

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

(11) N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 553 829

(21) N° d'enregistrement national :

84 16088

(51) Int Cl⁴ : F 02 D 43/04, 41/08, 41/26; G 05 B 15/00.

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

- (22) Date de dépôt : 19 octobre 1984.
(30) Priorité : JP, 20 octobre 1983, n°s 58-196889 et 58-196890.

(71) Demandeur(s) : Société dite : HONDA GIKEN KOGYO KABUSHIKI KAISHA — JP.

- (43) Date de la mise à disposition du public de la demande : BOPI « Brevets » n° 17 du 26 avril 1985.
(60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

(72) Inventeur(s) : Takashi Koumura.

(73) Titulaire(s) :

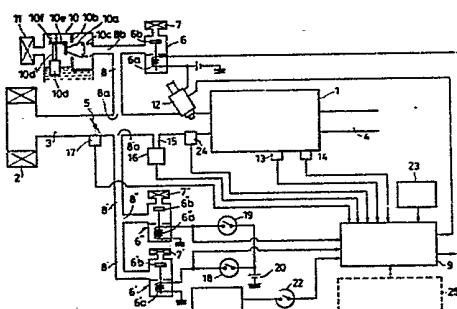
(74) Mandataire(s) : Cabinet Beau de Loménie.

- (54) Procédé de réglage d'une quantité impliquée dans le fonctionnement d'un moteur à combustion interne notamment de la quantité de carburant.

- (57) L'invention concerne le réglage de la quantité de carburant injectée dans un moteur.

Elle se rapporte à un procédé selon lequel la quantité de carburant transmise à un moteur 1 par des injecteurs 12 est réglée d'une part à partir de valeurs de consigne, déterminées initialement, et d'autre part à partir de coefficients de correction qui sont calculés en fonction des signaux d'ouverture du papillon des gaz 17, de pression 16, de température 24, 13 et de vitesse de rotation 14 qui permettent la prise en considération des conditions réelles de fonctionnement. Tous les calculs nécessaires sont exécutés par une unité électronique de calcul 9.

Application au réglage du fonctionnement des moteurs à combustion interne au ralenti.



FR 2 553 829 - A1

D

La présente invention concerne un procédé de réglage d'une quantité de manoeuvre d'un dispositif de réglage du fonctionnement d'un moteur à combustion interne, et plus précisément un procédé de ce type destiné à corriger 5 constamment et convenablement les différences entre les valeurs réelles des sections d'ouverture du papillon des gaz et des soupapes de réglage de la quantité d'air supplémentaire transmise au moteur, et les valeurs détectées des sections d'ouverture des papillon et soupapes, 10 afin que la quantité de manoeuvre du dispositif de commande du fonctionnement soit réglée avec précision à une valeur nécessaire pendant que le moteur fonctionne à faible charge, par exemple au ralenti.

On a déjà proposé, par exemple comme décrit 15 dans les demandes publiées de brevet japonais n° 58-88436 et 53-8434, la détermination d'une quantité fondamentale de manoeuvre d'un dispositif de réglage du fonctionnement du moteur, par exemple de la quantité fondamentale de carburant injecté qui doit être transmise au moteur par 20 un système de réglage de quantité de carburant transmise, une valeur fondamentale de la synchronisation de l'allumage des bougies à commander par un système de réglage de synchronisation d'allumage, et une quantité fondamentale de recirculation de gaz d'échappement destinée à être 25 commandée par un système de réglage de recirculation de gaz d'échappement, suivant la pression absolue dans la tubulure d'admission du moteur et sa vitesse de rotation, la quantité fondamentale ainsi déterminée étant alors corrigée d'après la température de l'air admis, la température de l'eau de refroidissement du moteur, etc. afin 30 qu'une quantité voulue de manoeuvre du dispositif de réglage du fonctionnement soit établie avec précision. Dans ce procédé proposé de détermination des quantités de manoeuvre du dispositif de commande du fonctionnement 35 en fonction de la pression absolue dans la tubulure d'admission et de la vitesse du moteur (parfois appelé "procédé vitesse-densité" et appelé "procédé SD" dans le présent

mémoire), lorsque le moteur fonctionne à faible charge, c'est-à-dire au ralenti, il existe une réduction de la vitesse de variation de la pression absolue dans la tubulure d'admission en fonction du temps par rapport à la vitesse de variation de la vitesse du moteur au cours du temps et des pulsations apparaissent aussi dans la pression absolue dans la tubulure d'admission, si bien que le réglage précis d'une quantité de manœuvre, par exemple une quantité de carburant, en fonction des conditions de fonctionnement du moteur, est difficile, si bien que la rotation du moteur présente une pulsation.

On a proposé la résolution de ce problème, par exemple dans la demande publiée de brevet japonais n° 52-6414, par reconnaissance du fait que le rapport PBA/PA' de la pression dans la tubulure d'admission PBA en aval du papillon des gaz à la pression dans la tubulure d'admission PA' en amont du papillon est inférieur à un rapport critique de pression (égal à 0,528) pour lequel l'air admis forme un écoulement sonique, pendant que le moteur fonctionne à faible charge, par exemple au ralenti, et du fait que la quantité d'air admis passant par le papillon des gaz ne dépend pas de la pression PBA dans la tubulure d'admission en aval du papillon ou de la pression des gaz d'échappement mais de l'ouverture du papillon. En conséquence, ce procédé détecte l'ouverture du papillon des gaz uniquement afin de détecter ainsi la quantité d'air admis pendant que le moteur fonctionne à faible charge, puis règle une quantité de manœuvre, par exemple une quantité d'injection de carburant en fonction de la valeur détectée de la quantité d'air admis.

Lorsque la détection de la quantité d'air admis, décrite précédemment, est appliquée au réglage de la quantité de carburant injecté par exemple, la quantité d'injection de carburant doit être déterminée en fonction de la vitesse du moteur ainsi que de la quantité d'air admis déterminée comme précédemment. Ceci est dû au fait que, bien que la quantité d'air admis passant par le papillon des gaz par unité de temps soit constante tant

que la section d'ouverture du papillon des gaz reste la même, la quantité d'air aspiré dans le moteur par course d'aspiration varie avec la vitesse du moteur. Ainsi, une période fondamentale T_i d'injection de carburant 5 des injecteurs est déterminée à l'aide de l'équation suivante, en vue de la transmission du carburant au moteur :

$$T_i = (K\theta + KAIC + \dots) \times M_e$$

dans laquelle $K\theta$, $KAIC$, etc. représentent des coefficients de sections d'ouverture qui sont déterminés par les sections 10 respectives d'ouverture du papillon des gaz, des soupapes de réglage de la quantité d'air supplémentaire transmise au moteur, etc. M_e représente l'intervalle compris entre des impulsions adjacentes d'un signal pulsé dont les impulsions sont créées pour des angles prédéterminés du vilebrequin, par exemple aux points morts hauts des pistons du 15 moteur, la valeur étant proportionnelle à l'inverse de la vitesse du moteur.

Lors de l'utilisation de ce procédé de détermination de la période fondamentale d'injection de carburant 20 à l'aide de l'équation donnée précédemment (appelé dans la suite "procédé KM_e "), il peut arriver que les coefficients des sections d'ouverture $K\theta$, $KAIC$, etc. ne soient pas réglés à des valeurs précises correspondant aux sections réelles d'ouverture étant donné les différences 25 de valeurs entre les sections réelles d'ouverture du papillon des gaz et des soupapes et les sections détectées d'ouverture du papillon et des soupapes correspondants, du fait des variations de caractéristiques ou d'une erreur de positionnement lors de l'installation 30 du capteur d'ouverture du papillon des gaz, ou de l'adhérence de carbone, etc., contenues dans les gaz de ventilation de carter, ou de l'atmosphère utilisée pour l'alimentation du papillon et des soupapes de réglage. En outre, en cas d'obstruction du filtre à air fixé à une extrémité 35 de l'ouverture de la tubulure d'admission à l'atmosphère, même lorsque les sections réelles d'ouverture du papillon et des soupapes sont détectées avec précision, la quantité

réelle d'air admis peut être inférieure à une quantité d'air admis détectée d'après les sections réelles d'ouverture, si bien que le mélange air-carburant est enrichi. Une mesure qui peut permettre de remédier à ces inconvénients 5 peut être l'addition d'une certaine valeur de correction de valeur fixe à la période T_i d'injection de carburant ayant la valeur fondamentale détectée par l'équation précitée, ou la soustraction d'une telle valeur de correction, lors de la fourniture des moteurs par l'usine ou 10 lors de leur entretien. Cependant, selon ce procédé, comme la période fondamentale T_i d'injection de carburant est calculée par multiplication de la somme des valeurs des coefficients des sections d'ouverture $K\theta$, KAIC, etc. par la valeur de l'intervalle de temps M_e compris entre 15 des impulsions adjacentes de passage au point mort haut, proportionnellement à l'inverse de la vitesse du moteur, la correction de la période fondamentale T_i d'injection de carburant ne peut pas être réalisée avec précision à l'aide de cette valeur de correction à des vitesses de 20 rotation du moteur autres qu'une vitesse de référence pour laquelle la valeur de correction a été déterminée.

L'invention concerne un procédé de réglage d'une quantité de manœuvre d'un dispositif de commande du fonctionnement d'un moteur à combustion interne, destiné 25 à corriger convenablement les différences entre les sections réelles d'ouverture du papillon des gaz et des soupapes de commande et les sections détectées d'ouverture du papillon et des soupapes, et ainsi à régler avec précision la quantité de manœuvre du dispositif de commande 30 du fonctionnement à une valeur qui convient à un fonctionnement à faible charge du moteur, par exemple au ralenti, afin que les caractéristiques de conduite, d'émission et de consommation de carburant du moteur soient améliorées.

L'invention concerne un procédé de réglage d'une 35 quantité de manœuvre d'un dispositif de commande du fonctionnement d'un moteur à combustion interne ayant un passage d'admission, et un dispositif de réglage de la

quantité d'air admis destinée à réguler la quantité d'air transmise au moteur par le passage d'admission, par réglage de la section d'ouverture du passage d'admission. La quantité de manœuvre est réglée aux valeurs nécessaires 5 d'après les conditions de fonctionnement du moteur, en synchronisme avec la création d'impulsions d'un signal prédéterminé de commande. Le procédé se caractérise en ce qu'il comprend les opérations suivantes : (1) la détermination du fait que le moteur fonctionne dans une condition 10 prédéterminée de faible charge ou non, (2) la détection d'une valeur de la section d'ouverture du passage d'admission, lorsqu'il a été déterminé que le moteur fonctionnait à l'état prédéterminé de faible charge, (3) la détermination d'une valeur voulue de la quantité de manœuvre 15 du dispositif de commande du fonctionnement d'après la valeur détectée de la section d'ouverture du passage d'admission, (4) la détermination d'une valeur de correction d'après la différence entre la valeur détectée de la section d'ouverture du passage d'admission et une 20 valeur réelle de cette section, (5) la correction de la valeur voulue de la quantité de manœuvre déterminée dans l'opération (3) par la valeur de correction, et (6) le réglage de la quantité de manœuvre du dispositif de commande du fonctionnement à la valeur voulue ainsi 25 corrigée.

