corrección (200) para corregir dicho valor de determinación en una magnitud de corrección diferente con respecto a la de dicha primera parte de corrección (200), basándose en la

frecuencia en la que se ha determinado que ha tenido lugar dicha detonación en dicho motor de combustión interna (100) mediante la utilización de dicha magnitud de detonación.

- 5 7. Dispositivo para la determinación de la situación de detonación, según la reivindicación 6, en el que dicha segunda parte de corrección (200) corrige dicho valor de determinación en una magnitud de corrección mayor que la de dicha parte de corrección (200).
8. Dispositivo para la determinación de la situación de detonación, según la reivindicación 2, que comprende además:
- 10 una parte (200) de cálculo de desviación para calcular un valor relativo a la desviación entre dicha forma de onda detectada y dicha forma de onda almacenada, en el que
- 10 dicha parte (200) de cálculo de la magnitud de la detonación calcula dicha magnitud de detonación basándose en el valor relativo a dicha desviación y una magnitud de vibración provocada en dicho motor de combustión interna (100) en dicho intervalo predeterminado para el ángulo de giro del cigüeñal.
9. Dispositivo para la determinación de la situación de detonación, según la reivindicación 8, que comprende además:
- 15 una parte de integración (200) para calcular un valor integrado en el que la magnitud de vibración provocada en dicho motor de combustión interna (100) en dicho intervalo predeterminado para el ángulo de giro del cigüeñal es integrada para dicho ángulo predeterminado de giro del cigüeñal, en el que
- 15 dicha parte (200) de cálculo de la magnitud de la detonación calcula dicha magnitud de detonación basándose en el producto del valor relativo a dicha desviación y dicho valor integrado.
- 20 10. Dispositivo para la determinación de la situación de detonación, según la reivindicación 8, en el que dicha parte (200) de cálculo de desviación calcula el valor relativo a dicha desviación más pequeño cuando dicha forma de onda detectada comprende una forma de onda de vibración provocada por el funcionamiento de una pieza específica (104, 108, 116, 118) de dicho motor de combustión interna (100), comparando con un caso de no incluirla y dicha condición predeterminada es un condición que es un valor de magnitud en un ciclo de encendido en el que se calcula un
- 25 valor relativo a una desviación superior a un valor predeterminado.
11. Dispositivo para la determinación de la situación de detonación, según la reivindicación 10, en el que dicho valor predeterminado es un valor máximo de un valor relativo a una desviación calculada en un estado en el que dicho motor de combustión interna (100) funciona de manera tal que se provoca vibración debida al funcionamiento de la pieza específica (104, 108, 116, 118) en el intervalo predeterminado.
- 30 12. Dispositivo para la determinación de la situación de detonación, según la reivindicación 10, en el que la pieza específica (104, 108, 116, 118) es, como mínimo, una entre un pistón (108), un inyector (104), una válvula de admisión (116) y una válvula de escape (118).
13. Dispositivo para la determinación de la situación de detonación, según la reivindicación 1, que comprende además:
- 35 una parte (200) de cálculo de desviación para calcular un valor relativo a una desviación entre dicha forma de onda detectada y dicha forma de onda almacenada basándose en el resultado de comparación de dicha forma de onda detecta con dicha forma de onda almacenada, en el que
- 40 dicha parte (200) de cálculo de la desviación calcula el valor relativo a dicha desviación más pequeño cuando dicha forma de onda detectada incluye una forma de onda de vibración provocada por el funcionamiento de una pieza específica (104, 108, 116, 118) de dicho motor de combustión interna (100) en comparación con el caso de que no la incluya; y
- 40 dicha condición predeterminada es una condición que es un valor de magnitud en un ciclo de encendido en el que se calcula un valor relativo a una desviación más grande que un valor predeterminado.
- 45 14. Dispositivo para la determinación de la situación de detonación, según la reivindicación 13, en el que dicho valor predeterminado es un valor máximo de un valor relativo a una desviación calculada en un estado en el que dicho motor de combustión interna (100) funciona de manera tal que la vibración producida por el funcionamiento de dicha pieza específica (104, 108, 116, 118) es provocada en dicho intervalo predeterminado.
- 50 15. Dispositivo para la determinación de la situación de detonación, según la reivindicación 13, en el que dicha pieza específica (104, 108, 116, 118) es, como mínimo, una entre un pistón (108), un inyector (104), una válvula de admisión (116) y una válvula de escape (118).

16. Dispositivo para la determinación de la situación de detonación, según la reivindicación 1, en el que dicha parte (200) de cálculo de nivel calcula dicho nivel de determinación de detonación cuando se extrae una serie de valores de magnitudes no inferiores que el número predeterminado.
- 5 17. Dispositivo para la determinación de la situación de detonación, según la reivindicación 16, en el que dicha parte de determinación (200) determina la frecuencia de aparición de detonación basándose en el resultado de comparar dicho valor de la magnitud que se ha extraído y dicho nivel de determinación de detonación.
- 10 18. Dispositivo para la determinación de la situación de detonación, según la reivindicación 17, en el que dicha parte de determinación (200) determina la frecuencia en la que se extraen los valores de magnitud superiores a dicho nivel e determinación de detonación entre dichos valores de magnitud extraídos, como frecuencia en que tiene lugar la detonación.
- 15 19. Dispositivo para la determinación de la situación de detonación, según la reivindicación 1, en el que dicha parte (200) de cálculo de nivel calcula dicho nivel de determinación de detonación por adición de un producto de una desviación estándar en dichos valores de magnitud extraídos y un coeficiente predeterminado a un valor medio de dichos valores de magnitud extraídos.
- 20 20. Dispositivo para la determinación de la situación de detonación, según la reivindicación 19, en el que dicho coeficiente predeterminado es 3.
- 25 21. Dispositivo para la determinación de la situación de detonación, según la reivindicación 1, en el que dicha parte (200) de cálculo de nivel calcula dicho nivel de determinación de detonación añadiendo un producto de una desviación estándar en valores de magnitud no superior al valor de magnitud más pequeño entre valores de magnitud entre los que la frecuencia extraída muestra un valor pico o máximo y un coeficiente predeterminado, al valor de magnitud más pequeño entre los valores de magnitud en los que la frecuencia extraída muestra el pico o valor máximo.
- 30 22. Dispositivo para la determinación de la situación de detonación, según la reivindicación 21, en el que dicho coeficiente predeterminado es 3.
- 35 23. Dispositivo para la determinación de la situación de detonación, según la reivindicación 1, en el que dicha parte (200) de cálculo de nivel calcula dicho nivel de determinación de detonación añadiendo un producto de una desviación estándar en valores de magnitud no superiores al valor de magnitud más pequeño entre valores de magnitud que son valores de magnitud en los que la frecuencia extraída es superior a la frecuencia predeterminada y la frecuencia extraída muestra un valor pico y un coeficiente predeterminado, al valor de magnitud más pequeño entre los valores de magnitud en los que la frecuencia extraída es superior que la frecuencia predeterminada y la frecuencia extraída muestra el pico o máximo.
24. Dispositivo para la determinación de la situación de detonación, según la reivindicación 23, en el que dicho coeficiente predeterminado es 3.
25. Dispositivo para la determinación de la situación de detonación, según la reivindicación 1, en el que dicha forma de onda de vibración es una forma de onda en la que se sintetizan formas de onda de vibración de una serie de bandas de frecuencia provocadas en dicho motor de combustión interna (100).
26. Dispositivo para la determinación de la situación de detonación, según una de las reivindicaciones 1-25, que comprende además una ECU (200) que incluye dicha primera parte de detección, dicha parte de memoria, dicha segunda parte de detección, dicha parte de extracción, dicha parte de determinación y dicha parte de cálculo de nivel.

