

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

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

2 636 675

②1 N° d'enregistrement national :

89 12614

⑤1 Int Cl⁶ : F 02 M 51/06.

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 21 septembre 1989.

③0 Priorité : JP, 21 septembre 1988, n° 234732/63.

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 12 du 23 mars 1990.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

⑦1 Demandeur(s) : *USUI KOKUSAI SANGYO KAISHA LTD,*
Société de droit japonais et KABUSHIKI KAISHA KANE-
SAKA GIJUTSU KENKYUSHO, Société de droit japonais.
— JP.

⑦2 Inventeur(s) : Hiroshi Kanesaka.

⑦3 Titulaire(s) :

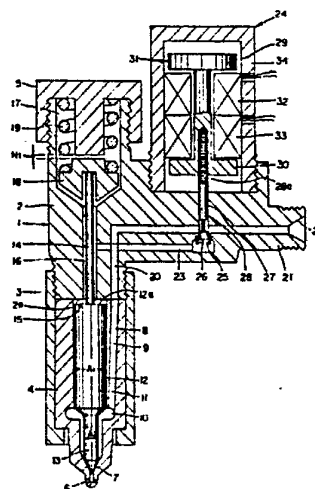
⑦4 Mandataire(s) : Cabinet Thebault S.A.

⑤4 Injecteur de combustible, dispositif d'injection de combustible, comportant cet injecteur et moteur Diesel équipé d'un tel dispositif.

⑤7 L'invention concerne un dispositif d'injection de combustible.

L'objet de l'invention est un injecteur de combustible caractérisé en ce qu'il comporte un corps d'aiguille 11 mobile pré-contraint par des moyens appropriés dans le sens de la fermeture vis-à-vis d'un siège de soupape 7, un canal d'arrivée de combustible 20, 8 communiquant avec une chambre de travail 10 constituée autour du siège de soupape et amenant le combustible à un orifice 6 d'injection de combustible lorsque la soupape est soulevée dudit siège, le corps d'aiguille 11 étant ainsi agencé dans la chambre de travail 10 que la pression de combustible dans ladite chambre agit sur une surface du corps d'aiguille et tend à soulever celui-ci du siège de soupape, une chambre 15 d'accumulation de combustible disposée au-dessus du corps d'aiguille en sorte que la pression de combustible dans la chambre d'accumulation de combustible agisse sur une surface du corps d'aiguille et tende à appliquer ce dernier contre le siège de soupape et un dispositif à soupape de commande 24 agencé dans un passage de combustible auxiliaire 23 faisant communiquer ladite chambre de travail 10 et ladite chambre d'accumulation 15.

Application aux moteurs Diesel.



FR 2 636 675 - A1

D

DISPOSITIF D'INJECTION DE COMBUSTIBLE

La présente invention se rapporte à un injecteur de combustible pour moteur diesel à taux d'injection de combustible variable.

On utilise généralement comme injecteur de combustible dans un moteur diesel une soupape automatique bien connue et représentée sur la figure 3 des dessins annexés, laquelle soupape comporte un corps d'aiguille 103 pourvu d'un pointeau 104 venant en contact avec un siège de soupape 107 agencé au voisinage d'orifices d'injection 106, et monté coulissant dans un alésage 102 ménagé dans la partie inférieure du corps de soupape 101, ce corps d'aiguille 103 étant poussé vers le bas par un ressort de soupape 108, par l'intermédiaire d'une coupelle 109.

Du combustible sous pression provenant d'une pompe d'injection de combustible non représentée s'écoule dans un canal d'arrivée 110 et le corps d'aiguille 103 est soumis à la pression P du combustible appliquée à une extrémité inférieure d'une partie 105, soumise à la pression, du corps d'aiguille 103 et tend ainsi à soulever ce dernier. Lorsque la force $\frac{\pi}{4} (x^2 - y^2) \cdot P$ dépasse la force poussant vers le bas le corps d'aiguille 103, celui-ci se déplace vers le haut, ce qui, par suite, provoque l'éloignement du siège de soupape 107 du pointeau 104 et l'injection de combustible au travers des orifices d'injection 106.

Par suite, la surface du corps d'aiguille 103 recevant la pression passe de $\frac{\pi}{4} (x^2 - y^2)$ à $\frac{\pi x^2}{4}$ et la pression du combustible est également appliquée à la face inférieure du corps d'aiguille 103. En conséquence, la force poussant vers le haut le corps d'aiguille 103 s'accroît et ce dernier se soulève

nettement jusqu'à ce qu'une extrémité supérieure 103a du corps d'aiguille 103 vienne en butée contre une extrémité supérieure 101a de l'alésage 102.

On va maintenant donner une description de ce fonctionnement en se reportant à la figure 4 qui représente quatre diagrammes A à D de certaines variables par rapport au temps. Dans le diagramme A, l'axe des ordonnées représente les variations de pression dans le canal d'arrivée 110 par suite de l'envoi de combustible par une pompe d'injection de combustible dans le canal 110. Dans le diagramme B, l'axe des ordonnées représente la force résultante agissant vers le bas sur le corps d'aiguille 103, résultant de la force due à la pression dans le canal de combustible tendant à pousser vers le haut le corps d'aiguille et de la force opposée due au ressort 108. De manière similaire, l'axe des ordonnées des diagrammes C et D représente le soulèvement du corps d'aiguille 103 et le taux d'injection de combustible respectivement.