Dans un mode de réalisation préféré, le procédé est destiné au réglage de la quantité de carburant transmise à un moteur à combustion interne qui a un passage d'admission, un papillon des gaz placé dans le passage 30 d'admission, au moins une ouverture auxiliaire de passage d'air débouchant dans le passage d'admission en aval du papillon des gaz et communiquant avec l'atmosphère, et au moins une soupape de réglage placée dans le passage auxiliaire et destinée à régler la quantité d'air supplémentaire transmise au moteur par le passage d'air auxiliaire 35 et le passage d'admission, le carburant étant transmis au moteur en quantité dépendant des conditions de fonction-

nement du moteur, en synchronisme avec la création d'impulsions d'un signal de commande représentatif d'angles pré-déterminés du vilebrequin du moteur. Le procédé se caractérise en ce qu'il comprend les opérations suivantes :

5 (1) la détection de la pression dans le passage d'admission, en aval du papillon des gaz, et de la pression dans le passage d'admission, en amont du papillon des gaz, (2) le réglage d'une valeur prédéterminée constituant une pression de référence, dépendant de la valeur détectée

10 de la pression dans le passage d'admission en amont du papillon des gaz, (3) la comparaison de la valeur détectée de la pression dans le passage d'admission en aval du papillon des gaz à la valeur prédéterminée d'une pression de référence, (4) la détection d'une valeur de la

15 section d'ouverture du papillon des gaz et d'une valeur de la section d'ouverture de la soupape de réglage au moins lorsque la valeur détectée de la pression dans le passage d'admission en aval du papillon a une valeur représentative d'une charge du moteur inférieure à celle

20 qui correspond à la valeur prédéterminée de la pression de référence, (5) la détermination d'une valeur d'un premier coefficient d'après la valeur détectée de la section d'ouverture du papillon des gaz, (6) la détermination d'une valeur d'un second coefficient d'après la

25 valeur détectée de la section d'ouverture de la soupape de commande au moins, (7) la détection de l'intervalle de temps compris entre la création d'une impulsion précédente du signal de commande et la création d'une impulsion actuelle de ce signal, (8) la détermination d'une quantité

30 voulue de carburant à transmettre au moteur d'après la somme des valeurs du premier et du second coefficient déterminés dans les opérations (5) et (6) et de la valeur détectée de l'intervalle de temps compris entre la création de l'impulsion précédente du signal de commande et la

35 création de l'impulsion actuelle de ce signal, comme déterminé pendant l'opération (7), (9) la détermination d'une valeur de correction d'après la différence entre

la valeur détectée de la section d'ouverture du papillon des gaz et une valeur réelle de la section d'ouverture de celui-ci, et une différence entre la valeur détectée de la section d'ouverture de la soupape de réglage au moins et une valeur réelle de sa section d'ouverture, (10) la correction de la quantité voulue de carburant déterminée dans l'opération (8) à l'aide de la valeur de correction, et (11) la transmission au moteur de la quantité voulue de carburant ainsi corrigée.

De préférence, l'opération (8) comprend la détermination de la quantité voulue de carburant d'après une valeur d'un produit obtenu par multiplication d'une somme des valeurs du premier et du second coefficient par la valeur détectée de l'intervalle de temps compris entre la création de l'impulsion précédente de commande et la création de l'impulsion actuelle de ce signal.

De préférence, l'opération (9) comporte la détection de la vitesse de rotation du moteur, la détermination d'une seconde quantité voulue de carburant d'après la valeur détectée de la vitesse de rotation du moteur et la valeur détectée de la pression dans le passage d'admission en aval du papillon des gaz, obtenues dans l'opération (1), la détermination d'une valeur provisoire de correction d'après la première quantité voulue indiquée de carburant, obtenue dans l'opération (8) et la seconde quantité voulue de carburant, en synchronisme avec la création des impulsions du signal de commande, la détermination d'une valeur moyenne des valeurs provisoires de correction ainsi obtenues, et l'utilisation de cette valeur moyenne comme valeur de correction.

De préférence, l'opération (9) comporte dans une variante la détermination de la valeur de correction en fonction de la tension de sortie d'un dispositif générateur d'une tension variable et qui est réglable manuellement.

De préférence, la quantité voulue de carburant déterminée dans l'opération (8) est corrigée par un produit

obtenu par multiplication de la valeur de correction par la valeur détectée de l'intervalle de temps compris entre la création de l'impulsion précédente du signal de commande et la création de l'impulsion actuelle de ce signal, obtenue dans l'opération (7).

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention seront mieux compris à la lecture de la description qui va suivre d'exemples de réalisation et en se référant aux dessins annexés sur lesquels :

10 la figure 1 est un diagramme synoptique de l'ensemble d'un système de commande d'injection de carburant constituant un dispositif de réglage du fonctionnement d'un moteur à combustion interne, utilisé pour la mise en œuvre du procédé selon l'invention ;

15 la figure 2 est un diagramme synoptique représentant la construction interne d'une unité électronique de commande représentée sur la figure 1 ;

20 la figure 3 est un organigramme d'un programme exécuté dans l'unité électronique de commande pour le calcul d'une période TOUT d'injection de carburant ;

la figure 4 est un graphique représentant la relation entre une valeur de référence PBAC de la pression absolue dans la tubulure d'admission et la pression atmosphérique PA ;

25 la figure 5 est un organigramme montrant comment une valeur fondamentale de la période d'injection T_i de carburant est déterminée en fonction du procédé M_e exécuté au pas 6 de la figure 3 ;

30 la figure 6 est un graphique représentant la relation entre un coefficient K_θ qui dépend de la section d'ouverture du papillon des gaz et l'ouverture θ_{TH} du papillon des gaz ;

35 la figure 7 est un graphique représentant la relation entre un coefficient K_{AIC} qui dépend de la section d'ouverture d'une première soupape de réglage indiquée sur la figure 1 et le rapport d'utilisation d'ouverture de soupape DOUT pour la même soupape de réglage ;

la figure 8 est un graphique représentant la relation entre un coefficient KFI qui dépend de la section d'ouverture du passage d'un dispositif de réglage de ralenti rapide représenté sur la figure 1 et la température TW de l'eau de refroidissement du moteur ; et

la figure 9 est un graphique représentant la relation entre un coefficient de correction KIDL et la tension de sortie VIDL d'une source de tension variable destinée à régler le rapport air-carburant.

La figure 1 représente schématiquement l'ensemble d'un système de commande d'injection de carburant destiné aux moteurs à combustion interne, ayant plusieurs soupapes de réglage de la quantité d'air supplémentaire transmise au moteur. Sur la figure, la référence 1 désigne un moteur à combustion interne qui peut être d'un type à quatre cylindres. Une tubulure 3 d'admission, avec son extrémité d'admission munie d'un filtre à air 2, et une tubulure d'échappement 4 sont raccordées au moteur 1. Un papillon 5 des gaz est monté dans la tubulure d'admission 3. Un premier passage 8 et un second passage 8' de circulation d'air débouchent tous deux dans la tubulure 3 d'admission en aval du papillon 5 et communiquent avec l'atmosphère. Le premier passage 8 a un filtre à air 7 à une extrémité qui débouche dans l'atmosphère. Une première soupape de réglage 25 de la quantité d'air supplémentaire 6 (appelée dans la suite "première soupape de réglage") est placée dans le premier passage 8 d'air et il s'agit d'une électrovanne de type normalement fermé, ayant un bobinage 6a et un corps 6b destiné à ouvrir le premier passage 8 lorsque 30 la bobine 6a est excitée, cette bobine étant reliée électriquement à une unité électronique de commande 9.

Un troisième passage 8" d'air part en dérivation du second passage 8'. Le second passage 8' et le troisième passage 8" ont des filtres à air 7' et 7" à leurs extrémités 35 respectives qui débouchent à l'atmosphère. Une seconde soupape de réglage d'une quantité d'air supplémentaire 6' (appelée "seconde soupape de réglage" dans la suite) est

placée dans le second passage d'air 8' entre son raccord avec le passage 8" et son extrémité qui débouche à l'atmosphère, et une troisième soupape de réglage de quantité d'air supplémentaire (appelée dans la suite "troisième soupape de réglage") 6" est placée dans le troisième passage 8" de circulation d'air. La seconde et la troisième soupape 6' et 6" sont des électrovannes de type normalement fermé, ayant des structures analogues à celles de la première soupape 6 de réglage. Les soupapes 6' et 6"

5 ont chacune un bobinage 6'a, 6"a et un corps de soupape 6'b, 6"b destiné à assurer l'ouverture du passage d'air associé lorsque le bobinage correspondant 6'a, 6"a est alimenté. Chacun de ces bobinages 6'a, 6"a des soupapes 6', 6" a une première extrémité à la masse et l'autre

10 reliée à une alimentation 20 en courant continu par l'intermédiaire d'un commutateur 18, 19, et à l'unité électronique 9 de commande.

15

Un passage 8b en dérivation part du premier passage 8 d'air en aval de la première soupape 6 et à

20 un filtre à air 11 à son extrémité qui débouche à l'atmosphère. Un dispositif 10 de réglage de ralenti rapide est placé dans le passage 8b et peut comporter, comme représenté, un corps 10a de soupape destiné à être repoussé vers son siège 10b par un ressort 10c afin que le passage

25 8b soit fermé, un capteur 10d sensible à la température de l'eau de refroidissement du moteur, destiné à allonger ou raccourcir son bras 10d', et un levier 10e qui peut pivoter en fonction de l'allongement et du rétrécissement du bras 10d' en provoquant ainsi le déplacement du corps

30 10a vers l'ouverture ou la fermeture.

Des injecteurs 12 de carburant et un capteur 24 de la température de l'air admis sont placés dans la tubulure d'admission 3 entre le moteur 1 et l'extrémité ouverte 8a du premier passage 8 d'air et l'extrémité

35 ouverte 8'a du second passage 8'. Un capteur 16 de la pression absolue dans la tubulure d'admission (PBA) communique par une tuyauterie 15 avec l'intérieur de la tubulure

3 à un emplacement compris entre le moteur 1 et les extrémités ouvertes 8a, 8'a. Les injecteurs 12 sont connectés à une pompe de carburant non représentée et sont aussi reliés électriquement à l'unité électronique 9 alors que le capteur 16 de pression absolue PBA et le capteur 24 de température d'air admis TA sont reliés électriquement à l'unité électronique 9. Le capteur 17 d'ouverture du papillon des gaz (θ_{TH}) est relié au papillon des gaz 5, et un capteur 13 de température d'eau de refroidissement du moteur (TW) est monté sur le corps du moteur 1. Ce dernier capteur 13 peut être une thermistance, et il peut être placé dans la paroi périphérique d'un cylindre du moteur dont l'intérieur est rempli d'eau de refroidissement, un signal de sortie de ce capteur indiquant une valeur détectée de température d'eau de refroidissement qui est transmise à l'unité électronique 9.

