



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 280 017**

(51) Int. Cl.:

G01L 27/00 (2006.01)

F02B 77/08 (2006.01)

G01L 23/10 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Número de solicitud europea: **04292733 .5**

(86) Fecha de presentación : **18.11.2004**

(87) Número de publicación de la solicitud: **1548418**

(87) Fecha de publicación de la solicitud: **29.06.2005**

(54) Título: **Sistema de calibrado de una cadena de adquisición de la presión en un cilindro de motor Diesel de vehículo automóvil.**

(30) Prioridad: **24.11.2003 FR 03 13755**

(73) Titular/es: **Peugeot Citroën Automobiles S.A.**
route de Gisy
78140 Vélizy Villacoublay, FR
Delphi Technologies, Inc.

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.09.2007

(72) Inventor/es: **Vernonnet, Claire;**
Meissonnier, Guillaume;
Lorret, Cédric y
Vespasien, Jean-Marie

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.09.2007

(74) Agente: **Isern Jara, Jorge**

ES 2 280 017 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

Sistema de calibrado de una cadena de adquisición de la presión en un cilindro de motor Diesel de vehículo automóvil.

La presente invención tiene por objeto un sistema de calibrado de una cadena de adquisición de la presión en un cilindro de un motor Diesel para vehículo automóvil.

Muy especialmente, la presente invención se refiere al calibrado de una cadena de adquisición de la presión en un cilindro de motor Diesel del tipo provisto de un circuito de recirculación de los gases de escape y de un turbocompresor.

Se conocen sistemas que utilizan informaciones relativas a la presión en los cilindros para accionar o diagnosticar el estado de funcionamiento de un motor Diesel. La precisión del accionamiento o del diagnóstico depende de la precisión de la cadena de adquisición de la presión en los cilindros.

De manera clásica, la adquisición de la presión en un cilindro asocia un captador de presión cilindro y unos medios de acondicionamiento. El captador comprende un elemento activo que constituye el elemento sensible a la magnitud física medida. Sin embargo, de manera general, la señal liberada por el captador necesita tratarse a fin de obtener una señal llamada de "medida" que es significativa de la magnitud física medida. En efecto, por ejemplo, cuando el elemento activo del captador es un elemento piezoeléctrico sensible a una deformación que sufre, la señal que proporciona pertenece a un margen de valores de señal de deformación. Los medios de acondicionamiento están entonces adaptados para poner en forma esta señal y para hacer corresponder este margen de valores de deformación a una margen de valores de presión por la utilización de parámetros de acondicionamiento.

Se conocen procedimientos de calibrado que consisten en obtener la correspondencia entre el margen de valores de deformación y el margen de valores de presión, es decir determinar unos valores de parámetros de acondicionamiento, para una familia de captadores de un mismo modelo. Esta correspondencia, determinada por ejemplo por el constructor del captador, o por unas pruebas efectuadas a la salida de fábrica sobre una muestra de captadores montados sobre unos vehículos automóviles, está entonces memorizada en los medios de acondicionamiento de manera permanente a lo largo de la vida del vehículo automóvil.

Ahora bien, las características de los captadores están sometidas a una dispersión significativa de sus valores.

Así, los captadores proviniendo de una producción de masa presentan una incertidumbre en su sensibilidad que puede variar fuertemente de un captador a otro, lo que tiene como consecuencia una incertidumbre significativa para un captador particular cuando los valores de los parámetros de acondicionamiento han sido determinados para una familia de captadores.

Además el captador conoce en el curso de su vida unas derivas de estas características, debido por ejemplo a la evolución de su estado de desgaste. Así, al cabo de cierto tiempo, los valores iniciales de los parámetros de acondicionamiento no están ya adaptados y el error de medida resultante es incierto.

Se conoce del documento EP-A-0 399 069 un sistema de calibrado según el preámbulo de la reivindicación 1.

La presente invención tiene por objetivo resolver el problema arriba mencionado proponiendo un sistema de calibrado automático de la señal proporcionada por un captador de presión cilindro de un motor Diesel que sea capaz de calibrar específicamente la señal proporcionada por el captador de manera robusta frente a incertidumbres en las características del captador.

A tal efecto la presente invención tiene por objetivo un sistema de calibrado de una cadena de adquisición de la presión en un cilindro de un motor Diesel para vehículo automóvil, del tipo que comprende un captador de presión cilindro asociado al cilindro y unos medios de acondicionamiento de la señal proporcionada por el captador en función de parámetros de acondicionamiento, caracterizado porque comprende:

- unos medios de recolección de la señal proporcionada por el captador de presión cilindro;

- una unidad de tratamiento de informaciones adaptada para determinar los valores de los parámetros de acondicionamiento en función de un modelo termodinámico politrópico de la evolución de la presión en el cilindro, de una presión de referencia de la fase de compresión pura del ciclo del cilindro y de la señal proporcionada por el captador de presión recogida por los medios de recolección; y

- unos medios de modificación de los valores de los parámetros de acondicionamiento en la cadena de adquisición en función de los valores de los parámetros de acondicionamiento determinados por la unidad de tratamiento de informaciones.

Según otras características, el sistema está caracterizado porque:

- la unidad de tratamiento de información comprende unos medios de determinación adaptados para determinar el valor de los parámetros de acondicionamiento en función de los valores de presión en la cámara de combustión de un modelo politrópico de compresión pura del ciclo del cilindro según la relación:

$$P(\theta) = P_0 \left(\frac{V_0}{V(\theta)} \right)^\gamma$$

donde θ es un valor del ángulo cigüeñal del cilindro, V_0 es el volumen de la cámara de combustión del cilindro para un valor predeterminado del ángulo cigüeñal de la fase de compresión pura del ciclo del cilindro, P_0 es una presión de referencia predeterminada en la cámara de combustión para el valor predeterminado del ángulo cigüeñal, γ es un coeficiente politrópico, $V(\theta)$ es el volumen de la cámara de combustión para el valor del ángulo cigüeñal del cilindro θ , y $P(\theta)$ es la presión en la cámara de combustión para el valor del ángulo cigüeñal del cilindro θ ;

- los medios de determinación están adaptados para determinar los parámetros de acondicionamiento de un modelo de acondicionamiento de la señal proporcionada por el captador de presión en el cilindro según la relación:

$$P_{\text{mes}} = A \times U + P_{\text{offset}}$$

donde U es la señal proporcionada por el captador de presión, P_{offset} es un decalaje, A es una ganancia, y P_{mes} es la presión cilindro medida por los medios de acondicionamiento;