FIG. 1

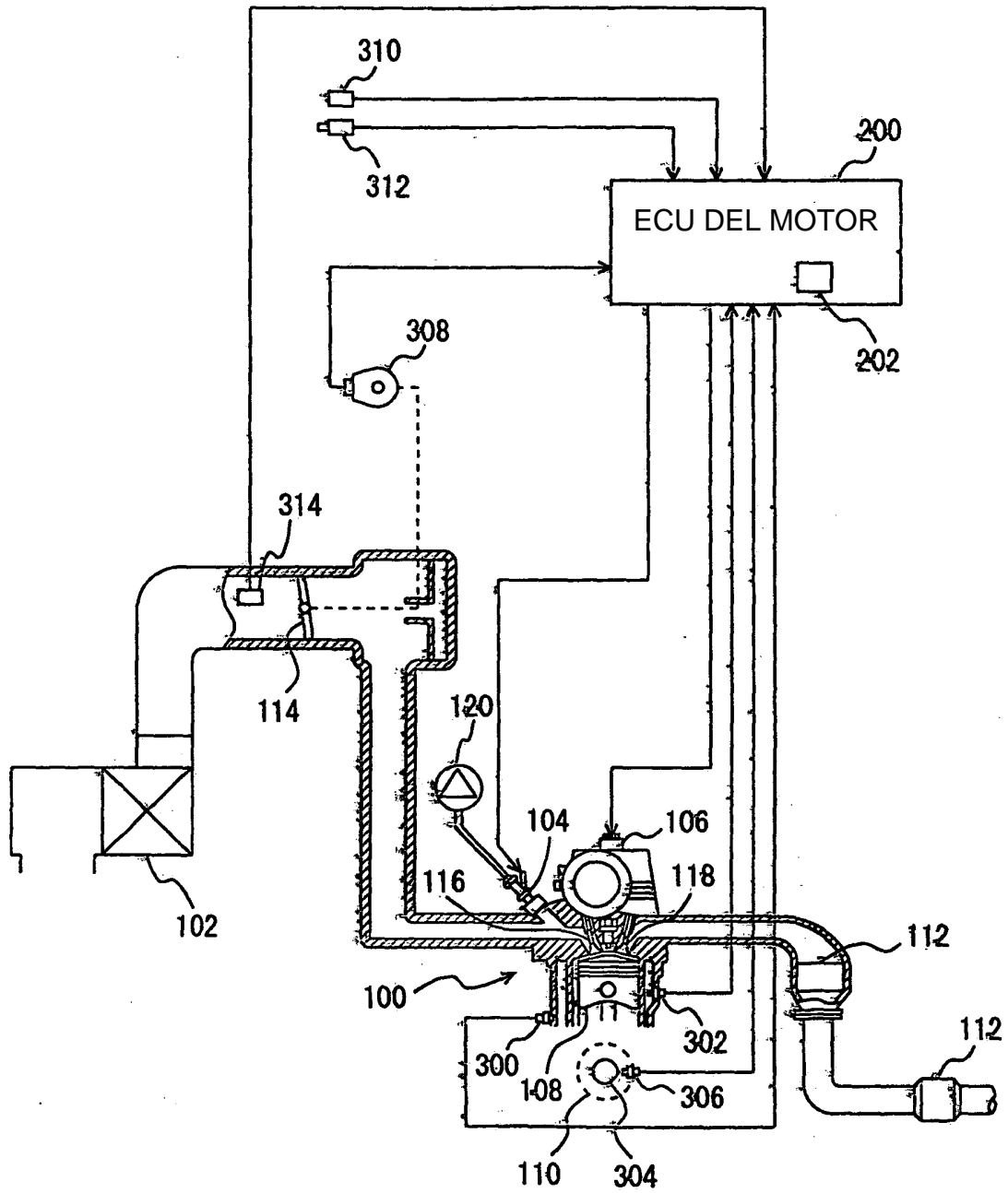


FIG. 2

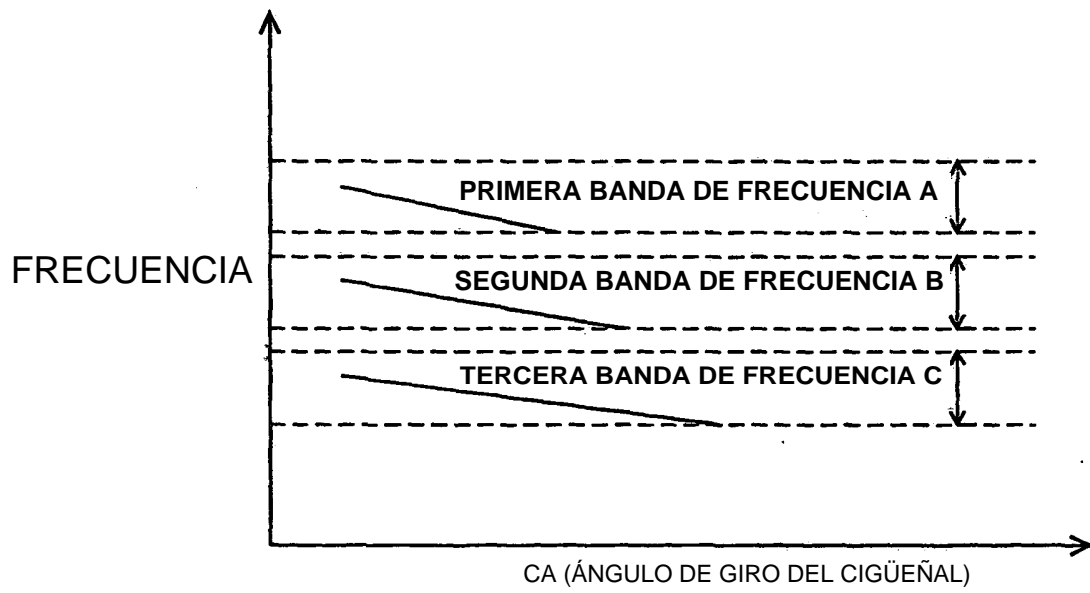


FIG. 3

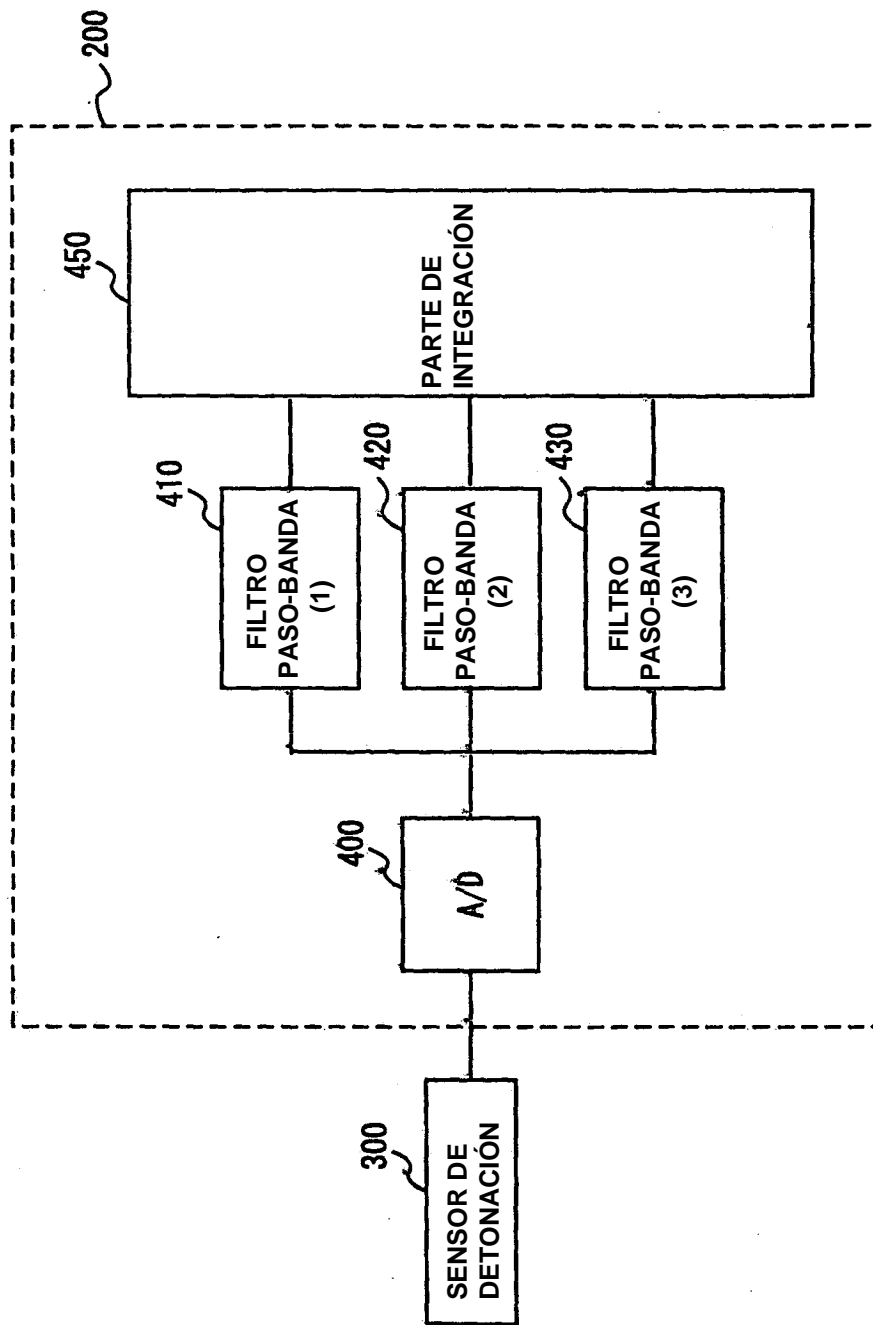


FIG. 4

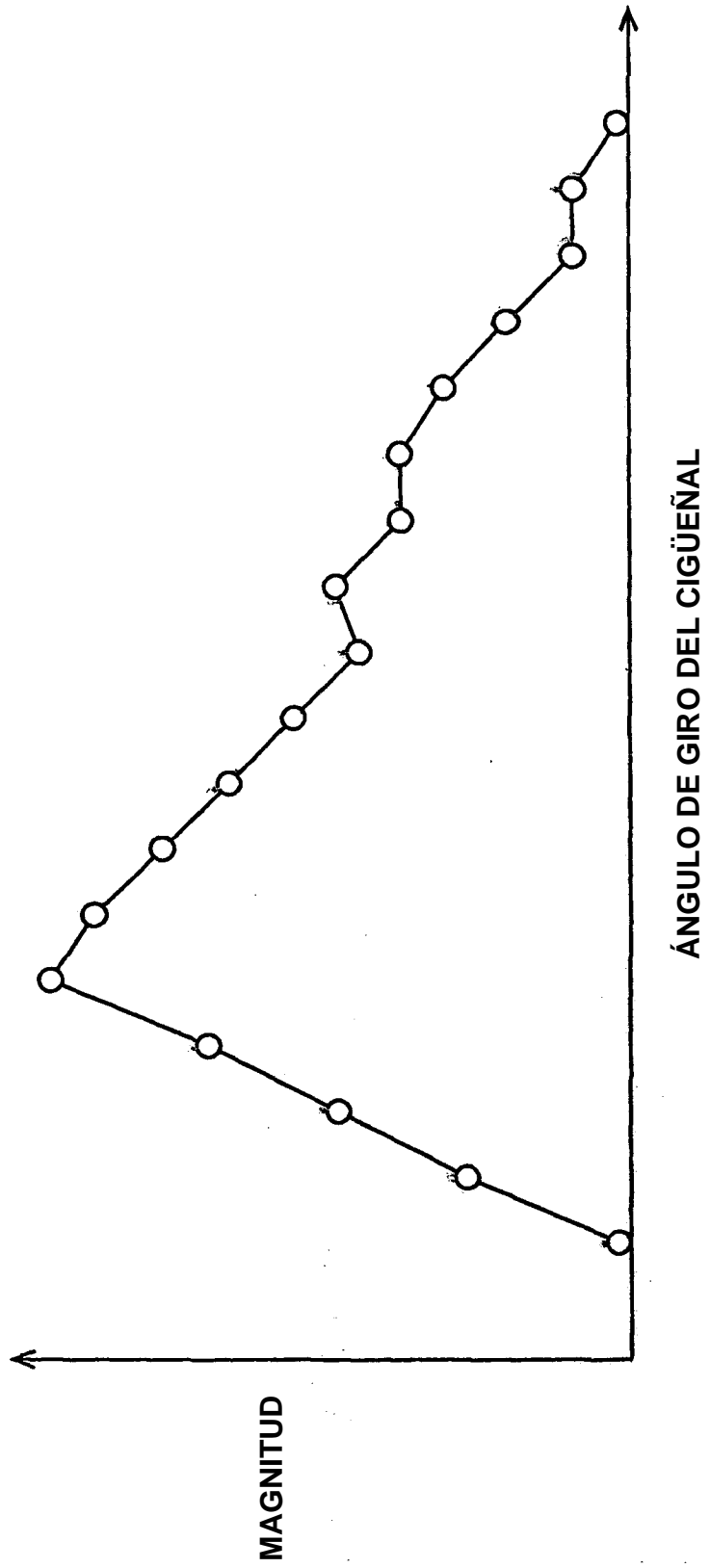


