



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 364 033**

51 Int. Cl.:
G01M 15/00 (2006.01)
G01L 3/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **01403244 .5**
96 Fecha de presentación : **14.12.2001**
97 Número de publicación de la solicitud: **1217354**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **26.06.2002**

54 Título: **Procedimiento de evaluación del par de un motor de combustión.**

30 Prioridad: **21.12.2000 FR 00 16767**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
23.08.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
23.08.2011

73 Titular/es: **RENAULT S.A.S.**
13-15 quai Alphonse Le Gallo
92100 Boulogne Billancourt, FR

72 Inventor/es: **Renou, Louis**

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 364 033 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

Procedimiento de evaluación del par de un motor de combustión

- 5 La invención se refiere a un procedimiento de evaluación de un par gas de un motor térmico de combustión gobernado, particularmente para un vehículo automóvil. Se conoce por la patente FR 2 757 945 un procedimiento que comprende una calculadora que recibe una señal alternativa representativa de la velocidad instantánea de un cigüeñal del citado motor, teniendo una fase «combustión-expansión» de un cilindro del citado motor la duración de un número definido T de periodos t de la citada señal, evaluando la citada calculadora el par gas (C_g) durante dicha fase por la fórmula

$$C_g = \alpha \cdot (N \cdot \sum_{t=1}^{t=T} \lambda_t \cdot d_t + \beta) \cdot N^2 \quad (E1)$$

- 10 en la que N es el régimen del citado motor, α es un parámetro de calibración, λ_t es el coeficiente de ponderación, d_t representa la duración del periodo $t^{\text{ésimo}}$ de la citada señal durante dicha fase y β es el valor de aprendizaje.

El par medido es el par gas C_g producido por las combustiones de la mezcla aire-gasolina en los diferentes cilindros del motor. Se utiliza para hacer óptimos los ajustes del motor, particularmente por medio de la calculadora de a bordo, por ejemplo para limitar las tasas de combustión

- 15 Para emitir una señal alternativa representativa de la velocidad instantánea del cigüeñal del motor, se conoce un dispositivo del tipo que comprende una corona, solidaria del cigüeñal del motor y dotada de dientes en su periferia, y un captador de deslizamiento conectado a la calculadora y que mide la duración del deslizamiento de cada uno de los dientes de la corona.

- 20 Los dientes tienen todos una anchura constante, salvo uno de ellos, denominado diente de referencia, y deslizan sucesivamente por delante del captador de deslizamiento. La señal alternativa producida por este captador en respuesta al deslizamiento de los dientes es transmitida a la calculadora. La calculadora evalúa la duración del deslizamiento de los dientes por delante del captador de deslizamiento y deduce de ello evaluaciones del régimen N del motor y de la velocidad instantánea del cigüeñal.

- 25 Un principio, denominado de par-metro lógico, anuncia que el par gas C_g es proporcional a la amplitud de las variaciones de la velocidad instantánea del cigüeñal y puede por tanto ser determinado en función de la duración del deslizamiento de los dientes.

La calculadora dispone de medios para calcular el par gas en función de la duración del deslizamiento de los dientes, en virtud de este principio.

- 30 El diente de referencia permite a la calculadora identificar en cada instante las fases en las cuales están los diferentes cilindros.

La calculadora calcula así un par gas C_g por cada fase de combustión-expansión de cada cilindro. A continuación de la evaluación del par gas C_g para la fase de combustión-expansión de un cilindro, la calculadora toma decisiones para el ajuste del motor.

- 35 El documento FR 2 757 945 enseña un procedimiento de evaluación del par gas C_g de un motor térmico que pone en práctica un dispositivo del tipo mencionado. Son utilizadas diferentes fórmulas por la calculadora, particularmente para tomar en consideración en el cálculo del par gas C_g las irregularidades de posición y de forma de los dientes con respecto al captador de deslizamiento.

Estas irregularidades resultan, por ejemplo, del desgaste del motor y de los dientes de la corona, así como de las deformaciones del cigüeñal.

- 40 Se calculan valores de aprendizaje β para tener en cuenta estas irregularidades durante el cálculo del par gas C_g .

Los valores de aprendizaje β permiten igualmente corregir las deformaciones de la señal alternativa debidas al tratamiento electrónico a la entrada de la calculadora.

- 45 En una primera etapa, generalmente a la salida de la cadena de montaje del vehículo, llamada etapa de aprendizaje rápido, los valores de aprendizaje β son evaluados sobre un horizonte limitado de ciclos del motor realizados en condiciones de aprendizaje que incluyen una ausencia de combustión en los cilindros.

En el curso de la vida del vehículo, los valores de aprendizaje β son regularmente afinados durante las etapas denominadas de aprendizaje lento, realizadas cuando el régimen N del motor pertenece a un margen de calibración

P_c restringido y en ausencia de combustión en los cilindros. Para un motor de cuatro tiempos y de cuatro cilindros, el afinado de los valores de aprendizaje β tiene lugar en cada media vuelta de la corona.

5 La precisión del par gas C_g evaluado con el procedimiento descrito en el documento FR 2 757 945 se muestra, sin embargo, insuficiente para cumplir las condiciones impuestas por ciertas normas, como la Europea On-Board Diagnostic (E-OBD) o la On-Board Diagnostic II. La calculadora no llega, en efecto, siempre a diagnosticar los fallos de combustión, particularmente a los elevados regímenes del motor, y a ajustar correctamente el sistema anti-polución.