- los medios de determinación están adaptados para determinar la ganancia A y el decalaje P_{offset} de los medios de acondicionamiento según las relaciones:

$$A = \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M P_0(j) * \frac{\left(\frac{V_0}{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N V(\theta_2^i)} \right)^\gamma - \left(\frac{V_0}{\frac{1}{Q} \sum_{i=1}^Q V(\theta_1^i)} \right)^\gamma}{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N U(\theta_2^i, j) - \frac{1}{Q} \sum_{i=1}^Q U(\theta_1^i, j)}$$

$$P_{\text{offset}} = P_0(j) * \frac{\left(\frac{V_0}{\frac{1}{R} \sum_{i=1}^R V(\theta_3^i)} \right)^\gamma * \frac{1}{S} \sum_{k=1}^S U(\theta_4^k, j) - \left(\frac{V_0}{\frac{1}{S} \sum_{k=1}^S V(\theta_4^k)} \right)^\gamma * \frac{1}{R} \sum_{i=1}^R U(\theta_3^i, j)}{\frac{1}{S} \sum_{k=1}^S U(\theta_4^k, j) - \frac{1}{R} \sum_{i=1}^R U(\theta_3^i, j)}$$

donde:

- M, N, Q, R , y S son números predeterminados;

$$\{\theta_1^k; k = 1, \dots, Q\}, \{\theta_2^i; i = 1, \dots, N\}, \{\theta_3^i; i = 1, \dots, R\}, \text{ y } \{\theta_4^k; k = 1, \dots, S\}$$

Son unos conjuntos predeterminados de valores de ángulo cigüeñal comprendidos en una primera, segunda, tercera y cuarta ventana de valores de ángulo cigüeñal respectivamente de la fase de compresión pura del ciclo;

$$\{V(\theta_1^k); k = 1, \dots, Q\}, \{V(\theta_2^i); i = 1, \dots, N\}, \{V(\theta_3^i); i = 1, \dots, R\}, \text{ y } \{V(\theta_4^k); k = 1, \dots, S\}$$

Son los conjuntos de valores del volumen de la cámara de combustión para los conjuntos de los valores de ángulo cigüeñal comprendidos en la primera, segunda, tercera y cuarta ventana de la fase de compresión pura del ciclo del cilindro respectivamente;

$$\{U(\theta_1^k, j); k = 1, \dots, Q\}, \quad \{U(\theta_2^i, j); i = 1, \dots, N\}, \quad \{U(\theta_3^i, j); i = 1, \dots, R\}, \text{ y}$$

$$\{U(\theta_4^k, j); k = 1, \dots, S\}$$

Son los conjuntos de valores de la señal proporcionada por el captador de presión cilindro durante j^{avo} ciclo del cilindro para los conjuntos de valores de ángulo cigüeñal comprendidos en la primera, segunda, tercera y cuarta ventana de la fase de compresión pura del ciclo del cilindro respectivamente; y

- $P_0(j)$ es la presión de referencia para el j^{avo} ciclo del cilindro;

- los valores θ_1^i y θ_3^i son valores del ángulo cigüeñal del inicio de la fase de compresión pura del ciclo del cilindro, y los valores θ_2^i y θ_4^k son unos valores del ángulo cigüeñal del final de la fase de compresión pura del ciclo del cilindro;

- cada uno de los valores del ángulo cigüeñal θ_1^k , θ_2^i , θ_3^i y θ_4^k está determinada para optimizar la relación señal sobre ruido de la señal proporcionada por el captador de presión para el valor del ángulo cigüeñal;

- el motor está equipado de medios de recirculación de los gases de escape conectado a un turbocompresor, y porque la unidad de tratamiento de informaciones comprende unos medios de determinación de la presión de referencia P_0 en función de la presión de sobrealimentación a la salida del turbocompresor;

- los medios de determinación de la presión de referencia P_0 según la relación:

$$P_0 = \alpha \times P_{\text{sural}}$$

donde α es un valor de un coeficiente de llenado y P_{sural} es un valor de la presión de sobrealimentación a la salida del turbocompresor para el ángulo cigüeñal del cilindro correspondiendo al punto muerto bajo del ciclo del cilindro;

- la unidad de tratamiento de informaciones comprende unos medios de selección del valor del coeficiente de llenado en función del tipo del cilindro y del valor del régimen del motor;

- la unidad de tratamiento de información comprende unos medios de puesta en acción conectados a los medios de determinación adaptados para poner en acción la determinación de la ganancia del modelo de acondicionamiento en función de una ley predeterminada de puesta en acción de la determinación de la ganancia del modelo de acondicionamiento;

- los medios de puesta en acción están adaptados para poner en acción la determinación de la ganancia del modelo de acondicionamiento cuando el vehículo automóvil a recorrido un número de kilómetros desde la determinación precedente de la ganancia del modelo de acondicionamiento superior o igual a un valor de umbral predeterminado de kilómetros;

- los medios de puesta en acción están adaptados para poner en acción la determinación de la ganancia del modelo de acondicionamiento cuando ha pasado un tiempo desde la determinación precedente de la ganancia del modelo de acondicionamiento superior o igual a un valor de umbral predeterminado de duración;

- los medios de determinación están adaptados para determinar en continuo el decalaje del modelo de acondicionamiento; y

- el captador de presión es un captador adaptado para medir una deformación de la estructura del motor.

La presente invención se entenderá mejor a la lectura de la descripción a continuación, dada a título de ejemplo, haciendo referencia a los dibujos anexos en los cuales:

- la figura 1 es una vista esquemática de un cilindro de motor Diesel asociado a una cadena de adquisición de la presión en el cilindro calibrada por un sistema de calibrado según la invención; y

- la figura 2 es un organigrama del funcionamiento de un sistema de calibrado según la invención.

ES 2 280 017 T3

En la figura 1 está representado de manera esquemática un cilindro 10 de un motor Diesel.

El cilindro 10 del motor está equipado de un inyector 12 en carburante montado en una culata 14 del cilindro y comprende una vía 16 de admisión en mezcla aire-gas de escape proviniendo de un turbocompresor 18 conectado a un sistema de recirculación de los gases de escape y una vía 20 de escape de los gases quemados. El volumen interior del cilindro 10, delimitado por la culata 14 y un émbolo 22 conectado a una biela 24, define una cámara de combustión 26 de volumen variable en función del ángulo cigüeñal del cilindro 10.

El cilindro 10 del motor está asociado a una cadena de adquisición 28 de la presión en el cilindro que mide la presión en la cámara de combustión 26 del cilindro, por ejemplo para necesidades de control del funcionamiento del motor.

Esta cadena de adquisición 28 de la presión comprende un captador 30 de presión cilindro que proporciona una señal U dependiendo de la presión en el cilindro y unos medios 32 de acondicionamiento que acondicionan la señal U proporcionada por el captador.

El captador 30 de presión comprende, por ejemplo, un elemento piezoeléctrico y está montado sobre o en la culata 14 del cilindro. Este captador 30 proporciona la señal U en función de la deformación que el elemento sufre debido a la variación de presión en la cámara de combustión 26 del cilindro.

