

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 651 090**

51 Int. Cl.:

F02D 41/00 (2006.01)

F02D 41/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.01.2011 PCT/FR2011/050152**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.09.2011 WO11104450**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.01.2011 E 11706875 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.11.2017 EP 2539567**

54 Título: **Estimación de la presión de escape de un vehículo**

30 Prioridad:

24.02.2010 FR 1051305

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

24.01.2018

73 Titular/es:

**PSA AUTOMOBILES SA (100.0%)
2-10 Boulevard de l'Europe
78300 Poissy, FR**

72 Inventor/es:

**TRELLE, FRÉDÉRIC y
QUIE, PHILIPPE**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 651 090 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

Estimación de la presión de escape de un vehículo

La invención concierne a un procedimiento de estimación de la presión de escape instantánea de un motor de vehículo.

5 La presión de escape instantánea es un parámetro que puede ser utilizado para mejorar la precisión de los modelos de estimación del llenado de aire fresco de un motor. Este estimador del llenado de aire fresco es en particular uno de los estimadores principales del control de los motores de gasolina.

10 La integración de sensores de presión en la línea de escape de un vehículo para medir la presión de escape instantánea es cara y requiere una adaptación demasiado importante de la línea de escape. Es por tanto deseable proponer una alternativa para determinar la presión de escape instantánea

El documento FR-A-2 919 388 sugiere la utilización de un modelo de presión instantánea en el escape en función de un conjunto de momentos particulares de un ciclo de funcionamiento de un motor de referencia, para un conjunto de puntos del citado motor de referencia, en un procedimiento de sobrealimentación de un motor monocilindro. Este documento sin embargo no facilita enseñanza relativa a la puesta en práctica de tal modelo.

15 El documento WO2008-024590 divulga un procedimiento de estimación de la presión de escape.

Hay por tanto necesidad de una solución que permita estimar de modo simple y eficaz la presión instantánea en el escape de un motor.

20 Para esto, la invención propone un procedimiento de estimación de la presión de escape instantánea de un motor de vehículo, estando unido el motor a un colector de escape, comprendiendo el vehículo al menos un árbol de levas que manda válvulas de admisión y de escape, caracterizado por que el procedimiento comprende las etapas de determinación de un régimen del motor y de un llenado total de gas en el escape; de cálculo de relaciones de presión intermedias a partir de cartografías que tienen como entradas el régimen del motor y el llenado total; de cálculo de una relación de presión global por interpolación de las relaciones de presión intermedias; y de multiplicación de la relación de presión global por una presión de escape de referencia, determinando el producto de
25 la multiplicación la presión de escape instantánea, siendo dado el llenado total D por la fórmula:

$$D = k_1 \times \frac{\text{caudal}}{\rho_0 \times V_0 \times N \times \text{Nbr_cyl}} \times \sqrt{\frac{T_0}{T_{\text{ech}}}} \times \frac{P_0}{P_{\text{atm}}}$$

con caudal = caudal_{ech} para un motor atmosférico o susceptible de ser sobrealimentado, o caudal = caudal_{turbina} = caudal_{ech} - caudal_{wastegate}, siendo el motor sobrealimentado;

y con:

30 caudal_{ech}: caudal de escape total en [kg/s]:

$$\text{caudal}_{\text{ech}} = \text{caudal}_{\text{aire_fresco}} + \text{caudal}_{\text{aire_barrido}} + \text{caudal}_{\text{gasolina}} - \text{caudal}_{\text{EGR}} + \text{caudal}_{\text{IAE}}$$

caudal_{aire_fresco}: caudal de aire fresco obtenido del llenado de aire fresco en [kg/s],

caudal_{aire_barrido}: caudal de aire fresco barrido de la admisión hacia el escape en [kg/s],

caudal_{gasolina}: caudal de gasolina inyectado en [kg/s],

35 caudal_{EGR}: caudal de EGR en [kg/s],

caudal_{IAE}: caudal de IAE en [kg/s],

caudal_{turbina}: caudal total que pasa por la turbina en [kg/s],

caudal_{wastegate}: caudal de aire que pasa por la wastegate en [kg/s],

Nbr_cyl: número de cilindros del motor térmico,

40 ρ_0 : masa volúmica de normalización en [kg/m³],

V₀: volumen de normalización: cilindrada unitaria del motor en [m³],

T_{ech}: temperatura de escape en el colector en [K],

T₀: temperatura de normalización en [K],

P_0 : presión de normalización en [Pa],

P_{atmo} : presión atmosférica en [Pa],

N: régimen del motor en [r.p.m.],

k_1 : coeficiente de conversión de unidad. $k_1 = 120$.

- 5 De acuerdo con la invención las relaciones de presión intermedias establecidas a la salida de las cartografías son las relaciones de presión para posiciones predeterminadas de las válvulas de admisión o de escape.

De acuerdo con una variante, las posiciones predeterminadas de las válvulas son una posición mínima, una posición media, y una posición máxima de apertura de las válvulas de admisión, y una posición mínima, una posición media y una posición máxima de cierre de las válvulas de escape.

- 10 De acuerdo con una variante, la interpolación es función de un valor objetivo de apertura de válvula de admisión predeterminado y de un valor objetivo de cierre de válvula de escape predeterminado.

