

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

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

2 541 372

21 N° d'enregistrement national : 84 01796

51 Int Cl<sup>3</sup> : F 02 D 13/00, 39/02.

12

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 3 février 1984.

30 Priorité : DE, 4 février 1983, n° P 33 03 725.6.

43 Date de la mise à disposition du public de la demande : BOPI « Brevets » n° 34 du 24 août 1984.

60 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

71 Demandeur(s) : Société dite : FEV Forschungsgesellschaft für Energietechnik und Verbrennungsmotoren mbH. — DE.

72 Inventeur(s) : Franz Pischinger et Peter Kreuter.

73 Titulaire(s) :

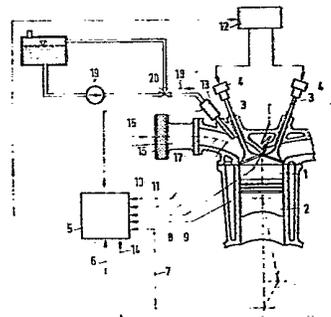
74 Mandataire(s) : Pierre Nuss.

54 Procédé de commande de moteurs quatre temps à combustion interne à piston.

57 La présente invention concerne un procédé de commande de moteurs quatre-temps à combustion interne à piston.

Procédé caractérisé en ce que l'on commande la quantité de mélange frais par l'intermédiaire de dispositifs d'admission et d'échappement 3 indépendants l'un de l'autre, exclusivement par des temps d'ouverture et de fermeture des dispositifs d'admission et d'échappement 3, temps qui sont harmonisés entre eux, la section d'écoulement dans le système d'admission et d'échappement étant constante en dehors des dispositifs d'admission et d'échappement.

L'invention est plus particulièrement applicable aux moteurs à combustion interne à piston, notamment à quatre temps.



FR 2 541 372 - A1

Dans les moteurs à combustion interne, on vise à commander de façon aussi adaptable que possible l'admission et l'échappement du fluide de travail pour pouvoir influencer de façon optimale le processus de combustion selon les exigences de fonctionnement et autres. Une telle commande particulièrement souple est surtout désirable dans le cas de moteurs à combustion interne mobiles puisque ceux-ci fonctionnent dans des états très différents.

Pour la commande des soupapes de changement de gaz, des tiroirs, ou analogues, dans les moteurs à combustion interne, on utilise partout des arbres à came. L'inconvénient des dispositions de ce genre est qu'elles ne permettent pas d'influencer les temps d'ouverture et de fermeture ou qu'elles le permettent seulement dans une mesure très limitée.

Dans les moteurs à combustion interne à piston où le rapport de mélange carburant/air doit se situer entre certaines limites étroites pour des raisons tenant à la technique de combustion, comme c'est le cas, par exemple, dans les moteurs Otto, il faut, d'après la technique actuelle, commander la charge par la quantité de mélange frais dans la chambre de travail. Avec les temps de commande des soupapes, habituellement invariables, et qui résultent de la forme des cames d'un arbre à cames, la quantité de mélange frais est commandée par étranglement dans le système d'admission. Par suite de cet étranglement, il se produit des pertes de mouvement de gaz de charge et des fractions désavantageuses de gaz résiduels dans la charge du cylindre.

On a déjà proposé d'éviter les inconvénients de l'étranglement en rendant variables les temps de commande de l'orifice d'admission. Ainsi, par exemple, dans le SAE-Paper 770 880 de Sherman et Blumberg, il a été proposé d'obtenir une commande de la charge par la grandeur du remplissage, grâce à un temps variable de commande d'admission. Il est vrai que cette adaptation de la commande d'admission constitue un perfectionnement relativement à la commande rigide d'admission parce qu'on peut supprimer le dispositif d'étranglement et les pertes qu'il

entraîne, mais elle amène aussi des inconvénients. En effet, à mesure que la charge diminue, le rapport de compression effectif et donc la température finale de compression diminue de plus en plus. Ainsi, l'aptitude à l'allumage du mélange et la qualité de la combustion diminuent. Les avantages donnés par la suppression des pertes d'étranglement sont ainsi annihilés partiellement ou totalement en charge partielle.

Le but de l'invention est de tirer parti des avantages d'un réglage de remplissage sans étranglement, mais d'éviter les inconvénients décrits.

Ce problème est résolu selon l'invention par un procédé de commande de moteurs quatre-temps à combustion interne à piston, avec commande de la charge par la quantité de mélange frais dans la chambre de travail, la proportion de gaz d'échappement sur la charge du cylindre étant variable, procédé caractérisé en ce que l'on commande la quantité de mélange frais par l'intermédiaire de dispositifs d'admission et d'échappement indépendants l'un de l'autre, exclusivement par des temps d'ouverture et de fermeture des dispositifs d'admission et d'échappement, temps qui sont harmonisés entre eux, la section d'écoulement dans le système d'admission et d'échappement étant constante en dehors des dispositifs d'admission et d'échappement, de telle sorte qu'une quantité déterminée de gaz d'échappement se trouve dans le cylindre après la fin du mouvement de gaz de charge et que par suite, le volume restant du cylindre, destiné à recevoir du mélange frais en vue de la commande de charge, est réduit, les proportions de gaz d'échappement et de mélange frais se mélangeant dans le cylindre pendant le processus de remplissage et de compression.

Ainsi, la solution selon l'invention prévoit que la commande du dispositif d'échappement, donc en général de la soupape d'échappement, ne sert pas seulement, comme il est usuel jusqu'ici dans les moteurs à combustion interne à piston, à commander le processus d'échappement, mais qu'on y fait aussi appel notablement pour commander la quantité de charge fraîche.