FIG. 5

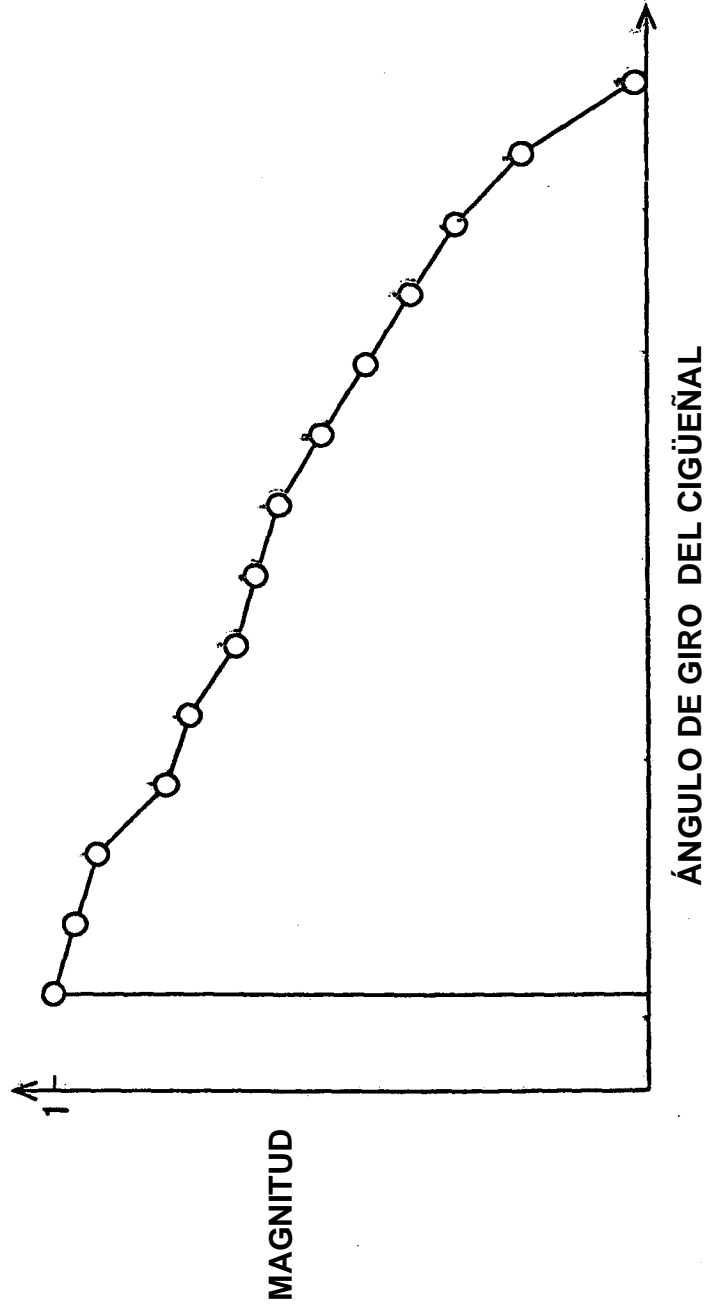


FIG. 6

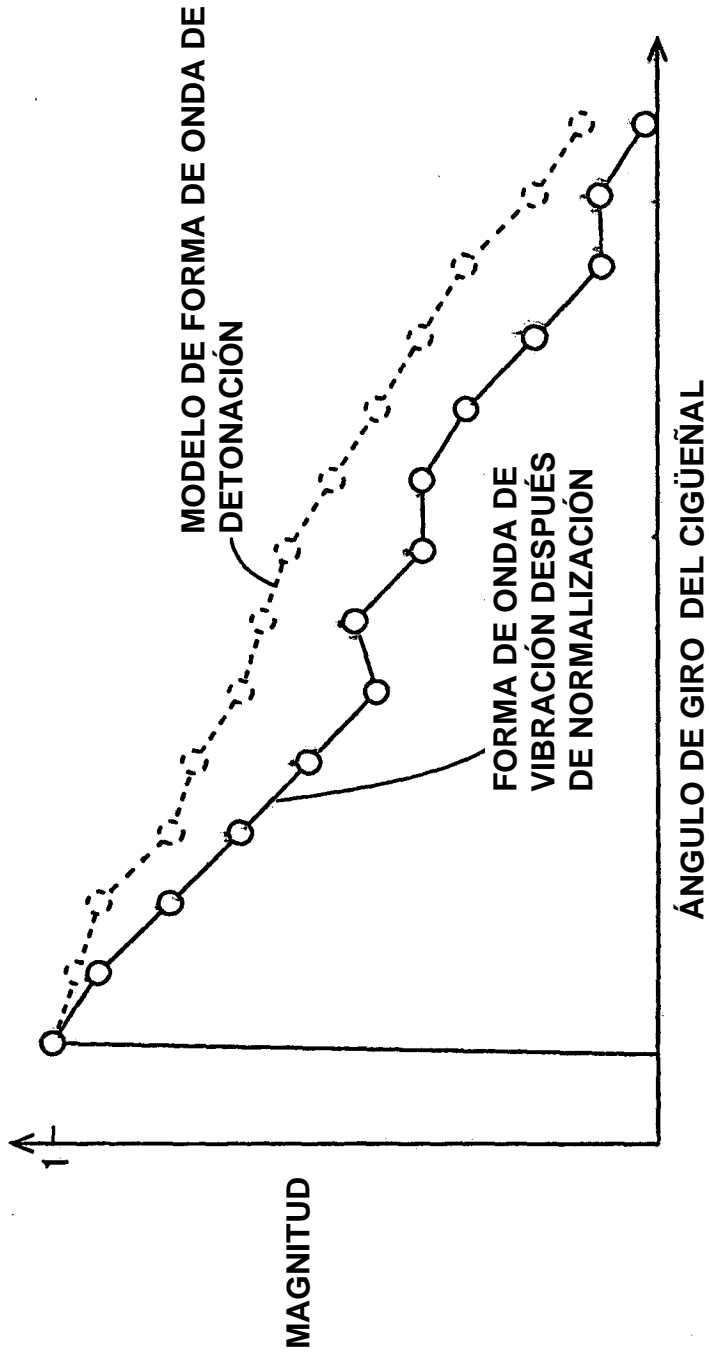


FIG. 7

	A	C	B
VELOCIDAD MOTOR NE	B	C	B
	A	B	A
	CANTIDAD AIRE ADMITIDO KL		

FIG. 8