La presente invención tiene por objetivo proporcionar un procedimiento de evaluación más precisa del par gas C_g de un motor térmico, particularmente de respetar las normas mencionadas anteriormente cualquiera que sea el régimen del motor.

10 Se alcanza este objetivo evaluando el valor de aprendizaje β por interpolación entre dos valores de aprendizaje β_q y β_{q+1} evaluados en márgenes elementales P_q y P_{q+1} del régimen del motor, respectivamente, centrados en regímenes del motor N_q y N_{q+1} , respectivamente, tales que $N_q < N \leq N_{q+1}$.

La influencia del régimen del motor sobre la deformación de la señal alternativa, debida, por ejemplo, a una deformación del cigüeñal, y sobre su tratamiento electrónico a la entrada de la calculadora, es evaluada localmente durante la evaluación de los valores de aprendizaje locales β_q .

15 Los valores de aprendizaje locales β_q son calculados en diferentes márgenes elementales P_q de regímenes del motor, y no en un margen único de calibración P_c .

Cuando el motor gira a un régimen N en la proximidad de uno de los márgenes elementales P_q del régimen del motor, el valor de aprendizaje local β_q proporciona por tanto una buena estimación para el valor de aprendizaje β .

20 La interpolación permite ponderar la influencia de dos valores de aprendizaje locales β_q y β_{q+1} que encuadran el valor de aprendizaje β , en proporción a la proximidad del régimen N del motor a los regímenes del motor N_q y N_{q+1} , respectivamente.

La evaluación del valor de aprendizaje β es tanto mejor cuando los márgenes elementales P_q del régimen del motor están limitados y próximos al régimen N del motor.

25 El procedimiento según la invención permite pues obtener una evaluación del valor de aprendizaje β , teniendo en cuenta el régimen del motor N , por tanto más preciso que el suministrado por el documento FR 2 757 945, y por tanto evaluar el par gas C_g de manera más satisfactoria.

Según otras características de la invención, que pueden existir separadamente o en combinación,

- 30
- la citada señal alternativa representativa de la velocidad instantánea de dicho cigüeñal del citado motor es emitida por el captador de deslizamiento conectado a la citada calculadora y que mide la duración del deslizamiento de los dientes situados en la periferia de una corona solidaria del citado cigüeñal,
 - la citada interpolación es lineal y

$$\beta = \beta_q + (\beta_{q+1} - \beta_q) \cdot \frac{(N - N_q)}{(N_{q+1} - N_q)} \quad (E2)$$

- 35
- los citados márgenes elementales P_q cubren completamente un margen P de los regímenes posibles N del motor,
 - los citados márgenes elementales P_q no se solapan,
 - los citados márgenes P_q y P_{q+1} son adyacentes,
 - durante una etapa de aprendizaje rápido, el citado régimen N del motor que pertenece a dicho margen elemental P_q del régimen del motor, dicha calculadora evalúa el citado valor de aprendizaje local β_q en un valor de aprendizaje local medio $\bar{\beta}_q$ igual a la media aritmética de un número P_q de valores de aprendizaje locales unitarios $\beta_q(p)$ calculados por medio de la fórmula
- 40

$$\beta_q(p) = \frac{C_m}{\alpha \cdot N^2} - \sum_{t=1}^{t=T} \lambda_t \cdot d_t \quad (E3)$$

en la que p designa el número de orden del paso, en condiciones de aprendizaje, por delante del citado captador de deslizamiento, de un sector de la citada corona que lleva el conjunto de dichos dientes que deslizan por delante del citado captador de deslizamiento durante una fase de combustión-expansión del citado cilindro, siendo dicho sector denominado «sector de combustión-expansión» del citado cilindro, correspondiendo una parte de dicha señal alternativa al citado paso y comprendiendo T periodos,

5 C_m designa una evaluación de un par motor durante el $p^{\text{ésimo}}$ citado paso, en dichas condiciones de aprendizaje, del citado sector por delante de dicho captador de deslizamiento,

α es un parámetro de calibración,

d_t representa la duración del $t^{\text{ésimo}}$ periodo de la citada parte y λ_t es un coeficiente de ponderación,

10 - durante una etapa de aprendizaje rápido, el citado régimen N de motor que pertenece a un margen de calibración $P_{c \ t}$ de la citada calculadora evalúa todos los citados valores de aprendizaje locales β_q en un valor de aprendizaje de calibración medio $\overline{\beta_c}$ igual a la media aritmética de un número P_c de valores de aprendizaje de calibración unitarios $\beta_c(p)$ calculados por medio de la fórmula

$$\beta_c(p) = \frac{C_m}{\alpha \cdot N^2} - \sum_{t=1}^{t=T} \lambda_t d_t \quad (E5)$$

15 en la que p designa el número de orden de paso, en las citadas condiciones de aprendizaje, por delante de dicho captador de deslizamiento, de dicho sector de combustión-expansión, correspondiendo una parte de la citada señal alternativa a dicho paso y comprendiendo T periodos,

C_m designa una evaluación de dicho par motor durante el $p^{\text{ésimo}}$ paso, en las citadas condiciones de aprendizaje, de dicho sector por delante de dicho captador de deslizamiento,

