

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 80 21954

(54)

Système d'alimentation en carburant pour moteur à combustion interne.

(51)

Classification internationale (Int. Cl.³). F 02 M 51/04; F 02 D 5/00.

(22)

Date de dépôt..... 14 octobre 1980.

(33) (32) (31)

Priorité revendiquée : Japon (2 demandes), 15 octobre 1979, n°s 54-132626 et 54-132627, et
7 novembre 1979, n° 54-154506.

(41)

Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 16 du 17-4-1981.

(71)

Déposant : Société dite : NISSAN MOTOR CO., LTD, résidant au Japon.

(72)

Invention de : Kenji Masaki.

(73)

Titulaire : *Idem* (71)

(74)

Mandataire : Cabinet Z. Weinstein,
20, av. de Friedland, 75008 Paris.

La présente invention se rapporte à un perfectionnement à un moteur à combustion interne équipé d'une soupape d'injection de carburant pour amener, aux chambres de combustion du moteur, un carburant atomisé, et elle se
5 rapporte plus particulièrement à un système d'alimentation en carburant pour un moteur à combustion interne équipé de soupapes d'injection de carburant et d'un système de contrôle pour contrôler le réglage de l'injection en carburant et la quantité d'injection en réponse à des
10 conditions de fonctionnement du moteur.

En ce qui concerne un système d'alimentation en carburant où le carburant est injecté directement ou indirectement aux cylindres du moteur à une condition de pression considérablement élevée, une telle injection de
15 carburant est en réalité employée dans la technique des moteurs Diesel où les soupapes d'injection de carburant doivent avoir une résistance à la pression suffisante, et de plus une pompe d'injection de carburant est nécessaire pour la mise sous pression de ce carburant. Une telle
20 pompe est en général pourvue d'une fonction de distribution du carburant vers les cylindres du moteur, et elle est agencée pour amener, en succession, le carburant à haute pression aux soupapes d'injection pour les cylindres respectifs, à des positions angulaires prédéterminées
25 du vilebrequin.

Cependant, comme la pompe d'injection de carburant est entraînée mécaniquement en relation avec la rotation du moteur, il faut un grand effort pour faire varier le réglage, dans le temps, de l'injection de carburant
30 pendant le fonctionnement du moteur. De plus, avec une telle pompe d'injection de carburant, il est techniquement considérablement difficile d'obtenir automatiquement un réglage souhaitable d'injection de carburant dans le temps ainsi que la quantité, en particulier pendant tout
35 le fonctionnement d'un moteur, de son état froid à son état chaud. Par ailleurs, dans la production de la pompe d'injection de carburant, il faut une précision considérable

pour faire correspondre la quantité d'injection de carburant avec le réglage dans le temps de cette injection. Par suite, la pompe d'injection de carburant est coûteuse et difficile à entretenir après sa commercialisation.

5 En plus de ce qui précède, aussi bien les moteurs à essence que les moteurs Diesel sont depuis quelque temps soumis à une régulation stricte de l'émission des gaz d'échappement, et ils doivent de plus avoir une efficacité supérieure de consommation de carburant, du point de vue économie du carburant. On comprendra qu'il y a 10 une limite pour répondre à ces nécessités, en utilisant le contrôle d'alimentation en carburant dépendant de la pompe d'injection de carburant à entraînement mécanique ci-dessus mentionnée.

15 Selon la présente invention, un moteur à combustion interne est équipé d'un système d'alimentation en carburant qui comprend une pompe d'alimentation du carburant provenant d'une source, une pompe de mise sous pression pour mettre le carburant provenant de la pompe d'alimentation 20 sous pression, un moyen d'accumulation pour accumuler le carburant provenant de la pompe de mise sous pression, une soupape d'injection de carburant en connexion de fluide avec le moyen d'accumulation, la soupape d'injection pouvant injecter le carburant pour alimenter le cylindre 25 en carburant atomisé quand elle est ouverte, un capteur de pression pour détecter la pression du carburant dans le moyen d'accumulation afin de produire un signal représentant cette pression, une soupape régulatrice de la quantité de carburant en connexion de fluide avec le moyen d'accumulation, le carburant accumulé dans le moyen d'accumulation 30 pouvant être évacué par la soupape régulatrice de la quantité de carburant en réponse au fonctionnement du moyen régulateur de quantité de carburant, et un circuit de contrôle pour contrôler le fonctionnement de la soupape régulatrice de la quantité de carburant en réponse au 35 signal du capteur de pression.

Avec le système d'alimentation en carburant ainsi

agencé, la pression dans l'accumulateur est ajustée à un seuil prédéterminé en vertu de la soupape régulatrice de la quantité de carburant, afin de contrôler ainsi la pression d'injection de carburant à un seuil voulu.

- 5 Par ailleurs, si le fonctionnement de la soupape régulatrice de la quantité de carburant est modifié par le circuit de contrôle, au moyen d'un signal provenant d'un capteur de la charge du moteur, détectant la position d'une pédale d'accélération ou la quantité de l'air d'admission, la
- 10 pression dans l'accumulateur peut être contrôlée selon la charge du moteur, c'est-à-dire que la pression d'injection de carburant augmente avec l'augmentation de la charge du moteur. Par suite, l'augmentation de la quantité d'injection de carburant peut être obtenue sans prolongation
- 15 de la durée d'injection de carburant et sans que la soupape d'injection de carburant ne soit de grande dimension.