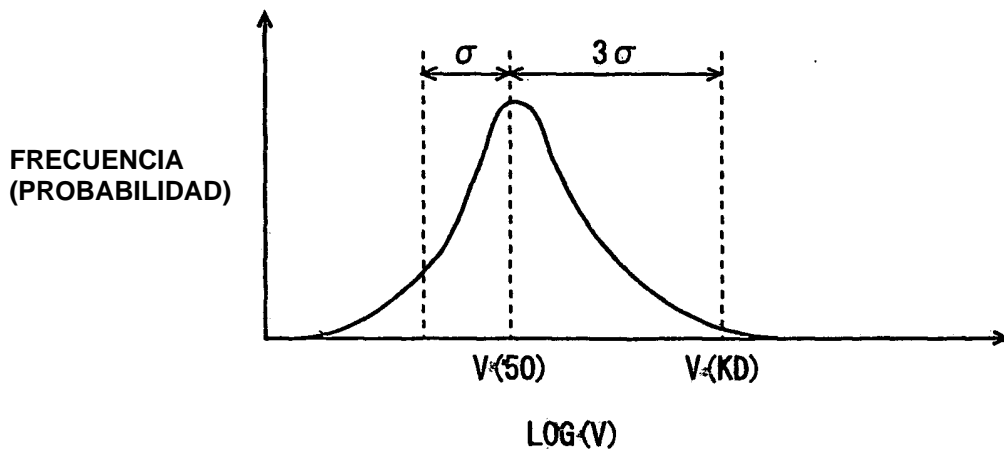


FIG. 9

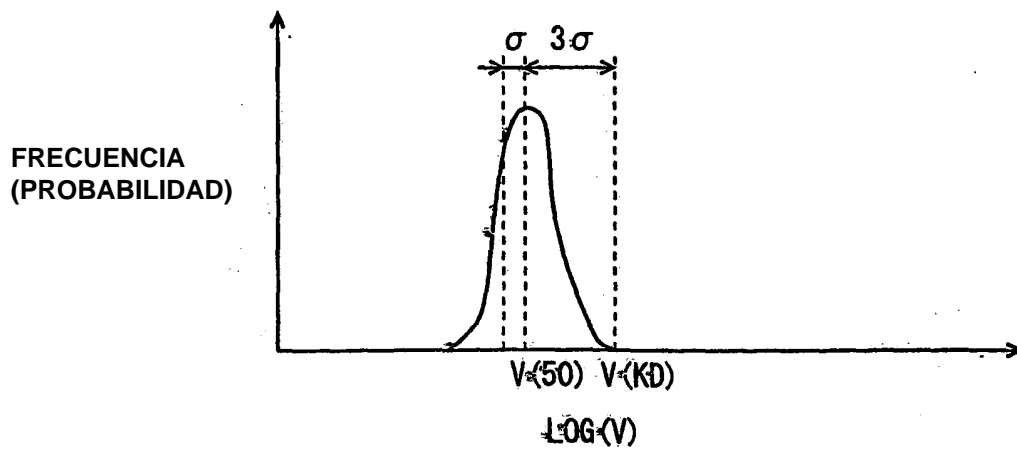


FIG. 10

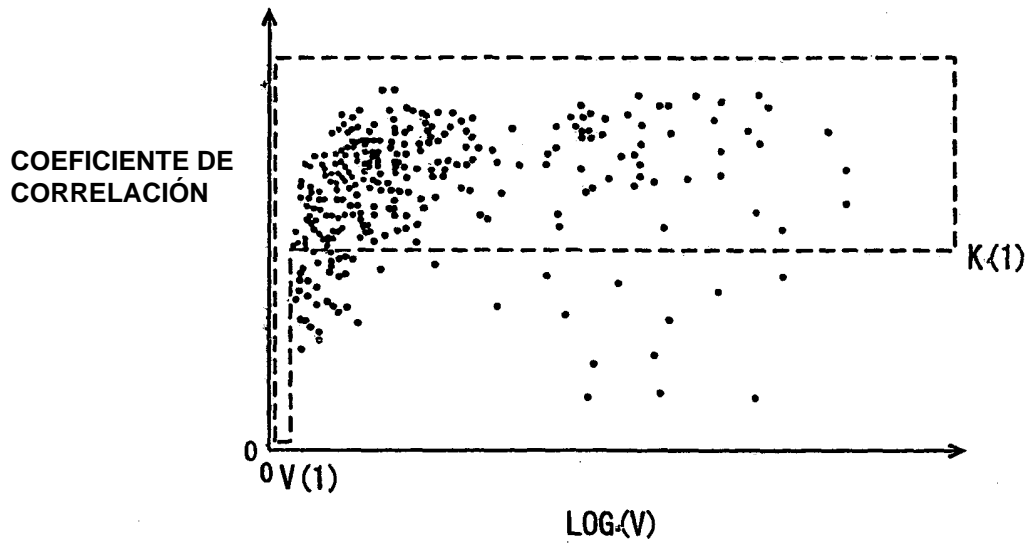


FIG. 11

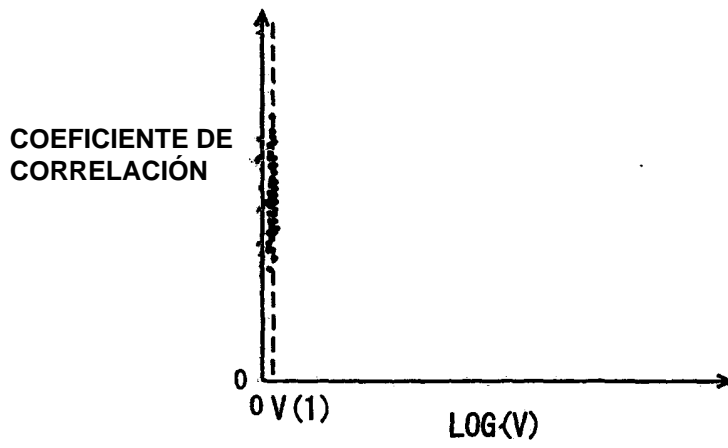