Etant donné que non seulement la soupape d'admission est réglée dans le sens d'un comportement optimal de fonctionnement du moteur, mais qu'en combinaison avec la soupape d'admission, on utilise aussi de façon coordonnée la  
5 soupape d'échappement pour la commande du mouvement de gaz de charge, dans tous les états de fonctionnement qui se présentent, les conditions indiquées plus haut peuvent être remplies de façon très satisfaisante. En particulier, une commande optimale du moteur est possible sous toutes les sol-  
10 licitations qui se présentent dans le fonctionnement pratique.

D'autres particularités avantageuses de l'invention apparaîtront dans la description ci-après.

La figure 1 montre schématiquement une coupe partielle de la région de chambre de combustion d'un moteur à  
15 combustion interne pour la mise en oeuvre du procédé de l'invention ;

la figure 2 représente un mode d'exécution préférentiel de l'invention sous la forme d'un graphique représentant la quantité de gaz d'échappement à ajouter à la charge  
20 du cylindre en fonction de la charge ;

les figures 3 à 8 montrent, sous forme de diagrammes de commande de modes d'exécution préférentiels de l'invention, des fonctions de levée de soupapes (à gauche) et des temps d'ouverture des soupapes (à droite) en fonction de la  
25 position angulaire du vilebrequin, et

les figures 9 à 18 montrent la variation de pression dans le diagramme p-V d'un moteur à combustion interne, dans le domaine de mouvement de gaz de charge, pour expliquer des modes d'exécution préférentiels de l'invention.

30 La figure 1 montre schématiquement la région de la chambre de combustion d'un moteur à combustion interne muni d'un cylindre 1, dans lequel se trouve le piston 2. Des soupapes 3 servent à commander le moteur à combustion interne et sont entraînées par des commandes variables de soupape 4. Dans  
35 une logique de commande 5 sont mémorisées des zones caractéristiques du moteur pour différents états de fonctionnement

sous la forme de temps de commande de soupapes d'admission et d'échappement ainsi que de l'injection de carburant et de l'allumage. Elles sont appelées sur la base de l'entrée de commande 6, de l'information de vitesse de rotation 7, de la température 8 des éléments structuraux du moteur, de la température 9 de l'eau de refroidissement, de la pression 10 et de la température 11 de l'air comburant et amenées à un étage amplificateur 12 pour la commande des soupapes, par l'intermédiaire des commandes de soupape conçues sous forme de trans-  
10 ducteurs électromécaniques 4, de l'injecteur 13 et de l'allumage 14. Par suite, le débit massique d'air 15 passant par le filtre 16 prévu dans le tube d'aspiration 17 et le débit du carburant 18, venant du réservoir à carburant en passant par la pompe 19 et la soupape de commande de pression 20 sont  
15 établis.

Comme le montre la figure 2, en partant de l'état de pleine charge à une vitesse de rotation quelconque du moteur, à laquelle la quantité de gaz d'échappement restant dans le cylindre est maintenue minimale, par des temps de commande  
20 appropriés des dispositifs d'admission et d'échappement, on peut, dans un mode d'exécution préférentiel de l'invention, réduire la charge en augmentant la quantité de gaz d'échappement dans le cylindre, par une commande appropriée des dispositifs d'admission et d'échappement, de sorte que le volume  
25 restant du cylindre pour l'aspiration de mélange frais est diminué. Par suite de la moindre quantité de mélange frais aspiré, la charge diminue. Ce processus peut être envisagé à peu près jusqu'à la moitié de la charge maximale. On peut selon l'invention obtenir une nouvelle diminution de la charge si,  
30 d'une part, on réduit la quantité de gaz d'échappement restant dans la chambre de combustion et provenant du cycle de travail précédent, grâce à des temps de commande appropriés des dispositifs d'admission et d'échappement et si, en même temps, on diminue la quantité de mélange frais arrivant à la chambre de  
35 combustion, grâce à des temps de commande appropriés pour la fermeture de l'admission. La figure 2 montre qualitativement

la proportion de gaz d'échappement sur la charge totale du cylindre en fonction de la charge. La quantité de gaz d'échappement désirée pour le cycle de travail suivant peut être obtenue par séjour de gaz d'échappement dans la chambre de combustion et/ou par aspiration de gaz d'échappement emmagasiné, depuis le conduit d'aspiration et/ou par réaspiration depuis le conduit d'échappement.

Les figures 3 à 8 montrent chaque fois à gauche la fonction de levée de la soupape d'échappement A et de la soupape d'admission E dans la région du point mort haut LWOT du changement de charge, tandis qu'à droite les temps d'ouverture des soupapes sont représentés par des barres en fonction de la position angulaire du vilebrequin,  $A_o$  indiquant le moment de l'ouverture et  $A_s$  le moment de fermeture de la soupape d'échappement,  $E_o$  le moment de l'ouverture et  $E_s$  le moment de la fermeture de la soupape d'admission. La représentation des diagrammes de droite va du point mort bas LWUT au début du changement de charge jusqu'au point mort haut d'allumage ZOT. La soupape d'admission se ferme chaque fois avant le point mort bas UT, à la fin du mouvement de gaz de charge, de sorte qu'ainsi est représenté le mode de commande de puissance "avance à la fermeture de l'admission", qui est appliqué pour limiter la quantité de mélange frais aspirée.

Les figures 9 à 18 montrent la variation de la pression dans le diagramme p-V d'un moteur à combustion interne, dans le domaine de mouvement de gaz de charge, pour expliquer plus précisément le procédé selon l'invention.