- De acuerdo con una variante, la interpolación va precedida de las etapas de determinación de las dos posiciones predeterminadas de las válvulas de escape próximas al valor objetivo de cierre; de determinación de las dos posiciones predeterminadas de las válvulas de admisión próximas al valor objetivo de apertura; y de interpolación lineal entre dos relaciones de presión intermedias de las dos posiciones predeterminadas de las válvulas de escape próximas al valor objetivo de cierre y de las dos posiciones predeterminadas de las válvulas de admisión próximas al valor objetivo de apertura.
- 15

- Obsérvese que se entiende por « wastegate » una válvula colocada aguas arriba de la turbina y que permite la derivación de una parte de los gases de escape que van a la turbina. Esto tiene por efecto disminuir la energía transmitida a la turbina y por tanto de disminuir la presión de aire de sobrealimentación.
- 20

De acuerdo con una variante, la presión de escape de referencia es igual a la presión de escape media evaluada en un ciclo del motor: en el colector, siendo el motor atmosférico o después una turbina, siendo el motor sobrealimentado.

- 25 La invención se refiere también a un procedimiento de estimación de llenado de aire fresco de un motor de vehículo en función de la presión de escape instantánea, siendo estimada la presión de escape instantánea según el procedimiento anteriormente descrito.

- La invención se refiere también a una línea de escape de los gases de escape de un motor, caracterizada por que la línea comprende una memoria que contiene las cartografías que tienen como entradas el régimen del motor y el llenado total, y un calculador para estimar la presión de escape instantánea de acuerdo con el procedimiento anteriormente descrito.
- 30

La invención se refiere también a un vehículo caracterizado por que el mismo comprende un motor y, a la salida del motor, una línea de escape tal como la descrita anteriormente.

- Otras características y ventajas de la invención se pondrán de manifiesto en la lectura de la descripción detallada que sigue de los modos de realización de la invención, dados únicamente a título de ejemplo y en referencia a los dibujos que muestran figuras 1 a 9 de los gráficos de cálculo.
- 35

- La invención propone un procedimiento simple y eficaz de estimación de la presión de escape instantánea de un motor de vehículo. De manera conocida, el motor está unido a un colector de escape. El vehículo es de manera general cualquier vehículo motorizado. En particular, el motor puede ser un motor térmico de gasolina. El motor puede ser sobrealimentado o atmosférico. El motor puede tener tres, cuatro o seis cilindros, o cualquier otro número de cilindros. El vehículo comprende al menos un árbol de levas que manda válvulas de admisión y de escape. El vehículo puede comprender un árbol de levas para válvulas de admisión y un árbol de levas para válvulas de escape, o un solo árbol que realice las dos funciones. El vehículo puede igualmente comprender o no un desfasador de árbol de levas, en la admisión y/o el escape. El vehículo puede incluir o no un dispositivo de EGR (acrónimo del inglés « Exhaust Gas Recirculation », es decir recirculación de los gases de escape) y/o un dispositivo de IAE (acrónimo de « Inyección de Aire en el Escape »).
- 40
- 45

Se va a describir ahora el procedimiento a través de un ejemplo particular de puesta en práctica. Se entiende que las diferentes características del ejemplo pueden ser combinadas independientemente una de otra en el ejemplo general.

- 50 El procedimiento comprende determinar la presión de escape instantánea $P_{instantánea}$ por el producto de la multiplicación de una relación de presión global R_p por una presión de escape de referencia $P_{referencia}$. Se puede por tanto estimar $P_{instantánea}$ en Pascales en función de $P_{referencia}$ por la ecuación general:

$$P_{instantánea} = P_{referencia} \times R_p$$

La presión de escape de referencia $P_{\text{referencia}}$ puede ser igual a la presión de escape media evaluada en un ciclo del motor. La evaluación puede ser efectuada en el colector para una aplicación atmosférica, o después de una turbina para una aplicación sobrealimentada. En este caso, para un motor atmosférico, $P_{\text{referencia}}$ es evaluada sistemáticamente en el colector. Para un motor igualmente adaptado para ser utilizado en una aplicación sobrealimentada, $P_{\text{referencia}}$ es evaluada en la turbina de sobrealimentación. Para mayor precisión pueden utilizarse además diferentes modelos teóricos conocidos, que facilitan $P_{\text{referencia}}$ en función de la presión exterior y de estas evaluaciones.

R_p designa la relación de presión global y no tiene dimensión. R_p es calculado por interpolación de relaciones de presión intermedias $R_{p_{x,y}}$ que constituyen intermedias de cálculo. Estas relaciones de presión intermedias $R_{p_{x,y}}$ son a su vez calculadas a partir de cartografías, que pueden ser predeterminadas. Estas cartografías pueden tener como entradas, en un instante dado, el régimen N del motor y el llenado D total de gas en el escape normalizado en temperatura de escape y en presión atmosférica en este instante. El llenado de aire fresco es una relación de masa que permite determinar al cierre de las válvulas de admisión la cantidad de aire fresco presente en la cámara de combustión del motor.

De acuerdo con el procedimiento del ejemplo, si se determina el régimen del motor N y el llenado total D en un instante dado, se puede determinar entonces las $R_{p_{x,y}}$ a partir de las cartografías y así calcular $P_{\text{instantánea}}$. Tal procedimiento es por tanto particularmente simple de poner en práctica y consume por consiguiente pocos recursos de procesador.

La etapa de interpolación permite afinar el resultado implicando en la multiplicación varios valores establecidos a la salida de las cartografías. El procedimiento permite también una estimación eficaz y precisa de la presión de escape instantánea.