20 α es un parámetro de calibración,

d_t representa la duración del $t^{\text{ésimo}}$ periodo de dicha parte y λ_t es un coeficiente de ponderación,

la citada calculadora evalúa dicho par motor C_m por medio de la fórmula

$$C_m = K \cdot P_{col} \quad (E6)$$

25 designando P_{col} una presión en el colector de admisión de aire medido por un captador de presión y transmitida a la citada calculadora,

designando K un coeficiente de proporcionalidad,

- el citado margen de calibración P_c está constituido por los regímenes de dicho motor comprendidos entre 3000 rev/min y 3500 rev/min,

30 - después de la terminación de una citada etapa de aprendizaje rápido, dicho valor de aprendizaje local β_q es afinado, durante al menos una etapa de aprendizaje lento que comienza con el $M^{\text{ésimo}}$ paso p de dicho sector de combustión-expansión por delante del citado captador de deslizamiento, en dichas condiciones de aprendizaje y del citado régimen N motor que pertenece a dicho margen elemental P_q de regímenes del motor, la citada etapa de aprendizaje lento durante un número m de dichos pasos p,

35 en un valor de aprendizaje local unitario afinado $\beta_q(M + m - 1)$, siendo cada valor de aprendizaje local unitario $\beta_q(p)$, variando p de M a M+m-1, sucesivamente evaluado por

$$\beta_q(p) = \beta_q(p-1) + g(\beta_q(p) - \beta_q(p-1)) \quad (E7)$$

siendo el citado valor de aprendizaje local unitario $\beta_q(M-1)$ igual a la última evaluación del citado valor de aprendizaje local β_q conocido al comienzo de la citada etapa de aprendizaje lento,

siendo g un coeficiente de filtración.

40 La presente invención se refiere igualmente a un dispositivo para la puesta en práctica del procedimiento según la invención y un vehículo equipado con un tal dispositivo.

Otras características y ventajas de la presente invención se desprenderán de la lectura de la descripción que sigue y del examen de los dibujos, en los cuales:

- la figura 1 representa un esquema de un dispositivo del tipo mencionado para la puesta en práctica del procedimiento según la invención,
- la figura 2 representa un organigrama que reagrupa las diferentes etapas del procedimiento según la invención.

- 5 La figura 1 representa un dispositivo del tipo anteriormente mencionado. Un motor 1 comprende un cigüeñal 3 equipado con una corona 5, o blanco, que lleva una pluralidad de dientes 7 en su periferia. Estos dientes, sensiblemente idénticos, están separados regularmente y tienen sensiblemente la forma de una almena entre dos huecos. Un diente de referencia 9 se distingue de los otros, por ejemplo, por una mayor anchura.
- 10 La corona 5 gira alrededor de un eje A de rotación del cigüeñal 3 a la misma velocidad que este último, es decir al régimen N del motor 1. Cada uno de los dientes 7 pasa sucesivamente por delante de un captador de deslizamiento 11, por ejemplo de reluctancia variable, montado de manera fija con respecto al motor 1 de modo que se perciba el deslizamiento de cada diente 7. El deslizamiento de un diente 7 desde el espacio que lo separa del diente 7 siguiente se traduce por la emisión por el captador de deslizamiento 11 de una señal alternativa que comprende un saliente a continuación de un hueco, estando las anchuras de estos salientes y de estos huecos en proporción a la duración del deslizamiento del diente 7 y del espacio que lo separa del diente siguiente, respectivamente.
- 15 La señal alternativa es transmitida a una calculadora 13 fijada a bordo del vehículo, por ejemplo por un cable que conecta el captador 11 y la calculadora 13.
- La calculadora 13 puede operar un tratamiento previo de la señal alternativa que reciba, por ejemplo para amplificar o para transformar los salientes en huecos.
- 20 Un capador de presión 15 mide la presión P_{col} en un colector de admisión de aire 17 del motor 1 y transmite, por ejemplo por cable, esta medida a la calculadora 13.
- En el caso particular de un motor 1, en esencia de cuatro cilindros y cuatro tiempos que funciona según el ciclo de Beau de Rochas, cada cilindro está sometido sucesivamente a cuatro fases: admisión, compresión, combustión-expansión y escape. Cada fase dura el tiempo de una media vuelta del cigüeñal 3 y por tanto de la corona 5.
- 25 Cuando un cilindro está en fase de combustión-expansión, un segundo está en fase de escape, un tercero está en fase de admisión y un cuarto está en fase de compresión.
- Un cilindro está sometido a una fase de combustión-expansión cada dos vueltas del cigüeñal 3. Durante esta fase, el par gas C_q es la resultante del par debido a esta combustión-expansión de aquel, en sentido contrario, producido por el cilindro entonces en fase de compresión. Se considera generalmente que los otros dos cilindros, en fase de admisión y de expansión, no participan en este resultado.
- 30 Estando las fases de compresión menos sometidas a variaciones que las fases de combustión-expansión, se considera que el par gas C_g calculado en una media vuelta de la corona 5 es relativo al cilindro en fase de combustión-expansión y es una estimación del par medio en las dos fases, compresión y combustión-expansión, del mismo cilindro que aprisiona la misma mezcla gaseosa.
- 35 El diente de referencia 9 sirve de origen de indexación para numerar los otros dientes 7. La posición angular de la corona 5, medida por una cuenta del número de dientes 7 desde el último paso del diente de referencia 9 por delante del contador de deslizamiento 11, determina la posición de cada uno de los cilindros. Por ejemplo, el paso por delante del captador de deslizamiento 11 del diente numerado «15» puede corresponder al punto muerto superior del primer cilindro.
- 40 A cada diente de la corona 5 corresponde un periodo de la señal alternativa recibida por la calculadora 13. El análisis de la señal alternativa permite así a la calculadora 13 determinar en cada instante las posiciones de cada uno de los cilindros.
- En un periodo de dos vueltas de la corona 5, la señal alternativa puede ser escindida en cuatro partes, cada una de ellas correspondiente al deslizamiento, durante la fase de combustión-expansión de un cilindro, del conjunto de los
- 45 dientes 7 de un sector de la corona 5.
- Este sector es denominado sector de combustión-expansión del cilindro. Aquel comprende, cualquiera que sea el cilindro, un número T de dientes 7 que, deslizándose por delante del captador de deslizamiento 11, generan una parte de la señal alternativa que comprende T periodos t , representando un número d_t la duración del $t^{\text{ésimo}}$ periodo.
- 50 Para un cilindro dado de un motor de cuatro cilindros y cuatro tiempos, cada sector de combustión-expansión define una semi-corona.
- Dos cilindros comparen el mismo sector de combustión-expansión si la fase de admisión de uno de ellos es simultánea a la fase de combustión-expansión del segundo.