L'invention sera mieux comprise et d'autres buts, caractéristiques, détails et avantages de celle-ci apparaîtront plus clairement au cours de la description

20 explicative qui va suivre faite en référence aux dessins schématiques annexés donnés uniquement à titre d'exemple illustrant plusieurs modes de réalisation de l'invention et dans lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique, partiellement
- 25 en coupe, d'un système d'alimentation en carburant selon l'invention, en coopération avec un moteur à combustion interne à allumage par compression ;

- la figure 2 est une coupe transversale d'un exemple d'une soupape régulatrice de la quantité de
- 30 carburant utilisée dans le système de la figure 1 ;

- la figure 3 est une coupe transversale semblable à la figure 2, mais montrant un autre exemple de la soupape régulatrice ;

- la figure 4 est une coupe transversale d'une
- 35 soupape d'injection de carburant utilisée dans le système de la figure 1 ;

- la figure 5 est une vue schématique, partiellement

en coupe, semblable à la figure 1, montrant un autre mode de réalisation du système d'alimentation en carburant selon l'invention, en coopération avec un moteur à combustion interne à allumage par étincelle ;

5 - la figure 6 est une coupe transversale d'un autre exemple de la soupape d'injection ;

 - la figure 7 est une vue en coupe transversale partielle montrant une modification de la soupape de la figure 6 ;

10 - la figure 8 est une coupe transversale partielle semblable à la figure 7, mais montrant une autre modification de la soupape de la figure 6 ; et

 - la figure 9 est une coupe transversale montrant une autre modification de la soupape de la figure 6.

15 En se référant maintenant à la figure 1, un mode de réalisation d'un système d'alimentation en carburant selon la présente invention est illustré en coopération avec un moteur à combustion interne à allumage par compression (moteur Diesel). Le moteur comprend un corps 1

20 formé avec un cylindre C ou des cylindres C_1 à C_4 . Un piston 2 est disposé réciproque dans chaque cylindre C et il définit, avec sa couronne, une chambre de combustion 3. La chambre de combustion 3 communique, par une ouverture d'éjection 5, avec une chambre de tourbillonnement 4 dans

25 laquelle fait saillie une soupape d'injection de carburant (6a) 6 pour injecter le carburant dans la chambre de tourbillonnement 4. Des soupapes d'injection 6a à 6d sont prévues respectivement pour les cylindres C_1 à C_4 . On

30 décrira ci-après la construction détaillée de la soupape d'injection. Une bougie de rechauffage 7 fait également saillie dans la chambre de tourbillonnement 4. Un passage d'admission d'air 9 peut communiquer, par une soupape d'admission 8, avec la chambre de combustion 3 afin

35 d'induire de l'air dans cette chambre 3.

 Le système d'alimentation en carburant comprend, en plus de la soupape d'injection 6, une pompe 10 d'alimentation de carburant fonctionnant, en relation dans le temps,

avec le moteur, pour amener le carburant provenant d'une source telle qu'un réservoir. La pompe de carburant 10 est reliée à une pompe à plongeur 11 par un capteur de la température du carburant 46 (qui sera décrit en plus de détail ci-après), électriquement relié au circuit de contrôle 16. Le carburant provenant de son réservoir est au préalable mis sous pression à un certain seuil, et subséquemment le carburant est encore mis sous pression à un seuil plus élevé. La pompe à plongeur 11 est en connexion de fluide avec un accumulateur 13 qui sert à stocker temporairement le carburant de la pompe à plongeur 11 pour élever sa pression. La pression dans l'accumulateur 13 est contrôlée par une soupape 12 régulatrice de la quantité de carburant à commande électromagnétique. Le carburant à haute pression à la sortie de l'accumulateur 13 est amené aux soupapes d'injection 6a à 6d disposées respectivement sur les cylindres C₁ à C₄. La pression du carburant amené à la soupape 6 est contrôlée par la soupape régulatrice 12 qui fonctionne en réponse à un signal du circuit de contrôle 16 qui sera décrit ci-après, par lequel la quantité d'injection de carburant, dépendant, à la base, de la durée d'ouverture de la soupape d'injection de carburant, est modifiée en augmentant ou en diminuant la pression d'alimentation en carburant ou la pression d'injection de carburant afin d'améliorer la précision du contrôle d'alimentation en carburant. La soupape 12 de régulation de la quantité de carburant est disposée dans un conduit de retour de carburant (non repéré) par lequel le carburant à haute pression dans l'accumulateur 13 est by-passé vers le côté aspiration ou un passage de carburant (non repéré) en amont de la pompe à plongeur 11, afin de contrôler la quantité de retour du carburant passant par le conduit de retour.

L'accumulateur 13 comprend un piston 15 sollicité par un ressort 14, où la pression du combustible stocké dans une chambre 15A du piston est contrôlée par la charge de compression du ressort 14, et par conséquent, tandis que

la pression dans la chambre 15A augmente, le ressort 14 est comprimé pour élever la pression du carburant fourni à la soupape d'injection 6. En d'autres termes, en supposant que la pression d'évacuation de la pompe à plongeur 11 est maintenue constante, tandis que le degré d'ouverture de la soupape régulatrice de la quantité de carburant 12 augmente, la quantité de retour de carburant par le conduit de retour augmente avec pour résultat que la pression dans l'accumulateur ou la pression d'injection de carburant baisse. Au contraire, tandis que le degré d'ouverture de la soupape régulatrice 12 diminue, la pression dans l'accumulateur 13 augmente. On comprendra que la quantité d'injection de carburant par la soupape 6 augmente relativement avec l'augmentation de la pression d'injection de carburant, si la durée d'injection est constante. Un potentiomètre 23 ou capteur de pression est prévu pour détecter la pression réelle dans l'accumulateur 13. Le potentiomètre 23 est construit et agencé de façon que son niveau de sortie varie en réponse au déplacement du piston 15. Le signal à la sortie du potentiomètre 23 est appliqué au circuit de contrôle 16 en tant que signal de contre-réaction. En d'autres termes, le degré d'ouverture de la soupape régulatrice 12 est modifié pour obtenir un seuil voulu de la quantité d'injection de carburant, lors du jugement de la pression réelle d'injection de carburant en vertu du signal de contre-réaction ou du signal à la sortie du potentiomètre 23.