De manera general, las cartografías son establecidas de manera conocida por ensayos. En particular, para cada par de entradas (N , D) para el cual se desea informar la cartografía, se pueden por ejemplo realizar una o varias mediciones de la presión instantánea. Estas mediciones de presión se pueden realizar haciendo variar parámetros, como por ejemplo la presión atmosférica, la temperatura de escape, la apertura de las válvulas de admisión, el cierre de las válvulas de escape, y, de manera general, cualquier parámetro susceptible de influir en la presión instantánea y en la carga del vehículo y/o fijando algunos de estos mismos parámetros. Se puede entonces promediar los resultados. La medición puede hacerse por un sensor del que está provisto el vehículo de prueba con fines de establecimiento de la cartografía. Sea una aplicación sobrealimentada o atmosférica, la medición de la presión de escape instantánea, se hace en los dos casos a nivel de una cánula de escape del colector de escape.

En el ejemplo, los parámetros de entrada de las cartografías son el llenado total normalizado y el régimen del motor. Alternativamente se pueden tomar otros parámetros de entrada de las cartografías. Se pueden elegir los intervalos de valores de los parámetros en los cuales se establecen las cartografías en función de las condiciones previstas de utilización del motor. Por ejemplo, se puede amentar la finura en los intervalos de valores más habituales. Se optimiza así el espacio de memoria que ocupa la cartografía.

El régimen del motor puede ser dado en número de revoluciones por minuto. El mismo constituye una primera entrada de las cartografías. El llenado D total de gas en el escape normalizado en temperatura de escape y en presión atmosférica puede venir dado por la fórmula:

$$D = k_1 \times \frac{\text{caudal}}{\rho_0 \times V_0 \times N \times N_{\text{br_cyl}}} \times \sqrt{\frac{T_0}{T_{\text{ech}}}} \times \frac{P_0}{P_{\text{atmo}}}$$

con $\text{caudal} = \text{caudal}_{\text{ech}}$; para un motor atmosférico o susceptible de ser sobrealimentado, o $\text{caudal} = \text{caudal}_{\text{turbina}} = \text{caudal}_{\text{ech}} - \text{caudal}_{\text{wastegate}}$, para un motor exclusivamente sobrealimentado, en el que la fórmula da entonces el llenado total que pasa por la turbina.

En esta fórmula, se tiene:

$\text{caudal}_{\text{esc}} =$ caudal de escape total en [kg/s]:

$\text{caudal}_{\text{ech}} = \text{caudal}_{\text{aire_fresco}} + \text{caudal}_{\text{aire_barrido}} + \text{caudal}_{\text{gasolina}} - \text{caudal}_{\text{EGR}} + \text{caudal}_{\text{IAE}}$

$\text{caudal}_{\text{aire_fresco}}$: caudal de aire fresco obtenido del llenado de aire fresco en [kg/s],

$\text{caudal}_{\text{aire_barrido}}$: caudal de aire fresco barrido de la admisión hacia el escape en [kg/s],

$\text{caudal}_{\text{gasolina}}$: caudal de gasolina inyectado en [kg/s],

$\text{caudal}_{\text{EGR}}$: caudal de EGR en [kg/s],

$\text{caudal}_{\text{IAE}}$: caudal de IAE en [kg/s],

$\text{caudal}_{\text{turbina}}$: caudal total que pasa por la turbina en [kg/s],

caudal_{wastegate}: caudal de aire que pasa por la « wastegate » en [kg/s],

Nbr_cyl: número de cilindros del motor térmico,

ρ_0 : masa volúmica de normalización en [kg/m³],

V₀: volumen de normalización: cilindrada unitaria del motor en [m³],

5 T_{ech}: temperatura de escape en el colector en [K],

T₀: temperatura de normalización en [K] (ejemplo. 273,15 K),

P₀: presión de normalización en [Pa], (ejemplo:101300 Pa),

P_{atmo}: presión atmosférica en [Pa],

N: régimen del motor en [r.p.m.],

10 k₁: coeficiente de conversión de unidad. k₁ = 120.

El llenado total constituye la segunda entrada de las cartografías. Esta fórmula del llenado total permite tener en cuenta efectos del caudal, de la temperatura y de la presión. El caudal es calculado de manera diferente según el tipo de motor, atmosférico o sobrealimentado por un lado y exclusivamente sobrealimentado por otro. Las normalizaciones de los diferentes parámetros que aparecen en la fórmula permiten abarcar mejor la porción del valor de estos parámetros que hace variar la presión de escape instantánea. Asimismo, la división del caudal por el régimen del motor N permite distinguir mejor el efecto del llenado del efecto del régimen del motor, ya tendido en cuenta en la primera entrada. Una segunda entrada según tal fórmula es a la vez simple de obtener y de menor correlación con la primera entrada. Esto permite a las cartografías ocupar menos espacio de memoria y así ser más cortas de obtener.

15 En el ejemplo, las relaciones de presión intermedias establecidas a la salida de las cartografías son las relaciones de presión para posiciones predeterminadas de las válvulas de admisión o de escape. Así, se pueden establecer las cartografías según el procedimiento mencionado anteriormente fijando las válvulas de admisión y/o las válvulas de escape en posiciones predeterminadas. Las cartografías informan por tanto sobre la presión de escape para posiciones predeterminadas de las válvulas. Puede haber tantas cartografías como pares de posiciones predeterminadas de las válvulas de admisión y de las válvulas de escape.

Por ejemplo, las posiciones predeterminadas de las válvulas pueden ser una posición mínima OA_{MIN}, una posición media OA_{MID}, y una posición máxima OA_{MAX} de apertura de las válvulas de admisión, y una posición mínima FE_{MIN}, una posición media FE_{MID}, y una posición máxima FE_{MAX} de cierre de las válvulas de escape.