FIG. 12

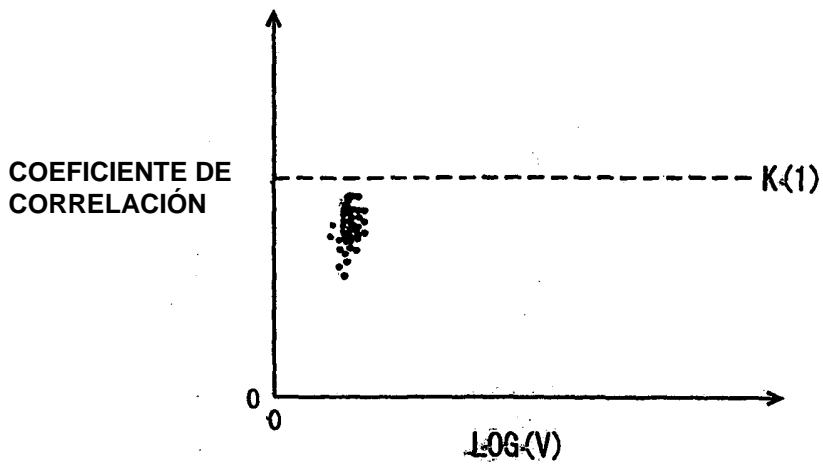


FIG. 13

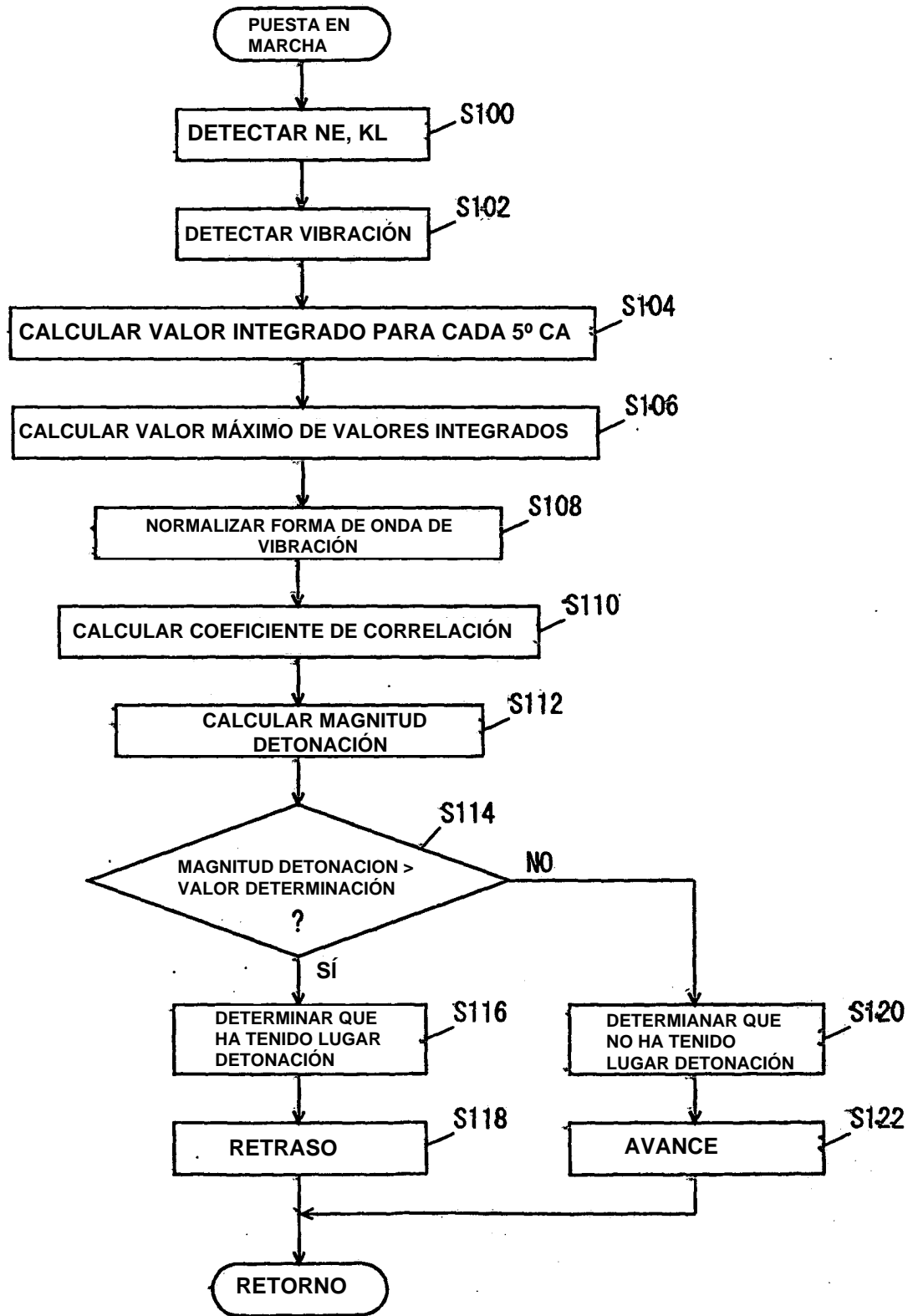


FIG. 14

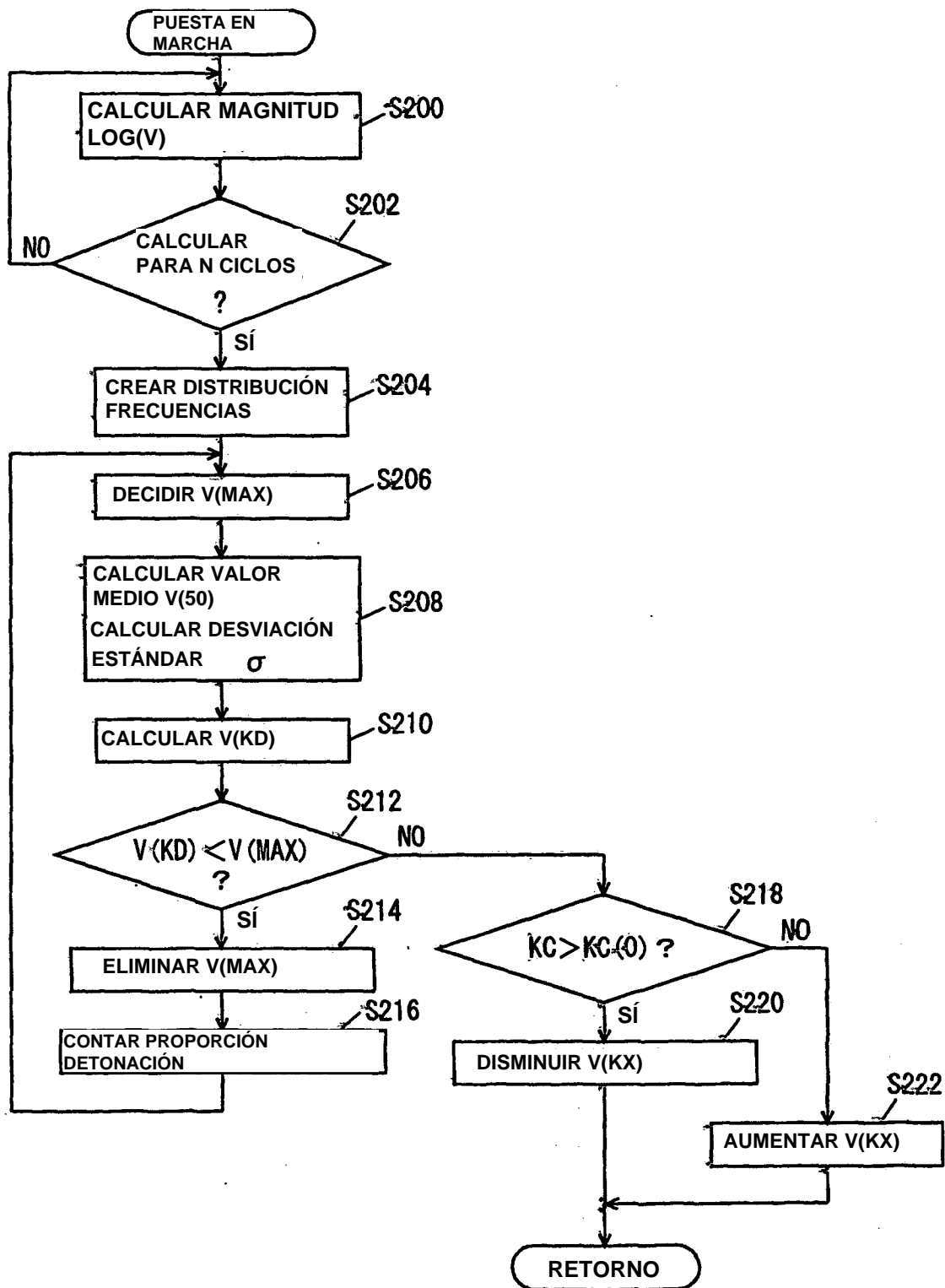


FIG. 15

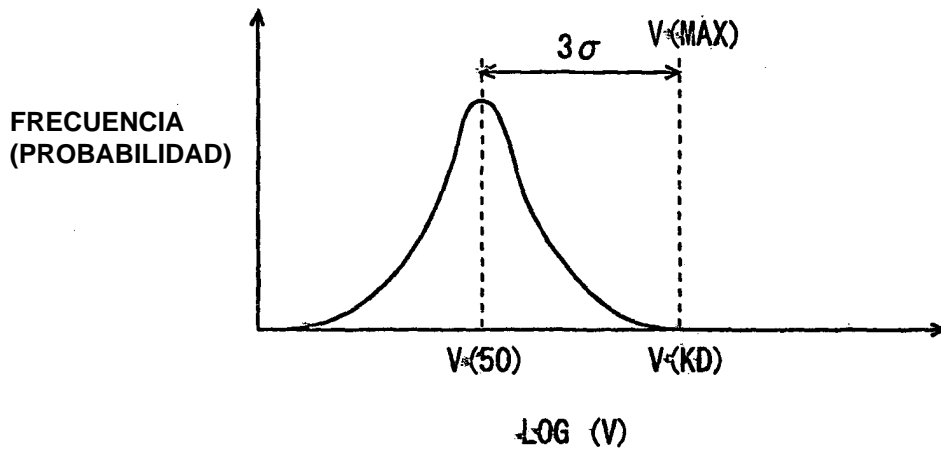