Los medios 32 de acondicionamiento son propios a realizar un tratamiento de la señal U que reciben en entrada y proporcionan a la salida la señal P_{mes} según la relación:

$$P_{mes} = A \times U + P_{offset} \quad (1A)$$

donde P_{offset} es un decalaje para el captador, y A es una ganancia para el captador.

Una unidad 34 de tratamiento de informaciones recibe en entrada una medida del ángulo del árbol motor de un captador 36 del ángulo del árbol motor, por ejemplo un captador magnético de efecto Hall provisto de una rueda dentada asociado al árbol motor. La unidad 34 de tratamiento de informaciones comprende además unas entradas para el valor del régimen del motor proporcionado por el captador de régimen (no representado), y el número de kilómetros recorridos por el vehículo automóvil.

La unidad 34 de tratamiento de informaciones recibe igualmente en entrada una medida de la presión de sobrealimentación P_{sural} de un captador 38 de presión de sobrealimentación colocado en salida del turbocompresor 18 así como la señal U proporcionada por el captador 30 de presión.

Esta unidad 34 de tratamiento de informaciones está adaptada para determinar valores de la ganancia A y del decalaje P_{offset} poniendo en práctica un algoritmo utilizando unos valores del régimen, de la señal U proporcionada por el captador, de la presión de sobrealimentación P_{sural} , del ángulo del árbol motor y del número de kilómetros recorridos por el vehículo, como se explicará con más detalle a continuación.

A tal efecto, comprende unos medios 50 de puesta en acción propios a poner en acción la determinación de la ganancia A en función del número de kilómetros recorridos.

La unidad 34 de tratamiento de informaciones comprende igualmente una memoria 52 no volátil. Esta memoria 52 comprende una tabla de correspondencia que proporciona un valor predeterminado de un coeficiente α de llenado, uniendo la masa de aire admitida en el cilindro a la presión en el colector de admisión del motor, en función de la referencia del cilindro para el cual la cadena de adquisición de la presión asociada está calibrada, y del valor del régimen del motor.

La memoria 52 está conectada a unos medios 56 de determinación de un valor de presión de referencia P_0 de la fase de compresión pura del ciclo del cilindro en función del valor medido de la presión de sobrealimentación P_{sural} y del valor seleccionado del coeficiente de llenado α . La memoria 52 comprende igualmente una lista de parámetros 58 de determinación utilizados para la determinación de los valores de la ganancia A y del decalaje P_{offset} .

Unos medios 60 de determinación del ángulo cigüeñal de la unidad 34 de tratamiento de informaciones tienen como entrada el valor medido del ángulo del árbol motor proporcionado por el captador 36 del ángulo del árbol motor y proporcionan, en función de la referencia del cilindro, un valor del ángulo cigüeñal, de manera conocida.

La unidad 34 de tratamiento de informaciones comprende por otra parte unos medios 62 de determinación de los parámetros de acondicionamiento conectados a unos medios 64 de recolección de la señal U proporcionada por el captador de presión 30. Los medios 62 de determinación reciben además en entrada las salidas de los medios 50 de puesta en acción, de la memoria 52, de los medios 56 de determinación de la presión de referencia, y de los medios 60 de determinación del ángulo de cigüeñal del cilindro.

Estos medios 62 de determinación están adaptados para determinar los valores de los parámetros de acondicionamiento A y P_{offset} según un modelo termodinámico politrópico de la presión en la cámara de combustión del cilindro según la relación:

$$P(\theta) = P_0 \left(\frac{V_0}{V(\theta)} \right)^\gamma \quad (1B)$$

donde V_0 es un volumen de la cámara de combustión para un valor predeterminado del ángulo cigüeñal de la fase de compresión pura del ciclo del cilindro, P_0 es un valor predeterminado de la presión en la cámara de combustión para el valor predeterminado del ángulo cigüeñal, γ es un coeficiente politrópico, $V(\theta)$ es el volumen de la cámara de combustión para el valor del ángulo cigüeñal θ , $P(\theta)$ es el valor teórico de la presión en la cámara de combustión para el valor del ángulo cigüeñal θ .

Como se puede observar, recibiendo en entrada un valor presión de referencia P_0 de la fase de compresión pura de un ciclo de cilindro y el valor del ángulo cigüeñal que determina de manera cierta el volumen de la cámara de combustión, los medios 62 de determinación determinan de manera teórica el valor de la presión en la cámara de combustión para un punto cualquiera del ciclo de compresión pura de este ciclo para el cilindro.

Basándose sobre el conocimiento del valor teórico de la presión en la cámara de combustión del cilindro, los medios 62 de determinación son propios a determinar unos valores de la ganancia y del decalaje según las relaciones:

$$A = \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M P_0(j) * \frac{\left(\frac{V_0}{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N V(\theta_i^j)} \right)^\gamma - \left(\frac{V_0}{\frac{1}{Q} \sum_{i=1}^Q V(\theta_i^j)} \right)^\gamma}{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N U(\theta_i^j, j) - \frac{1}{Q} \sum_{i=1}^Q U(\theta_i^j, j)} \quad (2)$$

$$P_{\text{offset}} = P_0(j) * \frac{\left(\frac{V_0}{\frac{1}{R} \sum_{i=1}^R V(\theta_3^i)} \right)^\gamma * \frac{1}{S} \sum_{k=1}^S U(\theta_4^k, j) - \left(\frac{V_0}{\frac{1}{S} \sum_{k=1}^S V(\theta_4^k)} \right)^\gamma * \frac{1}{R} \sum_{i=1}^R U(\theta_3^i, j)}{\frac{1}{S} \sum_{k=1}^S U(\theta_4^k, j) - \frac{1}{R} \sum_{i=1}^R U(\theta_3^i, j)} \quad (3)$$

$$P_0(j) = \alpha(\text{RPM}(j), \text{ref.}_{\text{cylindre}}) \times P_{\text{sural}}(j) \quad (4)$$

donde:

- M, N, Q, R y S son unos números predeterminados, memorizados en la lista de parámetros 58 de la memoria 52;

$\{\theta_1^k; k = 1, \dots, Q\}$ es un conjunto predeterminado de valores de ángulo cigüeñal comprendidos en una primera ventana de valores de ángulo cigüeñal de la fase de compresión pura del ciclo del cilindro memorizado en la lista de parámetros 58 de la memoria 52;

$\{V(\theta_1^k); k = 1, \dots, Q\}$ es el conjunto de los valores del volumen de la cámara de combustión 26 para el conjunto de los valores de ángulo cigüeñal comprendidos en la primera ventana de la fase de compresión pura del ciclo del cilindro, estando este conjunto de valores de volumen memorizado en la lista de parámetros 58 de la memoria 52;

$\{\theta_2^i; i = 1, \dots, N\}$ es un conjunto predeterminado de valores de ángulo cigüeñal comprendidos en una segunda ventana de valores de ángulo cigüeñal de la fase de compresión pura del ciclo del cilindro memorizado en la lista de parámetros 58 de la memoria 52;