Los sectores de combustión-expansión serían diferentes para otros tipos de motores.

Para evaluar el par gas C_g de un cilindro, la calculadora procede según la figura 2. Las letras entre paréntesis de la figura 2 son utilizadas, igualmente entre paréntesis, en la descripción siguiente.

5 La evaluación del par gas C_g no puede ser hecha más que si se produce una combustión en los cilindros (a) y si ha sido realizado (b) un aprendizaje rápido de los valores de aprendizaje β . En caso contrario (c), no es posible ninguna evaluación del par gas C_g .

El aprendizaje rápido es efectuado en la primera puesta en funcionamiento de la calculadora 13, por ejemplo una salida de cadena del vehículo.

10 Cualquier aprendizaje de un valor de aprendizaje β necesita condiciones particulares, denominadas condiciones de aprendizaje, y la pertenencia del régimen N del motor 1 a un margen de régimen determinado.

Las condiciones de aprendizaje incluyen la ausencia de combustión, o no combustión, en todos los cilindros.

La calculadora 13 reconoce condiciones de no combustión, por ejemplo detectando una interrupción de inyección de carburante en los cilindros cuando el conductor del vehículo ya no ejerce presión sobre el acelerador.

La duración del deslizamiento de los dientes 7 permite a la calculadora 13 evaluar el régimen N del motor.

15 La condición de no combustión en los cilindros del motor 1 es particularmente importante. En estas condiciones, en efecto, los estudios han mostrado una proporcionalidad entre el par motor C_m y la presión en el colector de admisión de aire 17:

$$C_m = K \cdot P_{col} \quad (E6)$$

20 Se distingue el par motor C_m producido por el motor durante una media vuelta de la corona 5 y, en el procedimiento según la invención, medida en ausencia de combustión en los cilindros, del par gas C_g que es una estimación, en las dos fases de compresión y de combustión-expansión de un cilindro, del par medio producido por la combustión de la mezcla aire-gasolina en ese cilindro.

25 En las condiciones de aprendizaje, en las que el par gas C_g es nulo, el par motor C_m no es nulo aunque no haya combustión en los cilindros. Existen, bajo el efecto de la rotación del cigüeñal 3, efectos de bombeo y de compresión del aire en los cilindros.

Informada por el captador de presión 15 de la presión P_{col} en el colector de admisión de aire 17, la calculadora 13, al tener conocimiento del coeficiente de proporcionalidad K entre el par motor C_m y la presión P_{col} , deduce de la fórmula

$$C_m = K \cdot P_{col} \quad (E6)$$

una evaluación del par motor C_m .

30 La experiencia muestra que los pares motor C_m calculados a partir de las presiones medidas durante el deslizamiento de los dientes de los sectores de combustión-expansión de los diferentes cilindros son sensiblemente diferentes unos de otros.

Es por tanto deseable evaluar un valor de aprendizaje para cada uno de estos sectores, que sean, para un motor de cuatro tiempos y de cuatro cilindros, dos valores de aprendizaje β y β' .

35 Según el modo de realización preferido de la invención, el aprendizaje rápido consiste, en ausencia de combustión en los cilindros, (d), y con un régimen motor N que pertenece a un margen de calibración \square_c definido, por ejemplo entre 3000 y 3500 rev/min, (e), en calcular, para cada sector combustión-expansión, una primera aproximación del valor de aprendizaje β .

40 Los razonamientos concernientes a β y β' son análogos. Para mayor comodidad de lectura, sólo se describirá la evaluación de β . El sector de combustión-expansión será, salvo mención en contrario, el utilizado para evaluar el valor de aprendizaje β .

Previamente a la etapa de aprendizaje rápido, se definen Q márgenes elementales P_q centrados en regímenes N_q y tales que $N_{q+q} > N_q$. De preferencia, los Q márgenes elementales P_q cubren el margen P de los regímenes N del motor posibles. De preferencia igualmente, los Q márgenes elementales P_q no se solapan.