La figure 2 montre un exemple de la soupape 12 de régulation de la quantité de carburant du type par tout ou rien, généralement désignée par le repère 12'. Dans cet exemple, la soupape 12' comprend une bobine électromagnétique 17 qui entoure un noyau mobile en fer 18 et qui est électriquement reliée au circuit de contrôle 16. Un organe de soupape 19 est relié au noyau en fer 18. Par conséquent, l'organe de soupape 19 ouvre ou ferme une ouverture de soupape ou sortie du carburant 20 en mode par tout ou rien ou d'ouverture ou de fermeture selon des

signaux impulsionnels d'ouverture et de fermeture appliqués par le circuit de contrôle 16 à la bobine 17. Une entrée du carburant (non repérée) est en connexion de fluide avec l'accumulateur 13. On comprendra à la lecture de ce
5 qui précède, que la quantité de carburant traversant le conduit de retour est proportionnelle à la durée utile du signal impulsional appliqué à la soupape régulatrice 12 par le circuit de contrôle 16.

La figure 3 montre un autre exemple de la soupape
10 régulatrice du type proportionnel, désignée par le repère 12". Dans ce cas, la soupape régulatrice 12" comprend une bobine 17' reliée à un organe de soupape 19' et électriquement reliée au circuit de contrôle 16. La bobine 17' est entourée d'un aimant permanent 22. Par conséquent,
15 quand la bobine 17' est alimentée en un courant électrique réglé par le circuit de contrôle 16, la bobine 17' se déplace par rapport à l'aimant permanent 22 en réponse à la valeur du courant électrique fourni afin de contrôler proportionnellement l'aire effective d'ouverture de
20 l'ouverture de soupape ou sortie de carburant 20'. Une entrée de carburant (non repérée) est en connexion de fluide avec l'accumulateur.

La figure 4 montre la construction détaillée d'un exemple de la soupape d'injection de carburant 6, qui
25 comprend un boîtier 25 de bougie ayant une section filetée 24 par laquelle le boîtier 25 est vissé à une culasse de cylindre du corps 1 du moteur. Dans le boîtier 25 est disposé un porte-tubulure 27 où est disposée coulissante une aiguille 26 formant tubulure, laquelle aiguille 26
30 comporte en son bout, une section effilée 28. Le porte-tubulure 27 comporte un passage de carburant 29 auquel est amené le carburant provenant de la chambre 15A du piston de l'accumulateur 13. Une extrémité du passage 29 est placée face à la section effilée de l'aiguille 26
35 par laquelle elle peut être fermée. En conséquence, le carburant parcourant le passage 29 est éjecté par une ouverture de tubulure 30 en réponse à la levée du pointeau

ou aiguille 26. Le pointeau 26 est relié par une tige de connexion 32 à une armature (noyau en fer mobile) 33 qui est mobile selon la condition excitée ou désexcitée d'une bobine électromagnétique 34 disposée autour de l'armature 33, laquelle bobine est électriquement reliée au circuit de contrôle 16 et fait partie d'un moyen électromagnétique de mise en action (non repéré). Un ressort hélicoïdal ou de retour 31 est prévu pour solliciter le pointeau 26 vers le bas ou dans la direction tendant à fermer l'extrémité du passage de carburant.

Avec la construction de la soupape 6, quand la bobine électromagnétique 34 est alimentée en signaux ou en signaux impulsionnels du type par tout ou rien par le circuit de contrôle 16, la bobine 34 est excitée pour tirer le pointeau 26 vers le haut au moyen de la tige de connexion 32 contre la force de sollicitation du ressort 31. Alors, la montée ou levée du pointeau 26 est aidée par la pression du carburant qui agit sur la section extrême effilée du pointeau 26. Ainsi, la soupape d'injection 6 est ouverte pour qu'une injection de carburant puisse avoir lieu. Quand la bobine électromagnétique 34 est désexcitée, le pointeau 26 est poussé vers le bas sous l'action du ressort 31 pour arrêter l'injection de carburant.

On notera que le circuit de contrôle 16 est alimenté en une grande variété de signaux représentant les conditions de fonctionnement du moteur comme on peut le voir sur la figure 1, afin de contrôler avantageusement la quantité et la durée dans le temps de l'injection de carburant selon les conditions de fonctionnement du moteur. De ce point de vue, un capteur 42 d'accélération est prévu pour capter le degré d'ouverture ou la position angulaire d'une pédale d'accélérateur 43. Le signal à la sortie de ce capteur d'accélération 42 sert à augmenter ou à diminuer la quantité d'injection de carburant de base. De plus, un capteur 44 de l'angle du vilebrequin est prévu pour capter l'angle de rotation du vilebrequin, le point mort haut et la vitesse du moteur, afin de produire un signal

pour contrôler le réglage dans le temps de l'injection de carburant. Le repère 45 désigne un capteur de la température du fluide de refroidissement du moteur, qui sert à modifier ou à augmenter la quantité d'injection de carburant pendant un fonctionnement à basse température. Le repère 46 désigne un capteur de la température du carburant agencé pour appliquer un signal au circuit de contrôle 16 afin de modifier la quantité d'écoulement de carburant selon sa température, c'est-à-dire de compenser la quantité d'écoulement de carburant du fait de l'augmentation de température. Par conséquent, le circuit de contrôle 16 produit des signaux, lors de la réception des divers signaux ci-dessus mentionnés et les applique respectivement à la soupape d'injection de carburant 6 et à la soupape régulatrice de la quantité de carburant à commande électromagnétique 12, pour effectuer l'injection de carburant à une quantité souhaitée et à un réglage optimal dans le temps pour chaque cylindre du moteur, selon les divers signaux ci-dessus mentionnés représentant les conditions de fonctionnement du moteur.

On expliquera ci-après, en se référant au fonctionnement des composants ci-dessus mentionnés, le mode de fonctionnement du système d'alimentation en carburant représenté sur la figure 1.

La durée d'injection de carburant pour chaque injection de la soupape 6 et le degré d'ouverture de la soupape régulatrice à commande électromagnétique 12 sont contrôlés à la base, en réponse aux signaux du capteur d'accélération 42 par le circuit de contrôle 16, ainsi la quantité d'injection de carburant peut être efficacement contrôlée. L'injecteur 6 est alimenté en signaux impulsionnels qui sont en relation dans le temps avec le moteur, par le circuit de contrôle 16, et par conséquent l'injection de carburant à chaque cylindre du moteur est amorcée à un réglage optimal dans le temps à proximité du point mort haut dans la course de compression. Cependant, un tel réglage requis, dans le temps, de l'injection de carburant,

varie délicatement en réponse aux conditions de fonctionnement du moteur, il est contrôlé en ajustant minutieusement la phase du signal impulsif par le circuit de contrôle 16, cet ajustement de phase étant effectué en jugeant
5 des conditions de fonctionnement du moteur en vertu d'un motif précédemment établi qui peut avoir été mémorisé sous forme d'une table dans le cas de l'utilisation d'un micro-calculateur.