En combinaison avec des temps de commande appropriés pour l'ouverture de l'admission, on peut, en fermant précocement l'échappement (figures 3 et 9) ou en fermant tardivement l'échappement (figures 4 et 10), refouler dans le conduit d'admission ou dans le conduit d'échappement, pendant peu de temps et de façon dosée, du gaz d'échappement frais provenant du cycle de travail précédent et l'aspirer à nouveau. Ainsi, tout d'abord, une partie de la course du piston est utilisée pour le remplissage dosé de la chambre de travail avec

du gaz d'échappement et seulement la partie suivante de la course du piston, pour le remplissage avec du mélange frais. Le contenu du cylindre est formé de gaz d'échappement frais chaud et de mélange frais, qui se mélangent pendant la compression qui suit. On peut aussi obtenir un effet analogue par une avance à la fermeture de l'échappement et un retard à l'ouverture de l'admission relativement au point mort haut (figures 5 et 11). Par suite, il est possible, pour une quantité donnée de mélange frais en charge partielle, d'augmenter le rapport de compression dans le cylindre et simultanément de tirer parti d'une influence avantageuse des gaz d'échappement encore réactifs sur l'allumage et la propagation de la flamme.

Selon un autre mode d'exécution de l'invention, il est possible de faire en sorte que la soupape d'échappement se ferme avant le point mort haut de sorte qu'il y a, dans le cylindre, du gaz d'échappement comprimé à la dernière course du piston. Lorsque la soupape d'admission s'ouvre, vers le point mort haut, la quantité de gaz d'échappement afflue au conduit d'admission sous l'influence du gradient de pression, de sorte que la formation du mélange dans le conduit d'admission est fortement intensifiée. Le mélange de gaz d'échappement et de charge fraîche ainsi formé dans le conduit d'admission est alors aspiré jusqu'à la fermeture de la soupape d'admission (figures 6 et 12). Toutefois, on peut aussi intensifier la formation du mélange en faisant en sorte que la soupape d'échappement se ferme au voisinage du point mort haut et que la soupape d'admission s'ouvre seulement à un moment plus tardif, après une course déterminée du piston. Par suite de la dépression dans le cylindre, il se produit lors de l'ouverture un afflux intense au cylindre, de sorte que l'on obtient également une formation intensifiée du mélange (figures 7 et 13). Pour augmenter la proportion de gaz d'échappement, on peut aussi effectuer une fermeture de la soupape d'échappement après le point mort haut, l'ouverture de l'admission étant décalée en conséquence à un moment encore plus tardif. Pour des points

de fonctionnement particuliers, il peut aussi être avantageux par un recouplement prononcé de l'admission et de l'échappement dans la région supérieure du mouvement du piston, de pousser tout d'abord du gaz d'échappement dans les deux conduits et  
5 de l'aspirer à nouveau quand le piston descend (figures 8 et 14).

Dans l'application de l'invention, selon les figures 12 et 13 en combinaison avec les figures 6 et 7, on crée de préférence, par des temps de commande appropriés, une  
10 différence de pression entre la chambre de combustion et les conduits d'admission et d'échappement, et lorsque l'admission ou l'échappement se ferme ensuite, on dégrade cette différence assez rapidement pour que, par tourbillonnement, il s'effectue une amélioration de la préparation du mélange.

15 Comme le montre la figure 9 en combinaison avec la figure 3, selon un mode d'exécution préférentiel, une quantité de gaz d'échappement est poussée dans le conduit d'admission avant le point mort haut de mouvement de gaz de charge, par des temps de commande correspondants pour l'ouverture de  
20 l'admission et la fermeture de l'échappement. Il peut aussi être avantageux, conformément à la représentation de la figure 10 en combinaison avec la figure 4, qu'une quantité de gaz d'échappement soit aspirée hors du conduit d'échappement après le point mort haut de mouvement de gaz de charge, grâce à des  
25 temps de commande correspondants pour l'ouverture de l'admission et la fermeture de l'échappement. La figure 11 montre, en combinaison avec la figure 5, que selon l'invention une quantité de gaz d'échappement reste dans la chambre de combustion, grâce à des temps de commande appropriés pour la  
30 fermeture de l'échappement avant le point mort haut de mouvement de gaz de charge et pour l'ouverture de l'admission après le point mort haut de mouvement de gaz de charge. Il peut aussi être avantageux que, conformément à la figure 14 en combinaison avec la figure 8, grâce à des temps de commande  
35 pour l'ouverture précoce de l'admission, du gaz d'échappement soit poussé dans le conduit d'aspiration avant le point mort haut de mouvement de gaz de charge et soit à nouveau aspiré

et que, grâce à une fermeture tardive de l'échappement, du gaz d'échappement soit, en outre, réaspiré du conduit d'échappement après le point mort haut de mouvement de gaz de charge.

Selon l'invention, il est avantageux de calculer 5 les proportions de gaz d'échappement de façon telle qu'en partant de la pleine charge, à mesure que la charge diminue, le pourcentage de gaz d'échappement sur la charge du cylindre augmente et que dans le domaine de faible charge, le pourcentage de gaz d'échappement diminue à nouveau, comme le montre 10 aussi la figure 2.

Selon un autre mode d'exécution préférentiel, lorsque la vitesse de rotation maximale prescrite est atteinte, les temps de commande des dispositifs d'admission et d'échappement sont choisis, en vue de limiter la vitesse de rotation, 15 de façon telle que le couple, en partant de la valeur en pleine charge, diminue jusqu'à des valeurs négatives lorsque la vitesse de rotation augmente légèrement. Cela permet de régler la charge sans à-coups pour un fonctionnement uniforme à la limite de vitesse de rotation. On peut ainsi obtenir un fonc- 20 tionnement particulièrement économe et peu polluant. Ce résultat se distingue essentiellement du procédé antérieur de coupure de l'allumage, dans lequel on observait, de façon désavantageuse, un fonctionnement irrégulier et saccadé à la limite de réglage, ainsi qu'une grande consommation de carburant et 25 une forte émission de substances nocives.