ES 2 280 017 T3

$\{V(\theta_2^i); i = 1, \dots, N\}$ es el conjunto de valores del volumen de la cámara de combustión 26 para el conjunto de los valores de ángulo cigüeñal comprendidos en la segunda ventana de la fase de compresión pura del ciclo del cilindro, estando este conjunto de valores de volumen memorizado en la lista de parámetros 58 de la memoria 52;

5 $\{\theta_3^i; i = 1, \dots, R\}$ es un conjunto predeterminado de valores de ángulo cigüeñal comprendidos en una cuarta ventana de valores de ángulo cigüeñal de la fase de compresión pura del ciclo del cilindro memorizado en la lista de parámetros 58 de la memoria 52;

10 $\{V(\theta_3^i); i = 1, \dots, R\}$ es el conjunto de valores del volumen de la cámara de combustión 26 para el conjunto de los valores de ángulo cigüeñal comprendidos en la cuarta ventana de la fase de compresión pura del ciclo del cilindro, estando este conjunto de valores de volumen memorizado en la lista de parámetros 58 de la memoria 52;

15 $\{\theta_4^k; k = 1, \dots, S\}$ es un conjunto predeterminado de valores de ángulo cigüeñal comprendido en una cuarta ventana de valores de ángulo cigüeñal de la fase de compresión pura del ciclo del cilindro memorizado en la lista de parámetros 58 de la memoria 52;

20 $\{V(\theta_4^k); k = 1, \dots, S\}$ es el conjunto de valores del volumen de la cámara de combustión 26 para el conjunto de los valores de ángulo cigüeñal comprendido en la cuarta ventana de la fase de compresión pura del ciclo del cilindro, estando este conjunto de valores de volumen memorizado en la lista de parámetros 58 de la memoria 52;

$\{U(\theta_1^k, j); k = 1, \dots, Q\}$ es el conjunto de los valores de la señal proporcionada por el captador de presión cilíndrica 30 durante el j^{avo} ciclo del cilindro para el conjunto de los valores de ángulo cigüeñal comprendido en la primera ventana de la fase de compresión pura del ciclo del cilindro;

25 $\{U(\theta_2^i, j); i = 1, \dots, N\}$ es el conjunto de los valores de la señal proporcionada por el captador de presión cilindro 30 durante el j^{avo} ciclo del cilindro para el conjunto de los valores de ángulo cigüeñal comprendido en la segunda ventana de la fase de compresión pura del ciclo del cilindro;

30 $\{U(\theta_3^i, j); i = 1, \dots, R\}$ es el conjunto de los valores de la señal proporcionada por el captador de presión cilindro 30 durante el j^{avo} ciclo del cilindro para el conjunto de los valores de ángulo cigüeñal comprendido en la tercera ventana de la fase de compresión pura del ciclo del cilindro;

35 $\{U(\theta_4^k, j); k = 1, \dots, S\}$ es el conjunto de los valores de la señal proporcionada por el captador de presión cilindro 30 durante el j^{avo} ciclo del cilindro para el conjunto de los valores de ángulo cigüeñal comprendido en la cuarta ventana de la fase de compresión pura del ciclo del cilindro;

40 - $\text{RPM}(j)$ es el valor del régimen del motor cuando el ángulo cigüeñal corresponde al punto muerto bajo del j^{avo} ciclo del cilindro, ref_cilindro es la referencia del cilindro, $\alpha(\text{RPM}(j), \text{ref_cilindro})$ es un valor del coeficiente de llenado de la mesa de correspondencia 54 determinada en función del valor del régimen $\text{RPM}(j)$ y de la referencia del cilindro ref_cilindro y $P_0(j) = \alpha(\text{RPM}(j), \text{ref_cilindro}) \times P_{\text{sural}}(j)$ es la presión de referencia para el j^{avo} ciclo del cilindro igual al valor $\alpha(\text{RPM}(j), \text{ref_cilindro})$ multiplicado por el valor de la presión de sobrealimentación $P_{\text{sural}}(j)$ determinado cuando el ángulo cigüeñal corresponde al punto muerto bajo del j^{avo} ciclo del cilindro.

45 Los valores así determinados están proporcionados a unos medios 66 de modificación de los parámetros de acondicionamiento de los medios 32 de acondicionamiento de la cadena de adquisición de la presión 28 en el cilindro para la puesta al día del valor de los parámetros de acondicionamiento en los medios 32 de acondicionamiento.

50 Observaremos que numerosas variaciones pueden considerarse por el especialista para determinar un valor de la ganancia A y un valor del decalaje P_{offset} basándose en las relaciones (1A) y (1B). Las relaciones (2) y (3) arriba corresponden al modo preferido de realización del sistema según la invención. Sin embargo otras relaciones pueden utilizarse. Por ejemplo, poniendo $N=Q$ y $R=S$, es posible calcular el valor de la ganancia A y del decalaje P_{offset} según las relaciones:

$$A = \frac{1}{N \times M} \sum_{j=1}^M P_0(j) \sum_{i=1}^N \frac{\left(\frac{V_0}{V(\theta_2^i, j)} \right)^{\gamma} - \left(\frac{V_0}{V(\theta_1^i, j)} \right)^{\gamma}}{U(\theta_2^i, j) - U(\theta_1^i, j)}$$

$$P_{\text{offset}} = \frac{1}{T \times R} \sum_{j=1}^T P_0(j) \sum_{i=1}^R \frac{\left(\frac{V_0}{V(\theta_4^i, j)} \right)^Y \times U(\theta_3^i, j) - \left(\frac{V_0}{V(\theta_3^i, j)} \right)^Y \times U(\theta_4^i, j)}{U(\theta_4^i, j) - U(\theta_3^i, j)}$$

donde T es un número predeterminado.

El funcionamiento de la unidad de tratamiento de informaciones está a continuación explicado en relación con el organigrama de la figura 2.

Después del primer arranque del vehículo automóvil durante una etapa 100, una estrategia de calibrado de la cadena de adquisición de la presión en el cilindro se inicializa.

La inicialización de la estrategia de calibrado consiste especialmente en determinar la periodicidad del calibrado de la cadena de adquisición y en seleccionar los valores de ángulos cigüeñal utilizados para determinar los valores de la ganancia y del decalaje. Un modo de funcionamiento preferido del sistema de calibrado según la invención consiste en determinar de manera continua el decalaje P_{offset} , es decir determinar un valor del decalaje para cada ciclo del cilindro, y de manera regular la ganancia A. Así esta inicialización consiste además a elegir el número de kilómetros recorridos por el vehículo automóvil entre dos determinaciones del valor de la ganancia A.