Un capteur 14 de vitesse du moteur (appelé dans la suite "capteur Ne" est placé autour d'un arbre à came non représenté du moteur ou d'un vilebrequin non représenté d'un tel moteur et est destiné à créer une impulsion sous forme d'un signal de point mort haut pour chaque position prédéterminée d'un angle de calage du vilebrequin chaque fois que celui-ci tourne de 180° , l'impulsion créée parvenant à l'unité électronique 9.

Sur la figure 1, la référence 21 désigne des dispositifs électriques tels que des phares, une lampe de freinage, et un moteur électrique d'entraînement du ventilateur de refroidissement du radiateur, qui sont reliés électriquement à l'unité électronique 9 de commande par des commutateurs 22. La référence 23 désigne un capteur de pression atmosphérique (PA) dont un signal de sortie est représentatif d'une valeur détectée de la pression atmosphérique et est transmis à l'unité électronique 9.

Le circuit de commande d'injection de carburant, réalisé comme décrit précédemment, fonctionne de la manière suivante. Le commutateur 18 qui est relié à un commutateur, non représenté, de commande d'un appareil de conditionnement

d'air, transmet d'abord un signal représentatif de la mise en route du dispositif de conditionnement d'air à l'unité électronique 9 de commande lorsqu'il est fermé à la suite de la mise sous tension de l'appareil de conditionnement d'air. Simultanément, le commutateur fermé 18 provoque l'alimentation du bobinage 6'a de la seconde soupape 6' afin que le corps 6'b soit ouvert et qu'une quantité prédéterminée d'air supplémentaire soit transmise au moteur 1, correspondant à l'augmentation de charge du moteur provoquée par le fonctionnement de l'appareil de conditionnement d'air lorsque le moteur est au ralenti. Le commutateur 19 qui peut être monté sur un levier de changement de vitesse, non représenté, d'une transmission automatique associée au moteur 1, est fermé afin qu'il transmette un signal de fonctionnement (appelé "signal de plage D") représentatif de la mise en fonctionnement de la transmission automatique lorsque le levier de changement de vitesse est mis dans une position de fonctionnement de cette transmission. Simultanément, le commutateur 20 fermé 19 provoque l'alimentation du bobinage 6".a de la troisième soupape 6" afin que le corps 6".b soit ouvert et qu'une quantité prédéterminée d'air supplémentaire soit transmise au moteur 1, cette quantité correspondant à une augmentation de la charge du moteur provoquée par le fonctionnement de la transmission automatique lorsque le moteur est au ralenti.

Comme indiqué précédemment, la seconde soupape et la troisième soupape de réglage sont associées à l'appareil de conditionnement d'air et à la transmission automatique qui sont des appareils mécaniques auxiliaires directement entraînés par le moteur et qui créent des charges mécaniques relativement importantes pour le moteur, si bien que la vitesse du moteur est maintenue au ralenti à une valeur sensiblement constante même lorsque l'une de ces deux charges importantes ou lorsque les deux sont appliquées au moteur.

Le dispositif 10 de réglage de ralenti rapide est

destiné à fonctionner lorsque la température de l'eau de refroidissement du moteur est inférieure à une valeur prédéterminée (par exemple 50°C) par exemple lors de la mise en route du moteur par temps froid. Plus précisément, le dispositif à capteur 10d allonge ou raccourcit son bras 10d' en fonction de la température de l'eau de refroidissement du moteur. Ce dispositif à capteur peut comprendre tout dispositif convenable de détection, par exemple de la cire remplissant un boîtier, cette cire pouvant se dilater thermiquement. Lorsque la température de l'eau de refroidissement du moteur est inférieure à la valeur prédéterminée indiquée précédemment, le bras 10d' est à l'état contracté, le levier 10e étant rappelé par la force du ressort 10f dans un sens tel qu'il provoque un déplacement du corps 10a vers la droite sur la figure 1, malgré la force exercée par le ressort 10c, si bien que le passage 8b en dérivation s'ouvre. Comme le passage 8b qui est ouvert permet la transmission d'une quantité suffisante d'air supplémentaire au moteur par l'intermédiaire du filtre et des passages 8b, 8, la vitesse du moteur peut être maintenue à une valeur supérieure à la vitesse normale de ralenti, si bien que le moteur a un fonctionnement stable au ralenti sans qu'il puisse caler par temps froid.

Lorsque le bras 10d' du dispositif 10d à capteur s'allonge du fait de la dilatation thermique de la matière détectrice à la suite d'une augmentation de la température de l'eau de refroidissement du moteur alors que le moteur est devenu tiède, il repousse le levier 10e vers le haut sur la figure 1 et fait tourner celui-ci dans le sens des aiguilles d'une montre. Le corps 10a se déplace alors vers la gauche sur la figure 1 malgré la force du ressort 10c. Lorsque la température de l'eau de refroidissement du moteur dépasse la valeur prédéterminée, le corps 10a vient au contact du siège 10b et ferme le passage 8b en dérivation, interrompant ainsi la transmission d'air supplémentaire dans le dispositif 10 de réglage de ralenti rapide.

D'autre part, la première soupape 6 de réglage est utilisée pour le réglage par réaction de la quantité d'air supplémentaire, la même quantité étant modifiée afin que la vitesse du moteur reste avec précision à la vitesse 5 voulue de ralenti. En outre, elle est utilisée lorsque la quantité d'air supplémentaire doit être augmentée d'une quantité prédéterminée correspondant à la charge électrique appliquée au moteur, cette charge étant relativement faible, lorsqu'un ou plusieurs dispositifs électriques 10 21, par exemple des phares, des lampes de freinage et le moteur électrique du ventilateur de refroidissement du radiateur, sont mis sous tension. Plus précisément, l'unité électronique 9 traite les valeurs de divers signaux représentatifs des conditions de fonctionnement du moteur 15 alimenté, les signaux provenant du capteur 17 d'ouverture θ_{TH} du papillon des gaz, du capteur 16 de pression absolue PBA, du capteur 13 de la température de l'eau de refroidissement TW, du capteur 14 de la vitesse du moteur Ne et du capteur 23 de pression atmosphérique PA, avec en outre 20 un signal de charge électrique provenant des dispositifs électriques 21, en synchronisme avec la création des impulsions du signal du point mort haut transmis par le capteur 14, afin que le fait que le moteur est dans une condition de fonctionnement nécessitant la transmission 25 d'air supplémentaire par la première soupape 6 soit déterminé, la vitesse de ralenti étant alors fixée à une valeur voulue. Lorsque la détermination indique que le moteur demande une quantité d'air supplémentaire, l'unité électronique 9 calcule une valeur de cette quantité 30 à transmettre au moteur, c'est-à-dire un rapport d'utilisation DOUT d'ouverture de la première soupape 6 de réglage, en fonction de la différence entre la valeur réelle de la vitesse du moteur et la valeur déterminée de la vitesse 35 voulue pour le ralenti, afin que cette différence soit réduite au minimum, et elle transmet un signal d'excitation correspondant à la valeur calculée du rapport d'utilisation à la première soupape 6 afin que celle-ci soit commandée.

La première soupape 6 de réglage a son bobinage 6a qui est alimenté pendant une période d'ouverture de la soupape correspondant au rapport calculé d'utilisation DOUT afin que le premier passage 8 soit ouvert si bien qu'une 5 quantité nécessaire d'air supplémentaire correspondant à la période d'ouverture de la soupape 6 est transmise au moteur 1 par l'intermédiaire du passage 8 et de la tubulure d'admission 3.

D'autre part, l'unité électronique 9 traite 10 aussi les valeurs des divers signaux correspondant au paramètres de fonctionnement du moteur et assure, en synchronisme avec la création des impulsions du signal de point mort haut, le calcul de la période d'injection du carburant TOUT par les injecteurs 12, par utilisation 15 de l'équation suivante :

$$TOUT = Ti \times K1 + K2 \quad (1)$$

dans laquelle Ti représente une période fondamentale d'injection de carburant, déterminée d'après le procédé précité SD ou KMe, suivant que le moteur fonctionne ou non dans 20 une région dans laquelle une condition prédéterminée de ralenti est satisfaite, comme décrit en détail dans la suite.

Dans l'équation qui précède, $K1$ et $K2$ représentent des coefficients ou des variables de correction qui sont 25 calculés d'après les valeurs des signaux des paramètres de fonctionnement du moteur provenant des divers capteurs précédés, par exemple du capteur 17 d'ouverture du papillon θTH , le capteur 23 de pression atmosphérique PA, et le capteur 24 de température d'admission d'air TA. Par exemple, 30 le coefficient de correction $K1$ est calculé par l'équation suivante :

$$K1 = KTA \times KPA \times KTW \times KWOT \quad (2)$$

dans laquelle KTA représente un coefficient de correction dépendant de la température de l'air admis et KPA représente 35 un coefficient de correction dépendant de la pression atmosphérique. Ces coefficients de correction KTA et KPA sont déterminés à l'aide des équations prédéterminées

respectives utilisées sélectivement en fonction du procédé appliqué, c'est-à-dire du procédé SD ou KMe, afin que les coefficients KTA et KPA prennent des valeurs convenant le mieux au procédé SD ou au procédé KMe respectivement,
5 comme décrit en détail dans la suite du présent mémoire.

Dans l'équation précédente (2), KTW représente un coefficient d'augmentation de la quantité de carburant transmis, ayant une valeur déterminée d'après la température de l'eau de refroidissement du moteur TW détectée
10 par le capteur 13, et KWOT est un coefficient d'enrichissement du mélange applicable lorsque le moteur fonctionne avec le papillon des gaz grand ouvert, ce coefficient ayant une valeur constante.

L'unité électronique 9 transmet aux injecteurs 12
15 des signaux de commande correspondant à la période d'injection de carburant TOUT calculée comme indiqué précédemment afin que ces injecteurs soient ouverts.

La figure 2 représente une configuration de circuit interne de l'unité électronique 9 de la figure 1.
20 Un signal de sortie du capteur 14 de vitesse du moteur Ne est transmis à un circuit conformateur 901 dans lequel la forme d'onde est modifiée, et il est transmis à une unité centrale de traitement 903, avec le signal de point mort haut, ainsi qu'à un compteur 902 de valeur Me. Ce
25 compteur 902 compte l'intervalle de temps compris entre une impulsion précédente du signal de point mort haut et une impulsion actuelle de celui-ci, transmises par le capteur Ne 14, si bien que la valeur comptée Me est proportionnelle à l'inverse de la vitesse réelle du moteur
30 Ne. Le compteur 902 transmet la valeur comptée Me à l'unité centrale 903 par l'intermédiaire de la ligne commune de données 910.

Les signaux respectifs de sortie du capteur
17 d'ouverture de papillon des gaz θTH, du capteur 16
35 de pression absolue dans la tubulure d'admission PBA, du capteur 13 de la température d'eau de refroidissement du moteur TW, du capteur 23 de la pression atmosphérique PA et du capteur 24 de la température de l'air admis TA,

- représentés sur la figure 1, ont leur niveau de tension décalée à une valeur prédéterminée par un circuit 904 et sont transmis ensuite à un convertisseur analogique-numérique 906 par l'intermédiaire d'un multiplexeur 905.
- 5 Ce convertisseur 906 transforme successivement les tensions analogiques de sortie des divers capteurs précités en signaux numériques, et les signaux résultants sont transmis à l'unité centrale 903 par la ligne commune de données 910.