Comme décrit plus haut, la pression dans le canal de combustible d'arrivée s'accroît et passe de P_0 à P_1 du fait de la fourniture de combustible par la pompe d'injection, et cette pression est appliquée à la partie 103a du corps d'aiguille 103. Puisque la surface recevant la pression est $\pi/4(x^2 - y^2)$, la force F_1 poussant vers le haut le corps d'aiguille 103 est $P_1 \cdot \pi/4(x^2 - y^2)$.

Entre-temps, puisque la force avec laquelle le ressort 108 pousse vers le bas le corps d'aiguille 103 a la valeur F_1 ci-dessus, si la pression dans le canal est supérieure à P_1 , le corps d'aiguille 103 se soulève à l'encontre de la poussée F_1 exercée vers le bas par le ressort 108. A ce moment, la pression P_1 est également appliquée sur la face inférieure du pointeau 104 en sorte que la force poussant vers le haut le corps d'aiguille 103 s'accroît nettement et passe à $F_2 = P_1 \cdot \pi/4(x^2 - y^2)$. Par suite, le mouvement vers le haut du corps d'aiguille 103 est nettement accéléré et le soulèvement du corps d'aiguille 103 de L_0 et L_1 s'opère rapidement jusqu'à ce que l'extrémité supérieure du corps d'aiguille 103 vienne en contact avec l'extrémité supérieure 101a de l'alésage 102. Dans les dessins, un intervalle de temps entre T_0 et T_1 est imputable à un retard dans l'accélération dû à la masse du corps d'aiguille.

La poussée vers le bas du ressort 108 s'accroît et passe de F1 à F3 du fait du soulèvement du corps d'aiguille 103. A ce moment, cependant, la force poussant vers le haut le corps d'aiguille 103 est supérieure à la poussée F3 dirigée vers le bas du ressort 108, comme indiqué par la ligne pleine incurvée du diagramme B de la figure 4, en sorte que le corps d'aiguille 103 se maintient en position haute maximale.

Lorsque l'injection de combustible décroît, la pression dans le canal 110 tombe à P2, ce qui contrebalance la force F3 exercée vers le bas sur le corps d'aiguille 103 par le ressort 108.

Lorsque survient une diminution supplémentaire de la pression dans le canal de combustible, le corps d'aiguille 103 est poussé vers le bas par la force du ressort 108 et, lorsque la pression tombe à P3 au temps T2, la force due à cette pression ne surmonte plus la force F3 mentionnée plus haut en sorte que le corps d'aiguille 103 ferme la soupape d'injection (et son soulèvement devient L0). En conséquence, le corps d'aiguille 103 est à la fermeture lorsque la pression dans le canal de combustible tombe à $P2 = F1 / \frac{\pi x^2}{4}$ et le corps d'aiguille 103 est à l'ouverture lorsque la pression atteint $P1 = F1 / \frac{\pi (x^2 - y^2)}{4}$. Puisque $P2 < P1$, le taux d'injection de combustible est, durant la fermeture de la soupape, inférieur à ce qu'il est pendant l'ouverture.

Actuellement, le corps d'aiguille 103 ayant une certaine masse ne se ferme pas au temps T2 mais au temps T3 du fait d'un retard dû à son accélération. Durant ce temps de retard, la pression dans le canal de combustible 10 tombe à P4.

En conséquence, le taux d'injection de combustible qui est proportionnel à la pression dans le canal de combustible chute inévitablement à la fin de la période d'injection de combustible, comme représenté sur le diagramme D de la figure 4.

De plus, après l'ouverture du pointeau 104, les orifices d'injection 106 agissent comme un étranglement lorsque du combustible est injecté, en sorte qu'il est difficile de déterminer le diamètre des orifices. Par exemple, si le diamètre des orifices est déterminé de manière à obtenir des performances optimales du moteur à vitesse moyenne, la pression maximale de l'injection de combustible devient excessivement

basse à faible vitesse, où le taux d'injection de combustible en provenance de la pompe est bas, tandis que ladite pression maximale devient excessivement forte à vitesse élevée.

Comme décrit ci-dessus, le combustible injecté à taux
5 d'injection élevé en début d'injection est brûlé de manière brutale dans une chambre de combustion d'un moteur diesel et, par suite, engendre un accroissement brutal de pression. Il en résulte des bruits de combustion dénommés cognements diesel et également une augmentation de la pression maximale de
10 combustion et une élévation résultante de la température de combustion, avec pour conséquence la possibilité d'émission d'oxydes d'azote nocifs.

De plus, une diminution du taux d'injection de combustible à la fin de l'injection et l'accroissement résultant du temps
15 d'injection de combustible ainsi que la formation de gouttelettes de combustible provoquée par une réduction de la pression d'injection ont pour conséquence l'apparition du phénomène dit de post-combustion. Ceci, non seulement engendre une fumée noire nocive due à une combustion incomplète et une
20 émission d'hydrocarbure, mais également réduit le rendement thermique.

Pour éviter ce problème, on a essayé de réduire le retard dans l'accélération en diminuant la masse du corps d'aiguille 103, mais cela n'a pas permis une amélioration globale des
25 performances.