Le carburant est au préalable mis sous pression par
10 la pompe 10 puis est appliqué à la pompe à plongeur 11 pour être ensuite mis sous pression à une valeur de pression à proximité d'une pression prédéterminée d'injection de carburant. Cela est dû au fait que la pression d'injection de carburant doit être supérieure à la
15 pression dans la chambre de combustion qui est considérable comme 20 à 25 atm, du fait du fort rapport de compression. Ce carburant à haute pression est stocké dans l'accumulateur 13, et la valeur de pression stockée ou la pression d'injection de carburant est contrôlée par la soupape
20 régulatrice de la quantité de carburant à commande électromagnétique 12. Simultanément, cette valeur de pression stockée de l'accumulateur 13 est appliquée, en mode de contre-réaction, au circuit de contrôle 16 sous forme d'un signal à la sortie du potentiomètre 23, on peut
25 juger si la pression d'injection, pour chaque injection de carburant, est en accord avec un seuil voulu ou non. Selon ce jugement, un signal de modification est appliqué par le circuit de contrôle 16, à la soupape régulatrice à commande électromagnétique 12 pour modifier la quantité
30 d'écoulement de carburant à travers la soupape 12.

On notera que la quantité d'injection de carburant par la soupape d'injection dépend de la durée d'ouverture de la soupape et de la pression d'injection de carburant à la soupape d'injection 6, et par conséquent l'augmentation
35 de la quantité d'injection de carburant est effectuée à une très forte réponse en élevant la pression d'injection en plus d'augmenter la largeur de l'impulsion pour

l'injection de carburant. On comprendra que l'augmentation de la quantité d'injection de carburant est bien entendu accomplie uniquement en augmentant la durée de l'injection même si on laisse la pression d'injection à une valeur
5 constante ; cependant, dans ce cas, il faut prolonger considérablement la durée de l'injection de carburant ou établir une plus forte capacité de la soupape d'injection, pour qu'elle puisse permettre d'augmenter la quantité d'injection. Cela conduit aux problèmes où il devient impossi-
10 ble d'accomplir l'injection de carburant sur un angle optimal de rotation du vilebrequin, ou bien il y a détérioration de la précision du contrôle à une quantité moindre de l'injection de carburant du fait de la soupape d'injection de grande dimension.

15 Au contraire, avec le système d'alimentation en carburant selon l'invention, la valeur de pression stockée dans l'accumulateur 13 peut être relativement augmentée selon les charges du moteur, et par conséquent l'augmentation de la quantité d'injection de carburant est accomplie
20 avec une très bonne réponse sans augmenter considérablement la durée de l'injection. En conséquence, on peut injecter, en toute sécurité, une quantité prédéterminée de carburant jusqu'à un réglage requis dans le temps, pour toutes les conditions de fonctionnement du moteur, et de plus, la
25 quantité d'injection de carburant est contrôlée avec précision par le contrôle par contre-réaction de la pression d'injection, améliorant ainsi les caractéristiques de consommation de carburant, pour obtenir une augmentation de la quantité d'injection de carburant à une forte réponse,
30 même à une période de transition des conditions de fonctionnement du moteur, ce qui améliore les caractéristiques d'accélération.

Tandis que le principe de la présente invention s'applique aux moteurs Diesel et analogues, on comprendra
35 qu'il peut s'appliquer à des moteurs à allumage par compression, fonctionnant avec des carburants dont le composant majeur est le méthanol, et additionnés de gasoil léger.

Comme on l'aura noté à la lecture de la description ci-dessus, selon l'invention, le réglage dans le temps de l'injection de carburant et la quantité d'injection de carburant peuvent être contrôlés à une très bonne précision et à une très bonne réponse, ce qui améliore ainsi
5 fortement les caractéristiques de fonctionnement du moteur et les caractéristiques de consommation de carburant. En outre, ces contrôles sont obtenus électroniquement sans dépendre de modes mécaniques traditionnels, et en conséquence,
10 les efforts mécaniques de correspondance ou d'appariement deviennent inutiles, ce qui améliore la productivité et la facilité d'entretien d'un tel système d'alimentation en carburant, et abaisse son prix de production.

La figure 5 illustre un autre mode de réalisation
15 du système d'alimentation en carburant selon l'invention, appliqué à un moteur à combustion interne à allumage par étincelle comportant le corps 1. Le corps 1 comporte le cylindre C ou les cylindres C_1 à C_4 . Le piston 2 est disposé réciproque dans le cylindre (C_1) et il définit
20 la chambre de combustion 3 avec sa couronne. Une bougie d'allumage 47 est prévue de façon que ses électrodes fassent saillie vers la chambre de combustion 3. De plus, la soupape d'injection 6 fait également saillie vers la chambre de combustion 3. La chambre 3 peut communiquer,
25 par la soupape d'admission, avec un passage d'admission 49 ou collecteur d'admission par lequel l'air est induit dans la chambre de combustion 3. Une soupape d'étranglement 48 est supportée pivotante dans le passage d'admission 49, laquelle soupape est opérativement reliée à une pédale
30 d'accélérateur (non représentée) afin d'être déplacée avec cette pédale.