20 OA_{MAX}, OA_{MIN}, FE_{MAX}, FE_{MIN} representan los valores de los extremos del intervalo de las OA y FE. Las posiciones de OA_{MID} y FE_{MID} no están forzosamente a media distancia del intervalo de los OA y FE.

Se pueden establecer entonces nueve cartografías que dan, cada una, una relación de presión intermedia Rp_{x,y} correspondiente a los pares (FE_x, OA_y) y representados por los puntos de la figura 1.

25 De manera general, cuanto más cartografías haya, mejor es la precisión de estimación, pero más espacio de memoria y recursos de procesador se consumen durante la estimación. Las posiciones predeterminadas de las válvulas anteriores ofrecen un buen compromiso entre precisión de estimación y eficacia del procedimiento.

La interpolación puede ser entonces función de un valor objetivo de apertura OA de válvula de admisión predeterminado y de un valor objetivo FE de cierre de válvula de escape predeterminado. Esto permite estimar la presión de escape en un punto del ciclo del motor. La elección de los valores objetivo depende de la aplicación hecha de la estimación de la presión de escape instantánea. El punto de ciclo predeterminado por el par (FE, OA) puede ser definido por la posición de un árbol de levas de admisión (VVT adm) y de un árbol de levas de escape (VVT ech).

30 Tal procedimiento encuentra una utilidad particular para los motores térmicos de gasolina provistos de desfasadores de árboles de levas y en los cuales se desea efectuar cruce de válvulas. En tal aplicación, se tiene en efecto necesidad de la presión de escape instantánea estimada en puntos de ciclo particulares.

45 De manera general, puede utilizarse cualquier función de interpolación. Por ejemplo, pueden utilizarse interpolaciones polinómicas de diferentes grados. En el ejemplo, la interpolación se hace linealmente. Una interpolación lineal ofrece resultados satisfactorios al consumir muy pocos recursos de procesador. En líneas generales, la interpolación puede ir precedida por ejemplo de las etapas de determinación de las dos posiciones predeterminadas de las válvulas de escape próximas al valor objetivo de cierre; determinación de las dos posiciones predeterminadas de las válvulas de admisión próximas al valor objetivo de apertura; e interpolación lineal entre las relaciones de presión intermedias de las dos posiciones predeterminadas de las válvulas de escape próximas al

valor objetivo de cierre y de las dos posiciones predeterminadas de las válvulas de admisión próximas al valor objetivo de apertura.

5 Para un punto (FE, OA) objetivo, se estima así la relación de presión global Rp interpolando las relaciones de presión intermedias $R_{p_{x,y}}$ correspondientes a los cuatro puntos (FE_x, OA_y) más próximos a (FE, OA). Cada uno de los $R_{p_{x,y}}$ es calculado a partir de las cuatro cartografías correspondientes a los puntos (FE_x, OA_y), introduciendo el régimen del motor N y el llenado total D en las cartografías.

Se presenta ahora un ejemplo detallado de tal interpolación lineal. En un primer tiempo, se compara FE con las posiciones predeterminadas de las válvulas de escape FE_{MIN}, FE_{MID} y FE_{MAX}.

10 Si FE_{MIN} < FE ≤ FE_{MID}, como está representado en líneas de puntos en la figura 2, se calcula Rp en un segundo tiempo por la fórmula:

$$R_p = R_{p_{FE_{mid}}} + k_{FE_1} \times (R_{p_{FE_{min}}} - R_{p_{FE_{mid}}})$$

Con

$$k_{FE_1} = \min\left(1; \max\left(0; \frac{FE_{MID} - FE}{FE_{MID} - FE_{MIN}}\right)\right), \quad k_{FE_1} \in [0; 1]$$

lo que implica especialmente que:

15 Cuando FE = FE_{MID} : k_{FE_1} = 0 y por tanto Rp = Rp_{FE_{mid}}

Cuando FE = FE_{MIN} : k_{FE_1} = 1 y por tanto Rp = Rp_{FE_{min}}

Si por el contrario FE_{MID} ≤ FE ≤ FE_{MAX}, como está representado en línea de puntos en la figura 3, entonces se calcula Rp por la fórmula:

$$R_p = R_{p_{FE_{max}}} + k_{FE_2} \times (R_{p_{FE_{mid}}} - R_{p_{FE_{max}}})$$

20 Con

$$k_{FE_2} = \min\left(1; \max\left(0; \frac{FE_{MAX} - FE}{FE_{MAX} - FE_{MID}}\right)\right), \quad k_{FE_2} \in [0; 1]$$

lo que implica especialmente que:

Cuando FE = FE_{MAX} : k_{FE_2} = 0 y por tanto Rp = Rp_{FE_{max}}

Cuando FE = FE_{MID} : k_{FE_2} = 1 y por tanto Rp = Rp_{FE_{mid}}

25 Los diferentes valores Rp_{FE_{min}}, Rp_{FE_{mid}}, y Rp_{FE_{max}} son un estimación de la relación de presión global para intervalos de puntos (FE, OA) donde FE está respectivamente fijado en FE_{MIN}, FE_{MID}, y FE_{MAX} y OA varía entre OA_{MIN} y OA_{MAX} para cada uno de los tres valores fijados de FE. Rp_{FE_{min}}, Rp_{FE_{mid}} y Rp_{FE_{max}} vienen dados por interpolación lineal después de comparación de OA con las posiciones predeterminadas de las válvulas de admisión OA_{MIN}, OA_{MID} y OA_{MAX}.

30 Así, Rp_{FE_{min}} es una estimación de la relación de presión global para los intervalos en líneas de puntos de las figuras 4 y 5 para posiciones de árbol de levas de escape mínimas.