De plus, pour ce qui concerne l'étranglement occasionné par les orifices d'injection 106, la diminution de la pression d'injection à basse vitesse du moteur augmente la formation de gouttelettes de combustible atomisé et abaisse le rendement de
30 combustion, cependant qu'à vitesse élevée du moteur, la pression d'injection devient trop forte, ce qui accroît la sollicitation de la pompe d'injection de combustible qui consomme une puissance excessive. En conséquence, puisque les pertes résultantes sont supérieures à l'avantage d'une
35 combustion améliorée, il s'ensuit qu'on ne peut obtenir aucune amélioration globale pour ce qui concerne le rendement thermique.

Un objet de la présente invention est de proposer un injecteur de combustible qui puisse accroître la pression
40 d'injection de combustible à la fin de la période d'injection.

A cet effet, conformément à la présente invention, il est prévu un injecteur de combustible caractérisé en ce qu'il comporte un corps d'aiguille mobile pré-contraint par des moyens appropriés dans le sens de la fermeture vis à vis d'un
5 siège de soupape, un canal d'arrivée de combustible communiquant avec une chambre de travail constituée autour du siège de soupape et amenant le combustible à un orifice d'injection de combustible lorsque la soupape est soulevée dudit siège, le corps d'aiguille étant ainsi agencé dans la
10 chambre de travail que la pression de combustible dans ladite chambre agit sur une surface dudit corps d'aiguille et tend à soulever celui-ci du siège de soupape, une chambre d'accumulation de combustible disposée à proximité du corps d'aiguille en sorte que la pression de combustible dans la
15 chambre d'accumulation de combustible agisse sur une surface du corps d'aiguille et tende à appliquer ce dernier contre un siège de soupape et un dispositif à soupape de commande agencé dans un canal de combustible auxiliaire faisant communiquer ladite chambre de travail et ladite chambre d'accumulation.

20 L'invention vise également un dispositif d'injection de combustible comprenant un injecteur de combustible tel que défini ci-dessus et des moyens de commande reliés audit dispositif à soupape de commande et agencés de façon à fermer le dispositif à soupape de commande, initialement ouvert, avant
25 le soulèvement du corps d'aiguille de la soupape de son siège, au début de la période d'injection de combustible et à ouvrir le dispositif à soupape de commande avant la fermeture de la soupape à la fin de la période d'injection du combustible.

Un tel agencement présente l'avantage que la pression
30 d'injection de combustible est augmentée à la fin de la période d'injection, ce qui diminue la taille des gouttelettes de combustible injecté et atténue le problème de la post-combustion et l'apparition d'émissions d'oxyde de carbone et d'hydrocarbure.

35 De plus, la pression globale d'injection de combustible peut être accrue permettant de raccourcir la période d'injection.

Cependant, le taux initial d'injection de combustible est réduit ce qui atténue le problème du "cognement diesel" rappelé
40 plus haut.

De préférence, lesdits moyens de commande sont commandés par un dispositif de timing, celui-ci étant lui-même commandé pour retarder ou avancer l'ouverture dudit dispositif à soupape de commande en sorte de diminuer ou d'accroître en conséquence
5 la pression d'injection de combustible.

De préférence, on prévoit des moyens pour régler le temps d'ouverture ou de fermeture dudit corps d'aiguille mobile en fonction du temps d'ouverture ou de fermeture dudit dispositif à soupape de commande de façon à régler la pression d'injection
10 de combustible à l'ouverture ou à la fermeture dudit corps d'aiguille.

Un tel agencement permet d'optimiser la pression d'injection de combustible pour diverses vitesses du moteur. Par exemple, on peut prévoir des moyens pour retarder le timing
15 du corps d'aiguille mobile à faible vitesse du moteur, ce qui accroît la pression d'injection de combustible.

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront de la description qui va suivre d'un mode de réalisation préféré de l'invention, description donnée
20 à titre d'exemple uniquement et en regard des dessins annexés sur lesquels :

Figure 1 est une vue en coupe verticale d'un injecteur de combustible selon la présente invention ;

Figure 2 est un diagramme de performance dudit injecteur ;

25 Figure 3 est une vue en coupe verticale d'un injecteur de combustible conventionnel, et

Figure 4 est un diagramme de performance de cet injecteur.

On va maintenant, en se référant aux dessins annexés, décrire un mode de réalisation de la présente invention.

30 Sur la figure 1, une soupape 1 d'un injecteur de combustible selon la présente invention comporte une partie supérieure 2 et une partie inférieure 4 maintenues ensemble par l'intermédiaire d'un écrou 3 vissé sur la partie 2 dont l'extrémité supérieure reçoit par vissage un bouchon d'arrêt 5.
35 A l'extrémité inférieure de la partie inférieure 4 sont ménagés des orifices d'injection 6 ainsi qu'un siège de soupape 7 à proximité de ces derniers. Un canal d'arrivée de combustible 8 communiquant avec le siège de soupape 7 est ménagé ainsi qu'un alésage 9 ménagé dans une partie centrale axiale de l'élément
40 de soupape inférieur 4 et dans lequel coulisse un corps

d'aiguille 11 qui sera décrit plus loin. Une chambre de travail 10 s'étendant horizontalement est ménagée au-dessus du siège de soupape 7 dans le canal de combustible 8.

Le corps d'aiguille 11 est agencé de manière à comporter, 5 en-dessous de la partie coulissante 12, de section A1, du corps, une partie inférieure 13, de section A2, qui vient en butée totale contre le siège de soupape 7, et en prolongement, à sa partie supérieure, une tige-poussoir 14.