Les signaux de marche-arrêt transmis par le 10 commutateur 18 destiné à commander l'ouverture de la seconde soupape de réglage 6' pendant le fonctionnement de l'appareil de conditionnement d'air, par le commutateur 19 destiné à ouvrir la troisième soupape de réglage 6" lorsque la transmission automatique est en prise, et 15 par les commutateurs 22 des dispositifs électriques 21, représentés sur la figure 1, parviennent à un autre circuit 912 de décalage de niveau dans lequel les signaux subissent un décalage du niveau de tension à une valeur prédéterminée, et les signaux dont la tension a été décalée sont traités 20 par un circuit 913 d'entrée de données puis transmis à l'unité centrale 903 par l'intermédiaire de la ligne commune 910.

Une mémoire passive 907, une mémoire à accès direct 908, une mémoire permanente 914 et des circuits 25 de pilotage 909 et 911 sont aussi reliés à l'unité centrale 903 par la ligne commune 910. La mémoire à accès direct 908 conserve temporairement diverses valeurs calculées provenant de l'unité centrale 903 alors que la mémoire passive 907 conserve le programme de commande exécuté dans l'unité 30 centrale 903, etc. La mémoire permanente 914 est de type CMOS par exemple et elle conserve les valeurs du coefficient KIDL de correction du rapport air-carburant, applicable au calcul de la période fondamentale d'injection de carburant T_i suivant le procédé KMe. Ces valeurs mémorisées 35 sont conservées dans la mémoire 914 sans être effacées même lorsque le commutateur d'allumage du moteur, non représenté, est ouvert.

L'unité centrale 903 exécute le programme de commande conservé dans la mémoire 907 afin qu'elle détermine les conditions de fonctionnement du moteur à partir des valeurs des divers signaux précités des paramètres et des signaux d'ouverture et de fermeture des commutateurs 5 18, 19 et 22 afin qu'elle calcule le rapport d'utilisation DOUT d'ouverture de la première soupape 6 et qu'elle calcule aussi la période d'injection de carburant TOUT par les injecteurs 12 en fonction des conditions déterminées 10 de fonctionnement du moteur, de la manière décrite dans la suite en détail ; elle transmet des signaux de commande correspondant aux valeurs calculées aux circuits 911 et 909 de pilotage par l'intermédiaire de la ligne commune 910. Les circuits 909, 911 de pilotage transmettent des signaux 15 d'excitation à la première soupape 6 de commande et aux injecteurs 12 respectivement afin qu'ils soient ouverts tant qu'ils reçoivent les signaux respectifs de commande.

La figure 3 est un organigramme d'un programme de calcul de la période TOUT d'ouverture des injecteurs 12, 20 exécuté à l'intérieur de l'unité centrale 903 de la figure 2. Les pas 1 à 3 de la figure 3 sont d'abord exécutés afin que le fait que la condition précitée prédéterminée de ralenti du moteur est satisfaite soit déterminé. Au pas 1, le fait que la vitesse de rotation N_e du moteur est inférieure 25 à la valeur prédéterminée NIDL (par exemple 1000 tr/min) ou non est déterminé. Lorsque le résultat est négatif, on considère que la condition prédéterminée de ralenti n'est pas satisfaite et le programme saute au pas 4, décrit dans la suite. Lorsque la réponse au pas 1 30 est oui, le programme passe au pas 2 qui détermine si la pression absolue dans la tubulure d'admission PBA se trouve du côté des charges plus faibles du moteur par rapport à la valeur prédéterminée de référence PBAC ou non, c'est-à-dire si la première pression est inférieure 35 à la seconde ou non. Cette valeur prédéterminée de la pression de référence PBAC est réglée à une valeur telle qu'elle permet la détermination du fait que le rapport

PBA/PA' de la pression absolue dans la tubulure d'admission 3 en aval du papillon des gaz 5 à la pression absolue PA' dans la tubulure d'admission en amont du papillon des gaz 6 est inférieur à un rapport critique (égal à 0,528) 5 pour lequel la vitesse d'écoulement de l'air admis passant dans le papillon des gaz 5 est égale à la vitesse du son, ou non. La valeur de la pression de référence PBAC est donnée par l'équation suivante :

$$PBAC = PA' \times (\text{rapport critique de pression})$$

$$10 \quad = PA' \times [2/(\kappa+1)]^{\frac{\kappa}{\kappa-1}} \approx 0,528 \times PA \quad (3)$$

dans laquelle κ représente le rapport des chaleurs spécifiques de l'air (égal à 1,4). Comme la pression absolue PA' dans la tubulure d'admission 3 en amont du papillon des gaz 5 est approximativement ou sensiblement égale à la pression atmosphérique PA détectée par le capteur 23 de la figure 1, la relation de l'équation (3) peut être satisfaite. La relation entre la pression de référence PBAC et la pression atmosphérique DA donnée par l'équation 20 (3) est indiquée sur la figure 4.

On se réfère à nouveau à la figure 3 et, lorsque la réponse à la question du pas 2 est négative, on considère que la condition prédéterminée de ralenti n'est pas satisfaite et le programme passe au pas 4 alors que, 25 lorsque la réponse est oui, le pas 3 est exécuté. Au pas 3, le fait que l'ouverture θ_{TH} du papillon des gaz 5 est inférieure à une valeur prédéterminée θ_{IDLH} ou non est déterminé. Cette détermination est nécessaire pour la raison suivante. Si l'état de fonctionnement du moteur 30 passe du ralenti dans lequel le papillon des gaz 5 est presque fermé à une condition d'accélération dans laquelle le papillon est ouvert brusquement depuis la position presque fermée, lorsque la transition dans la condition d'accélération est détectée uniquement d'après les changements de vitesse de rotation du moteur et de la pression 35 absolue dans la tubulure d'admission, comme indiqué dans les pas 1 et 2, il existe un retard dans la détection

du fait du retard de la réponse du capteur 16 de la pression absolue. En conséquence, une variation d'ouverture du papillon 5 est utilisée pour la détection rapide de cette condition d'accélération. S'il est ainsi déterminé que 5 le moteur est passé à l'état d'accélération, une quantité nécessaire de carburant doit être calculée par le procédé SD.

Lorsque la réponse à la question du pas 3 est négative, on considère que la condition prédéterminée 10 de ralenti n'est pas satisfaite, et le pas 4 est exécuté alors que, lorsque la réponse est positive, le pas 6 est exécuté.

Au pas 4 qui est exécuté lorsque la condition de ralenti n'est pas satisfaite, un calcul est effectué 15 par le procédé SD pour la détermination de la valeur de la période fondamentale d'injection de carburant T_i . Ainsi, une valeur de cette période fondamentale T_i est lue dans la mémoire 907 et est utilisée par l'unité centrale 9, cette valeur correspondant aux valeurs détectées 20 de la pression absolue PBA dans la tubulure d'admission et de la vitesse du moteur N_e . La valeur de cette période fondamentale T_i ainsi déterminée est alors utilisée dans l'équation précitée (1) pour le calcul de la période d'injection de carburant TOUT (au pas 5).

D'autre part, au pas 6 qui est exécuté lorsque 25 la condition de ralenti est satisfaite, la période fondamentale T_i d'injection de carburant est calculée par le procédé KMe comme décrit dans la suite en détail, et la valeur déterminée de la période fondamentale d'injection de carburant T_i est alors transmise pour le calcul 30 de la période d'injection de carburant TOUT (au pas 5).

Aux pas 1 à 3, les valeurs prédéterminées respectives des paramètres utilisées pour la détermination de la condition prédéterminée de ralenti du moteur peuvent 35 être réglées chacune à des valeurs différentes entre l'entrée du fonctionnement du moteur dans une région dans laquelle la condition prédéterminée de ralenti est

satisfait et la sortie de cette région, si bien qu'une caractéristique d'hystérésis est donnée au passage du procédé KMe au procédé SD et inversement, si bien que le réglage du fonctionnement du moteur est stable.

5 La figure 5 montre comment la valeur de la période fondamentale T_i d'injection de carburant peut être calculée selon le procédé KMe qui est exécuté au pas 6 de la figure 3. Sur la figure 5, le pas 11 détermine la valeur du coefficient $K\theta$ suivant la section d'ouverture 10 du papillon des gaz 5. Le même coefficient de valeur $K\theta$ est déterminé d'après un graphique ou un tableau sur la figure 6, par la relation entre l'ouverture θ_{TH} du papillon des gaz et le coefficient de section d'ouverture $K\theta$. En pratique, ce résultat peut être obtenu par exemple 15 par mémorisation initiale de la mémoire passive 907 de l'unité électronique 9 de valeurs prédéterminées $K\theta_1$ à $K\theta_5$ comme valeur $K\theta$ correspondant à des valeurs prédéterminées d'ouverture du papillon des gaz θ_{c1} à θ_{c5} . Deux valeurs adjacentes $K\theta$ correspondant sensiblement à l'ouverture 20 réelle du papillon des gaz θ_{TH} sont lues dans la mémoire 907 et soumises à une interpolation qui détermine une valeur $K\theta$ du coefficient correspondant exactement à la valeur de l'ouverture réelle θ_{TH} du papillon des gaz.

Ensuite, au pas 12 de la figure 5, la valeur 25 du coefficient $KAIC$ est déterminée, cette valeur dépendant de la section d'ouverture de la première soupape 6 de réglage. La section d'ouverture de la soupape 6 et en conséquence la valeur $KAIC$ peuvent être déterminées en fonction du rapport d'utilisation d'ouverture $DOUT$. La 30 figure 7 représente la relation entre ce rapport $DOUT$ pour la première soupape 6 et le coefficient $KAIC$ de section d'ouverture de la soupape. Comme décrit précédemment pour la détermination de la valeur du coefficient de section d'ouverture $K\theta$ du papillon des gaz, le coefficient 35 $KAIC$ de la section d'ouverture correspondant au rapport d'utilisation d'ouverture de la première soupape 6 peut être déterminé, et la section d'ouverture de la soupape correspondante peut alors être déterminée.

Le pas 13 de la figure 5 correspond à la détermination de la valeur du coefficient de section d'ouverture KFI en fonction de la section d'ouverture du passage dans le dispositif 10 de réglage de ralenti rapide de 5 la figure 1. Cette section d'ouverture et en conséquence la valeur KFI du dispositif 10 peuvent être déterminées en fonction de la température TW de l'eau de refroidissement du moteur. La figure 8 indique la relation entre cette température TW et le coefficient KFI de section d'ouverture 10 du passage. Comme décrit précédemment pour la détermination du coefficient de section d'ouverture Kθ du papillon des gaz, le coefficient KFI du dispositif 10 de réglage de ralenti rapide peut être déterminé.

Au pas 14, la valeur du coefficient KAC est 15 déterminée en fonction de la section d'ouverture de la seconde soupape de réglage 6'. Comme cette soupape 6' est destinée à être totalement ouverte ou totalement fermée en fonction de la fermeture et de l'ouverture du commutateur 18, selon le fonctionnement du commutateur de l'appareil de conditionnement d'air, une valeur prédéterminée 20 du coefficient KAC correspondant à une valeur de la section d'ouverture de la seconde soupape 6' en position de pleine ouverture est lue dans la mémoire 907 lorsque le commutateur 18 est fermé ou ouvert.