Si FE = FE_{MIN} y OA_{MIN} ≤ OA ≤ OA_{MID} (en línea de puntos en la figura 4), se calcula

$$R_{p_{FE_{min}}} = R_{p_{MID_MIN}} + k_{OA_1} \times (R_{p_{MIN_MIN}} - R_{p_{MID_MIN}})$$

Con

35
$$k_{OA_1} = \min\left(1; \max\left(0; \frac{OA_{MID} - OA}{OA_{MID} - OA_{MIN}}\right)\right), \quad k_{OA_1} \in [0; 1]$$

lo que implica:

Cuando OA = OA_{MID} : k_{OA_1} = 0 y por tanto Rp_{FE_{min}} = Rp_{MID_{MIN}}

Cuando OA = OA_{MIN} : k_{OA_1} = 1 y por tanto Rp_{FE_{min}} = Rp_{MIN_{MIN}}

40 Por el contrario, si FE = FE_{MIN} y OA_{MID} ≤ OA ≤ OA_{MAX} (en líneas de puntos en la figura 5), se calcula Rp_{FE_{min}} = Rp_{MAX_{MIN}} + k_{OA_2} × (Rp_{MID_{MIN}} - Rp_{MAX_{MIN}}).

Con $k_{OA_2} = \min\left(1; \max\left(0; \frac{OA_{MAX} - OA}{OA_{MAX} - OA_{MID}}\right)\right)$, $k_{OA_2} \in [0; 1]$

Lo que implica

Cuando $OA = OA_{MAX}$: $k_{OA_2} = 0$ y por tanto $Rp_{FEmin} = Rp_{MAX_MIN}$

Cuando $OA = OA_{MID}$: $k_{OA_2} = 1$ y por tanto $Rp_{FEmin} = Rp_{MID_MIN}$

- 5 Rp_{FEmid} es una estimación de la relación de presión global para los intervalos en líneas de puntos de las figuras 6 y 7 para posiciones de árbol de levas de escape medias.

En este caso, se determina la relación de presión « Rp_{FEmid} » en los dos casos posibles:

Si $FE = FE_{MID}$ y $OA_{MIN} \leq OA \leq OA_{MID}$ (en línea de puntos en la figura 6), se calcula

$Rp_{FEmid} = Rp_{MID_MID} + k_{OA_1} \times (Rp_{MIN_MID} - Rp_{MID_MID})$ lo que implica

- 10 Cuando $OA = OA_{MID}$: $k_{OA_1} = 0$ y por tanto $Rp_{FEmid} = Rp_{MID_MID}$

Cuando $OA = OA_{MIN}$: $k_{OA_1} = 1$ y por tanto $Rp_{FEmid} = Rp_{MIN_MID}$

Por el contrario, si $FE = FE_{MID}$ y $OA_{MID} \leq OA \leq OA_{MAX}$, (en línea de puntos en la figura 7), se calcula $Rp_{FEmid} = Rp_{MAX_MID} + k_{OA_2} \times (Rp_{MID_MID} - Rp_{MAX_MID})$

Lo que implica

- 15 Cuando $OA = OA_{MAX}$: $k_{OA_2} = 0$ y por tanto $Rp_{FEmid} = Rp_{MAX_MID}$

Cuando $OA = OA_{MID}$: $k_{OA_2} = 1$ y por tanto $Rp_{FEmid} = Rp_{MID_MID}$

Rp_{FEmax} es una estimación de la relación de presión global para los intervalos en líneas de puntos de las figuras 8 y 9 para posiciones de árbol de levas de escape máximas.

En este caso, se determina la relación de presión « Rp_{FEmax} » en los dos casos posibles:

- 20 Si $FE = FE_{MAX}$ y $OA_{MIN} \leq OA \leq OA_{MID}$ (en línea de puntos en la figura 8), se calcula

$Rp_{FEmax} = Rp_{MID_MAX} + k_{OA_1} \times (Rp_{MIN_MAX} - Rp_{MID_MAX})$

Cuando $OA = OA_{MID}$: $k_{OA_1} = 0$ y por tanto $Rp_{FEmax} = Rp_{MID_MAX}$

Cuando $OA = OA_{MIN}$: $k_{OA_1} = 1$ y por tanto $Rp_{FEmax} = Rp_{MIN_MAX}$

Por el contrario, si $FE = FE_{MAX}$ y $OA_{MID} \leq OA \leq OA_{MAX}$, (en línea de puntos en la figura 9),

- 25 $Rp_{FEmax} = Rp_{MAX_MAX} + k_{OA_2} \times (Rp_{MID_MAX} - Rp_{MAX_MAX})$

lo que implica:

Cuando $OA = OA_{MAX}$: $k_{OA_2} = 0$ y por tanto $Rp_{FEmax} = Rp_{MAX_MAX}$

Cuando $OA = OA_{MID}$: $k_{OA_2} = 1$ y por tanto $Rp_{FEmax} = Rp_{MID_MAX}$

- 30 Se puede poner en práctica el procedimiento de estimación anteriormente descrito en un procedimiento de estimación de llenado de aire fresco de un motor de vehículo en función de la presión de escape instantánea, siendo estimada la presión de escape instantánea según el procedimiento. El estimador puede ser utilizado igualmente para otras utilidades que el modelo de estimación de llenado de aire fresco en función de la manera en que el mismo esté calibrado.

- 35 Una línea de escape de los gases de escape de un motor puede comprender una memoria que contenga las cartografías que tienen como entradas el régimen del motor y el llenado total, y un calculador para estimar la presión de escape instantánea de acuerdo con el procedimiento anteriormente descrito. El calculador puede comprender un procesador en unión con un soporte que comprende instrucciones para la puesta en práctica del procedimiento de estimación descrito.