Quand l'introduction du carburant injecté est effectuée pendant la course de compression comprenant la proximité du point mort haut, dans le cas où la
35 soupape d'injection 6 est disposée pour faire saillie vers la chambre de combustion 3 comme cela est illustré, la soupape d'étranglement 48 peut être omise pour attirer

une quantité suffisante d'air dans la chambre de combustion
3. La soupape d'injection 6 peut être disposée dans le
passage d'admission (collecteur d'admission) 49, juste
en amont de la soupape d'étranglement 48, auquel cas le
5 carburant est amené à la chambre de combustion 3 après
ouverture de la soupape d'admission 8. Dans ce cas, il est
nécessaire d'installer la soupape d'étranglement 48 pour
contrôler la quantité du mélange air-carburant. La bougie
d'allumage 47 est agencée de façon que son réglage de
10 l'allumage soit à la base contrôlé généralement de la même
façon que dans des moteurs habituels à allumage par
étincelle, par des signaux d'allumage du circuit de contrôle
16. Le circuit 16 est agencé pour être alimenté en une
15 grande variété de signaux des divers capteurs de conditions
de fonctionnement du moteur, et pour toujours produire une
valeur optimale d'avance à l'allumage selon les conditions
de fonctionnement du moteur qui varient avec l'écoulement
du temps, afin que le carburant injecté (par exemple essence
ou pétrole) par la soupape d'injection 6 soit allumé et
20 brûlé à proximité du point mort haut de la source de
compression.

Le repère 50 désigne un capteur de la quantité de
l'air d'admission s'écoulant dans le passage d'admission 49,
laquelle quantité varie en réponse au degré d'ouverture de
25 la soupape d'étranglement 48. La quantité de base d'injec-
tion de carburant est accrue ou diminuée par le signal de
ce capteur 50. Dans ce cas, comme l'injection de carburant
a lieu au temps optimal entre la période moyenne et la
dernière période de la course de compression, la pompe à
30 plongeur 11 met le carburant sous pression à un seuil
prédéterminé à proximité de la pression d'injection de
carburant, qui est supérieure à la pression dans la chambre
de combustion à ce moment.

Comme on l'aura noté à la lecture de ce qui précède,
35 avec le système d'alimentation en carburant représenté
sur la figure 5, une quantité souhaitée de carburant peut
être injectée en toute sécurité jusqu'à un temps requis

pendant toutes les conditions de fonctionnement du moteur, et de plus la quantité d'injection de carburant peut être contrôlée avec précision par la contre-réaction pour la pression d'injection de carburant. En outre, l'augmentation de la quantité de carburant peut être obtenue à une très bonne réponse même à une période de transition des conditions de fonctionnement du moteur. Par ailleurs, en effectuant l'allumage par étincelle du carburant ainsi injecté au moyen de la bougie 47, on peut obtenir une combustion stable et efficace du carburant, même à un mélange air-carburant très pauvre. Par suite, les caractéristiques de consommation de carburant et d'accélération du moteur sont fortement améliorées.

On comprendra que, selon l'invention, le réglage dans le temps de l'injection et la quantité d'injection du carburant injecté par la soupape 6 peuvent être contrôlés très précisément et avec une très bonne réponse, selon les conditions de fonctionnement du moteur, ce qui améliore ainsi fortement les caractéristiques de fonctionnement du moteur et l'économie de carburant. Dans ce cas également, comme les contrôles ci-dessus mentionnés sont effectués électroniquement sans dépendre de modes mécaniques traditionnels, les efforts de correspondance ou d'appariement mécaniques deviennent inutiles, ce qui améliore la productivité et la facilité d'entretien du système d'alimentation en carburant, et cela abaisse son prix de production.

La figure 6 montre un autre exemple de la soupape 6 d'injection de carburant du type utilisant un solénoïde hélicoïdal (ci-après "hélénoïde"). La soupape 6 comprend un logement 67 où sont coaxialement disposés un support ou porte-soupape 60 et un porte-hélénoïde 66. Le logement 67 comporte une entrée 64 du fluide, en connexion avec l'accumulateur 16 tandis que le support 66 comporte une sortie 54 du fluide. Dans le support 66, un noyau 57 faisant partie de l'hélénoïde est solidement disposé, en étant espacé de la surface interne du support 66. Une armature 56

généralement cylindrique est disposée mobile entre le noyau 57 et la surface interne du support 66. L'armature 56 comporte une section inférieure 56a traversée d'orifices 70. La section inférieure 56a est reliée par une tige
5 de connexion (non repérée), à un organe mobile de soupape 61. L'organe de soupape 61 est disposé mobile dans le porte-soupape 60 agencé pour ouvrir ou fermer une ouverture définie dans un siège de soupape 62 faisant partie du porte-soupape 60, l'ouverture communiquant avec l'entrée du
10 fluide 64.

Le noyau 57 comporte, à sa surface périphérique externe, une gorge hélicoïdale, ainsi la surface externe du noyau a, en coupe, une forme de dent de scie. Une
15 bobine hélicoïdale 58 est enroulée à la surface de la gorge hélicoïdale du noyau 57. De plus, l'armature 56 comporte, à sa surface périphérique interne, une gorge hélicoïdale dont la forme correspond à celle de la gorge hélicoïdale sur le noyau 57. La distance de l'espace (indiqué sur la figure 6) entre les gorges hélicoïdales
20 correspondantes en direction axiale est de l'ordre de 1 mm au maximum, et par conséquent la course de l'organe de soupape 61 mobile avec l'armature 56 est de l'ordre de 1 mm. Cette armature 56 a une longueur totale de 42 mm et un diamètre externe de 22 mm, pour produire une force
25 d'entraînement de l'ordre de 40 kg. L'armature 56 est supportée coulissante sur la surface interne du support d'hélicoïde 66, par des paliers supérieur et inférieur 55 disposés entre le support 66 et l'armature 56. Au noyau
30 57 fait corps une vis 51 d'ajustement de l'espace, pouvant être fixée par un écrou de blocage 52, et par conséquent la mise en place du noyau 57 peut être délicatement réglée pour contrôler l'espace ci-dessus mentionné à une valeur optimale, en faisant tourner la vis d'ajustement 51.
35 Le repère 53 désigne une borne par laquelle du courant électrique est appliqué à la bobine hélicoïdale 58 par le circuit de contrôle 16. Le noyau 57 comporte une partie creuse centrale 68 où est disposé un ressort hélicoïdal 59