45 Un valor de aprendizaje local β_q es efectuado en cada uno de los márgenes elementales P_q .

Cuanto más estrechos son los Q márgenes elementales P_q mejor es la precisión del valor de aprendizaje local β_q .

La etapa de aprendizaje rápido consiste en suministrar una primera estimación a los valores de aprendizaje local β_q .

En las condiciones de aprendizaje y girando el motor a un régimen de motor N que pertenece a un margen de calibración P_c , el conjunto de los T dientes 7 del sector de combustión-expansión pasan regularmente por delante del captador de deslizamiento 11.

5 En cada uno de los pasos, numerados p, del sector de combustión-expansión corresponde a una parte de la señal alternativa emitida por el captador de deslizamiento 11 y recibida por la calculadora 13. Esta parte comprende T periodos t de una duración d_t .

En cada paso p, un valor de aprendizaje de calibración unitario $\beta_c(p)$ se calcula (f) por medio de la fórmula

$$\beta_c(p) = \frac{C_m}{\alpha \cdot N^2} - \sum_{t=1}^{t=T} \lambda_t d_t \quad (E5)$$

10 designando C_m una evaluación del par motor durante el paso p, siendo α un parámetro de calibración determinado experimentalmente, siendo λ_t un coeficiente de ponderación.

El coeficiente de ponderación λ_t puede ser igual a $\cos(t \cdot 2 \cdot \pi / T)$.

Los valores de aprendizaje de calibración unitarios $\beta_c(p)$ son registrados hasta el paso p^{ésimo} incluido.

15 Después de un número P de pasos del conjunto de los dientes 7 del sector por delante del captador de deslizamiento 11, la calculadora 13 efectúa (g) la media aritmética $\overline{\beta_c}$ de los P valores de aprendizaje de calibración unitarios $\beta_c(p)$. Cada uno de los valores de aprendizaje locales β_q es entonces evaluado (h) por esta media aritmética $\overline{\beta_c}$.

Los P valores de aprendizaje de calibración unitarios $\beta_c(p)$ pueden ser calculados en el curso de una etapa de aprendizaje rápido única o fraccionada. Este último caso es principalmente previsto para el caso particular de un cambio de calculadora 13 en el curso de la vida del vehículo.

20 En otro modo de realización de la invención, cada uno de los valores de aprendizaje locales β_q es evaluado por un valor de aprendizaje local medio $\overline{\beta_q}$ igual a la media aritmética de un número P_q de valores de aprendizaje locales unitarios $\beta_q(p)$ calculados por medio de la fórmula

$$\beta_q(p) = \frac{C_m}{\alpha \cdot N^2} - \sum_{t=1}^{t=T} \lambda_t d_t \quad (E3)$$

25 durante los P_q primeros pasos del conjunto de dientes 7 del citado sector de combustión-expansión por delante del captador de deslizamiento 11 en las condiciones de aprendizaje y girando el motor a un régimen N motor que pertenece al margen elemental P_q del régimen del motor.

El número de pasos P_q utilizado para calcular la media aritmética $\overline{\beta_q}$ puede ser el mismo cualquiera que sea el margen elemental P_q .

Entonces termina (i) el aprendizaje rápido.

30 Después de que se reanuda la combustión en los cilindros (a) y termina (b) la etapa de aprendizaje rápido, la calculadora puede evaluar un par gas C_g durante una fase de combustión-expansión de un cilindro.

En una primera etapa (j), la calculadora 13 determina el régimen N del motor y busca dos márgenes elementales P_q y P_{q+1} tales que $N_q < N \leq N_{q+1}$. De preferencia, elige dos márgenes elementales P_q y P_{q+1} adyacentes.

35 La calculadora 13 evalúa entonces un valor de aprendizaje β por interpolación (k) entre β_q y β_{q+1} por ejemplo según la fórmula:

$$\beta = \beta_q + (\beta_{q+1} - \beta_q) \cdot \frac{(N - N_q)}{(N_{q+1} - N_q)} \quad (E2)$$

La fase de combustión-expansión del cilindro corresponde a un paso del sector de combustión-expansión y a una parte de la señal alternativa emitida por el captador de deslizamiento 11 y recibida por la calculadora 13. Esta parte comprende T periodos t de una duración d_t.

Después de la recepción de la parte de la señal, la calculadora 13 evalúa (l) el par gas C_g por la fórmula

$$5 \quad C_g = \alpha \cdot (N \cdot \sum_{t=1}^{t=T} \lambda_t \cdot d_t + \beta) \cdot N^2 \quad (E1)$$

en la que α es un parámetro de calibración y λ_t es un coeficiente de ponderación.

Este valor del par gas C_g está entonces disponible para optimizar el ajuste del motor.

Después de que ha concluido el aprendizaje rápido, la calculadora afina regularmente los valores de aprendizaje locales β_q por etapas de aprendizaje lento.

10 Una etapa de aprendizaje lento de un valor de aprendizaje local β_q necesita que se cumplan las condiciones de aprendizaje, y particularmente que no haya combustión en ninguno de los cilindros (d), que el aprendizaje rápido haya terminado (m) y que, (n), el régimen N del motor pertenezca al margen elemental P_q.

15 Una etapa de aprendizaje lento comienza con el M^{ésimo} paso p del sector de combustión-expansión por delante del captador de deslizamiento 11 y dura un número m de pasos p, por ejemplo los tiempos de una desaceleración del vehículo.