En una etapa 102 siguiente, puesta en acción sucesivamente al arranque del motor, los valores de los parámetros de la lista de los parámetros 58, utilizados para la determinación de los parámetros de acondicionamiento según las relaciones (2) y (3), están cargados en los medios 62 de determinación desde la lista de los parámetros 58 de la memoria 52.

El valor de cada uno de los parámetros ha sido por ejemplo calculado de manera óptima durante los estudios anteriores. Cada uno de los valores de ángulo ha sido así determinado para optimizar la relación señal sobre ruido del valor correspondiente de la señal proporcionada por el captador 30 y de tal manera que los valores de ángulo cigüeñal θ_1^k , θ_2^k están elegidos a principio de la fase de compresión pura del ciclo del cilindro y los valores de ángulo cigüeñal θ_3^k y θ_4^k están elegidos al final de fase de compresión pura del ciclo del cilindro.

Además, observaremos que alrededor del punto muerto bajo del ciclo del cilindro que define el inicio de la fase de compresión pura, la culata del cilindro está deformada de manera significativa por las variaciones de presión engendradas por la combustión del carburante en los cilindros próximos. En consecuencia, un captador de presión del tipo de elemento piezoeléctrico proporciona una señal que presenta una componente significativa que depende de la combustión en los cilindros próximos. En el caso de un captador de este tipo, de manera ventajosa, los valores de ángulo cigüeñal θ_1^k , θ_2^k , θ_3^k y θ_4^k están por consiguiente igualmente determinados para pertenecer a un margen de valores de ángulo por el cual la señal proporcionada por el captador 30 no está perturbada por el ruido de la combustión en los cilindros próximos.

Una vez la inicialización de los parámetros de determinación terminada, en una etapa 104, una primera memoria tampón (no representada) unos medios 62 de determinación se inicializa.

En una etapa 106 siguiente, los medios 56 de determinación de la presión P_0 de referencia interrogan la tabla 54 de correspondencia que les proporciona el valor del coeficiente de llenado en función de la referencia del cilindro y del valor del régimen cuando el ángulo cigüeñal corresponde al punto muerto bajo del ciclo del cilindro. Los medios 56 multiplican entonces este valor del coeficiente de llenado por el valor de la presión de sobrealimentación correspondiendo al punto muerto bajo para formar la presión P_0 de referencia para el ciclo del cilindro corriente, de conformidad con la relación (3). Este valor de presión de referencia está entonces proporcionada a los medios 62 de determinación para ser memorizada en la primera memoria tampón para un uso ulterior. En una etapa 108 subsecuente a la etapa 106, los medios 62 de determinación memorizan en la primera memoria tampón los valores de la señal proporcionada por el captador 30 de presión en el cilindro, recogidos por los medios 64 de recolección, para este ciclo de cilindro corriente y correspondiendo a los valores de ángulo cigüeñal proporcionados por la lista 58 de parámetros de determinación de la memoria 52. Una vez el ciclo del cilindro corriente terminado, en una etapa 110, los medios 62 de determinación calculan el valor del decalaje P_{offset} según la relación (3) en función de los valores P_0 y de los valores de la señal proporcionada por el captador memorizados en la primera memoria tampón. Este valor del decalaje P_{offset} está entonces proporcionado a los medios 66 de modificación de los parámetros de acondicionamiento de los medios 32 de acondicionamiento para la puesta al día del valor de decalaje de éstos.

La etapa 110 se vuelve a cerrar entonces sobre la etapa de inicialización 104 de la primera memoria tampón.

ES 2 280 017 T3

Como se puede observar, la determinación del decalaje se efectúa de manera continua, es decir para cada ciclo del cilindro, lo que hace posible la detección y la compensación de las derivas de la señal proporcionada por el captador 30.

5 En una etapa 120, sucesiva a la etapa 102 de inicialización, los medios 50 de puesta en acción ponen en práctica una prueba para saber si el número de kilómetros recorridos desde la última determinación del valor de la ganancia A es superior o igual a un valor predeterminado de kilómetros recorridos.

10 Si el resultado de esta prueba es negativo, los medios 50 de puesta en acción continúan a escrutar la ocurrencia de tal evento.

15 Si el resultado de esta prueba es positivo, en una etapa 122, los medios 50 de puesta en acción ponen en acción la determinación de la ganancia A. Un segundo contador de ciclos de los medios 62 de determinación (no representado) está entonces inicializado a 1 y una segunda memoria tampón (no representada) de los medios 62 de determinación se inicializa.

20 En una etapa 124 siguiente, los medios 62 de determinación ponen en práctica una prueba para saber si el valor del contador de ciclos de cilindro es inferior o igual a M. Si el resultado de esta prueba es positivo, un valor de presión de referencia P_0 para el ciclo de cilindro corriente se determina entonces y memoriza en la segunda memoria tampón de manera análoga a la descrita arriba para la determinación del valor del decalaje.

25 Asimismo, en una etapa 128, los valores de la señal proporcionada por el captador 30, para este ciclo de cilindro corriente, correspondiendo a los valores de ángulo cigüeñal memorizados en la lista de parámetros 58 para la determinación de la ganancia A, están recogidos por los medios 64 de recolección y memorizados en la segunda memoria tampón para un uso ulterior.

En una etapa 130, el segundo contador de ciclos de cilindro está incrementado de un paso de incremento de uno al final del ciclo de cilindro, y la etapa 130 está cerrada sobre la entrada de la etapa 124.

30 Si el resultado de la prueba sobre el valor del segundo contador de ciclos del cilindro es negativo, en una etapa 132, el valor de la ganancia A está determinada según la relación (2) en función de los valores de presión de referencia y de los valores de la señal proporcionada por el captador memorizados en la segunda memoria tampón. El valor nuevamente determinado de la ganancia A está entonces proporcionado a los medios 66 de modificación de los parámetros de acondicionamiento de los medios 32 para la puesta al día del valor de la ganancia de éstos. La etapa 35 132 está después cerrada sobre la entrada de la etapa 120.

40 Como se puede observar, la ganancia está determinada de manera regular de manera que las derivas del captador, especialmente la deriva de su sensibilidad, están corregidas de manera regular por la determinación regular del valor de la ganancia A de los medios de acondicionamiento.

La elección de los valores de los parámetros M, N, Q, R y S depende de la experiencia del especialista que determina estos valores basándose sobre un compromiso entre la robustez numérica de la determinación de los parámetros de acondicionamiento y tiempo de calculo utilizado para esta determinación.

45 Un valor del coeficiente de llenado α está determinado para cada tipo de cilindro y en función del valor del régimen del motor.