En ce qui concerne le corps d'aiguille 11, lorsque la 10 partie coulissante 12 est disposée dans l'alésage 9 de la partie inférieure 4 et que l'extrémité du pointeau 13 est amenée en contact avec le siège de soupape 7, un espace d'accumulation 15 est constitué entre une extrémité supérieure 12a de la partie coulissante 12 du corps d'aiguille 11 et une 15 extrémité inférieure 2a de la partie supérieure de soupape 2.

La tige-poussoir 14 du corps d'aiguille 11 s'étend dans un alésage 16 servant de canal de combustible et ménagé dans la partie supérieure de soupape 2, et son extrémité supérieure est soumise à la poussée vers le bas d'un ressort 19 interposé 20 entre une coupelle de ressort 18 et le bouchon d'arrêt 5. Le ressort 19 est logé dans un alésage 17 ménagé sur le dessus de la partie supérieure de soupape 2 et presse le pointeau 13 contre le siège de soupape 7. Lorsque le pointeau 13 s'ouvre, la face supérieure 12a de la partie coulissante 12 du corps 25 d'aiguille 11 et la face inférieure 2a de la partie supérieure de soupape 2 ne sont pas en contact l'un avec l'autre et le soulèvement du corps d'aiguille 11 est défini par l'écart N1 entre la coupelle 18 et le bouchon d'arrêt 5.

Un canal de combustible 20 est ménagé dans la partie 30 supérieure de soupape 2 et est agencé de façon qu'une de ses extrémités communique avec le canal de combustible 8 formé dans la partie inférieure de soupape 4, cependant que son autre extrémité est en communication avec un orifice 22 ménagé dans un prolongement 21 de la partie supérieure de soupape 2 et 35 communiquant lui-même avec une pompe d'injection de combustible non représentée.

Un passage de communication 23 coupe le canal de combustible 20 dans une zone sensiblement centrale du prolongement 21 de la partie supérieure de soupape 2 et 40 communique avec l'alésage 16.

Un dispositif à soupape de régulation électromagnétique 24 comporte une soupape de régulation 25 venant en butée contre un siège de soupape 26 conformé en un point d'intersection entre le canal de combustible 20 et le passage de communication 23 ; une partie coulissante portant la soupape de régulation 25 est susceptible de se déplacer dans un alésage 27 ménagé au-dessus du siège de soupape 26 et une armature de fer 31 disposée à la partie supérieure de la partie coulissante 28 à laquelle elle est fixée à l'aide d'une vis 28a, ladite armature comportant une partie supérieure 29 et une partie inférieure 30 ; une bobine électromagnétique supérieure 32 et une bobine électromagnétique inférieure 33, interposées entre la partie d'armature supérieure 29 et la partie d'armature inférieure 30, et un boîtier 34. La bobine électromagnétique supérieure 32 et la bobine électromagnétique inférieure 33 sont fixées à l'intérieur du boîtier 34 dont l'extrémité inférieure est vissée sur le prolongement 21.

Lorsque la bobine électromagnétique inférieure 33 est excitée, la partie d'armature inférieure 30 est soulevée ce qui provoque l'application de la soupape de régulation 25 contre le siège de soupape 26, fermant celle-ci. De la même manière, lorsque la bobine électromagnétique supérieure 32 est excitée, la partie d'armature supérieure 29 est abaissée ce qui provoque la séparation de la soupape de régulation 25 du siège de soupape 26, ouvrant ainsi la soupape.

Dans l'agencement ainsi décrit (dont un mode de réalisation est représenté en figure 1), pendant l'ouverture de la soupape provoquée par une élévation de la pression dans le canal de combustible au début de l'injection de combustible, le combustible dans l'accumulateur 15 est comprimé par le soulèvement de l'aiguille 11 et sa pression augmente ce qui réduit la vitesse d'ouverture de soupape de l'aiguille 11, abaissant ainsi le taux d'injection de combustible. De plus, à l'intérieur de la chambre de combustion du moteur, le taux de production de chaleur durant la combustion initiale est abaissé et le taux d'accroissement de pression de combustion est, par la suite, diminué.

De plus, lorsque le temps d'ouverture de la soupape de régulation électromagnétique 24 est retardé, la pression dans l'accumulateur 15 est accrue et augmente la pression

d'ouverture de la soupape, rendant ainsi possible l'accroissement de l'injection de combustible à pression maximale.

Pendant la fermeture de la soupape à la fin de l'injection 5 de combustible, la soupape de régulation électromagnétique 24 est ouverte et la pression dans les canaux de combustible 20, 8 est appliquée dans l'accumulateur 15 en sorte que les pressions au-dessus et en-dessous du corps d'aiguille 11 deviennent identiques. Par suite, le corps d'aiguille 11 est accéléré par 10 le ressort 19 et ferme la soupape. La pression de départ de la fermeture de la soupape est réglée en modifiant le temps d'ouverture de la soupape de régulation électromagnétique 24, et la pression dans les canaux de combustible au départ de ladite fermeture de la soupape peut être réglée de manière à 15 devenir supérieure à la pression à la fin de l'ouverture de la soupape.

Lorsque la pression dans les canaux de combustible à la fin de la fermeture du corps d'aiguille est accrue, les dimensions de particules des gouttelettes injectées par les 20 orifices d'injection 6 à la fin de l'injection de combustible peuvent être réduites, ce qui permet d'améliorer l'état de la combustion dans le moteur diesel.