En cada paso p, en las condiciones descritas anteriormente, del conjunto de los dientes 7 del sector de combustión-expansión por delante del captador de deslizamiento 11, es evaluado (o) el valor de aprendizaje local β_q por un valor de aprendizaje local unitario afinado por la fórmula

$$\beta_q(p) = \beta_q(p-1) + g(\beta_q(p) - \beta_q(p-1)) \quad (E7)$$

20 siendo g un coeficiente de filtración que determina la rapidez de la convergencia de la serie β_q(p).

Al final de la etapa de aprendizaje lento, el valor de aprendizaje local β_q es por tanto evaluado por un valor de aprendizaje local unitario afinado β_q(M+m-1).

25 Durante la primera etapa de aprendizaje lento, el cálculo del primer valor de aprendizaje local unitario afinado, β_q(P+1), hace intervenir el valor de aprendizaje local unitario β_q(P). Este último es fijado al último valor de aprendizaje local β_q conocido al comienzo de la citada etapa de aprendizaje lento, es decir, para la primera etapa de aprendizaje lento, al valor de aprendizaje local β_q determinado por la etapa de aprendizaje rápido.

La última evaluación del valor de aprendizaje local β_q, evaluada en β_q(M+m-1), es utilizable para el cálculo del par gas C_g desde que se reanuda la combustión en los cilindros, por ejemplo durante la fase de aceleración siguiente del motor.

30 Como ello se desprende claramente de esta memoria, la presente invención proporciona un procedimiento de evaluación de un par gas C_g de un motor térmico que gira a un régimen N por medio de una fórmula que utiliza un valor de aprendizaje β particularmente preciso.

35 El valor de aprendizaje β está en efecto determinado por interpolación entre valores de aprendizaje locales calculados en márgenes elementales N_q y N_{q+1} centrados en regímenes N_q y N_{q+1}, respectivamente, próximos al régimen N el motor y afinados a todo lo largo de la vida del vehículo.

Por supuesto, la presente invención no está limitada al modo de realización descrito y representado, proporcionado a título de ejemplo ilustrativo y no limitativo. En particular, aquella es aplicable a cualquier motor, cualquiera que sea el número de cilindros, no siendo ya una media corona el sector de combustión-expansión, sino un sector de la corona 5 que desliza por delante del captador de deslizamiento 11 durante la combustión-expansión del cilindro.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de evaluación de un par gas (C_g) de un motor térmico (1) de combustión gobernado, particularmente para un vehículo automóvil, que comprende una calculadora (13) que recibe una señal alternativa representativa de la velocidad instantánea de un cigüeñal (3) del citado motor (1), teniendo una fase de «combustión-expansión» de un cilindro del citado motor (1) la duración de un número definido (T) de periodos (t) de la citada señal, evaluando la citada calculadora (13) el par gas (C_g) durante la citada fase por la fórmula

$$C_g = \alpha \cdot (N \cdot \sum_{t=1}^{t=T} \lambda_t \cdot d_t + \beta) \cdot N^2 \quad (E1)$$

en la que N es el régimen del citado motor (1), α es un parámetro de calibración, λ_t es un coeficiente de ponderación, d_t representa la duración del t^{ésimo} periodo de la citada señal durante dicha fase y β es un valor de aprendizaje,

caracterizado porque el valor de aprendizaje β es evaluado por interpolación entre dos valores de aprendizaje locales β_q y β_{q+1} evaluados en márgenes elementales de regímenes del motor P_q y P_{q+1} , respectivamente, y centrados en regímenes del motor N_q y N_{q+1} , respectivamente, tales que $N_q < N \leq N_{q+1}$.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la citada interpolación es lineal, siendo el citado valor de aprendizaje β determinado por la fórmula

$$\beta = \beta_q + (\beta_{q+1} - \beta_q) \cdot \frac{(N - N_q)}{(N_{q+1} - N_q)} \quad (E2)$$

3. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 ó 2, caracterizado porque los citados márgenes elementales P_q cubren totalmente un margen P de los regímenes posibles N del motor.

4. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque los citados márgenes elementales P_q no se solapan

5. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque los citados márgenes P_q y P_{q+1} son adyacentes.

6. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la citada señal alternativa representativa de la velocidad instantánea del citado cigüeñal (3) de dicho motor (1) es emitida por un captador de deslizamiento (11) conectado a la citada calculadora (13) y que mide la duración del deslizamiento de los dientes (7) situados en la periferia de una corona (5) solidaria de dicho cigüeñal (3).

7. Procedimiento según la reivindicación 6, caracterizado porque, durante una etapa denominada de aprendizaje rápido, perteneciendo el citado régimen N del motor a dicho margen elemental P_q de regímenes del motor, la citada calculadora (13) evalúa dicho valor de aprendizaje local β_q por un valor de aprendizaje local medio $\overline{\beta}_q$ igual a la media aritmética de un número P_q de valores de aprendizaje locales unitarios $\beta_q(p)$ calculados por medio de la fórmula

$$\beta_q(p) = \frac{C_m}{\alpha \cdot N^2} - \sum_{t=1}^{t=T} \lambda_t \cdot d_t \quad (E3)$$

en la que

p designa el número de orden del paso, en condiciones de aprendizaje, por delante del citado captador de deslizamiento (11), de un sector de dicha corona (5) que lleva el conjunto de dientes (7) que deslizan por delante del citado captador de deslizamiento (11) durante una fase de combustión-expansión del citado cilindro, siendo dicho sector denominado « sector de combustión-expansión » del citado cilindro, correspondiendo una parte de la citada señal alternativa a dicho paso y comprendiendo T periodos,

C_m designa una evaluación de un par motor durante el p^{ésimo} citado paso, en dichas condiciones de aprendizaje, del citado sector por delante de dicho captador de deslizamiento (11),

α es un parámetro de calibración,

d_t representa la duración del $t^{\text{ésimo}}$ periodo de la citada parte y λ_t es un coeficiente de ponderación.