50 Un tipo de cilindro está en particular definido por la posición de este tipo de cilindro en el motor. En efecto, debido a su sensibilidad a las deformaciones de la culata del cilindro, un captador de presión midiendo una deformación de su estructura, o de la estructura del motor, para medir la presión en el cilindro, proporciona en consecuencia una señal que contiene una componente dependiente de la deformación de la culata del cilindro provocada por la inflamación del carburante en los cilindros próximos. Como la disposición relativa de los cilindros en el motor no es simétrica, la presión de referencia P_0 depende de la posición del cilindro en el motor. Esta dependencia de la presión de referencia a la posición del cilindro está tomada en cuenta por el coeficiente de llenado α que depende de la posición del cilindro.

55 Además, se ha observado que la ganancia intrínseca de un captador de presión varía ligeramente en función del régimen del motor. Esta dependencia de la ganancia intrínseca del captador está tomada en cuenta por la utilización de un coeficiente de llenado α función del régimen del motor. Así valores del coeficiente de llenado para el tipo de cilindro están determinados para un conjunto predeterminado de valores de régimen del motor.

60 Evidentemente, una dependencia suplementaria del coeficiente de llenado α frente a otros parámetros del motor, por ejemplo la carga de éste, puede ser ventajosamente utilizado por el sistema según la invención a fin de afinar la estrategia de calibrado de la señal proporcionada por el captador 30.

65 Los valores del coeficiente de llenado α están determinados durante un estudio anterior. Este estudio consiste en particular a determinar un valor de coeficiente de llenado para cada par (tipo de cilindro, régimen) de un conjunto predeterminado de pares (tipo de cilindro, régimen). Por ejemplo, se puede tratar, para un par (tipo de cilindro, régimen) seleccionado, de determinar la ganancia A de una cadena de adquisición de la presión en un cilindro del tipo seleccio-

ES 2 280 017 T3

nado de un motor de prueba del cual se conoce previamente el valor por un estudio sobre captadores de referencia, por ejemplo A_{ref} . Para esto, se procede de la manera siguiente:

5 - calcular T valores A_i de la ganancia según la relación (2) con $\alpha = 1$, $M=N=Q=1$, con T muy grande (por ejemplo 2000 ciclos de cilindro), estando el régimen y la carga del motor de prueba constantes de los T ciclos, de manera que la presión de sobrealimentación para el ángulo cigüeñal correspondiente al punto muerto bajo es constante para los T ciclos; los valores de ángulo cigüeñal correspondiendo al punto muerto bajo es constante para los T ciclos; los valores de ángulo cigüeñal para el calculo de estos valores de ganancia están elegidos de la manera anteriormente descrita;

10 - efectuar una media deslizando sobre una ventana de L (por ejemplo $L=10$) valores A_i de la ganancia, obteniendo así unos valores $\tilde{A}_i$ estimadas medias;

- determinar el valor de α para el par (tipo de cilindro, régimen) seleccionado como siendo el valor que anula el error media de estimación. Es decir un valor α tal como $\sum_{i=1}^T (A_{ref} - \alpha \times \tilde{A}_i)^2 = 0$.

20 Según otro modo de realización, el régimen del motor es constante durante la determinación de la ganancia y del decalaje, de manera que la presión de referencia para el cilindro es constante. Este modo de realización evita así de tener que calcular a cada ciclo del cilindro un nuevo valor de la presión de referencia.

Igualmente, antes que poner en acción la determinación de la ganancia cuando un número predeterminado de kilómetros han sido recorridos desde el último calibrado de la ganancia, el calibrado de la ganancia puede ponerse en acción por los medios 50 de puesta en acción a intervalos de tiempo regulares, por ejemplo cada vez que la duración pasada desde la última determinación de la ganancia es superior o igual a un valor de umbral predeterminado de duración.

Otros modos de calculo de la ganancia y del offset de los medios de acondicionamiento, basándose sobre la utilización del modelo politrópico de la fase de compresión pura del ciclo del cilindro, son posibles. Es así posible utilizar un algoritmo de las menores cuadradas, un estimador, u otros.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de calibrado de una cadena de adquisición (28) de la presión en un cilindro (10) de un motor Diesel para vehículo automóvil, del tipo comprendiendo un captador de presión cilindro (30) asociado al cilindro y de los medios de acondicionamiento (32) de la señal proporcionada por el captador (30) en función de los parámetros de acondicionamiento, comprendiendo el sistema:

- unos medios (64) de recolección de la señal proporcionada por el captador de presión cilindro 30;

- una unidad (34) de tratamiento de informaciones adaptada para determinar los valores de los parámetros de acondicionamiento en función de un modelo termodinámico politrópico de la evolución de la presión en el cilindro durante la fase de compresión pura del ciclo de éste, de una presión de referencia y de la señal proporcionada por el captador de presión (30) recogida por los medios (64) de recolección; y

- unos medios (66) de modificación de los valores de los parámetros de acondicionamiento en la cadena de adquisición (28) en función de los valores de los parámetros de acondicionamiento determinados por la unidad (34) de tratamiento de informaciones, **caracterizado** porque la presión de referencia es una presión de la fase de compresión pura del ciclo del cilindro.

2. Sistema según la reivindicación 1, **caracterizado** porque la unidad (34) de tratamiento de información comprende unos medios (62) de determinación adaptados para determinar el valor de los parámetros de acondicionamiento en función de valores de presión en la cámara de combustión de un modelo politrópico de compresión pura del ciclo del cilindro según la relación:

$$P(\theta) = P_0 \left(\frac{V_0}{V(\theta)} \right)^\gamma$$

donde θ es un valor del ángulo cigüeñal del cilindro, V_0 es el volumen de la cámara de combustión (26) del cilindro (10) para un valor predeterminado del ángulo cigüeñal de la fase de compresión pura del ciclo del cilindro, P_0 es una presión de referencia predeterminada en la cámara de combustión (26) para el valor predeterminado del ángulo cigüeñal, γ es un coeficiente politrópico, $V(\theta)$ es el volumen de la cámara de combustión (26) para el valor del ángulo cigüeñal del cilindro θ , y $P(\theta)$ es la presión en la cámara de combustión (26) para el valor del ángulo cigüeñal del cilindro θ .

3. Sistema según la reivindicación 2, **caracterizado** porque los medios de determinación (62) están adaptados para determinar los parámetros de acondicionamiento de un modelo de acondicionamiento de la señal proporcionada por el captador de presión (30) en el cilindro (10) según la relación:

$$P_{\text{mes}} = A \times U + P_{\text{offset}}$$

donde U es la señal proporcionada por el captador de presión (30), P_{offset} es un decalaje, A es una ganancia, y P_{mes} es la presión cilindro medida proporcionada por los medios de acondicionamiento (32).