FIG. 16

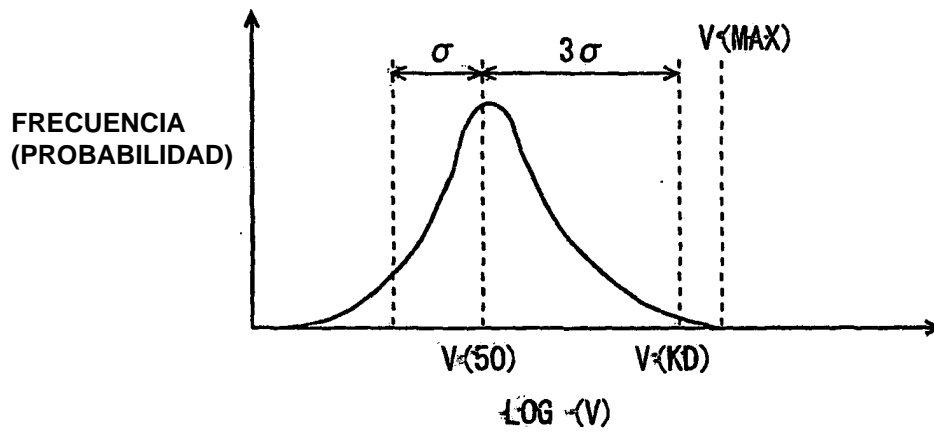


FIG. 17

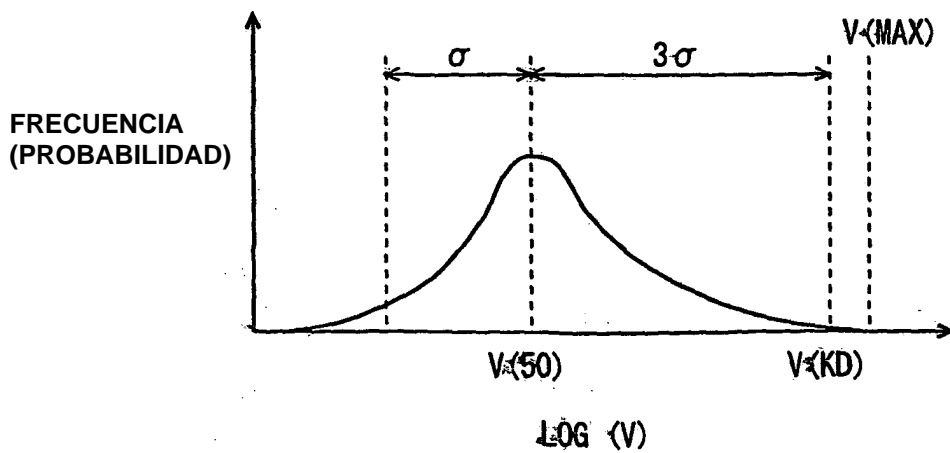


FIG. 18

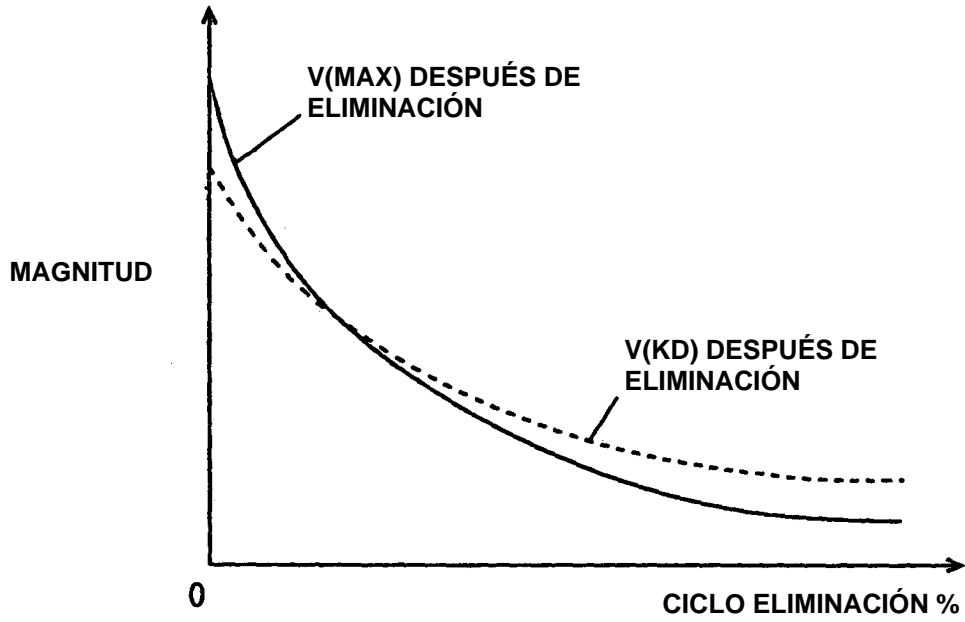


FIG. 19

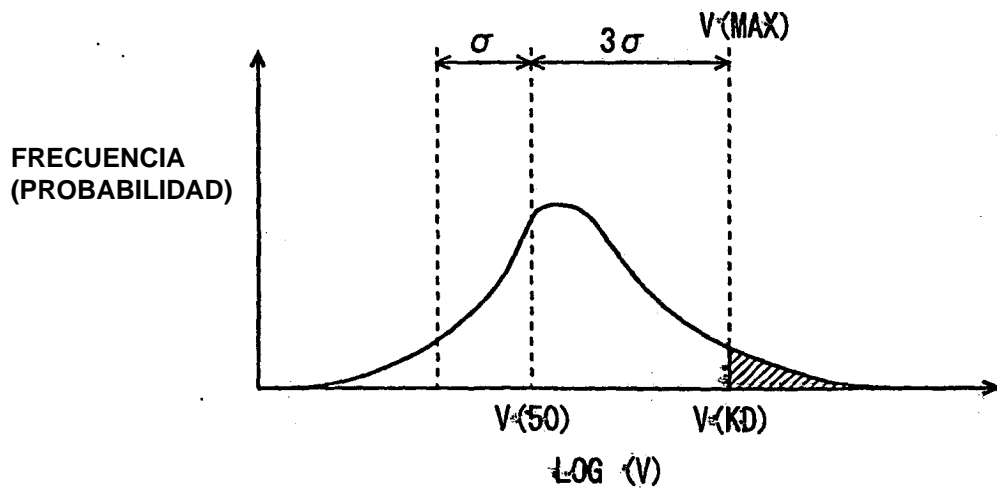