- 40 Tal línea puede ser puesta en práctica a la salida de un motor de vehículo, en particular un motor térmico de gasolina, opcionalmente provisto de un desfasador de árbol de levas. Tal vehículo está particularmente adaptado para la puesta en práctica del cruce de válvulas.

La fórmula general $P_{\text{instantánea}} = P_{\text{referencia}} \times R_p$ propuesta para evaluar la presión de escape instantánea permite dissociar la influencia de $P_{\text{referencia}}$ por un lado y del par (régimen del motor, llenado total) por el otro. Las cartografías son así menos largas de establecer y además ocupar menos espacio de memoria.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de estimación de la presión de escape instantánea de un motor de vehículo, estando unido el motor a un colector de escape, comprendiendo el vehículo al menos un árbol de levas que manda válvulas de admisión y de escape, caracterizado por que el procedimiento comprende las etapas de:

- 5 - determinación de un régimen del motor y de un llenado total de gas en el escape;
- cálculo de relaciones de presión intermedias a partir de cartografías que tienen como entradas el régimen del motor y el llenado total, siendo las relaciones de presión intermedias establecidas a la salida de las cartografías las relaciones de presión para posiciones predeterminadas de las válvulas de admisión o de escape;
- cálculo de una relación de presión global por interpolación de las relaciones de presión intermedias, y
- 10 - multiplicación de la relación de presión global por una presión de escape de referencia, determinando el producto de la multiplicación la presión de escape instantánea,

siendo dado el llenado total D por la fórmula:

$$D = k_1 \times \frac{\text{caudal}}{\rho_0 \times V_0 \times N \times \text{Nbr_cyl}} \times \sqrt{\frac{T_0}{T_{\text{ech}}}} \times \frac{P_0}{P_{\text{atmo}}}$$

- 15 con caudal = caudal_{ech} para un motor atmosférico o susceptible de ser sobrealimentado, o caudal = caudal_{turbina} = caudal_{ech} - caudal_{wastegate}, siendo el motor sobrealimentado

y con:

caudal_{ech}: caudal de escape total en [kg/s]:

$$\text{caudal}_{\text{ech}} = \text{caudal}_{\text{aire_fresco}} + \text{caudal}_{\text{aire-barrido}} + \text{caudal}_{\text{gasolina}} - \text{caudal}_{\text{EGR}} + \text{caudal}_{\text{IAE}}$$

caudal_{aire_fresco}: caudal de aire fresco obtenido del llenado de aire fresco en [kg/s],

- 20 caudal_{aire_barrido}: caudal de aire fresco barrido de la admisión hacia el escape en [kg/s],

caudal_{gasolina}: caudal de gasolina inyectado en [kg/s],

caudal_{EGR}: caudal de EGR en [kg/s],

caudal_{IAE}: caudal de IAE en [kg/s],

caudal_{turbina}: caudal total que pasa por la turbina en [kg/s]´

- 25 caudal_{wastegate}: caudal de aire que pasa por la wastegate en [kg/s],

Nbr_cyl: número de cilindros del motor térmico,

ρ₀: masa volúmica de normalización en [kg/m³],

V₀: volumen de normalización: cilindrada unitaria del motor en [m³],

T_{ech}: temperatura de escape en el colector en [K],

- 30 T₀: temperatura de normalización en [K],

P₀: presión de normalización en [Pa],

P_{atmo}: presión atmosférica en [Pa],

N: régimen del motor en [r.p.m.],

k₁: coeficiente de conversión de unidad.

- 35 2. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que las posiciones predeterminadas de las válvulas son una posición mínima, una posición media, y una posición máxima de apertura de las válvulas de admisión, y una posición mínima, una posición media, y una posición máxima de cierre de las válvulas de escape.

- 40 3. El procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado por que la interpolación es función de un valor objetivo de apertura de válvula de admisión predeterminado y de un valor objetivo de cierre de válvula de escape predeterminado.

- 5 4. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 3, caracterizado por que la interpolación va precedida de las etapas de: determinación de las dos posiciones predeterminadas de las válvulas de escape próximas al valor objetivo de cierre; determinación de las dos posiciones predeterminadas de las válvulas de admisión próximas al valor objetivo de apertura; y de interpolación lineal entre las relaciones de presión intermedias de las dos posiciones predeterminadas de las válvulas de escape próximas al valor objetivo de cierre y de las dos posiciones predeterminadas de las válvulas de admisión próximas al valor objetivo de apertura.
5. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que la presión de escape de referencia ($P_{\text{referencia}}$) es igual a la presión de escape media evaluada en un ciclo del motor en el colector, o después de una turbina, siendo el motor sobrealimentado.
- 10 6. Línea de escape de los gases de escape de un motor, caracterizada por que la línea comprende una memoria que contiene las cartografías que tienen como entradas el régimen y el llenado, un calculador para estimar la presión de escape instantánea según el procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5
7. Vehículo caracterizado por que el mismo comprende un motor y, a la salida del motor, una línea de escape de acuerdo con la reivindicación 6.