pour solliciter l'armature 6 vers le bas ou dans la direction où l'organe de soupape 61 contacte le siège 62. Le repère 63 désigne un joint torique disposé entre le porte-soupape 66 et le logement 67. En conséquence, quand la haute pression du fluide agit sur le siège de soupape 62 pour remonter l'organe de soupape 61 afin d'ouvrir la soupape, le fluide s'écoule par un passage 69 formé entre la surface interne du porte-soupape 60 et la surface externe de l'organe de soupape 61, et est ensuite amené par les orifices 70 vers l'hélenoïde. Ensuite, le fluide s'écoule vers la sortie 54 par le jeu formé entre le noyau 57 et l'armature 56. On comprendra que l'organe de soupape 61 peut être remplacé par un organe de soupape 61' en forme de champignon comme cela est représenté sur la figure 7, ou par un organe de soupape du type à bille 61" comme cela est représenté sur la figure 8.

On expliquera ci-après le mode de fonctionnement de la soupape d'injection représentée sur la figure 6. En général, un hélenoïde est caractérisé par une réponse extrêmement rapide et par une force importante d'entraînement bien que sa levée soit plus faible que celle des solénoïdes traditionnels. Cela est dû au fait que la surface effective de l'armature 56 et que la densité de flux magnétique dû à la bobine hélicoïdale 58 sont accrues en vertu de la gorge hélicoïdale, ainsi le taux d'augmentation de poids de l'armature 56 pour augmenter sa force d'entraînement peut être plus réduit.

Quand le courant électrique ne traverse pas l'hélenoïde, l'armature 56 est sollicitée vers le bas par la force du ressort 59, afin de solliciter l'organe de soupape 61 en contact avec le siège 62. Dans ce cas, quand une haute pression, par exemple de 147 bars, règne dans l'entrée 64, la pression du fluide agissant sur l'organe de soupape 61 est de 29,4 kg, en supposant que la surface effective de réception de pression est de $19,6 \text{ mm}^2$. En conséquence, il est nécessaire que la force de sollicitation du ressort 58

soit établie au-dessus de la pression du fluide ci-dessus mentionnée afin de permettre à la soupape 61 de contacter le siège 62 contre la pression du fluide pour maintenir un joint étanche à l'huile et au gaz. Pour forcer l'organe de soupape 61 à s'ouvrir contre cette force de sollicitation, il faut bien entendu, que la force d'entraînement de l'hélicoïde soit supérieure à la force de sollicitation. En d'autres termes, si le courant électrique passe par le ressort hélicoïdal 58 et que la force d'entraînement vers le haut agit sur l'armature 56, l'organe de soupape 61 est d'abord ouvert pour laisser le carburant s'écouler du passage 69 vers les orifices 70 par la force d'entraînement requise pour rompre l'équilibre entre la pression du fluide poussant l'organe de soupape vers le haut et la force du ressort 59. Cependant, après ouverture de la soupape, il n'existe presque plus de différence de pression entre les côtés amont et aval par rapport à l'organe de soupape 61, et par conséquent une force d'entraînement supérieure à la force de sollicitation du ressort 59 devient nécessaire pour forcer la soupape à rester fermée. De ce point de vue, l'hélicoïde dans ce cas développe une force opérationnelle de l'ordre de 50 kg comme on l'a mentionné ci-dessus, et en conséquence il devient possible de forcer la soupape à rester suffisamment ouverte.

En même temps que l'ouverture de la soupape, le fluide traverse le jeu entre le noyau 57 et l'armature 56, puis s'écoule vers la sortie 54, refroidissant le noyau et l'armature, empêchant ainsi la production de chaleur de l'hélicoïde et améliorant sa durabilité. Comme la course de l'hélicoïde est de l'ordre de 1 mm, la course de cet organe de soupape 61 est égale à celle de l'hélicoïde. Même une telle course est suffisamment applicable dans un usage pratique dans le cas où la quantité requise d'écoulement pour chaque ouverture de soupape n'est pas si importante. De plus, comme il ne faut pas une force importante d'entraînement à la période initiale de l'ouverture de la soupape, la réponse est très élevée, et par conséquent

la présente invention est la mieux adaptée dans des cas de soupapes d'injection de carburant nécessitant une réponse rapide.

5 La figure 9 montre un autre exemple de la soupape 6 d'injection de carburant, semblable à l'exemple de la figure 6 mais elle est agencée de façon que la direction d'entraînement de l'hélicoïde soit inversée par rapport à l'exemple de la figure 6. En conséquence, dans ce cas, l'organe de soupape 61 est forcé à contacter le siège
10 de soupape 62 par les forces d'entraînement du ressort 59 et de l'armature 56' quand il y a alimentation en courant électrique et l'organe de soupape 61 s'ouvre en vertu de la pression du fluide quand l'alimentation en courant électrique est interrompue ou diminuée. Par conséquent,
15 il est simplement suffisant d'agencer le noyau 57', le ressort hélicoïdal 58' et analogue, pour produire une telle force inverse d'entraînement de l'armature 56', et par conséquent cette construction a le même principe que la figure 6.

20 Comme on l'aura noté à la lecture de ce qui précède, selon l'agencement des figures 6 à 9, comme les actions d'ouverture et de fermeture de l'organe de soupape 61 sont contrôlées par le solénoïde hélicoïdale, le contrôle du fluide à haute pression peut être accompli à une
25 réponse extrêmement bonne, ce qui permet une soupape de petite dimension et de poids léger. En particulier, la soupape est excellente par sa réponse initiale rapide, et en conséquence c'est la mieux adaptée dans des cas où il faut un contrôle momentané d'écoulement. De plus, on
30 notera que la soupape d'injection de carburant d'un tel type peut largement être utilisée pour le contrôle d'autres fluides.

Bien entendu, l'invention n'est nullement limitée aux modes de réalisation décrits et représentés qui n'ont été donnés qu'à titre d'exemple. En particulier, elle comprend tous les moyens constituant des équivalents techniques des moyens décrits, ainsi que leurs combinaisons, si celles-ci sont exécutées suivant son esprit et mises en oeuvre dans le cadre de la protection comme revendiquée.