En outre, comme décrit ci-dessus, les temps d'ouverture/fermeture du corps d'aiguille 11 sont réglés, la 25 pression d'ouverture/fermeture du corps d'aiguille 11 est accrue à basse vitesse du moteur, et une injection à haute pression est effectuée en particulier pendant la fermeture de la soupape, le taux d'injection de combustible est accru et la post-combustion est évitée, la quantité des émissions de fumées 30 noires, de CO et d'hydrocarbures est réduite, et le degré isochore du cycle de Sabathe peut être accru, améliorant ainsi le rendement thermique du moteur diesel.

Le fonctionnement des modes de réalisation décrits ci-dessus est maintenant donné en détail.

35 Lorsque du combustible en provenance de la pompe d'injection de combustible (non représentée) s'écoule dans les canaux de combustible 20, 8 par l'intermédiaire de l'orifice de communication 22, du fait que la soupape de régulation 25 est déjà à distance du siège de soupape 26, ledit combustible 40 s'écoule dans le passage de communication 23 et dans l'alésage

16, en sorte que la pression dans les passages de combustible commence à s'élever au temps t_1 à la pression P_0 illustrée en figure 2.

Au temps précédent t_0 , une force magnétique G_0 est engendrée par la bobine électromagnétique inférieure 33 après un temps de retard de $t_0 - t_1$ pendant l'excitation. Au temps t_3 , la bobine électromagnétique inférieure 33 donne sa pleine capacité G_1 , et tente de pousser vers le haut la partie d'armature inférieure 30. Cependant, un temps de retard nécessaire à l'accélération est provoqué par la masse de la partie d'armature inférieure 30, la partie d'armature supérieure 29, la partie coulissante 28 et la soupape de régulation 25. Par suite, la soupape de régulation 25 qui était complètement ouverte avec un soulèvement L_0 au temps t_2 se ferme complètement au temps t_4 et, dans l'intervalle, la pression dans l'espace d'accumulation 15 s'accroît et passe à P_1 .

A ce moment, la force F_2 poussant vers le bas le corps d'aiguille 11 est égale à :

$$F_1 - P_1 \times A_1$$

(F_1 : contrainte du ressort 19 au moment de son montage)

(A_1 : section de la partie coulissante 12)

Par suite, du fait que cette force F_2 est supérieure à la force poussant vers le haut le corps d'aiguille 11, cette dernière étant égale à :

$$P_1 \times (A_1 - A_2)$$

(A_2 : section du pointeau 13)

le corps d'aiguille ne s'ouvre pas.

La pression du combustible provenant de la pompe d'injection augmente avec le temps, en sorte qu'au temps t_5 la pression dans le canal de combustible 8 s'accroît et passe à P_2 et la force devient :

$$F_2 = F_1 - P_1 \times A_1 = P_2 \times (A_1 - A_2)$$

en sorte que le corps d'aiguille 11 commence à s'ouvrir pleinement.

Simultanément à l'ouverture de la soupape, la surface du corps d'aiguille 11 recevant la pression s'accroît et passe de $(A_1 - A_2)$ à A_1 , entraînant l'accroissement net de la force poussant vers le haut le corps d'aiguille 11 qui passe à $F_3 = P_2 \times A_1$. Le mouvement vers le haut de l'aiguille de

11

soupape est accéléré par cette force F3, mais un retard dans l'accélération survient du fait de la masse de la partie coulissante 12 du corps d'aiguille 11, du pointeau 13, de la tige-poussoir 14, de la coupelle de ressort 18 et du ressort 5 19. En conséquence, durant l'intervalle de temps $t_5 - t_6$, le soulèvement du corps d'aiguille 11 passe de N_0 à N_1 en sorte que le corps d'aiguille 11 s'ouvre totalement et le taux d'injection de combustible s'accroît de R_0 à R_1 .

Dans l'intervalle, la pression dans le canal de 10 combustible 8 s'élève de P_2 à P_3 et le combustible dans la chambre d'accumulation 15 est comprimé lors du soulèvement à N_1 du corps d'aiguille 11, en sorte que la pression d'accumulation AP s'élève de P_1 à P_4 comme représenté en tiretés dans le premier diagramme de la figure 2. En conséquence, la force 15 poussant vers le bas le corps d'aiguille 11 (représentée par la ligne tiretée DF dans le diagramme force/temps de la figure 2) s'élève à F_4 , comprimant le ressort 19 et provoquant l'accroissement de la force du ressort SF de F_1 à F_5 .

Au temps t_6 et après, le taux d'injection de combustible 20 s'accroît encore en fonction de la pression de fourniture du combustible par la pompe d'injection.

Comme décrit ci-dessus, dans la présente invention, lorsque le temps t_0 , où la bobine électromagnétique inférieure 33 est excitée, est modifié, il est possible de changer le 25 temps d'injection de combustible t_5 ainsi que la pression de début d'injection P_2 , et le taux d'injection de combustible peut être modifié de la sorte.

L'injection de combustible est achevée par la désexcitation de la bobine électromagnétique inférieure 33 au 30 temps t_7 et par l'excitation de la bobine électromagnétique supérieure 32. Au temps t_8 , la force magnétique ML de la bobine électromagnétique inférieure 33 commence à disparaître et la force magnétique MU (représentée en tiretés dans le diagramme force magnétique/temps de la figure 2) de la bobine 35 électromagnétique supérieure 32 commence à apparaître. Au temps t_9 , la soupape de régulation 25 est accélérée de façon à commencer l'ouverture de la soupape et après t_{10} la soupape de régulation 25 est complètement ouverte au temps t_{11} .