8. Procedimiento según la reivindicación 6, caracterizado porque, durante una etapa llamada de aprendizaje rápido, dicho régimen N del motor que pertenece a un margen de calibración P_c , dicha calculadora (13) evalúa todos los citados valores de aprendizaje locales β_q por un valor de aprendizaje de calibración medio $\overline{\beta_c}$ igual a la media aritmética de un número P_c de valores de aprendizaje de calibración unitarios $\beta_c(p)$ calculados por medio de la fórmula

$$\beta_c(p) = \frac{C_m}{\alpha \cdot N^2} - \sum_{t=1}^{t=T} \lambda_t \cdot d_t \quad (E5)$$

en la que

p designa el número de orden del paso, en las citadas condiciones de aprendizaje, por delante de dicho captador de deslizamiento (11), del citado sector de combustión-expansión, correspondiendo una parte de la citada señal alternativa a dicho paso y comprendiendo T periodos,

C_m designa una evaluación del citado par motor durante el $p^{\text{ésimo}}$ paso, en las citadas condiciones de aprendizaje, de dicho sector por delante de dicho captador de deslizamiento (11),

α es un parámetro de calibración,

d_t representa la duración del $t^{\text{ésimo}}$ periodo de la citada parte y λ_t es un coeficiente de ponderación.

9. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 7 y 8, caracterizado porque la citada calculadora (13) evalúa dicho par motor C_m por medio de la fórmula

$$C_m = K \cdot P_{\text{col}} \quad (E6)$$

designando P_{col} una presión en el colector de admisión de aire (17) medida por un captador de presión (15) y transmitida a la citada calculadora (13),

designando K un coeficiente de proporcionalidad.

10. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 9, caracterizado porque dicho valor de aprendizaje local β_q es afinada, durante al menos una etapa denominada de aprendizaje lento que comienza con el $M^{\text{ésimo}}$ paso p del citado sector de combustión-expansión por delante de dicho captador de deslizamiento (11), en las citadas condiciones de aprendizaje y perteneciendo dicho régimen N del motor al citado margen elemental P_q de regímenes del motor, la citada etapa de aprendizaje lento durante un número m de dichos pasos p, por un valor de aprendizaje local unitario afinado $\beta_q(M+m-1)$, siendo cada valor de aprendizaje local unitario $\beta_q(p)$, variando p de M a M+m-1, evaluado sucesivamente por

$$\beta_q(p) = \beta_q(p-1) + g(\beta_q(p) - \beta_q(p-1)) \quad (E7)$$

siendo dicho valor de aprendizaje local unitario $\beta_q(M-1)$ igual a la última evaluación del citado valor de aprendizaje local β_q conocido al principio de la citada etapa de aprendizaje lento,

siendo g un coeficiente de filtración.

11. Procedimiento según la reivindicación 10 y una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, caracterizado porque comprende una llamada etapa de aprendizaje rápido y, después de concluir dicha etapa de aprendizaje rápido, al menos una llamada etapa de aprendizaje lento.

12. Procedimiento según la reivindicación 8, caracterizado porque dicho margen de calibración P_c está constituido por regímenes N del citado motor comprendidos entre 3000 rev/min y 3500 rev/min.