Il est aussi prévu selon l'invention que, lorsque la vitesse de rotation devient inférieure à la grandeur de ralenti prescrite, le remplissage du cylindre soit accru par des temps de commande convenablement coordonnés des dispositifs d'admission et d'échappement. Ainsi, il est possible de 30 stabiliser le comportement de ralenti dans toutes les conditions de fonctionnement. Un tel procédé n'était pas connu antérieurement, car il est nécessaire d'intervenir sur le papillon et la stabilisation du ralenti s'effectuait jusqu'ici 35 par enrichissement du mélange. Cela conduisait naturellement à une grande consommation et à une forte émission de substan-

ces nocives.

Lors du fonctionnement en poussée, il peut être avantageux de limiter les pertes de mouvement de gaz grâce à des dispositifs d'admission et d'échappement maintenus 5 ouverts et/ou maintenus fermés. On arrive ainsi à ce que le moteur présente, dans le fonctionnement en poussée, des pertes particulièrement faibles. La consommation de carburant est nulle et il ne se produit aucune émission de substances nocives. Un tel résultat n'était pas réalisable jusqu'ici, car 10 il faudrait une intervention difficile sur des mécanismes de soupape subissant une grande charge dynamique. Cela conduisant, avec les modes de fonctionnement antérieurs, à une absorption de puissance de poussée notablement plus grande, à des émissions importantes et indésirables de substances 15 nocives par suite d'une combustion incomplète du carburant et de carburant traversant le moteur lors de la coupure de l'allumage.

Comme le montre la figure 16, selon l'invention, dans le fonctionnement en freinage, le dispositif d'admission 20 étant maintenu fermé, on peut commander le dispositif d'échappement de façon telle que le travail de variation de volume effectué sur le contenu du cylindre se dégrade par ouverture du dispositif d'échappement lorsqu'il existe des différences de pression entre chambre de travail et système d'échappement 25 dans le processus d'évacuation des gaz, par suite de pertes de charge. Alors que dans les procédés antérieurs de freinage du moteur, la puissance de freinage déterminante ne peut être atteinte que dans un temps de fonctionnement à quatre temps, par suite du travail d'expulsion avec une contre-pression 30 accrue de gaz d'échappement, il est possible selon l'invention de tirer parti de tout mouvement ascendant du piston pour la course de compression et de tout mouvement descendant du piston pour la course d'expansion, et ainsi, en vue du freinage, de dégrader par écoulement l'énergie existante. Par suite, 35 en comparaison des procédés antérieurs de freinage du moteur, on peut obtenir une puissance de freinage notablement plus

grande.

Pour améliorer les propriétés de démarrage, on peut aussi, conformément à la représentation de la figure 17, aspirer la quantité nécessaire de mélange frais par commande appropriée de la soupape d'admission et, pour améliorer la préparation du mélange, allumer seulement après quelques courses de compression et d'expansion, les soupapes d'admission et d'échappement étant maintenues fermées, ou bien on peut obtenir une meilleure préparation du mélange en faisant aller et venir le mélange frais entre le conduit d'aspiration et la chambre de combustion, la soupape d'admission étant maintenue ouverte, comme le montre la figure 15.

Dans des cas déterminés, il peut aussi être avantageux que, pour améliorer les propriétés de fonctionnement à chaud, le gaz d'échappement qui se trouve dans la chambre de combustion après un temps de travail reste totalement ou partiellement dans le cylindre par commande appropriée de la soupape d'échappement et assure, lors de la compression et de l'expansion, en cédant la chaleur résiduelle de combustion à la surface de la chambre de combustion, un échauffement rapide du moteur, comme le montre la figure 18.

Par une commande appropriée des dispositifs d'admission et d'échappement, on peut effectuer une mise hors d'action d'un ou plusieurs cylindres dans le fonctionnement cyclique, les dispositifs d'admission étant maintenus fermés et la température de la chambre de combustion étant maintenue par du gaz d'échappement réaspiré, par le dispositif d'échappement maintenu ouvert.

Comme on peut le voir à propos de la disposition représentée par la figure 1, le dosage du carburant dans les moteurs à combustion interne peut s'effectuer de telle sorte que sous la dépendance de la vitesse de rotation et des temps de commande des soupapes ainsi que de la pression et de la température du tube d'aspiration, le débit massique d'air soit déterminé par l'action de refoulement du piston, de sorte que le débit massique de carburant à injecter, pour un rapport d'air

exigé  $\lambda$ , peut être déterminé sans dispositif supplémentaire de mesure de quantité d'air. L'avantage de cette mesure est que l'on économise un système spécial de dosage de carburant. Les systèmes supplémentaires de dosage de carburant ont un  
5 grand encombrement et entraînent des dépenses supplémentaires.

## R E V E N D I C A T I O N S

1. Procédé de commande de moteurs quatre-temps à combustion interne à piston, avec commande de la charge par la quantité de mélange frais dans la chambre de travail, la proportion de gaz d'échappement sur la charge du cylindre (1) 5 étant variable, procédé caractérisé en ce que l'on commande la quantité de mélange frais par l'intermédiaire de dispositifs d'admission et d'échappement (3) indépendants l'un de l'autre, exclusivement par des temps d'ouverture et de fermeture des dispositifs d'admission et d'échappement (3), temps 10 qui sont harmonisés entre eux, la section d'écoulement dans le système d'admission et d'échappement étant constante en dehors des dispositifs d'admission et d'échappement, de telle sorte qu'une quantité déterminée de gaz d'échappement se trouve dans le cylindre après la fin du mouvement de gaz de charge et 15 que par suite, le volume restant du cylindre (1), destiné à recevoir du mélange frais en vue de la commande de charge, est réduit, les proportions de gaz d'échappement et de mélange frais se mélangent dans le cylindre (1) pendant le processus de remplissage et de compression.