25 Le pas 15 n'est exécuté que lorsque le procédé selon l'invention est appliqué à un moteur à combustion interne équipé d'une transmission automatique. Lorsque la troisième soupape 6" de réglage est totalement ouverte par un signal représentatif de la fermeture du commutateur 30 19 représentant le fonctionnement de la transmission automatique, une valeur prédéterminée KAT correspondant à une valeur de la section d'ouverture de la troisième soupape de réglage 6" à pleine ouverture est lue dans la mémoire 907.

35 L'unité centrale 903 exécute alors les pas 16 et 17 et calcule ainsi les coefficients de correction $\Delta KIDL$ et $KIDL$ dans le premier mode de réalisation de

l'invention. Ces valeurs des coefficients de correction sont déterminées à l'aide des équations nommées dans la suite du présent mémoire.

On suppose que la pression absolue PBA dans la tubulure d'admission est détectée avec précision sans perturbation par sa pulsation, et une période d'ouverture des injecteurs 12 TOUT1 peut être déterminée à l'aide de l'équation suivante, dans le procédé SD, lorsque des corrections dépendant de la pression atmosphérique et de la température de l'air admis seul sont prises en considération :

$$TOUT1 = TiMAP \times KPA1 \times KTA1 \quad (4)$$

TiMAP représentant une période fondamentale d'injection de carburant lue dans une table Ti conservée dans la mémoire 907 de la figure 2, en fonction de la pression absolue PBA dans la tubulure d'admission détectée par le capteur 16 de la figure 1 et de la vitesse du moteur Ne détectée par le capteur correspondant. KPA1 est un coefficient de correction dépendant de la pression atmosphérique utilisable dans le procédé SD, déterminé par l'équation suivante décrite dans la demande publiée de brevet japonnais n° 58-85337 :

$$KPA1 = \frac{1-(1/\epsilon) (PA/PBA)^{1/\kappa}}{1-(1/\epsilon) (PA0/PBA)^{1/\kappa}} \quad (5)$$

dans laquelle PA représente la pression atmosphérique réelle (pression absolue), PA0 la pression atmosphérique standard, ϵ le rapport de compression et κ le rapport des chaleurs spécifiques de l'air respectivement. Le calcul de la valeur du coefficient KPA1 de correction dépendant de la pression atmosphérique à l'aide de l'équation (5) repose sur la reconnaissance du fait que la quantité d'air aspiré dans le moteur par cycle d'aspiration de celui-ci peut être déterminée théoriquement d'après la pression absolue PBA dans la tubulure d'admission et la pression absolue dans la tubulure d'échappement, qui peut être considérée comme presque égale à la pression atmosphérique PA, et la quantité de carburant transmise

peut varier à une vitesse égale au rapport de la quantité d'air admis à la pression atmosphérique réelle PA à la quantité d'air admis à la pression atmosphérique normale PA0.

Lorsque la relation $PA < PA0$ existe dans l'équation 5 (5), la valeur KPA1 du coefficient KPA dépendant de la pression atmosphérique est supérieure à 1. Tant que la pression absolue PBA dans la tubulure d'admission reste la même, la quantité d'air admis aspirée dans le moteur augmente en altitude élevée lorsque la pression atmosphérique 10 PA diminue par rapport à la pression atmosphérique normale PA0, par rapport au comportement à faible altitude. En conséquence, lorsque le moteur reçoit une quantité de carburant déterminée en fonction de la pression absolue dans la tubulure d'admission PBA et de la vitesse de 15 rotation du moteur Ne à faible pression atmosphérique, par exemple à altitude élevée, le mélange air-carburant peut être trop pauvre. Cependant, cet appauvrissement du mélange peut être évité par utilisation de la valeur précédente du coefficient KPA1 d'augmentation de la quantité 20 de carburant.

D'autre part, la valeur du coefficient KTA1 de correction qui dépend de la température de l'air admis, utilisable dans le procédé SD, est donnée de la manière suivante, indiquée dans le brevet des Etats-Unis d'Amérique 25 n° 4 465 051 :

$$KTA1 = \frac{1}{1 + CTAMAP(TA - TA0)} \quad (6)$$

TA représentant la température d'air admis s'écoulant dans la tubulure d'admission, en °C, et TA0 désignant une variable d'étalonnage qui est réglée par exemple 30 à 50°C. CTAMAP représente un coefficient d'étalonnage dont la valeur est réglée à une constante, par exemple égale à $1,26 \cdot 10^{-3}$, suivant les caractéristiques de fonctionnement du moteur. Dans l'équation précédente (6) comme la valeur de CTAMAP(TA-TA0) est inférieure à 1, le coefficient KTA1 35 peut être déterminé approximativement par l'équation suivante :

$$KTA1 = 1 - CTAMAP(TA - TA0) \quad (7)$$

D'autre part, une période d'ouverture d'injecteur TOUT2 des injecteurs 12, déterminée par le procédé KMe, peut être déterminée à l'aide de l'équation suivante, lorsque des corrections dépendant de la pression atmosphérique et de la température de l'air admis seul sont prises en considération, comme de la manière précédente :

TOUT2 = (Kθ + KAIC + KFI + KAC + KAT) x Me x KPA2 x KTA2 (8)

Kθ, KAIC, etc. représentant des coefficients dépendant des sections d'ouverture, leurs valeurs étant déterminées aux pas 11 à 15 de la figure 15, Me étant l'intervalle de temps compris entre des impulsions adjacentes du signal de point mort haut TDC, transmis par le compteur 902 de la valeur Me représentée sur la figure 2. KPA2 et KTA2 représentent un coefficient de correction dépendant de la pression atmosphérique et un coefficient de correction dépendant de la température de l'air admis, utilisable dans le procédé KMe et déterminé de la manière suivante.

Lorsque le rapport PBA/PA' de la pression dans la tubulure d'entrée PBA en aval de la partie d'étranglement, par exemple du papillon des gaz, à la pression PA' dans la tubulure d'admission en amont de la partie d'étranglement, est inférieur au rapport critique de pression (égal à 0,528), l'air admis s'écoulant dans la partie d'étranglement forme un écoulement sonique. Le débit Ga de l'air admis (exprimé en grammes/seconde) peut être exprimé sous la forme :

$$Ga = A \times C \times PA \times \sqrt{\left(\frac{2}{\kappa+1}\right)^{\frac{\kappa+1}{\kappa-1}} \times \frac{g\kappa}{R(TAF+273)}} \quad (9)$$

A représentant la section équivalente d'ouverture de la partie d'étranglement, par exemple du papillon des gaz, en millimètres carrés, C étant un coefficient de correction dont la valeur est déterminée par la configuration et d'autres paramètres de la partie d'étranglement, PA étant la pression atmosphérique (cette pression étant sensiblement égale à PA' et étant exprimée en torrs), κ étant le rapport des chaleurs spécifiques de l'air, R étant la constante des gaz, TAF étant la température

de l'air admis immédiatement en amont de la partie d'étranglement, exprimée en °C, et g étant l'accélération de la pesanteur, exprimée en m/s^2 . Tant que la température TAF de l'air admis et que la section d'ouverture A restent constantes, le rapport du débit G_a de l'air admis (exprimé sous forme massique) à la pression atmosphérique réelle P_A au débit d'air admis G_{a0} (sous forme massique) à la pression atmosphérique normale P_{a0} peut être exprimé sous la forme

$$10 \quad \frac{G_a}{G_{a0}} = \frac{P_A}{P_{a0}}$$

Lorsque la quantité de carburant transmise au moteur varie à une vitesse égale au rapport précédent des débits d'air admis, le rapport résultant air-carburant garde une valeur constante. En conséquence, le débit G_f de carburant peut être déterminé d'après le débit G_{f0} à la pression atmosphérique normale P_{a0} (760 torrs), comme l'indique l'équation suivante :

$$G_f = G_{f0} \times \frac{P_A}{760}$$

Dans ce cas, le coefficient de correction K_{PA2} qui dépend de la pression atmosphérique peut avoir une valeur représentée théoriquement sous la forme :

$$K_{PA2} = \frac{P_A}{760}$$

Cependant, diverses erreurs provenant de la configuration du passage d'admission, etc. doivent être prises en considération en pratique si bien que l'équation précédente peut être représentée sous la forme :

$$K_{PA2} = 1 + CPA \times \frac{P_A - 760}{760} \quad (10)$$

CPA représentant une variable d'étalonnage qui est déterminée expérimentalement.

Selon l'équation (10), lorsque P_A est inférieur à 760 torrs, la valeur du coefficient de correction K_{PA2} est inférieure à 1. Comme la quantité d'air admis est déterminée uniquement d'après la section d'ouverture équivalente A de la partie d'étranglement du passage d'admission, en référence à la pression atmosphérique normale P_{a0} dans le cas du procédé KMe, cette quantité diminue en proportion lorsque la pression atmosphérique P_A

diminué, par exemple à haute altitude lorsque la pression atmosphérique PA est inférieure à la pression atmosphérique normale PA0. En conséquence, lorsque la quantité de carburant est réglée d'après la section d'ouverture précitée 5 A, le mélange résultant air-carburant devient riche, d'une manière inverse à ce qui se produit suivant le procédé SD. Cependant, un tel enrichissement du mélange peut être évité par utilisation de la valeur du coefficient de correction KPA2 indiqué précédemment.

10 Dans l'équation précitée (9) tant que la pression atmosphérique PA et la section d'ouverture A restent constantes, le rapport du débit Ga0 de l'air admis, supposé lorsque la température de l'air en amont de la partie d'étranglement est égale à une température de référence 15 TAF0, au débit Ga d'air admis à une température donnée TAF peut être donné par l'équation suivante :

$$\frac{Ga}{Ga_0} = \sqrt{\frac{TAF_0 + 273}{TAF + 273}}$$

20 Lorsque la quantité de carburant transmise au moteur varie à une vitesse égale au rapport précédent des débits d'air admis, le rapport résultant air-carburant garde une valeur constante. En conséquence, le débit Gf de carburant peut être déterminé d'après le débit Gf0 du carburant à la température de référence TAF0, comme l'indique l'équation suivante :

$$Gf = Gf_0 \sqrt{\frac{TAF_0 + 273}{TAF + 273}}$$

25 Dans ce cas, la valeur du coefficient de correction KTA2 dépendant de la température de l'air admis peut être exprimée sous la forme :

$$KTA2 = \sqrt{\frac{TAF_0 + 273}{TAF + 273}}$$

En conséquence, la valeur du coefficient de correction KTA2 peut être donnée approximativement par 35 l'équation suivante :

$$KTA2 \approx 1 - \frac{TAF - TAF_0}{2(TAF + 273)} \approx 1 - \alpha(TAF - TAF_0) \quad (11)$$

Ainsi, la valeur du coefficient précité de correction KTA2 est déterminée en fonction de la température TAF de l'air admis en amont de la partie d'étranglement. On a déterminé expérimentalement que la relation fonctionnelle entre la température TAF de l'air admis en amont de la partie d'étranglement et de la température TA en aval était représentée approximativement par l'équation suivante, lorsque le moteur était au ralenti :

$$TAF = a \times TA + b \quad (12)$$

10 a et b représentant des constantes. Si l'on prend en considération la relation $TAF_0 = a \times TA_0 + b$, l'équation (11) peut être représentée sous la forme suivante, par combinaison avec l'équation (12) :

$$\begin{aligned} KTA2 &= 1 - a \times \alpha(TA - TA_0) \\ 15 &= 1 - CTAC(TA - TA_0) \end{aligned} \quad (13)$$

Ainsi, la valeur du coefficient de correction KTA2 dépendant de la température de l'air admis peut être donnée par l'équation simplifiée (13).