4. Sistema según las reivindicaciones 2 y 3, **caracterizado** porque los medios de determinación (62) están adaptados para determinar la ganancia A y el decalaje P_{offset} de los medios de acondicionamiento según las relaciones:

$$A = \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M P_0(j) * \frac{\left(\frac{V_0}{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N V(\theta_i^1)} \right)^\gamma - \left(\frac{V_0}{\frac{1}{Q} \sum_{k=1}^Q V(\theta_k^1)} \right)^\gamma}{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N U(\theta_i^1, j) - \frac{1}{Q} \sum_{k=1}^Q U(\theta_k^1, j)}$$

$$P_{\text{offset}} = P_0(j) * \frac{\left(\frac{V_0}{\frac{1}{R} \sum_{i=1}^R V(\theta_3^i)} \right)^Y * \frac{1}{S} \sum_{k=1}^S U(\theta_4^k, j) - \left(\frac{V_0}{\frac{1}{S} \sum_{k=1}^S V(\theta_4^k)} \right)^Y * \frac{1}{R} \sum_{i=1}^R U(\theta_3^i, j)}{\frac{1}{S} \sum_{k=1}^S U(\theta_4^k, j) - \frac{1}{R} \sum_{i=1}^R U(\theta_3^i, j)}$$

donde:

- M, N, Q, R y S son unos números predeterminados;

$$\{\theta_1^k; k = 1, \dots, Q\}, \{\theta_2^i; i = 1, \dots, N\}, \{\theta_3^i; i = 1, \dots, R\}, \text{ y } \{\theta_4^k; k = 1, \dots, S\}$$

son conjuntos predeterminados de valores de ángulo cigüeñal comprendidos en una primera, segunda tercera y cuarta ventana de valores de ángulo cigüeñal respectivamente de la fase pura de ciclo;

$$\{V(\theta_1^k); k = 1, \dots, Q\}, \{V(\theta_2^i); i = 1, \dots, N\}, \{V(\theta_3^i); i = 1, \dots, R\}, \text{ y }$$

$$\{V(\theta_4^k); k = 1, \dots, S\}$$

son los conjuntos de valores del volumen de la cámara de combustión (26) para los conjuntos de los valores de ángulo cigüeñal comprendidos en la primera, segunda, tercera y cuarta ventana de la fase de compresión pura del ciclo del cilindro respectivamente;

$$\{U(\theta_1^k, j); k = 1, \dots, Q\}, \{U(\theta_2^i, j); i = 1, \dots, N\}, \{U(\theta_3^i, j); i = 1, \dots, R\}, \text{ y }$$

$$\{U(\theta_4^k, j); k = 1, \dots, S\}$$

son los conjuntos de valores de la señal proporcionada por el captador de presión cilindro (30) durante el j^{avo} ciclo del cilindro para los conjuntos de valores de ángulo cigüeñal comprendidos en la primera, segunda, tercera y cuarta ventana de la fase de compresión pura del ciclo del cilindro respectivamente; y

- $P_0(j)$ es la presión de referencia para el j^{avo} ciclo del cilindro.

5. Sistema según la reivindicación 4, **caracterizado** porque los valores θ_1^k y θ_3^i son valores del ángulo cigüeñal del inicio de la fase de compresión pura del ciclo de cilindro, y los valores θ_2^i y θ_4^k son valores del ángulo cigüeñal del fin de la fase de compresión pura de ciclo del cilindro.

6. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 4 y 5, **caracterizado** porque cada uno de los valores del ángulo cigüeñal, θ_1^k , θ_2^i , θ_3^i y θ_4^k está determinado para optimizar la relación señal sobre ruido de la señal proporcionada por el captador de presión (30) para el valor del ángulo cigüeñal.

ES 2 280 017 T3

7. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 6, **caracterizado** porque el motor está equipado de medios de recirculación de los gases de escape conectado a un turbocompresor (18), y porque la unidad de tratamiento (34) de informaciones comprende unos medios (56) de determinación de la presión de referencia P_0 en función de la presión de sobrealimentación en salida del turbocompresor (18).

8. Sistema según la reivindicación 7, **caracterizado** porque los medios (56) de determinación de la presión de referencia P_0 están conectados a los medios (62) de determinación, y están adaptados para determinar la presión de la referencia P_0 según la relación:

$$P_0 = \alpha \times P_{\text{sural}}$$

donde α es un valor de un coeficiente de llenado y P_{sural} es un valor de la presión de sobrealimentación en salida del turbocompresor (18) para el ángulo cigüeñal del cilindro correspondiendo al punto muerto bajo del ciclo del cilindro.

9. Sistema según la reivindicación 8, **caracterizado** porque la unidad (34) de tratamiento de informaciones comprende unos medios (54) de selección del valor del coeficiente de llenado en función del tipo del cilindro y del valor del régimen del motor.

10. Sistema según la reivindicación 3 y una cualquiera de las reivindicaciones 4 a 9, **caracterizado** porque la unidad (34) de tratamiento de información comprende unos medios (50) de puesta en acción conectados a los medios (62) de determinación adaptados para poner en acción la determinación de la ganancia del modelo de acondicionamiento en función de una ley predeterminada de puesta en acción de la determinación de la ganancia del modelo de acondicionamiento.

11. Sistema según la reivindicación 10, **caracterizado** porque los medios (50) de puesta en acción están adaptados para poner en acción la determinación de la ganancia del modelo de acondicionamiento cuando el vehículo automóvil ha recorrido un número de kilómetros desde la determinación precedente de la ganancia del modelo de acondicionamiento superior o igual a un valor de umbral predeterminado de kilómetros.

12. Sistema según la reivindicación 10 o 11, **caracterizado** porque los medios (50) de puesta en acción están adaptados para poner en acción la determinación de la ganancia del modelo de acondicionamiento cuando ha pasado un tiempo desde la determinación precedente de la ganancia del modelo de acondicionamiento superior o igual a un valor de umbral predeterminado de duración.

13. Sistema según la reivindicación 3 y una de las reivindicaciones 4 a 12, **caracterizado** porque los medios de determinación (62) están adaptados para determinar en continuo el decalaje del modelo de acondicionamiento.

14. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes **caracterizado** porque el captador de presión (30) es un captador adaptado para medir una deformación de la estructura del motor.