20 2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que par des temps de commande appropriés, on crée une différence de pression entre chambre de combustion et conduit d'admission ou d'échappement, et lorsque le dispositif d'admission ou d'échappement (3) s'ouvre ensuite, on la dégrade 25 rapidement, de telle sorte que par tourbillonnement, on obtient une amélioration de la préparation du mélange.

3. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que l'on pousse une quantité de gaz d'échappement dans le conduit d'admission, avant le 30 point mort haut de mouvement de gaz de charge, grâce à des temps de commande appropriés d'ouverture de l'admission et de fermeture de l'échappement.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que l'on aspire une quantité 35 de gaz d'échappement hors du conduit d'échappement, après le

point mort haut de mouvement de gaz de charge, grâce à des temps de commande appropriés d'ouverture de l'admission et de fermeture de l'échappement.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce qu'une quantité de gaz d'échappement reste dans la chambre de combustion grâce à des temps de commande appropriés pour la fermeture de l'échappement avant le point mort haut de mouvement de gaz de charge et pour l'ouverture de l'admission après le point mort haut de mouvement de gaz de charge.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que par des temps de commande pour une ouverture précoce de l'admission avant le point mort haut de mouvement de gaz de charge, du gaz d'échappement est poussé dans le conduit d'aspiration et à nouveau aspiré, et par une fermeture tardive de l'échappement avant le point mort de mouvement de gaz de charge, du gaz est à nouveau réaspiré en outre, du conduit d'échappement.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'en partant de la pleine charge, à mesure que la charge diminue, le pourcentage de gaz d'échappement sur la charge du cylindre (1) augmente, et dans le domaine de faible charge, le pourcentage de gaz d'échappement diminue à nouveau.

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que lorsque la vitesse maximale de rotation prescrite est atteinte, les temps de commande des dispositifs d'admission et d'échappement (3) sont choisis, en vue de limiter la vitesse de rotation, de façon telle qu'en partant de la valeur en pleine charge, le couple diminue jusqu'à des valeurs négatives lorsque la vitesse de rotation augmente légèrement.

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que lorsque la vitesse de rotation devient inférieure à la grandeur de ralenti prescrite, le remplissage du cylindre (1) est augmenté, pour la stabilisation du ralenti, par des temps de commande convenablement

coordonnés des dispositifs d'admission et d'échappement (3).

10. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que lors du fonctionnement en poussée, les pertes de mouvement de gaz sont limitées par des 5 dispositifs d'admission et d'échappement (3) maintenus ouverts et/ou maintenus fermés.

11. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que dans le fonctionnement de freinage, le dispositif d'admission (3) étant maintenu fermé, 10 le dispositif d'échappement (3) est commandé de telle sorte que la travail de variation de volume fourni au contenu du cylindre (1) est dégradé par ouverture du dispositif d'échappement lorsqu'il existe des différences de pression entre chambre de travail et système de gaz d'échappement, dans le 15 processus d'écoulement des gaz, dans des pertes d'écoulement.

12. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que pour améliorer la préparation du mélange, on fait aller et venir plusieurs fois le mélange frais entre le conduit d'aspiration et la chambre de 20 combustion, le dispositif d'admission (3) étant maintenu ouvert.

13. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7 et 12, caractérisé en ce que pour améliorer la préparation du mélange, la charge du cylindre (1) est compri- 25 mée et détendue plusieurs fois par des dispositifs d'admission et d'échappement (3) maintenus fermés, avant que la combustion ne soit amorcée par l'allumage.

14. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, 12 et 13, caractérisé en ce que le gaz d'échappe- 30 ment après un temps de travail, reste complètement ou partiellement dans le cylindre (1) par une commande appropriée des dispositifs d'admission et d'échappement (3), pendant un ou plusieurs temps de compression et d'expansion.

15. Procédé selon l'une quelconque des revendica- 35 tions 1 à 7, 12, 13 et 14, caractérisé en ce que par une commande appropriée des dispositifs d'admission et d'échappement

(3), il s'effectue une mise hors d'action d'un ou plusieurs cylindres (1) dans le fonctionnement cyclique, les dispositifs d'admission (3) étant maintenus fermés et la température de la chambre de combustion étant maintenue par du gaz d'échappement réaspiré, par le dispositif d'échappement (3) maintenu ouvert.

16. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 15, caractérisé en ce qu'au débit massique de carburant est affecté, sous la dépendance de la vitesse de rotation, par les temps de commande des dispositifs d'admission et d'échappement (3), un débit massique d'air tel qu'il s'établisse le rapport d'air nécessaire.