Simultanément à l'ouverture de la soupape de régulation 40 25, à t_9 le combustible à haute pression dans le canal de

12

combustible 20 est appliqué à la chambre d'accumulation 15 via le canal de combustible 23 pour augmenter la pression.

Au départ au temps t_{12} lorsque la pression P_6 dans l'accumulateur 15 devient :

$$5 \quad F_6 = P_5 \times A_2 + F_5 = P_6 \times A_1$$

le corps d'aiguille 11 commence à se fermer, mais au temps t_{12} et par la suite, la pression dans l'accumulateur 15 continue à s'élever et au temps t_{13} cette pression devient identique à P_7 , c'est-à-dire égale à la pression dans les canaux de combustible 10 20, 8, en sorte que la pression devient :

$$F_7 = P_7 \times A_1 = F_5$$

Ainsi, la force qui tend à fermer le corps d'aiguille 11 devient par la force du ressort F_5 supérieure à la force qui tend à ouvrir le corps d'aiguille 11 :

$$15 \quad F_8 = P_7 \times A_1$$

Il en résulte que le corps d'aiguille 11 est accéléré rapidement et se ferme au temps t_{14} et à la pression P_8 dans les canaux de combustible 20, 8.

Pendant l'intervalle de temps $t_{12} - t_{14}$, le taux 20 d'injection de combustible décroît rapidement de R_2 à R_0 et l'injection de combustible s'achève à R_0 . Le taux d'injection de combustible qui est élevé à la fin de l'injection contribue à raccourcir la période d'injection, améliore le rendement du moteur diesel et empêche l'émission de fumées noires dans les 25 gaz d'échappement. A ce moment critique, la pression dans les canaux de combustible 20, 8 est élevée (P_8), les dimensions de particule des gouttelettes atomisées du combustible injecté à partir des orifices d'injection 6 à la fin de l'injection sont petites, le taux de combustion est amélioré et l'émission de 30 fumées noires peut être contrôlée.

Au temps t_{15} , la pression dans les canaux de combustible 20, 8 revient à P_0 et le corps d'aiguille 11 est ouvert par le ressort 19 de force F_1 , terminant le cycle avant le départ de l'injection de combustible.

35 Comme décrit ci-dessus, selon la présente invention, l'injecteur de combustible comporte un corps d'aiguille monté mobile dans un alésage ménagé dans la partie inférieure de la soupape et dans lequel un pointeau vient en contact contre un siège de soupape au voisinage d'un orifice d'injection, une 40 partie supérieure du corps d'aiguille étant pressé vers le bas

par un ressort ; un accumulateur formé au-dessus du corps d'aiguille ; un canal de combustible communiquant avec le siège de soupape ; un passage de communication dérivé du canal de combustible et communiquant avec l'accumulateur et une soupape
5 de régulation électromagnétique agencée dans le passage de communication et dont les temps d'ouverture et de fermeture peuvent être réglés. En conséquence, lorsque les temps d'excitation de la soupape électromagnétique sont modifiés, il est possible de changer la pression d'injection de combustible
10 et le taux d'injection de combustible au début de l'injection. Lorsque le taux d'injection de combustible est abaissé, le taux de production de chaleur à l'intérieur de la chambre de combustion du moteur diesel peut être abaissé lors de la combustion. De plus, il est possible de réduire le niveau du
15 bruit de combustion en abaissant le taux d'accroissement de la pression de combustion et de réduire la quantité d'oxyde d'azote produite.

En outre, lorsque les temps d'excitation de la soupape électromagnétique sont modifiés, il est possible de faire
20 varier la pression d'injection de combustible et le taux d'injection de combustible à la fin de l'injection. Au même moment, les avantages s'additionnent du fait du raccourcissement de la période d'injection de combustible et du contrôle pendant la combustion du moteur diesel de l'apparition
25 du phénomène de post-combustion, et il est possible de réduire la quantité des émissions de fumées noires, de CO et d'hydrocarbures et d'améliorer le rendement thermique.

Par ailleurs, l'injecteur de combustible selon la présente invention offre un autre avantage en ce sens que lorsque les
30 temps d'excitation de la soupape de régulation électromagnétique sont modifiés, les pressions d'injection de combustible initiale et finale peuvent être optimisées en vue d'obtenir un taux d'injection de combustible optimal en fonction de la vitesse du moteur diesel.

== : == : == : == : == : == : == : == : == : == :

4. Dispositif d'injection de combustible comprenant un injecteur de combustible suivant l'une des revendications 1 à 30 3, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de commande reliés audit dispositif à soupape de commande (24) et agencés pour fermer le dispositif à soupape de commande initialement ouvert, avant le soulèvement du corps d'aiguille (11) de la soupape de son siège (7) au début de la période d'injection du 35 combustible, et pour ouvrir le dispositif à soupape de commande avant l'application du corps d'aiguille sur son siège à la fin de la période d'injection.

5. Dispositif d'injection de combustible suivant la revendication 4, caractérisé en ce que lesdits moyens de commande sont pilotés par un dispositif de timing, ce dispositif étant commandé pour retarder ou avancer l'ouverture dudit dispositif à soupape de commande (24) en sorte d'accroître ou de diminuer en conséquence la pression d'injection de combustible.