REVEN DICATIONS

1. Système d'alimentation en carburant pour un moteur à combustion interne ayant un cylindre, caractérisé en ce qu'il comprend :

5 une pompe d'alimentation (10) pour amener un carburant provenant d'une source ;

une pompe (11) pour la mise sous pression du carburant provenant de ladite pompe ;

un moyen d'accumulation (13) du carburant provenant de ladite pompe ;

10 une soupape d'injection de carburant (6) en connexion de fluide avec ledit moyen d'accumulation, pour être alimentée en carburant provenant dudit moyen, ladite soupape d'injection pouvant injecter le carburant pour alimenter le cylindre de carburant atomisé quand elle est
15 ouverte ;

un capteur (23) de la pression du carburant dans ledit moyen d'accumulation, afin de produire un signal représentant la pression du carburant dans ledit accumulateur ;

20 une soupape régulatrice de la quantité de carburant (12) en connexion de fluide avec ledit moyen d'accumulation, le carburant accumulé dans ledit moyen d'accumulation pouvant être déchargé à travers ladite soupape régulatrice ;
et

25 un circuit de contrôle (16) du fonctionnement de ladite soupape régulatrice de la quantité de carburant en réponse au signal dudit capteur de pression.

2. Système selon la revendication 1, caractérisé en ce que le moyen d'accumulation précité comprend un
30 piston (15) définissant une chambre (15A) où est amené le fluide sous pression par la pompe de mise sous pression précitée, ledit piston étant sollicité dans une direction tendant à diminuer le volume de ladite chambre par un ressort, ladite chambre pouvant communiquer avec la

soupape d'injection précitée.

3. Système selon la revendication 2, caractérisé en ce que le capteur de pression précité comprend un potentiomètre (23) opérativement relié au piston précité du moyen d'accumulation, ledit potentiomètre produisant un signal électrique représentant le déplacement dudit piston, et étant électriquement relié au circuit de contrôle précité.

4. Système selon la revendication 3, caractérisé en ce que la soupape régulatrice de la quantité de carburant (12') précitée comporte un moyen définissant une chambre du carburant et ayant une entrée par où ladite chambre communique avec la chambre du piston précitée et une sortie (20) par où le carburant de ladite chambre peut être évacué, un organe de soupape mobile (19) par lequel ladite sortie peut être fermée, une armature mobile (18) reliée audit organe de soupape, une bobine électromagnétique (17) placée autour de ladite armature et électriquement reliée au circuit de contrôle précité.

5. Système selon la revendication 3, caractérisé en ce que la soupape régulatrice de la quantité de carburant (12') précitée comporte un moyen définissant une chambre de carburant et ayant une entrée par où ladite chambre communique avec la chambre du piston précitée et une sortie (20') par où le carburant de ladite chambre peut être évacué, un organe mobile de soupape (19') par lequel ladite sortie peut être fermée, une bobine électriquement conductrice (17') reliée audit organe de soupape et électriquement reliée au circuit de contrôle précité, et un aimant permanent (22) placé autour de ladite bobine électriquement conductrice.

6. Système selon la revendication 2, caractérisé en ce que la soupape d'injection de carburant précitée comporte un porte-tubulure (27) ayant un passage de carburant (29) communiquant avec la chambre du piston précitée du moyen d'accumulation et une sortie (30) par où le carburant provenant dudit passage peut être évacué quand

la communication entre ledit passage et ladite sortie est établie, et un organe mobile de soupape (26) disposé coulissant dans ledit porte-tubulure et pouvant bloquer la communication entre ledit passage de carburant et ladite sortie du carburant, une armature mobile (33) reliée audit organe de soupape, et une bobine électromagnétique (34) placée autour de ladite armature et électriquement reliée au circuit de contrôle (16) précité.

7. Système selon la revendication 6, caractérisé en ce que l'organe de soupape précité est de forme cylindrique et comporte, en son bout, une section effilée (28) faisant face à l'extrémité ouverte du passage de carburant précité, ladite extrémité ouverte pouvant être fermée par la section effilée dudit organe de soupape.

8. Système selon la revendication 2, caractérisé en ce que la soupape précitée d'injection de carburant comporte un boîtier (66, 67) ayant une entrée de carburant communiquant avec la chambre du piston précitée du moyen d'accumulation et une sortie par où le carburant peut être évacué dudit boîtier, un noyau cylindrique électriquement conducteur (57) fixé dans ledit boîtier et ayant, sur sa surface périphérique, une gorge hélicoïdale, un solénoïde hélicoïdal électriquement conducteur (58) enroulé sur ladite gorge hélicoïdale du noyau et électriquement relié au circuit de contrôle précité, une armature généralement cylindrique (56) disposée mobile autour dudit noyau et espacée de lui, ladite armature étant montée coulissante sur la surface interne dudit boîtier et ayant, sur sa surface périphérique interne, une gorge hélicoïdale dont la forme correspond à celle dudit noyau, un organe mobile de soupape (61) relié à ladite armature, et un siège de soupape (62) ayant une ouverture communiquant avec ladite entrée du carburant, ladite ouverture pouvant être fermée par ledit organe de soupape pour bloquer la communication entre l'entrée et la sortie du carburant.

9. Système selon la revendication 8, caractérisé en ce que l'armature précitée a une section inférieure (56a)

faisant face à la section inférieure du noyau précité, ladite section inférieure de ladite armature étant traversée d'orifices par où s'écoule le combustible provenant de l'entrée précitée, l'organe de soupape précité
5 étant relié à ladite section inférieure de ladite armature.

10. Système selon la revendication 9, caractérisé en ce que la soupape précitée d'injection de carburant comprend un ressort (59) disposé dans une partie creuse (68) formée à la section inférieure du noyau précité pour
10 solliciter la section inférieure de l'armature précitée dans une direction forçant l'organe de soupape précité à contacter son siège.