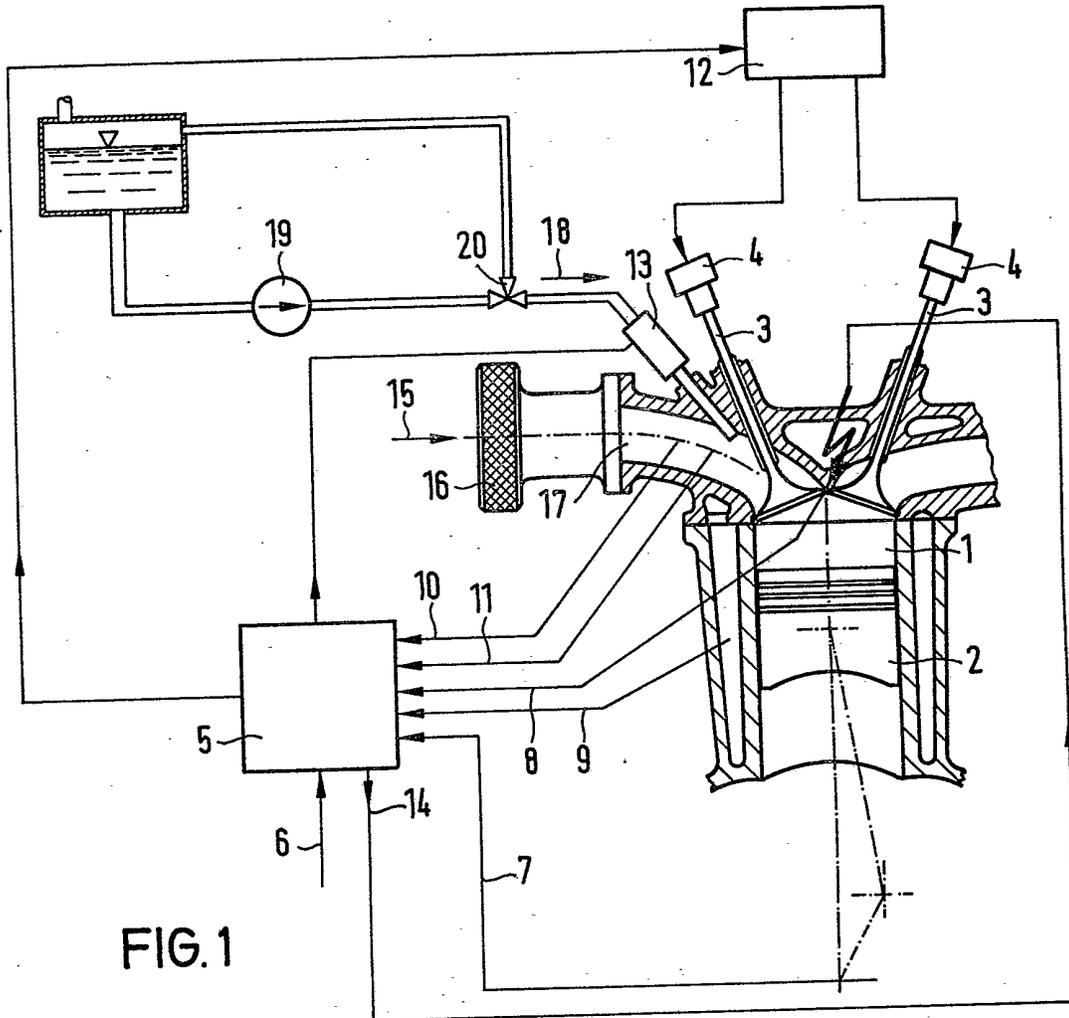


FIG. 1

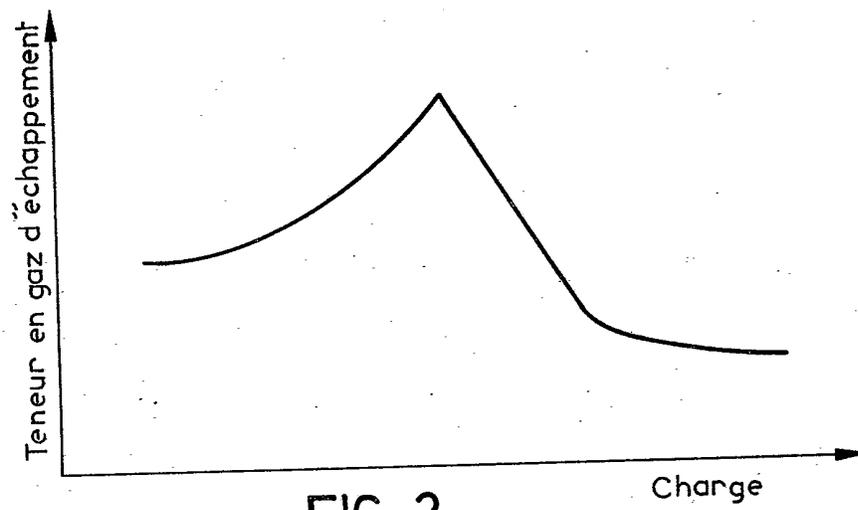
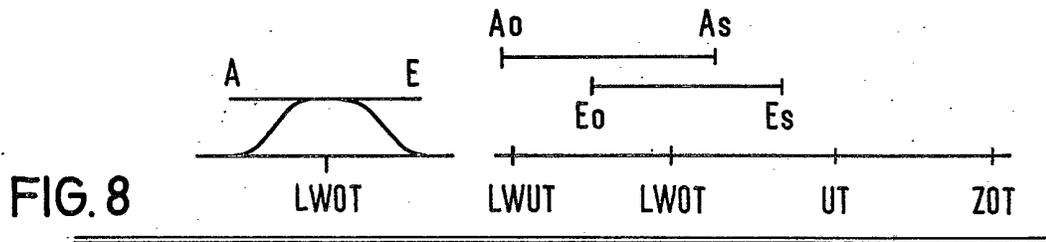
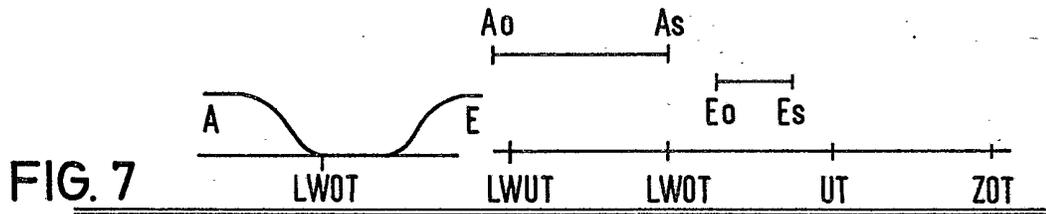