Les périodes TOUT1 et TOUT2 d'ouverture des injecteurs 12, après correction par les coefficients respectifs dépendant de la pression atmosphérique et les coefficients respectifs dépendant de la température de l'air admis, convenant au procédé SD et au procédé KMe respectivement, doivent prendre la même valeur mutuellement 25 lorsqu'une pulsation n'apparaît pas dans la pression absolue PBA dans la tubulure d'admission. Cependant, les périodes TOUT1 et TOUT2 d'ouverture des injecteurs prennent en général en pratique des valeurs différentes parce que la période d'ouverture TOUT1 déterminée par 30 l'équation (4) selon le procédé SD est affectée par la pulsation de la pression absolue dans la tubulure d'admission PBA, alors que la période TOUT2 d'ouverture déterminée par l'équation (8) selon le procédé KMe est affectée par une erreur de positionnement lors du montage du capteur 35 17 d'ouverture du papillon des gaz, par le bouchage des filtres à air 2, 7, 7', 7", etc. En conséquence, le coefficient de correction $\Delta KIDL$ qui est réglé à une valeur

qui dépend d'erreurs dues à la pulsation de la pression absolue PBA dans la tubulure d'admission, à l'erreur de positionnement du capteur 17, etc., est appliqué à l'équation (8) et donne une valeur corrigée de la période 5 d'ouverture des injecteurs TOUT2' telle que :

$$TOUT2' = (K\theta + KAIC + KFI + KAC + KAT + \Delta KIDL) \times Me \times KPA2 \times KTA2 \quad (14)$$

Comme les valeurs des périodes d'ouverture TOUT1 et TOUT2' déterminées par les équations (4) et (14) respectivement sont égales, le coefficient de correction 10 $\Delta KIDL$ peut être représenté sous la forme :

$$\Delta KIDL = \frac{TMAP \times KPA1 \times KTA1}{Me \times KPA2 \times KTA2} - (K\theta + KAIC + KFI + KAC + KAT) \quad (15)$$

La valeur du coefficient de correction $\Delta KIDL$ déterminée après création de chaque impulsion du signal de point mort haut par utilisation de l'équation (15) est 15 portée alors dans l'équation suivante pour le calcul de la valeur moyenne des valeurs du coefficient $\Delta KIDL$, donnant une valeur du coefficient de correction KIDL sous la forme :

$$KIDL = \frac{XIDL}{256} \times \Delta KIDL + \frac{256 - XIDL}{256} \times KIDL' \quad (16)$$

20 dans laquelle $KIDL'$ représente une valeur du coefficient de correction KIDL qui a été déterminée après création d'une impulsion précédente immédiatement dans le signal de point mort haut, et elle est tirée de la mémoire permanente 914 de la figure 2. XIDL est une constante qui 25 a une valeur qui dépend de la période de pulsation de la pression absolue PBA dans la tubulure d'admission, etc., et elle est convenablement choisie parmi les valeurs allant de 1 à 256.

La détermination de la valeur moyenne du coefficient de correction $\Delta KIDL$ n'est pas limitée à la manière indiquée précédemment à l'aide de l'équation (16), mais la valeur moyenne peut aussi être déterminée sous forme d'une moyenne arithmétique d'un nombre prédéterminé de valeurs du coefficient $\Delta KIDL$, obtenues après création 35 des impulsions du signal de point mort haut précédent une impulsion actuelle de ce signal.

La valeur du coefficient de correction KIDL détermi-

minée par l'équation (16) représente des erreurs provoquées par un mauvais positionnement lors du montage du capteur 17 d'ouverture du papillon des gaz et par le bouchage des filtres à air seulement, puisque les composantes 5 d'erreur de la valeur du coefficient KIDL dues à la pulsation de la pression absolue PBA, y compris sur la valeur de $\Delta KIDL$, ont été compensées mutuellement par l'opération de moyenne effectuée au cours du calcul de la valeur du coefficient de correction KIDL. En outre, comme la valeur 10 du coefficient de correction KIDL est calculée après création de chaque impulsion du signal de point mort haut, il prend une valeur remise à jour représentative des erreurs actuelles dues au bouchage des filtres à air, au dépôt de carbône dans le papillon des gaz, etc.

15 L'unité centrale 903 de traitement calcule la valeur du coefficient de correction $\Delta KIDL$ au pas 16 de la figure 5, par utilisation de l'équation (17), puis exécute le pas 17 afin qu'il calcule la valeur du coefficient de correction KIDL à partir de la valeur du coefficient de correction $\Delta KIDL$, dans la boucle actuelle, et la valeur du coefficient de correction KIDL' tirée de la mémoire permanente 914, à l'aide de l'équation (16) ; l'unité centrale conserve cette même valeur KIDL dans la mémoire permanente 914 sous forme d'une valeur remise 20 à jour KIDL', et le pas 18 est alors exécuté. Au pas 18, la période fondamentale T_i d'injection de carburant est déterminée d'après les coefficients dépendant de la section d'ouverture obtenus aux pas précédents 11 à 15, du coefficient de correction KIDL obtenu au pas 17 et de la valeur 25 Me transmise par le compteur 902, à l'aide de l'équation 30 suivante :

$$T_i = (K\theta + KAIC + KFI + KAC + KAT + KIDL) \times Me \quad (17)$$

Selon un premier type de calcul de la valeur KIDL comme indiqué précédemment, les erreurs de détection 35 des ouvertures réelles du papillon et des soupapes de réglage, etc. peuvent être corrigées automatiquement sans qu'un réglage humain soit nécessaire de l'opérateur si bien

qu'il n'est pas nécessaire de réaliser spécialement un circuit d'entrée comprenant une source d'une tension variable assurant le réglage du rapport air-carburant comme indiqué dans la suite du présent mémoire, ni d'un 5 convertisseur analogique-numérique, etc., le coût de fabrication étant alors réduit.

On considère maintenant un second type de calcul de la valeur du coefficient KIDL. Comme l'indiquent les figures 1 et 2, une source 25 d'une tension variable 10 de réglage du rapport air-carburant, constituant un dispositif de création d'une tension variable, est reliée à l'unité électronique 9 et sa tension de sortie est réglée par un opérateur puis est transmise afin qu'elle permette le réglage de la valeur du coefficient de correction 15 KIDL. Plus précisément, la source 25 de tension reliée à l'unité électronique 9 comme indiqué par le trait interrompu des figures 1 et 2, a une tension de sortie qui est modifiée par réglage de l'opérateur à la valeur d'une résistance variable qui détermine la tension de sortie. 20 La tension ainsi réglée est appliquée à l'unité électronique 9 sous forme d'une tension de correction du rapport air-carburant VKIDL. Cette tension a un niveau qui est décalé dans un circuit 912 de décalage de tension puis elle est transmise à l'unité centrale 903 par l'intermédiaire 25 du circuit 913 d'entrée de données et de la ligne commune 910. L'unité centrale 903 lit une valeur du coefficient de correction KIDL qui correspond à la valeur de la tension VKIDL à partir d'une table tension VKIDL-coefficient de correction KIDL, conservée dans la mémoire passive 907. Cette table est représentée à titre illustratif sur la figure 9 sur laquelle la valeur de la tension VKIDL varie entre 0,5 et 4,5 V par exemple, la valeur 30 du coefficient de correction KIDL variant entre - 0,1 et + 0,1.

35 L'unité centrale 903 peut exécuter, à la place du programme de la figure 5 utilisé pour le calcul de la valeur KIDL selon la première manière, un programme de

détermination de la valeur T_i qui peut être identique au programme de la figure 5, mais à l'exclusion des pas 6 et 7, lors du calcul de la période fondamentale T_i d'injection de carburant par application de la valeur du 5 coefficient de correction KIDL déterminée comme indiqué précédemment par l'équation précitée (17).

Le réglage de la résistance variable de la source 25 de tension qui règle le rapport air-carburant, par un opérateur, est réalisé lors de la fourniture des 10 moteurs par l'usine ou lors de leur entretien, par exemple, afin que le rapport air-carburant du mélange transmis au moteur soit réglé à une valeur prédéterminée. Ainsi, la valeur du coefficient de correction KIDL est fixée 15 d'une manière telle qu'elle compense les erreurs dues aux variations des caractéristiques du capteur de l'ouverture du papillon des gaz, l'erreur de positionnement de capteur, les différences de valeurs entre les sections réelle et détectée d'ouverture du papillon des gaz et des soupapes de réglage, du fait de dépôt de carbone, 20 etc. dans les soupapes.

Bien que, dans l'exemple de la figure 9, la tension de sortie VKIDL de la source 25 de tension varie de manière continue à l'aide par exemple d'une résistance variable, elle peut aussi varier par palier, plusieurs 25 résistances fixes étant convenablement sélectionnées.

Le procédé selon l'invention n'est pas limité au réglage de la quantité de carburant injectée par un circuit d'injection du type décrit précédemment, mais convient à d'autres dispositifs de commande du fonctionnement d'un moteur, par exemple au circuit de réglage de l'avance à l'allumage et au circuit de réglage de la recirculation des gaz d'échappement, dans la mesure où des quantités de manœuvre de ces circuits sont déterminées d'après la quantité d'air admise.

35 Bien entendu, diverses modifications peuvent être apportées par l'homme de l'art aux procédés qui viennent d'être décrits uniquement à titre d'exemples non limitatifs sans sortir du cadre de l'invention.