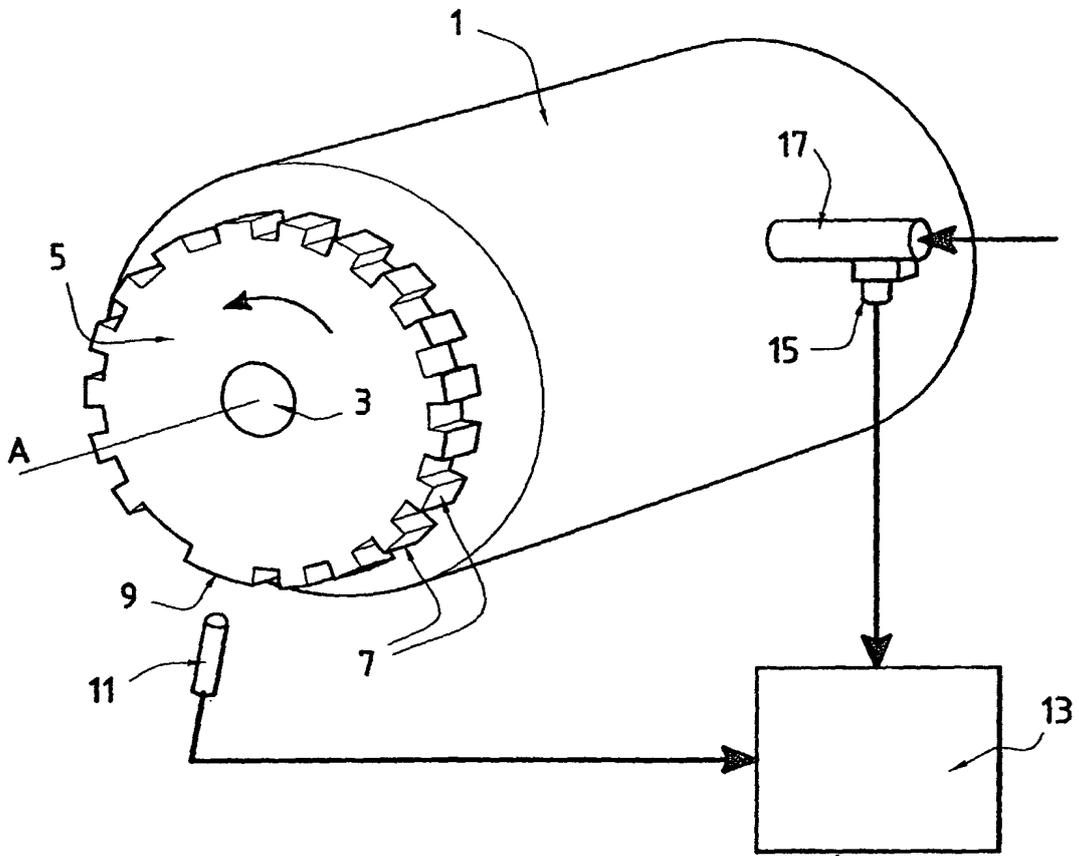


FIG.1

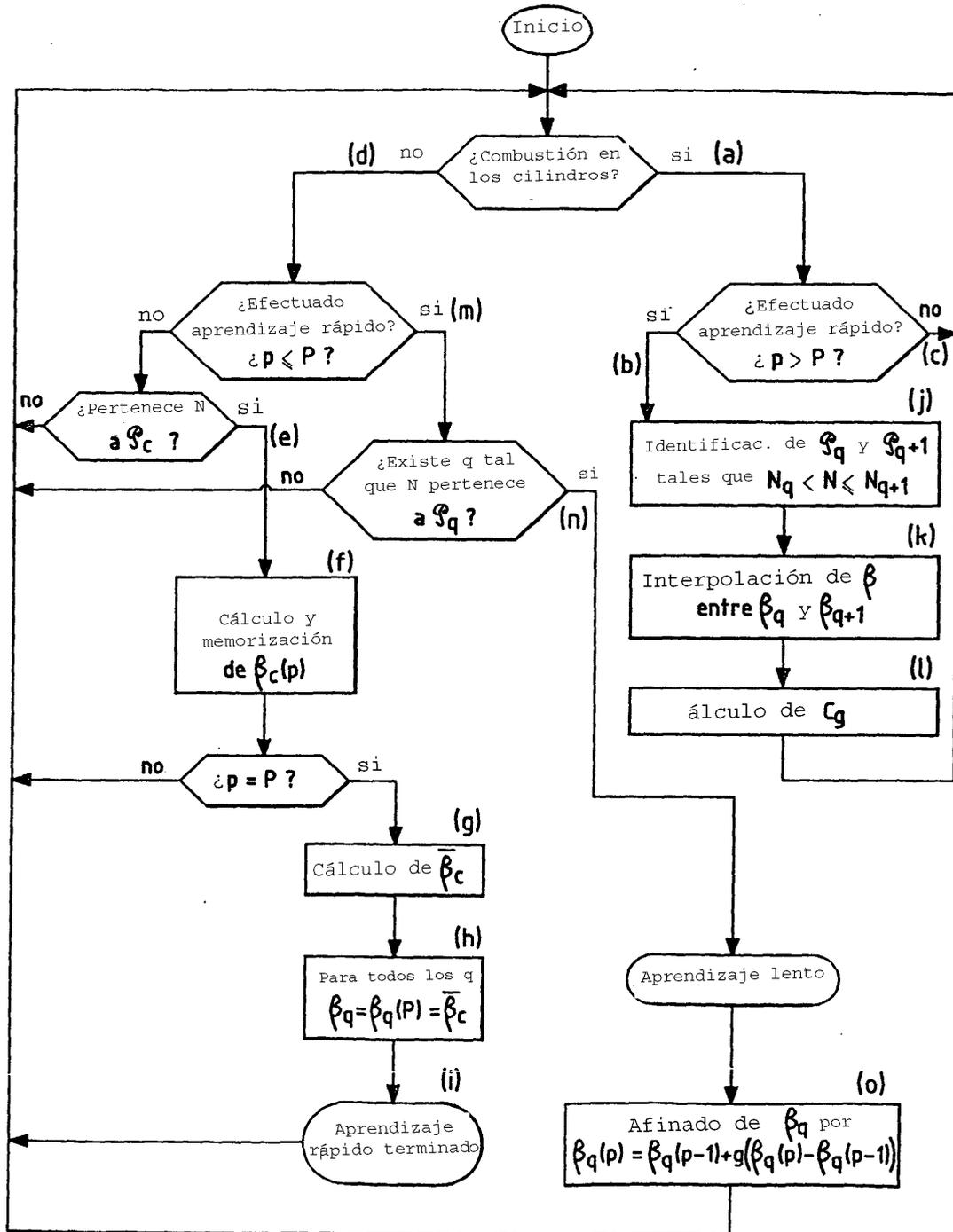


FIG.2