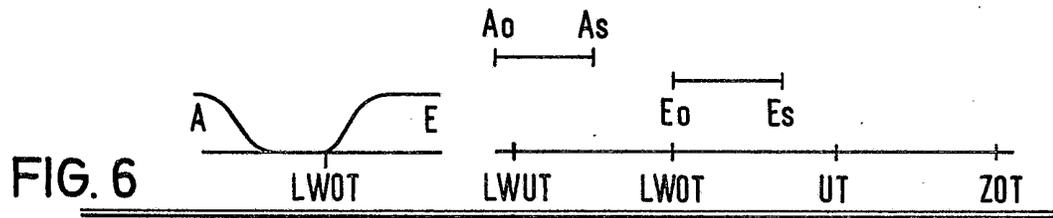
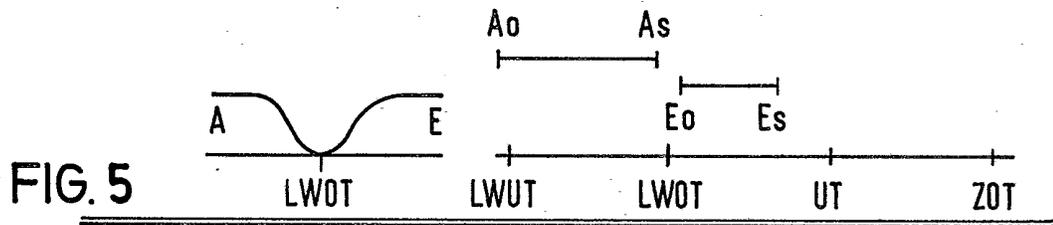
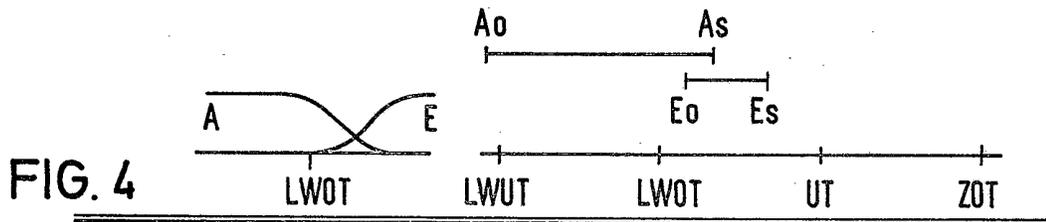
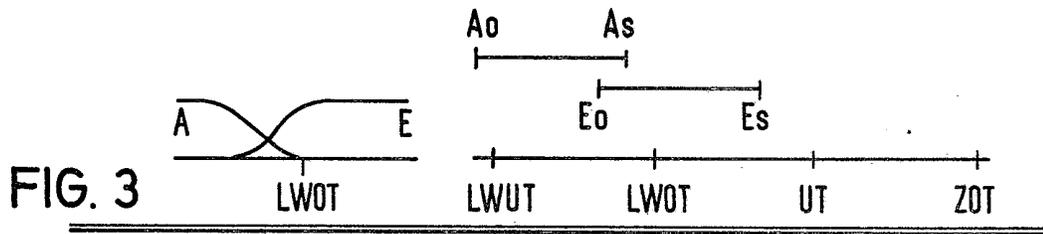