REVENDICATIONS

1. Procédé de réglage d'une quantité de manœuvre d'un dispositif (12) de réglage du fonctionnement d'un moteur à combustion interne (1) ayant un passage d'admission (3) et un dispositif (5) de réglage de la quantité d'air admise, destiné à régler la quantité d'air transmise au moteur par le passage d'admission par réglage de la section d'ouverture de ce passage d'admission, la quantité de manœuvre du dispositif de réglage du fonctionnement étant réglée à des valeurs fixées d'après les conditions de fonctionnement du moteur, en synchronisme avec la création d'impulsions d'un signal prédéterminée de commande, ledit procédé étant caractérisé en ce qu'il comprend les opérations suivantes : (1) la détermination du fait que le moteur (1) fonctionne à une faible charge prédéterminée ou non, (2) la détection d'une valeur de la section d'ouverture du passage d'admission, lorsqu'il est déterminé que le moteur fonctionne avec la faible charge prédéterminée, (3) la détermination d'une valeur voulue de la quantité de manœuvre du dispositif (12) de réglage du fonctionnement d'après la valeur détectée de la section d'ouverture du passage d'admission, (4) la détermination d'une valeur de correction d'après une différence entre la valeur détectée de la section d'ouverture du passage d'admission et une valeur réelle de cette section, (5) la correction de la valeur voulue de la quantité de manœuvre à déterminer dans l'opération (3) à l'aide de la valeur de correction, et (6) le réglage de la quantité de manœuvre du dispositif de réglage du fonctionnement à la valeur voulue ainsi corrigée.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'opération (4) comporte la détection de la pression dans le passage d'admission en aval du dispositif (5) de réglage de la quantité d'air admise, la détection de la vitesse de rotation du moteur, la détermination d'une seconde valeur voulue de la quantité de manœuvre d'après la valeur détectée de la vitesse de rotation (N_e)

du moteur (1) et la valeur détectée de la pression dans le passage d'admission, la détermination de la valeur de correction d'après une différence entre la première valeur voulue citée de la quantité de manoeuvre obtenue 5 dans l'opération (3) et la seconde valeur citée de la quantité de manoeuvre, en synchronisme avec la création d'impulsions du signal prédéterminé de commande.

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que la valeur de correction est une valeur moyenne 10 de valeurs provisoires de correction déterminées d'après une différence entre la première valeur voulue précitée de la quantité de manoeuvre obtenue dans l'opération (3) et la seconde valeur voulue de la quantité de manoeuvre, en synchronisme avec la création d'impulsions du signal 15 prédéterminé de commande.

4. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'opération (4) comprend la détermination de la valeur de correction d'après une tension de sortie d'un dispositif (25) générateur d'une tension variable qui 20 est réglable par un opérateur.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le dispositif de réglage du fonctionnement comporte un dispositif (12) de réglage de carburant transmis, la quantité de manoeuvre étant 25 une quantité de carburant transmise au moteur (1) par le dispositif (12) de réglage du carburant transmis.

6. Procédé de réglage de la quantité de carburant transmise à un moteur à combustion interne (1) ayant un passage d'admission (3), un papillon des gaz (5) placé 30 dans le passage d'admission, au moins un passage d'air auxiliaire (8, 8', 8'') débouchant dans le passage d'admission en aval du papillon des gaz (5) et communiquant avec l'atmosphère, et au moins une soupape de réglage (6, 6', 6'') placée dans le passage auxiliaire d'air et 35 destiné à régler la quantité d'air supplémentaire transmise au moteur par ce passage auxiliaire et par le passage d'admission, le carburant étant transmis au moteur en quantités qui dépendent des conditions de fonctionnement

du moteur, en synchronisme avec la création d'impulsions d'un signal de commande représentatif d'angles prédéterminés du vilebrequin du moteur, ledit procédé comprenant les opérations suivantes : (1) la détection de la pression dans le passage d'admission (3), en aval du papillon des gaz (5) et de la pression dans le passage d'admission en amont du papillon des gaz (5), (2) le réglage d'une valeur prédéterminée d'une pression de référence d'après la valeur détectée de la pression dans le passage d'admission (3) en amont du papillon des gaz (5), (3) la comparaison de la valeur détectée de la pression dans le passage d'admission en aval du papillon des gaz (5) avec la valeur prédéterminée de la pression de référence, (4) la détection d'une valeur de la section d'ouverture du papillon des gaz (5) et d'une valeur de la section d'ouverture de la soupape de réglage au moins (6, 6', 6") lorsque la valeur détectée de la pression dans le passage d'admission en aval du papillon des gaz prend une valeur représentative d'une charge appliquée au moteur inférieure à celle qui correspond à la valeur prédéterminée de la pression de référence (5), la détermination d'une valeur d'un premier coefficient d'après la valeur détectée de la section d'ouverture du papillon des gaz (5), (6) la détermination d'une valeur d'un second coefficient d'après la valeur détectée de la section d'ouverture de la soupape de réglage au moins (6, 6', 6"), (7) la détection de l'intervalle de temps compris entre la création d'une impulsion précédente du signal de commande et la création d'une impulsion actuelle de ce signal, (8), la détermination d'une quantité voulue de carburant à transmettre à moteur (1) d'après la somme des valeurs du premier et du second coefficient déterminés pendant les opérations (5) et (6) et la valeur détectée de l'intervalle de temps comprise entre la création de l'impulsion précédente du signal de commande et la création de l'impulsion actuelle de ce signal, comme déterminé au cours de l'opération (7), (9) la détermination d'une valeur de correction d'après une différence entre la

valeur détectée de la section d'ouverture du papillon des gaz (5) et une valeur réelle de la section d'ouverture de ce papillon, et une différence entre la valeur détectée de la section d'ouverture de la soupape de réglage au moins (6, 6', 6") et de la valeur réelle de la section d'ouverture de cette soupape, (10) la correction de la quantité voulue de carburant déterminée pendant l'opération (8) par ladite valeur de correction, et (11) la transmission au moteur (1) de la quantité voulue de carburant ainsi corrigée.

7. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce que l'opération (8) comprend la détermination de la quantité voulue de carburant d'après la valeur d'un produit obtenu par multiplication d'une somme des valeurs du premier et du second coefficient par la valeur détectée de l'intervalle de temps compris entre la création de l'impulsion précédente du signal de commande et la création de l'impulsion actuelle de ce signal.

8. Procédé selon l'une des revendications 6 et 7, caractérisé en ce que l'opération (9) comporte la détection de la vitesse de rotation (N_e) du moteur (1), la détermination d'une seconde quantité voulue de carburant d'après la valeur détectée de la vitesse de rotation du moteur et la valeur détectée de la pression dans le passage d'admission (3) en aval du papillon des gaz (5), obtenue pendant l'opération (1), la détermination d'une valeur provisoire de correction à partir de la première quantité voulue précitée de carburant obtenue dans l'opération (8) et de la seconde quantité voulue de carburant, en synchronisme avec la création des impulsions du signal de commande, la détermination d'une valeur moyenne des valeurs provisoires de correction ainsi obtenues, et l'utilisation de la valeur moyenne comme valeur de correction.

9. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que la quantité voulue de carburant déterminée dans l'opération (8) est corrigée par la valeur d'un produit

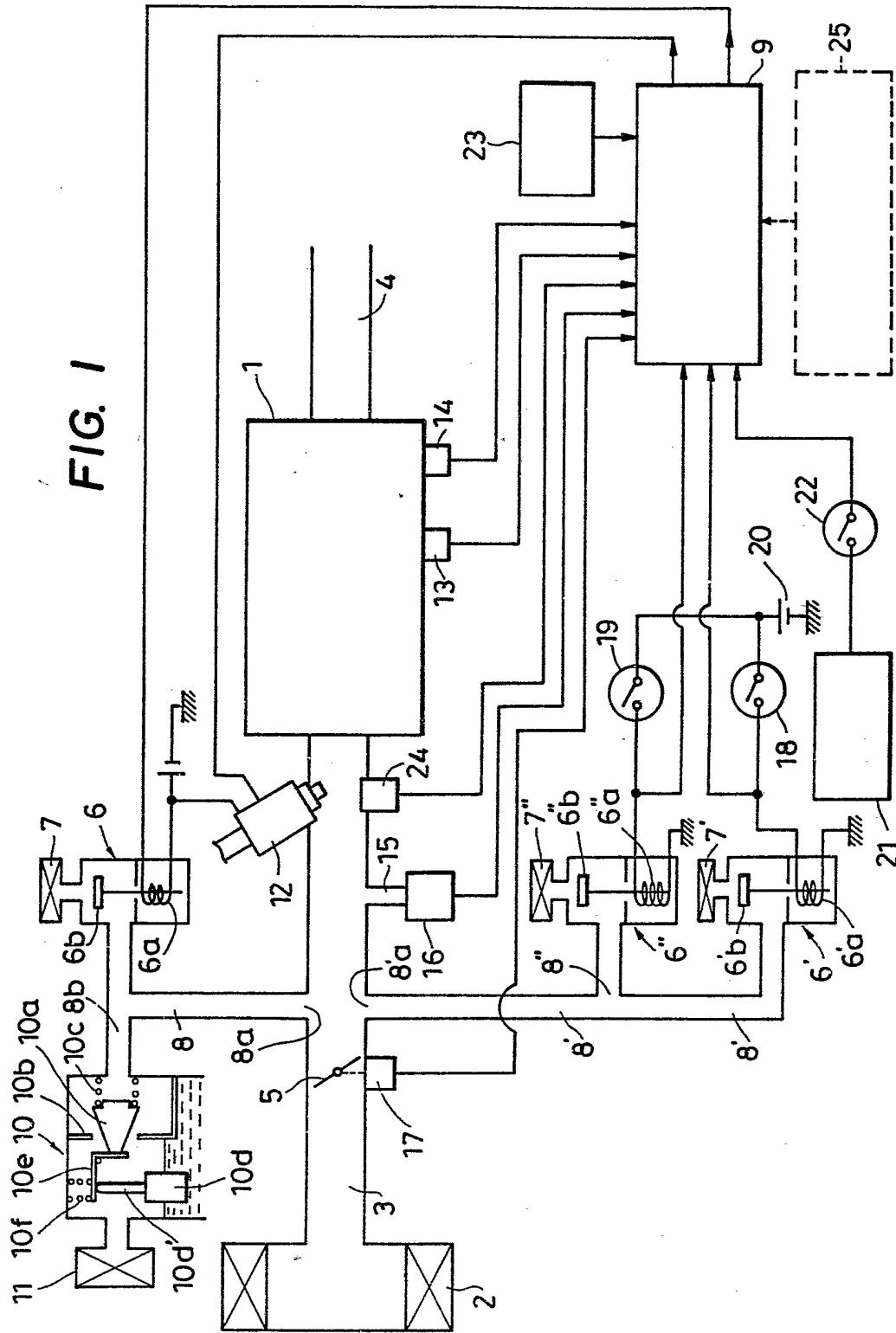
obtenu par multiplication de la valeur de correction par la valeur détectée de l'intervalle de temps compris entre la création de l'impulsion précédente du signal de commande et la création de l'impulsion actuelle de 5 ce signal, obtenu pendant l'opération (7).

10. Procédé selon l'une des revendications 6 et 7, caractérisé en ce que l'opération (9) comporte la détermination de la valeur de correction d'après une tension de sortie d'un dispositif (25) générateur d'une 10 tension variable qui est réglable par un opérateur.

11. Procédé selon la revendication 10, caractérisé en ce que la quantité voulue de carburant obtenue pendant l'opération (8) est corrigée par la valeur d'un produit obtenu par multiplication de la valeur de correction par la valeur détectée de l'intervalle de temps compris entre la création de l'impulsion précédente du signal de commande et la création de l'impulsion actuelle 15 de ce signal, obtenu pendant l'opération (7).