15

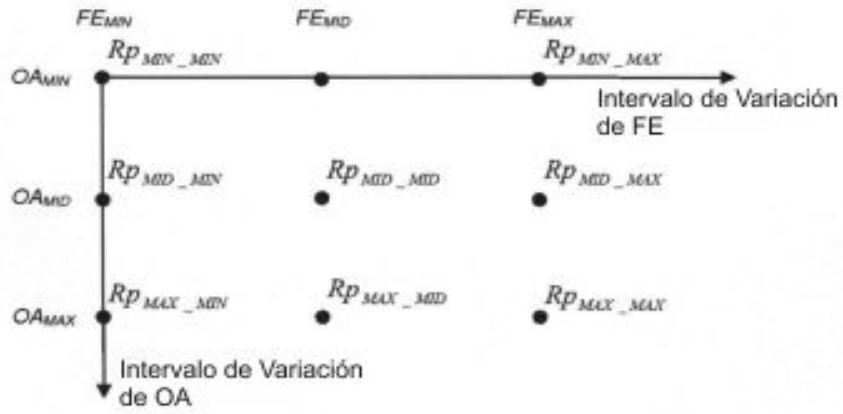


Fig. 1

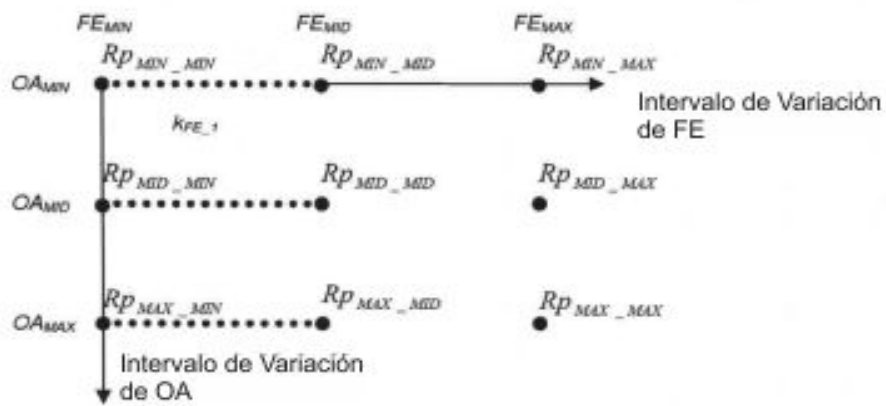


fig. 2

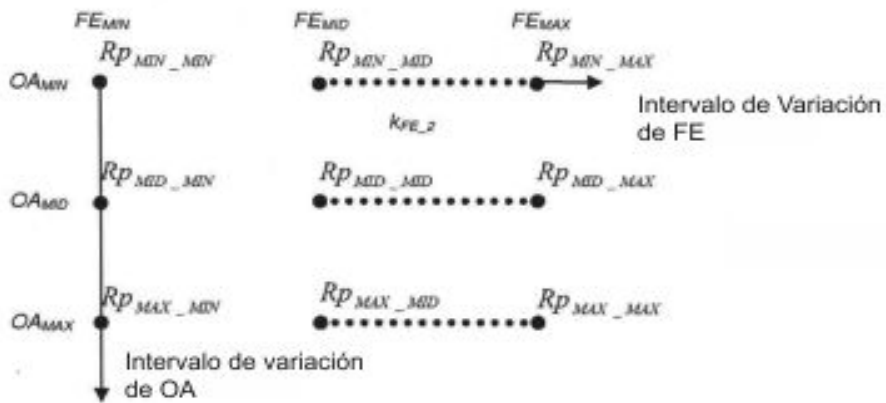


Fig. 3

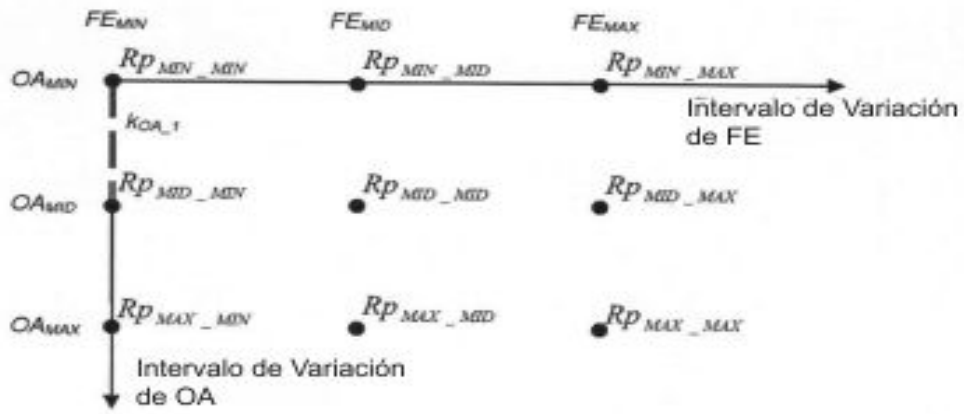


fig. 4

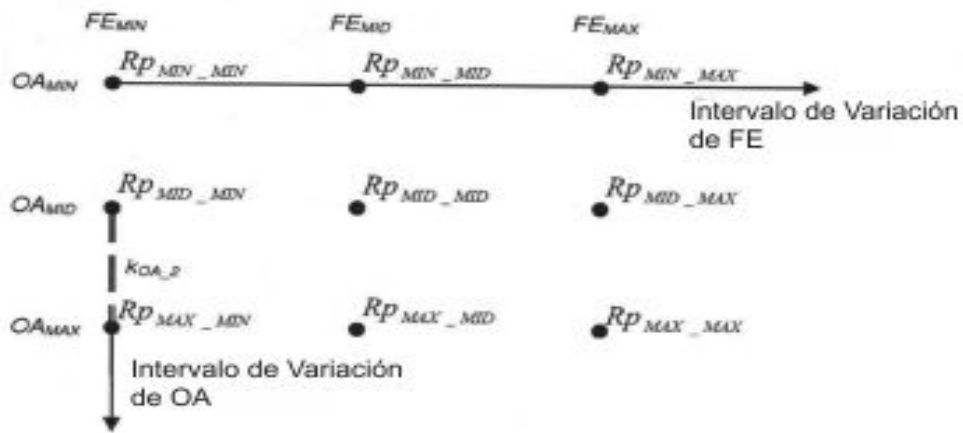