FIG. 2



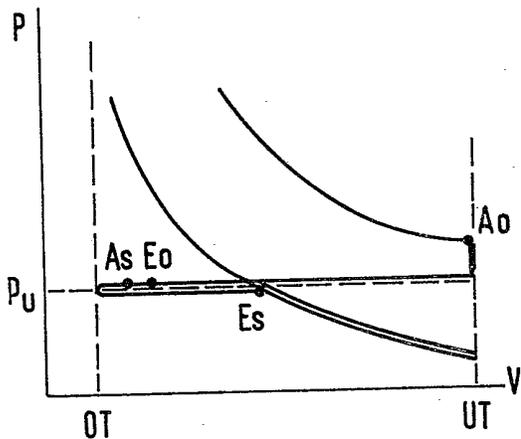


FIG. 9

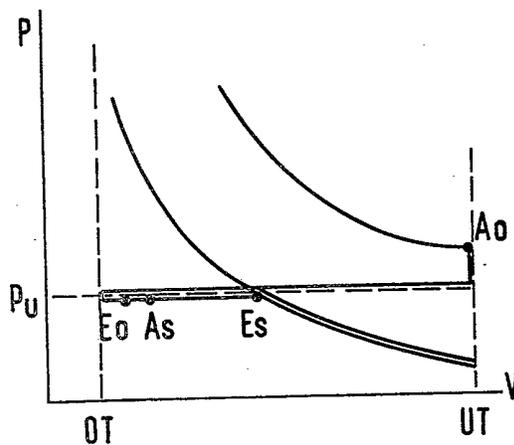


FIG. 10

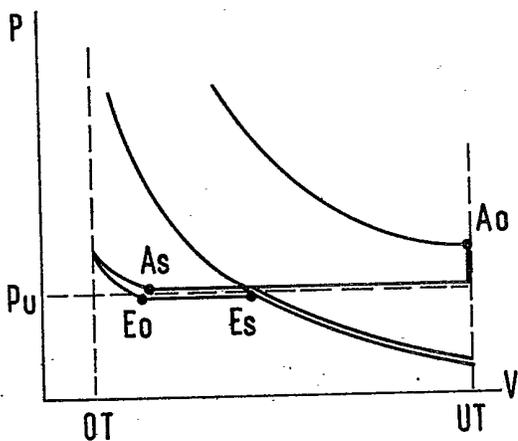


FIG. 11

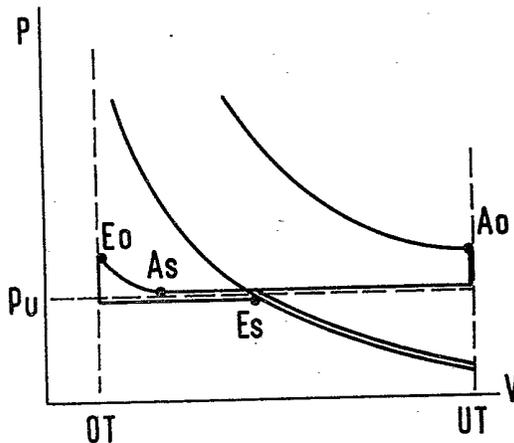


FIG. 12

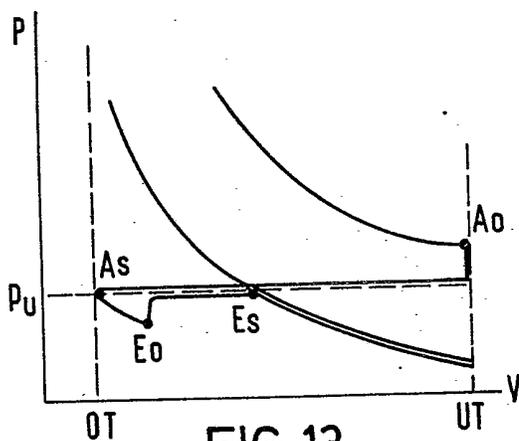


FIG. 13

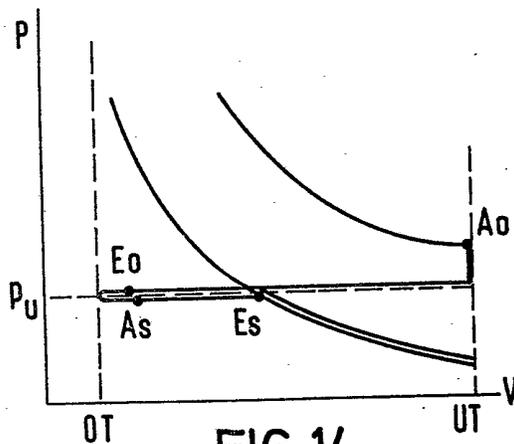


FIG. 14

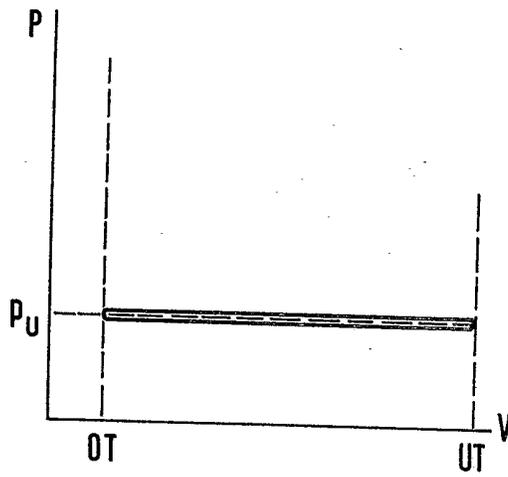


FIG. 15

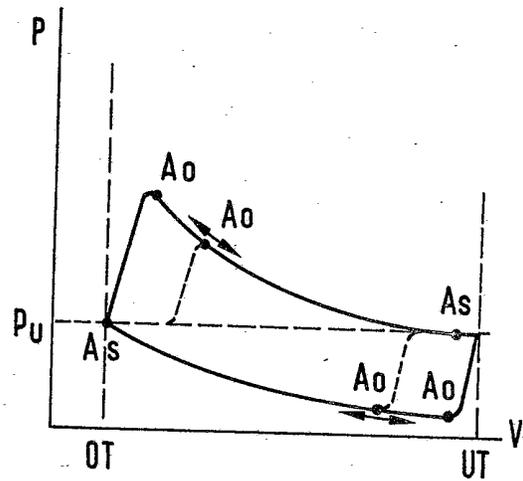


FIG. 16

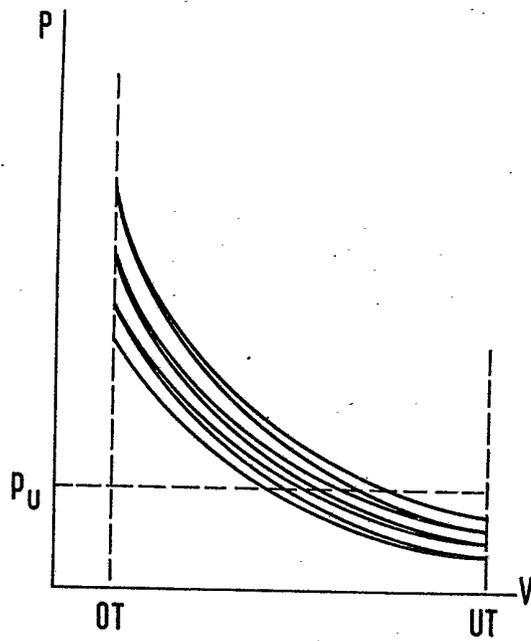


FIG. 17

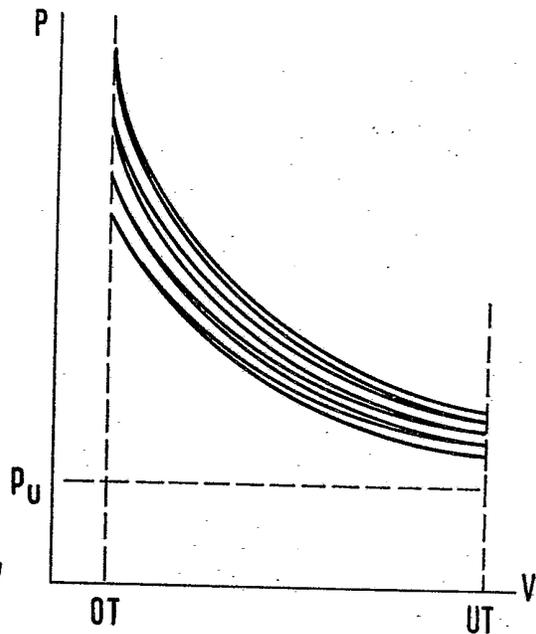


FIG. 18