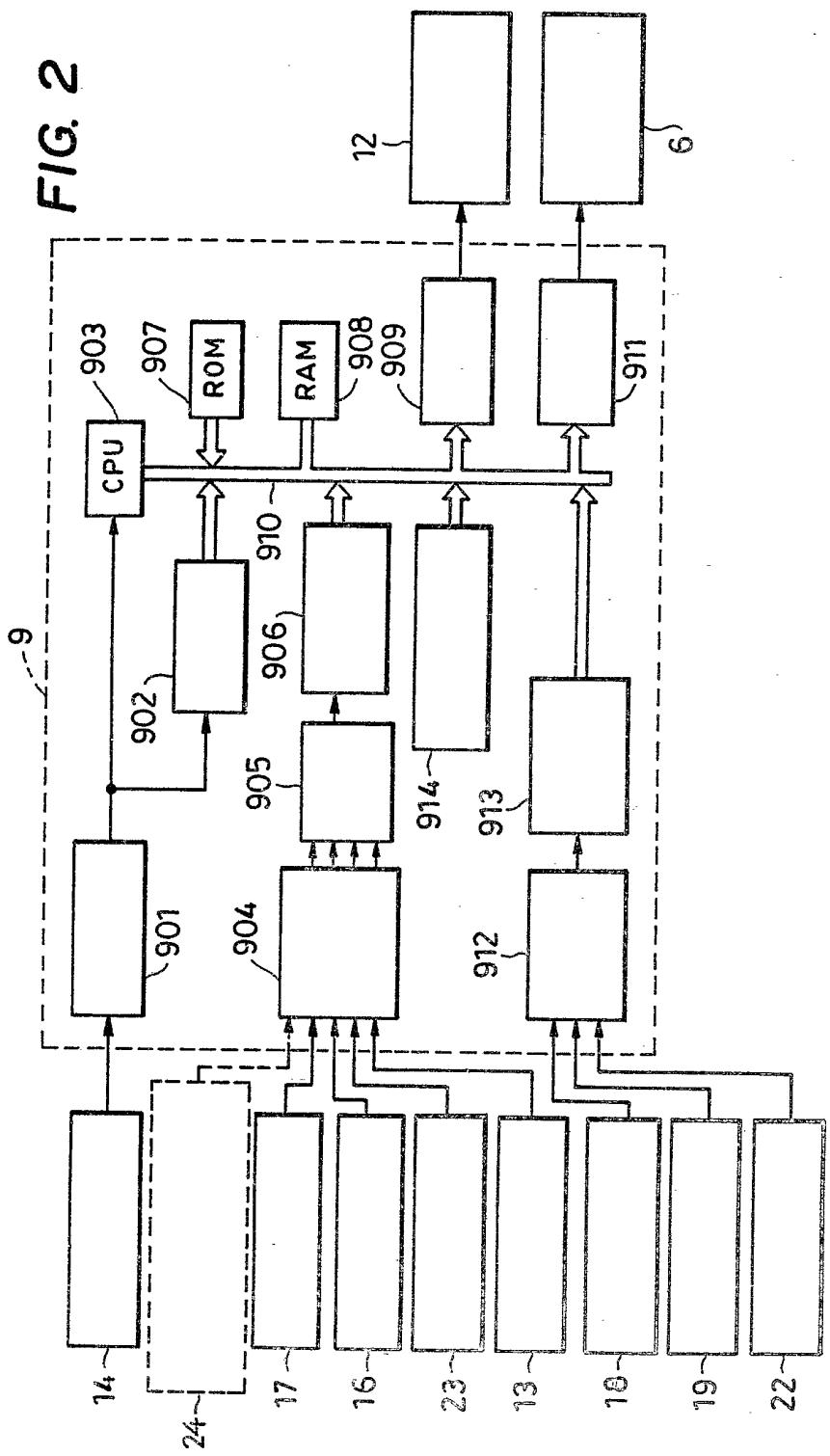
1/5

FIG. 1



2/5

FIG. 2



3/5

FIG. 3

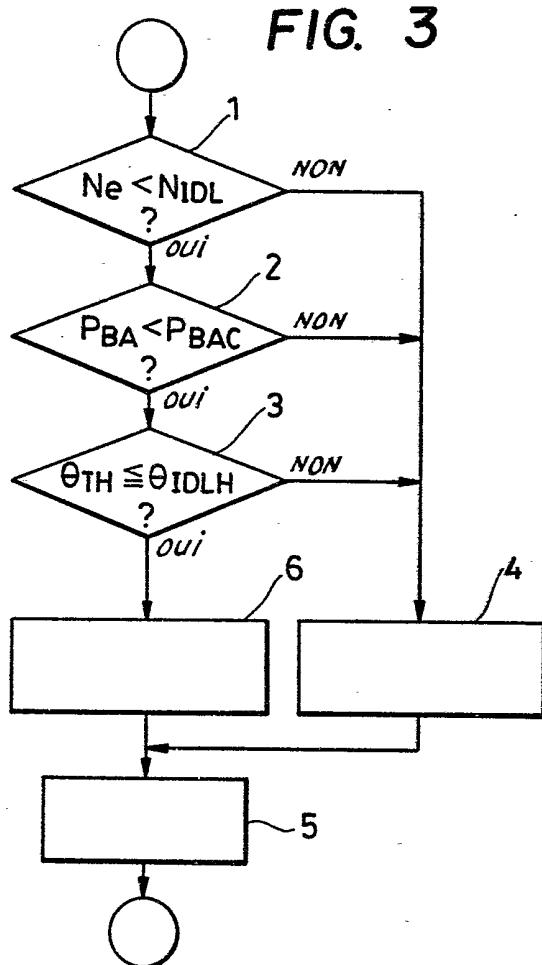
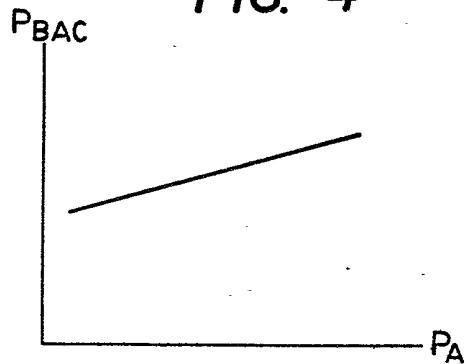
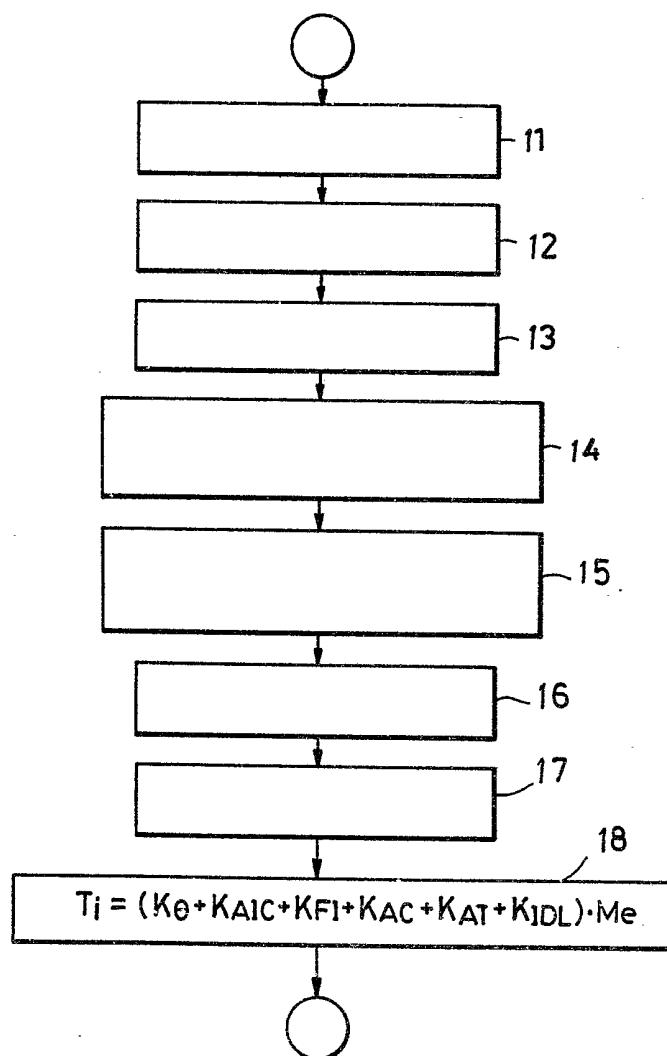


FIG. 4



4/5

FIG. 5



5/5

FIG. 7

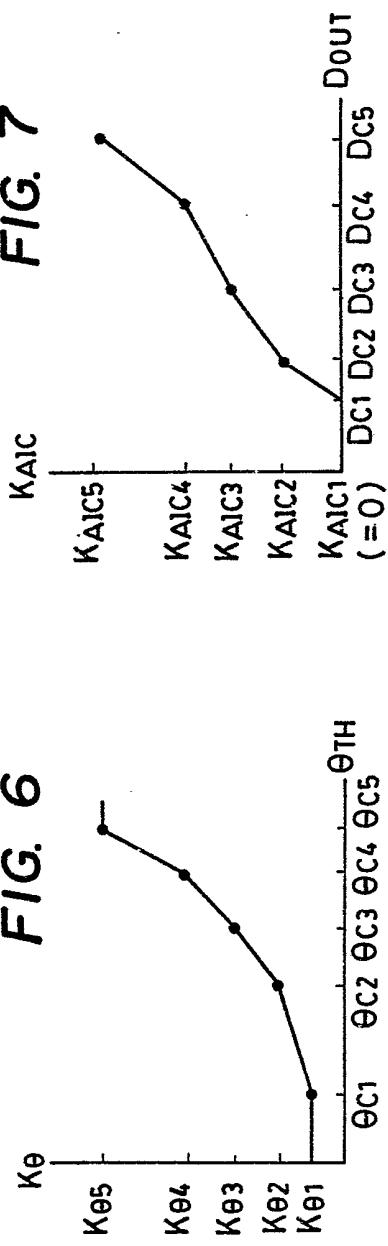


FIG. 8

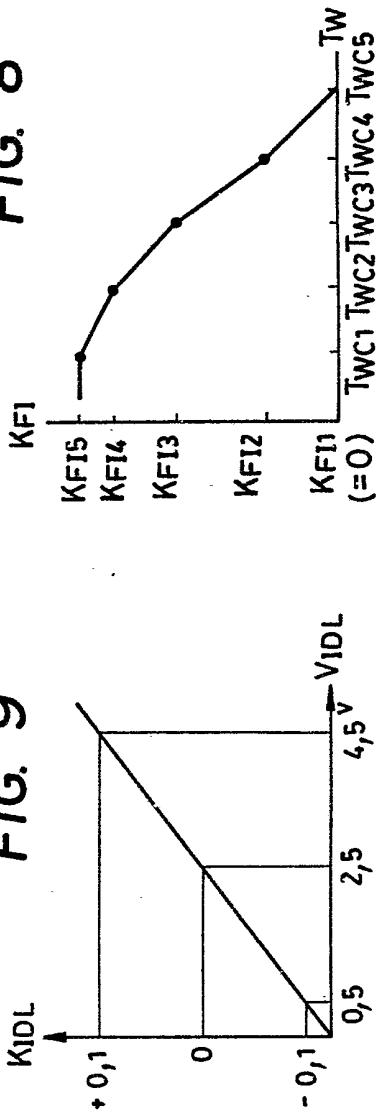


FIG. 9