11. Système selon la revendication 10, caractérisé en ce que le noyau précité, l'armature précitée, l'organe
15 de soupape précité, le siège de soupape précité et le ressort précité sont placés coaxialement les uns aux autres et par rapport au boîtier précité.

12. Système selon la revendication 11, caractérisé en ce que la soupape précitée d'injection de carburant
20 comprend un moyen (51, 52) pour contrôler l'espace entre les sections correspondantes des gorges hélicoïdales précitées du noyau et de l'armature.

13. Système selon la revendication 12, caractérisé en ce que le moyen précité contrôlant l'espace comporte
25 une vis (51) d'ajustement de l'espace, intégralement reliée au noyau précité et fixé au boîtier précité, ladite vis étant coaxiale audit noyau et faisant saillie hors dudit boîtier.

14. Système selon la revendication 13, caractérisé
30 en ce que l'organe de soupape précité comporte, en son bout, une section conique pouvant venir en contact avec le siège de soupape précité.

15. Système selon la revendication 13, caractérisé en ce que l'organe de soupape (61') précité est en forme
35 de champignon.

16. Système selon la revendication 13, caractérisé en ce que l'organe de soupape (61'') précité est du type à

bille.

17. Système selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend de plus un moyen (42, 50) pour détecter les conditions de fonctionnement du moteur afin de produire des signaux représentant lesdites conditions, ledit moyen détecteur étant électriquement relié au circuit de contrôle précité.

18. Système selon la revendication 17, caractérisé en ce que le moyen précité détectant les conditions de fonctionnement du moteur comprend un capteur (42) détectant la position d'une pédale d'accélérateur (43) afin de produire un signal représentant la position de la pédale d'accélération, le fonctionnement de la soupape régulatrice de la quantité de carburant précitée étant contrôlé par le circuit de contrôle précité en réponse au signal dudit capteur.

19. Système selon la revendication 17, caractérisé en ce que le moyen précité de détection de condition de fonctionnement du moteur comprend un capteur (50) de la quantité d'air induit vers le cylindre précité pour produire un signal représentant la quantité d'air admis, le fonctionnement de la soupape régulatrice de la quantité de carburant précitée étant contrôlé par le circuit de contrôle précité en réponse au signal dudit capteur.

20. Système selon l'une quelconque des revendications 18 ou 19, caractérisé en ce que le moyen précité de détection de condition de fonctionnement du moteur comporte un capteur (44) de l'angle de rotation du vilebrequin pour produire un signal représentant cet angle, ledit capteur étant électriquement relié au circuit de contrôle précité, un capteur (45) de la température du fluide de refroidissement de moteur pour produire un signal représentant cette température, ledit capteur étant électriquement relié audit circuit de contrôle, et un capteur (46) de la température du carburant pour produire un signal représentant cette température, ledit capteur étant relié audit circuit de contrôle.

21. Système d'alimentation en carburant pour un moteur à combustion interne à allumage par compression du type ayant un cylindre et une chambre de tourbillonnement en communication avec ledit cylindre, caractérisé en ce qu'il comprend :

une pompe d'alimentation (10) du carburant provenant d'une source ;

une pompe à plongeur (11) pour mettre ledit carburant provenant de ladite pompe, sous pression ;

un accumulateur (13) pour accumuler le carburant de ladite pompe ;

une soupape d'injection de carburant (6) à commande électrique en connexion de fluide avec ledit accumulateur, à alimenter en carburant provenant dudit accumulateur, ladite soupape étant disposée dans ladite chambre de tourbillonnement pour alimenter ledit cylindre en carburant atomisé par ladite chambre, quand elle est ouverte ;

un capteur de pression (23) pour détecter la pression du carburant dans ledit accumulateur afin de produire un signal représentant cette pression ;

une soupape régulatrice de la quantité de carburant (12) à commande électrique en connexion de fluide avec ledit accumulateur, le carburant accumulé dans ledit accumulateur pouvant être déchargé à travers ladite soupape ; et

un moyen (42, 50) pour détecter une condition de fonctionnement du moteur afin de produire un signal représentant cette condition ;

un circuit de contrôle (16) pour contrôler le fonctionnement de ladite soupape régulatrice de la quantité de carburant en réponse aux signaux dudit capteur de pression et dudit moyen de détection de condition de fonctionnement du moteur, ledit circuit de contrôle pouvant contrôler le fonctionnement de ladite soupape d'injection en réponse au signal dudit moyen de détection de condition de fonctionnement du moteur.

22. Système d'alimentation en carburant pour un moteur à combustion interne à allumage par étincelle du type ayant un cylindre, une bougie d'allumage disposée dans ledit cylindre, caractérisé en ce qu'il comprend :

- 5 une pompe (10) d'alimentation en carburant d'une source ;
 - une pompe à plongeur (11) pour mettre ledit carburant provenant de ladite pompe sous pression ;
 - un accumulateur (13) pour accumuler le carburant
- 10 de ladite pompe à plongeur ;
 - une soupape d'injection de carburant (6) à commande électrique en connexion de fluide avec ledit accumulateur, recevant le carburant dudit accumulateur, ladite soupape étant disposée dans le cylindre pour alimenter le cylindre
- 15 en carburant atomisé quand elle est ouverte ;
 - un capteur de pression (23) pour détecter la pression du carburant dans ledit accumulateur et produire un signal représentant cette pression ;
 - une soupape régulatrice de la quantité de carburant
- 20 (12) à commande électrique en connexion de fluide avec ledit accumulateur, le carburant accumulé dans ledit accumulateur pouvant être déchargé à travers ladite soupape ;
 - un moyen (42, 50) pour détecter une condition de fonctionnement du moteur et produire un signal représentant
- 25 cette condition ; et
 - un circuit de contrôle (16) du fonctionnement de la soupape régulatrice de la quantité de carburant en réponse aux signaux dudit capteur de pression et dudit moyen de détection de condition de fonctionnement du moteur,
- 30 ledit circuit de contrôle pouvant contrôler le fonctionnement de ladite soupape d'injection en réponse au signal dudit moyen de détection de condition de fonctionnement du moteur.