FIG. 20

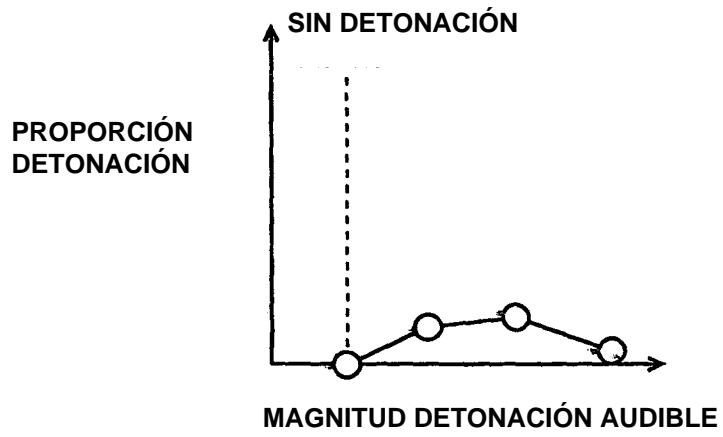


FIG. 21

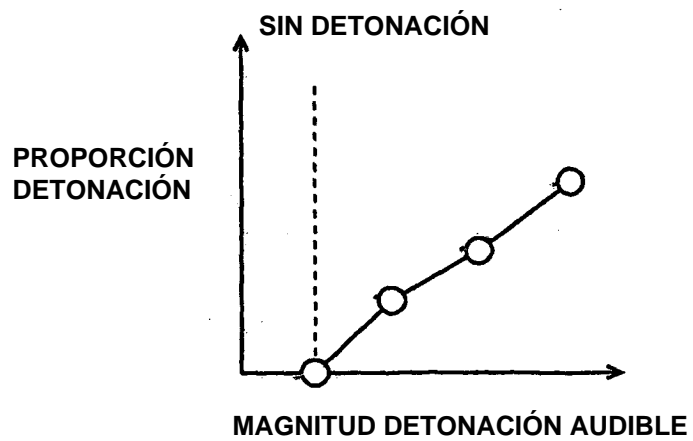


FIG. 2.2

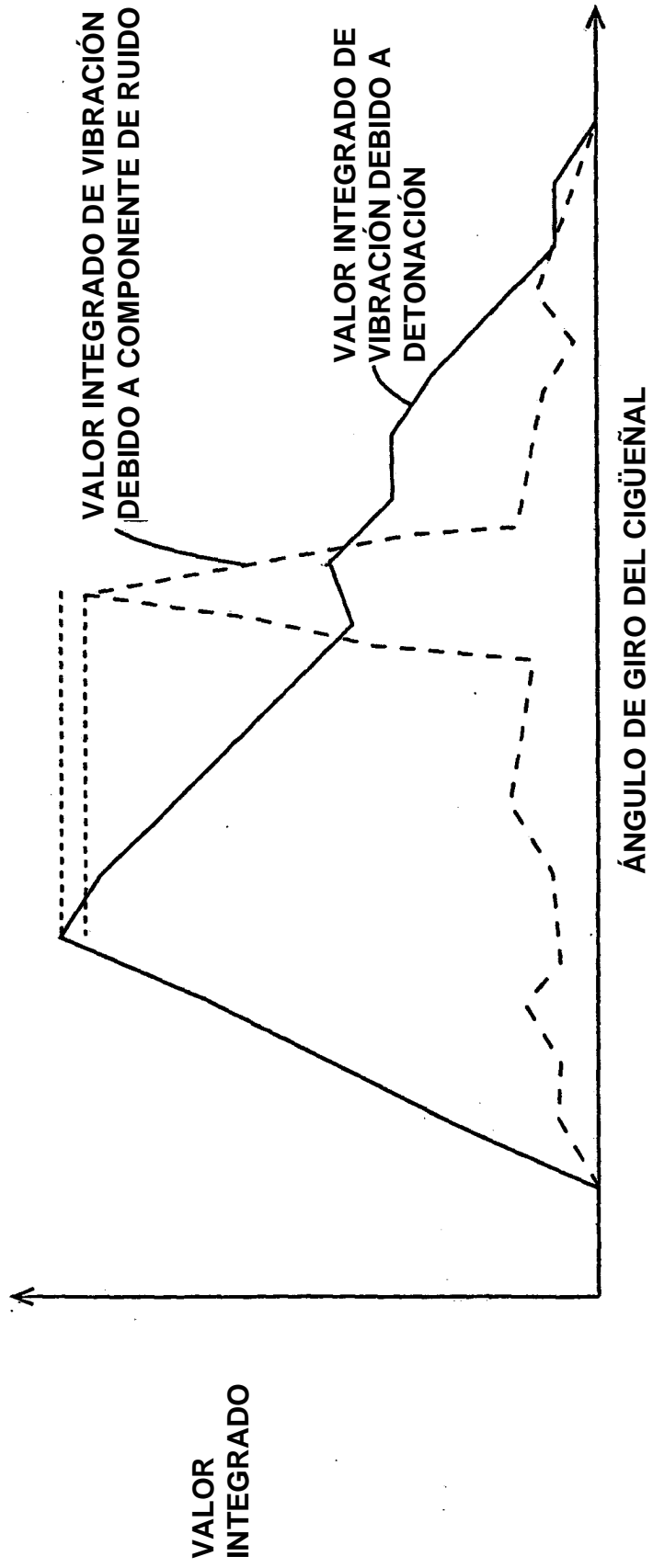


FIG. 23