6. Dispositif d'injection de combustible suivant la revendication 4 ou 5, caractérisé en ce que des moyens sont prévus pour régler les temps d'ouverture ou de fermeture du corps d'aiguille mobile (11) de la soupape en fonction des temps d'ouverture ou de fermeture dudit dispositif à soupape de commande (24) en sorte de régler la pression d'injection de combustible à l'ouverture ou à la fermeture dudit corps d'aiguille.

7. Dispositif d'injection de combustible suivant la revendication 6, caractérisé en ce qu'il est agencé pour retarder le timing dudit corps d'aiguille (11) de la soupape à faible vitesse du moteur, permettant ainsi l'accroissement de la pression d'injection de combustible.

8. Moteur diesel caractérisé en ce qu'il comporte un dispositif d'injection de combustible suivant l'une des revendications 4 à 7.

Fig. 1

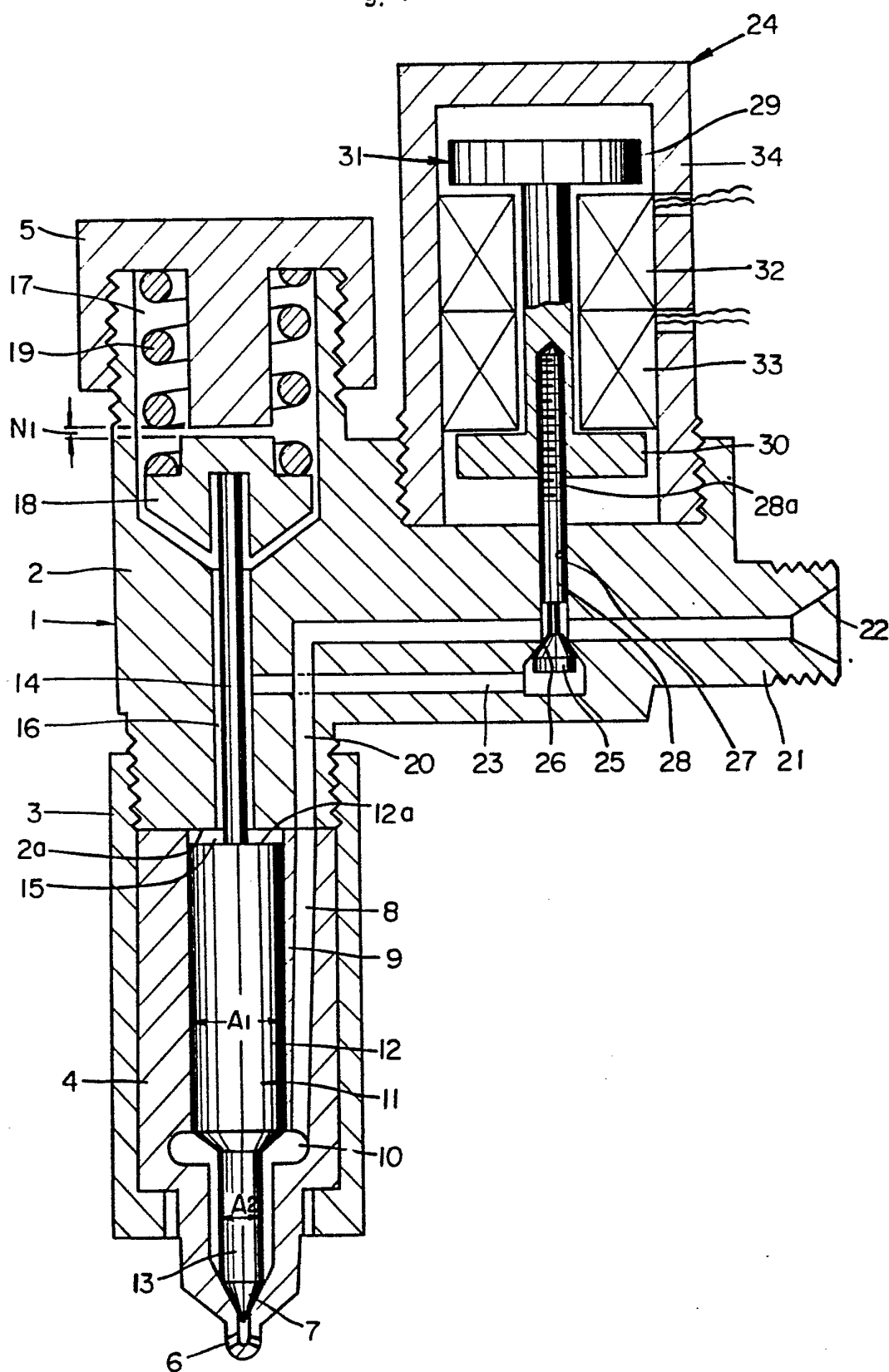


Fig. 2

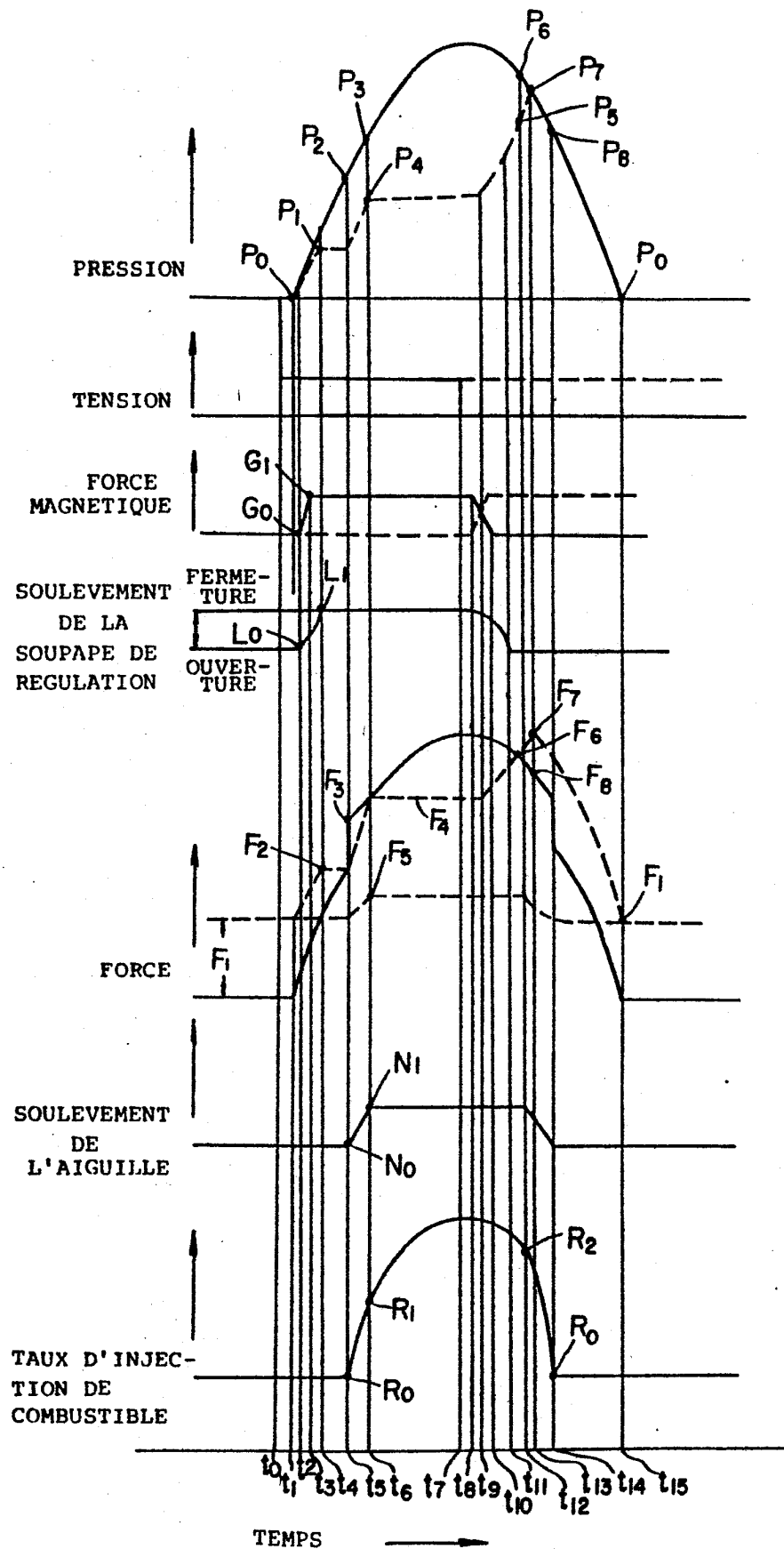


Fig. 3

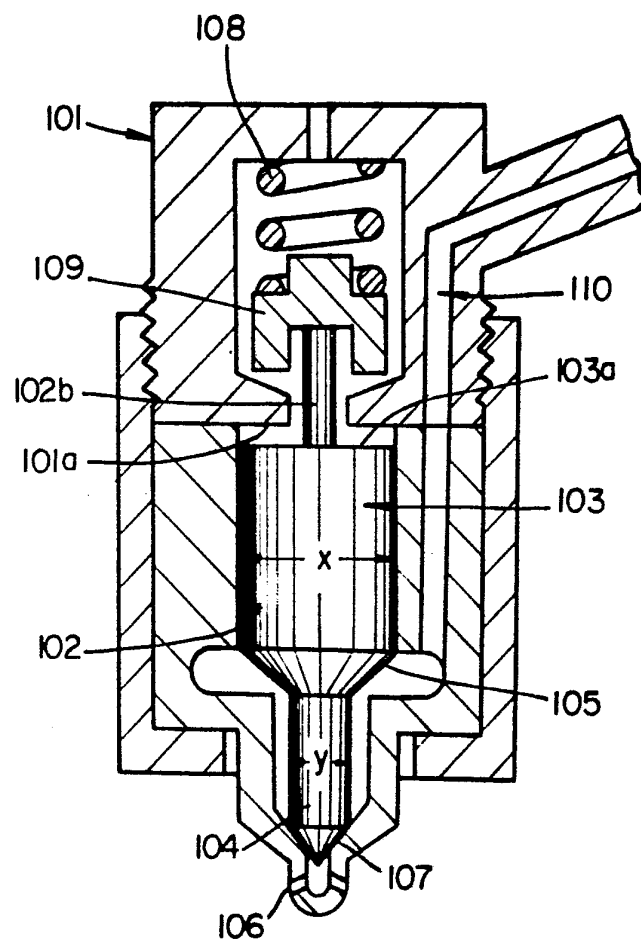


Fig. 4