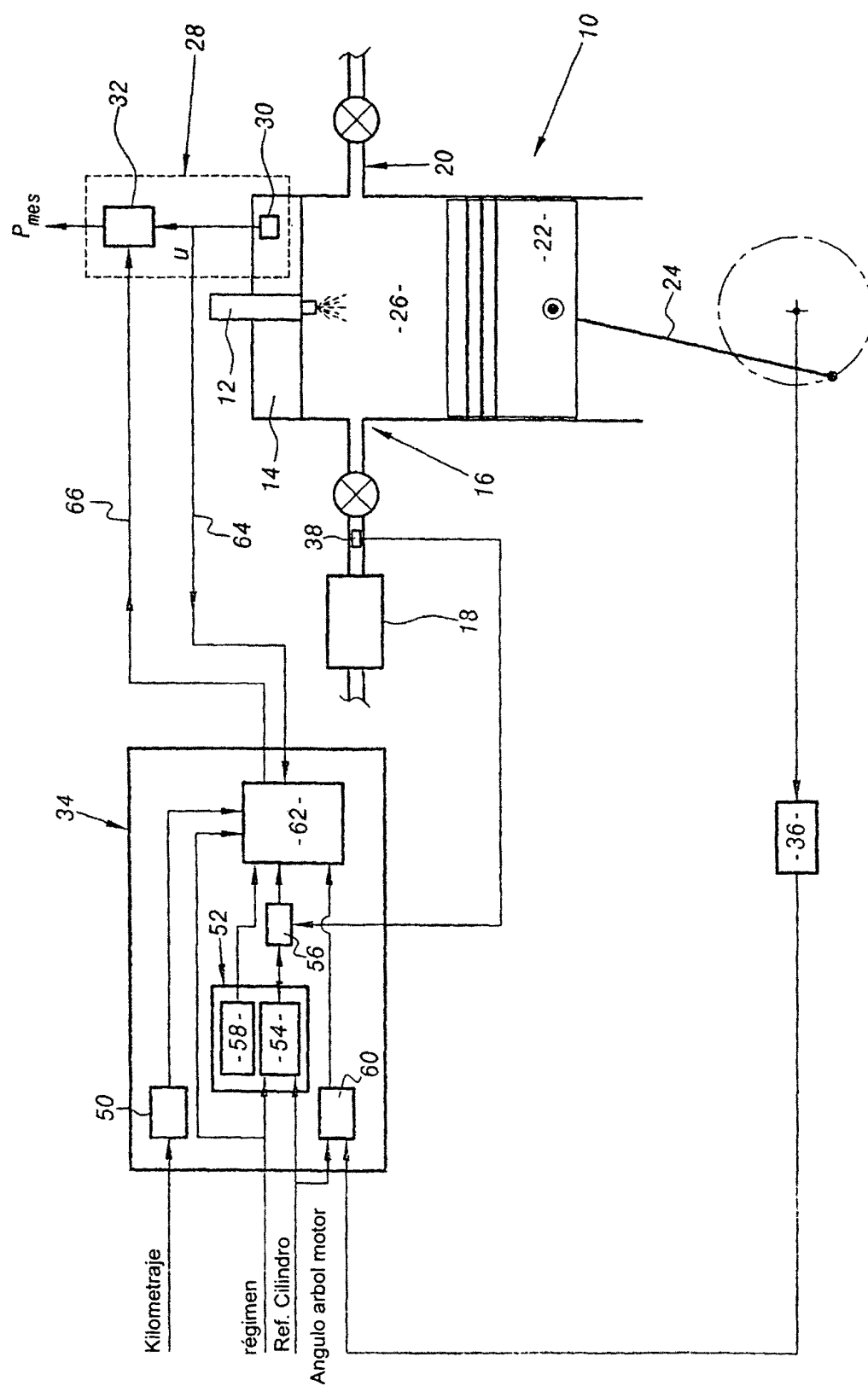


FIG. 1

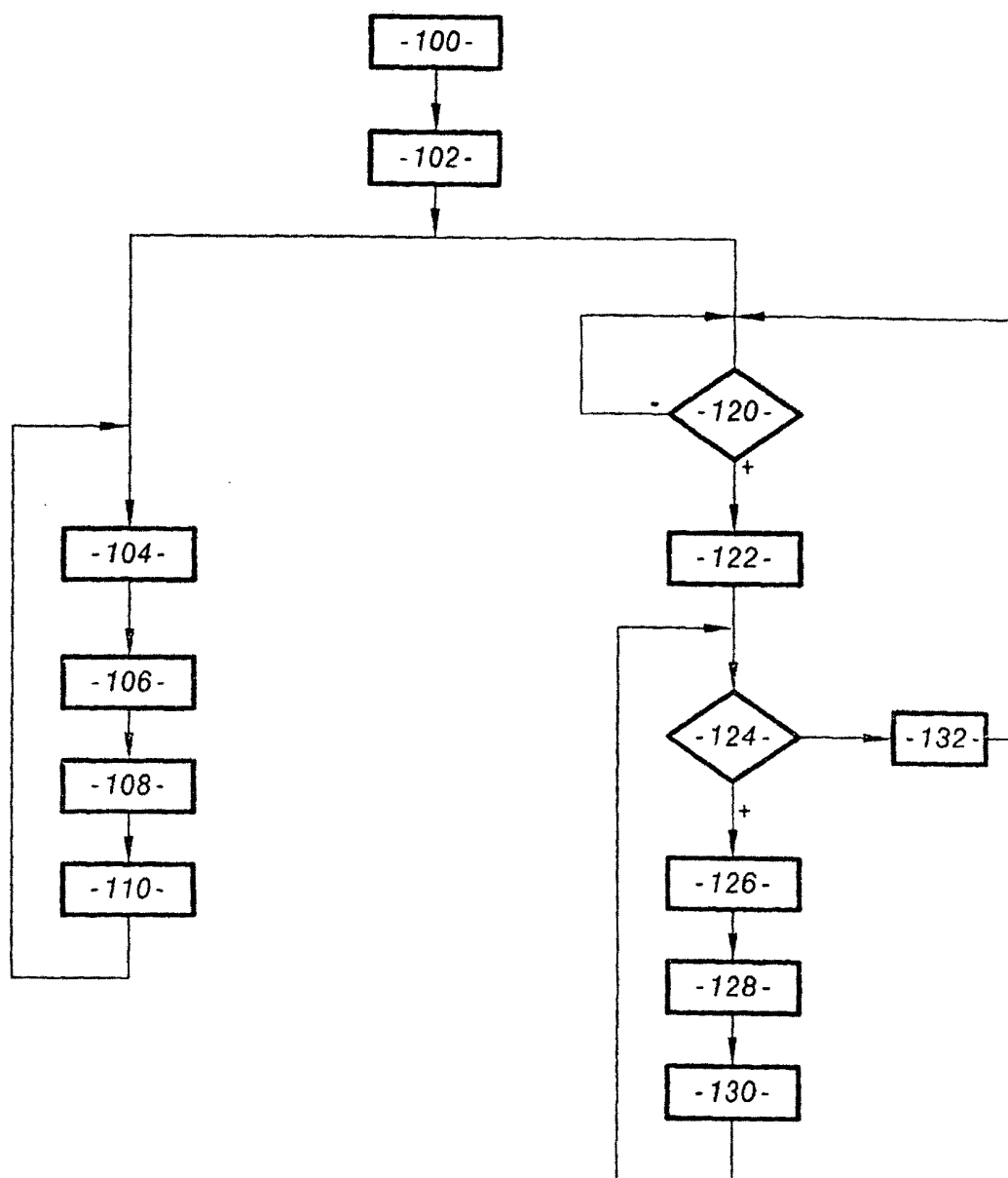


FIG.2