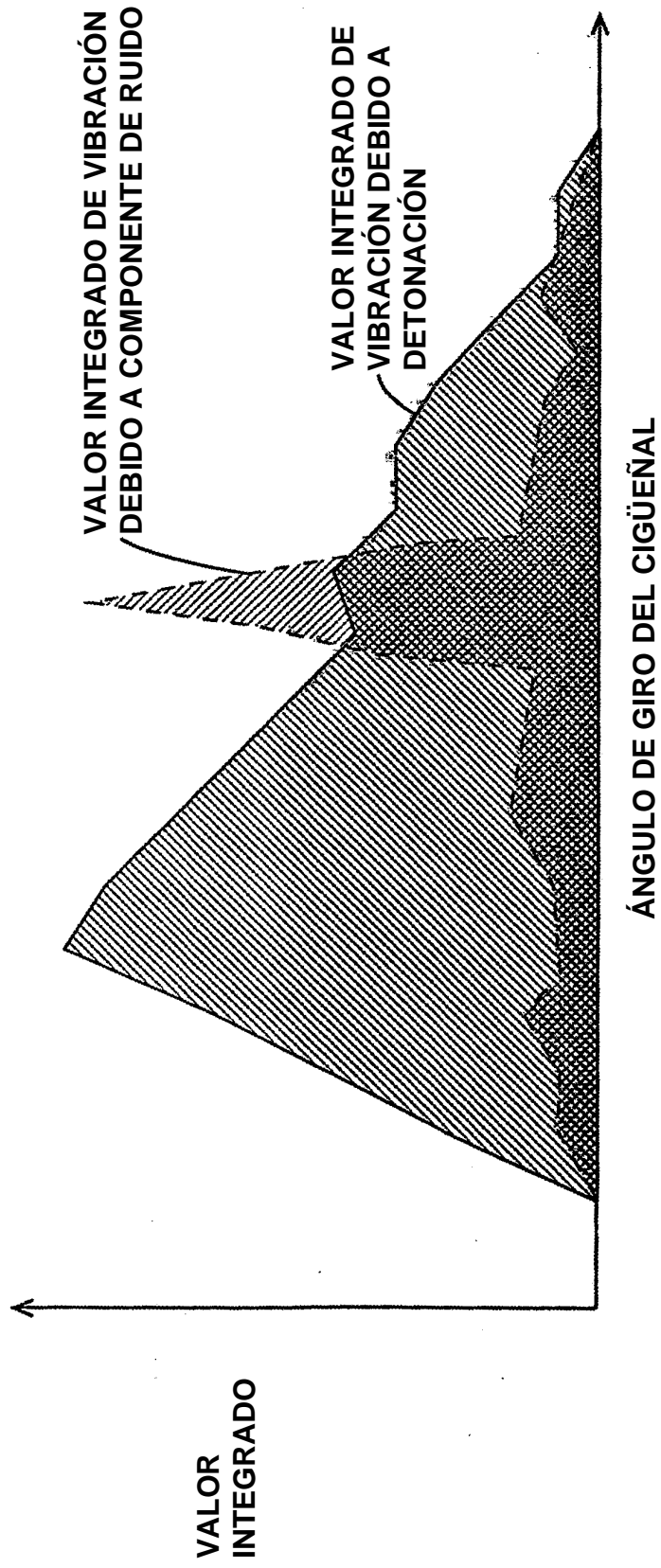


FIG. 24

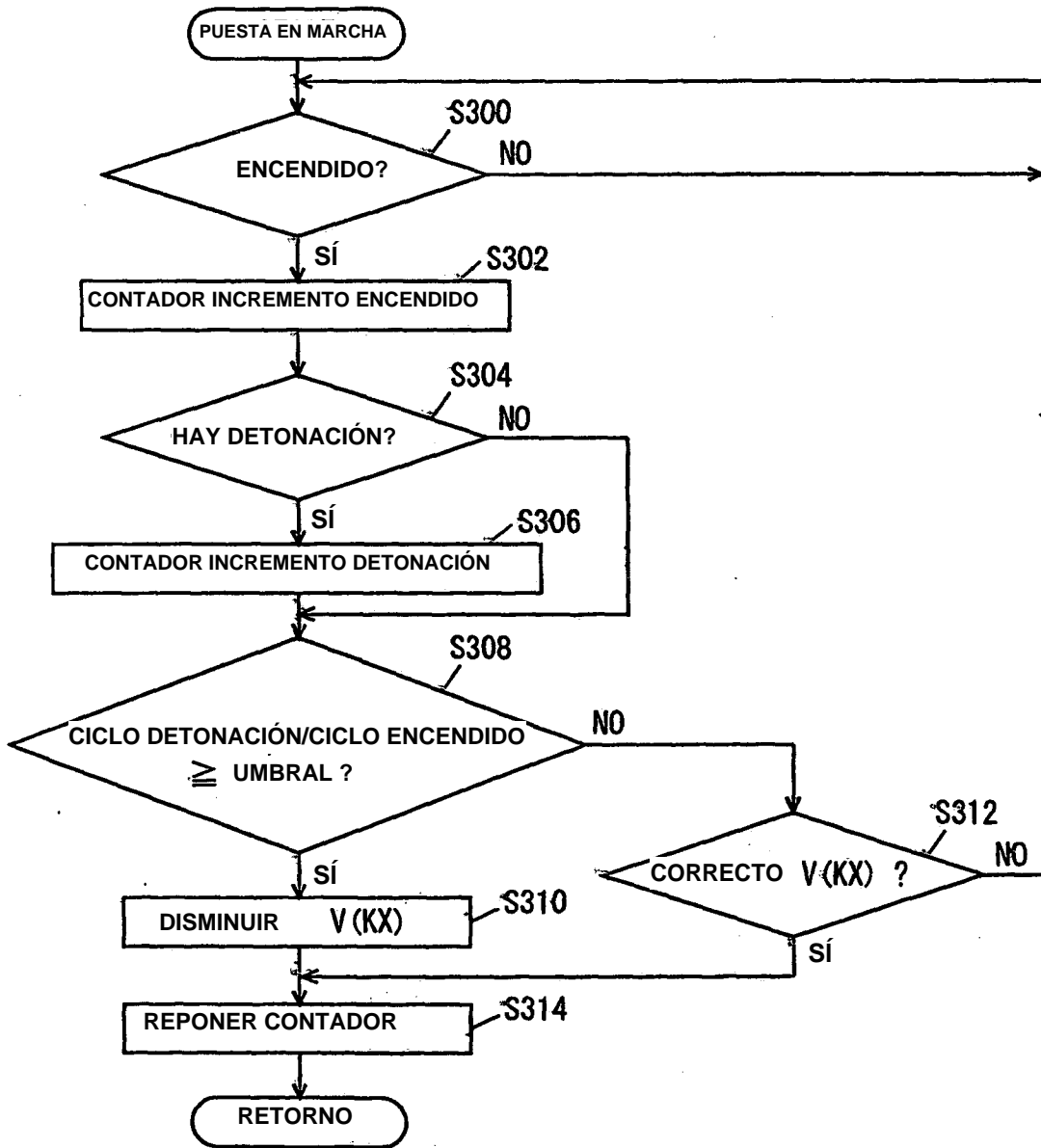


FIG. 25

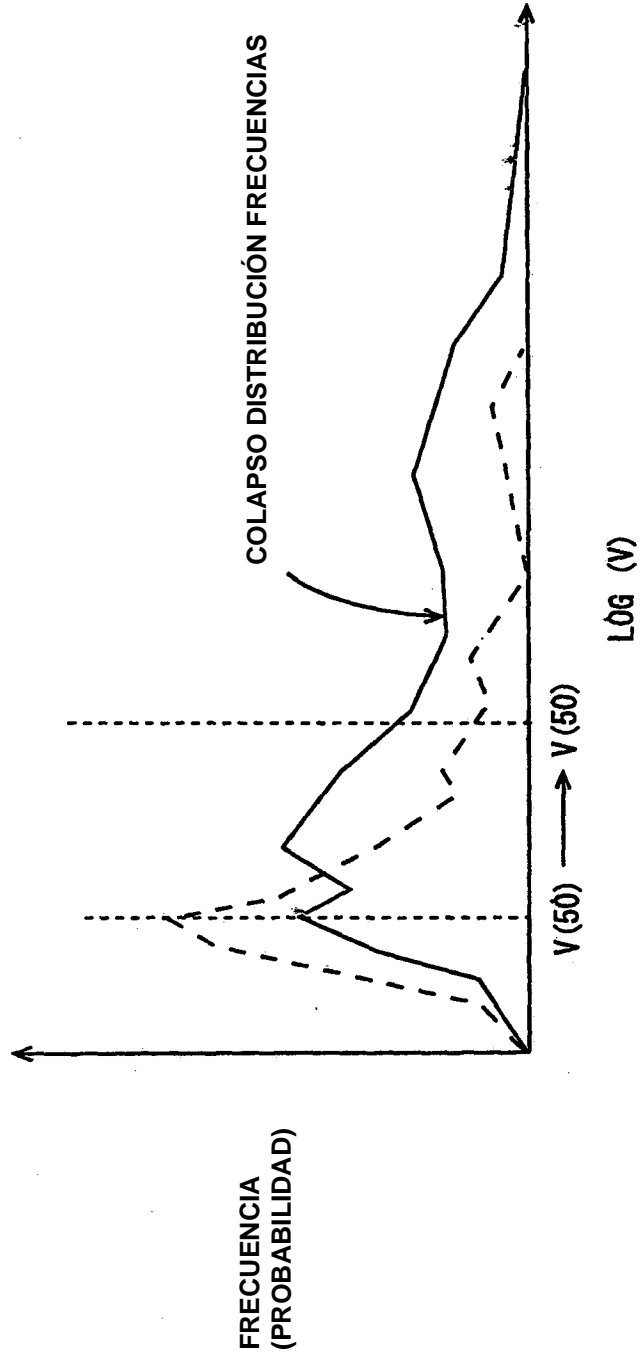


FIG. 26

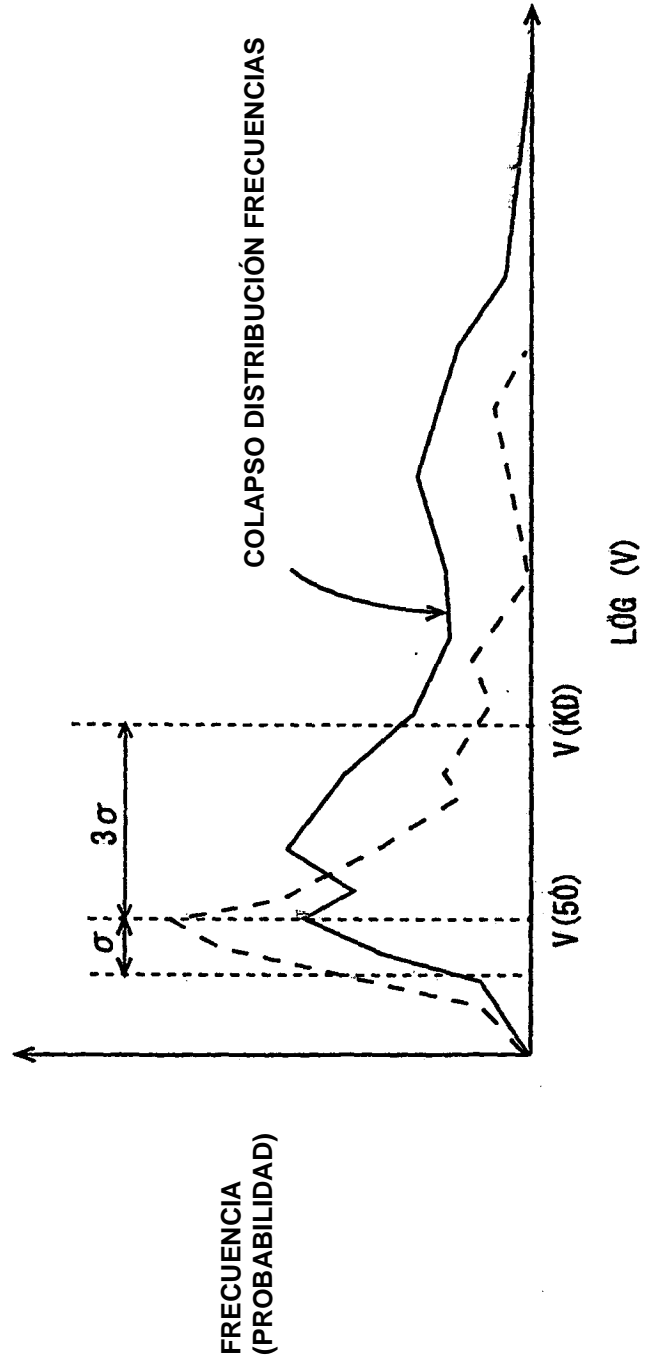


FIG. 27