fig. 5

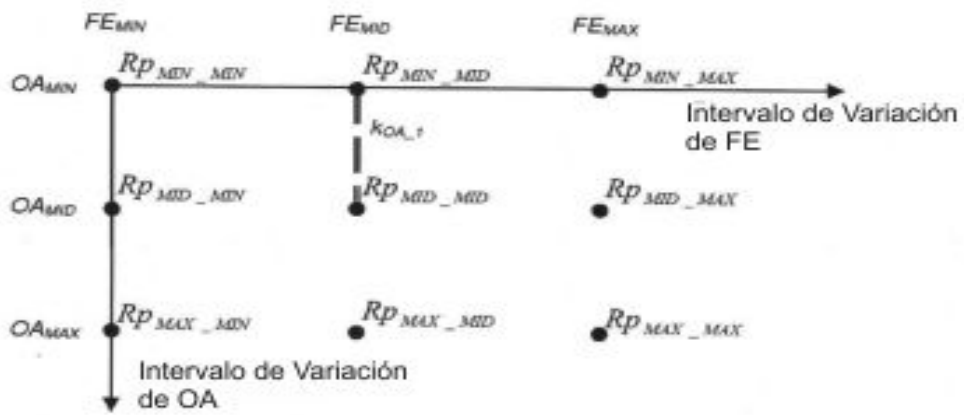


fig. 6

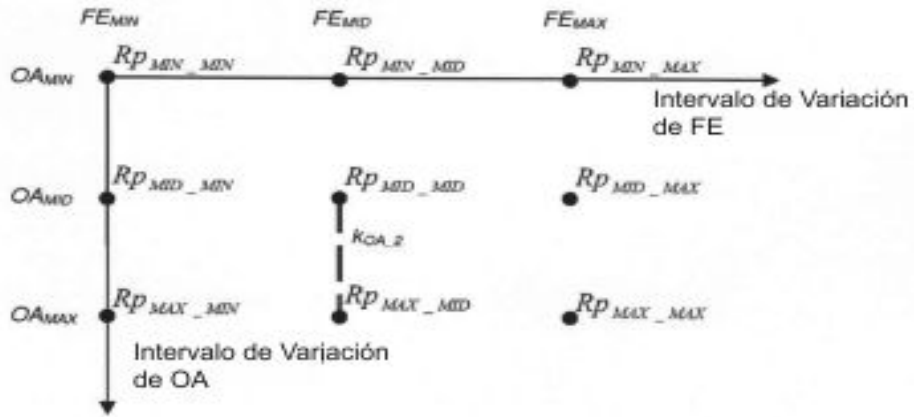


fig. 7

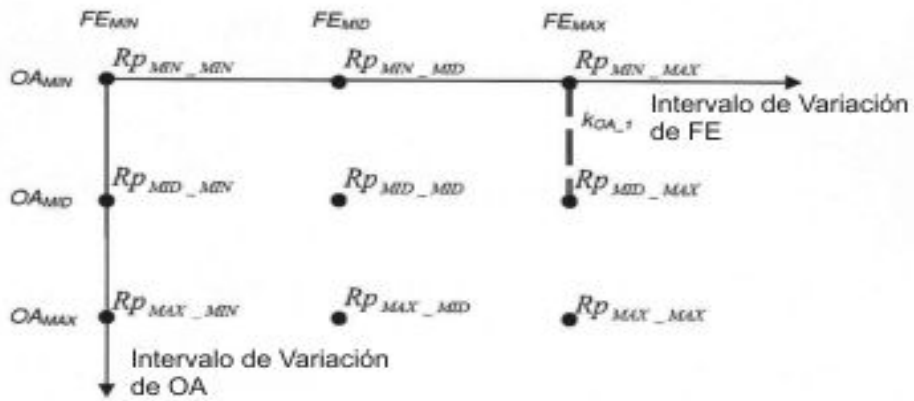


fig. 8

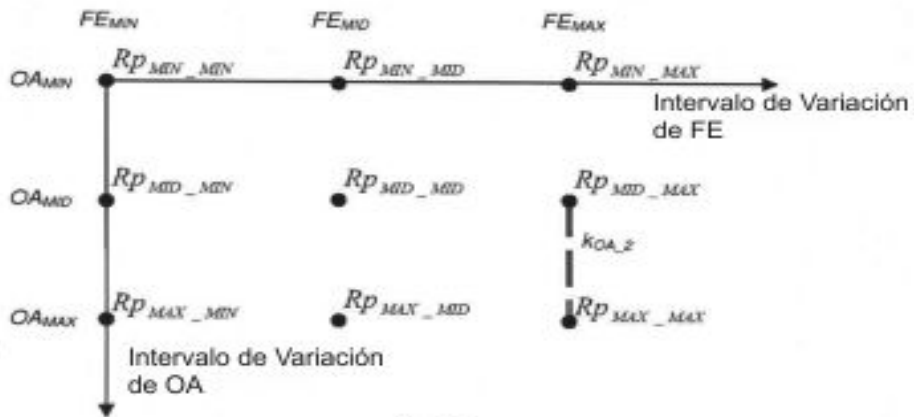


fig. 9