

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(21) Numéro de dépôt: **90400828.1**

(51) Int. Cl.⁵: **F02D 41/06, F02D 41/34**

(22) Date de dépôt: **27.03.90**

(30) Priorité: **31.03.89 FR 8904287**

F-92002 Nanterre Cédex(FR)

(43) Date de publication de la demande:
03.10.90 Bulletin 90/40

(72) Inventeur: **Eygret, Daniel**
Résidence Corneille, 80, rue Corneille
F-78150 Le Chesnay(FR)

(84) Etats contractants désignés:
DE ES GB IT

(71) Demandeur: **SOLEX**
19, rue Lavoisier

(74) Mandataire: **Fort, Jacques**
CABINET PLASSERAUD 84, rue d'Amsterdam
F-75009 Paris(FR)

(54) **Dispositif d'alimentation par injection pour moteur à combustion interne, à commande électronique.**

(57) Le dispositif est notamment applicable à l'injection multipoint sur moteurs d'automobile. Il comporte au moins un injecteur (34) et un circuit électronique de commande (46) relié à des capteurs de paramètres de fonctionnement du moteur, notamment de la vitesse de ce dernier, et fournissant à l'injecteur des signaux périodiques de rapport cyclique fonction desdits paramètres, en synchronisme avec les mouvements du moteur lors du fonctionnement normal de ce dernier. Le circuit électronique de commande (46) est constitué de façon à appliquer à l'injecteur ou à chaque injecteur (34) des signaux asynchrones, de fréquence très supérieure à celle que donnerait la loi de fonctionnement normal, aussi longtemps que la vitesse du moteur n'atteint pas un seuil déterminé à partir du début du lancement.

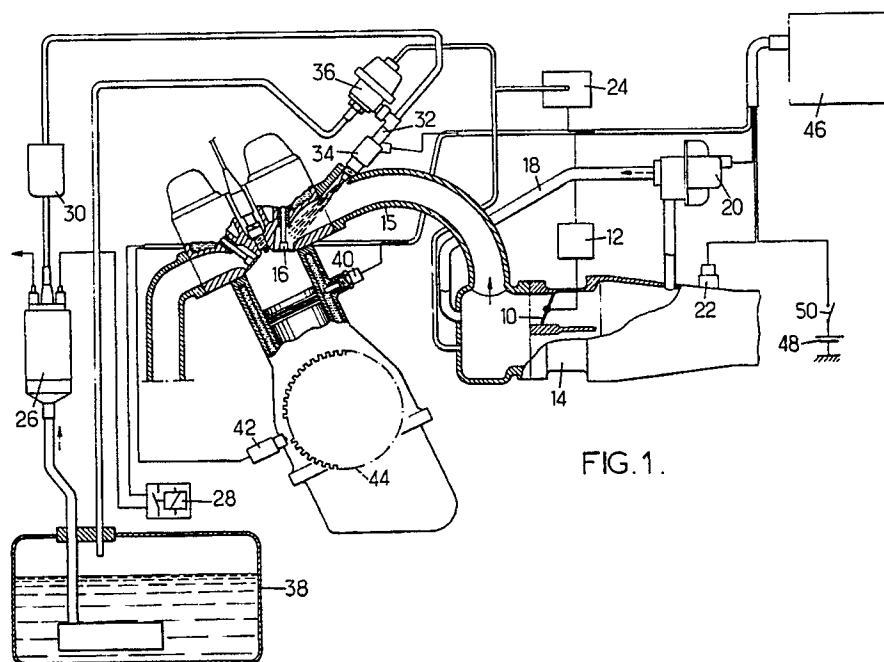


FIG. 1.

Dispositif d'alimentation par injection pour moteur à combustion interne, à commande électronique

L'invention concerne les dispositifs d'alimentation en combustible, pour moteur à combustion interne, du genre de ceux qui comprennent au moins un injecteur à commande électrique débitant du combustible sous pression dans la tubulure d'admission du moteur et un circuit électronique de commande relié à des capteurs de paramètres de fonctionnement du moteur, notamment de la vitesse de ce dernier, fournissant à l'injecteur des signaux périodiques de rapport cyclique variable en fonction desdits paramètres.

L'invention s'applique à tous les dispositifs à injection dite indirecte, c'est-à-dire débitant du combustible dans la tubulure d'admission au moteur (et non pas directement dans les chambres de combustion). L'injection peut être monopoint, c'est-à-dire à injecteur unique qui pulvérise le combustible en un seul point de la tubulure, situé en amont d'un organe d'étranglement ; l'invention s'applique à ce cas mais elle est particulièrement avantageuse en cas d'injection multipoint, par plusieurs injecteurs commandés soit tous simultanément, soit par groupes, soit encore individuellement, débouchant chacun dans une branche de la tubulure en amont d'une soupape d'admission correspondante.

En règle générale, les dispositifs d'injection indirecte ont un fonctionnement qualifié de synchrone pendant les périodes où le moteur fonctionne en régime établi. Un injecteur donné est actionné lors du passage de l'arbre du moteur dans une orientation déterminée. En cas d'injection multipoint, par des injecteurs commandés individuellement ou par groupes, les divers injecteurs (ou les divers groupes) sont généralement commandés avec un déphasage relatif, pour limiter les variations de la pression d'alimentation en combustible.

Les circuits électroniques de commande des dispositifs d'injection doivent être prévus pour assurer un fonctionnement satisfaisant au cours de phases transitoires du fonctionnement. Par exemple, on a déjà proposé de remplacer l'injection synchrone par une injection asynchrone pour fournir au moteur le combustible supplémentaire dont il a besoin en accélération (US-A-4 573 443). On a également proposé de passer d'un fonctionnement synchrone à un fonctionnement asynchrone lorsque les paramètres de fonctionnement du moteur conduisent à des impulsions de commande des injecteurs jugées trop faibles dans le cas d'une injection synchrone (US-A-4 200 063).

On connaît également (US-A-3 628 510) un système d'injection ayant un circuit de commande analogique, sans mémoire numérique. Au cours du démarrage du moteur, le circuit ajoute des impulsions de commande aux impulsions normales, pour augmenter le débit fourni au moteur.

L'invention vise à résoudre un problème différent, celui du lancement du moteur et, éventuellement, du réchauffement du moteur initialement froid, qui exige d'augmenter la quantité de combustible fournie au moteur. Diverses solutions ont déjà été proposées. On a notamment utilisé un injecteur supplémentaire de départ à froid qui pulvérise très finement du combustible sous pression dans la tubulure : cette solution nécessite un injecteur supplémentaire et une fraction importante du combustible pulvérisé mouille les parois de la tubulure d'admission, ce qui est défavorable, surtout lorsque la température est très basse et que le combustible reste à l'état de gouttelettes adhérentes. Une solution plus avantageuse consiste, pendant la phase de lancement, à injecter de façon continue du combustible à basse pression dans la tubulure (FR-A-2 332 431). Mais, même lorsque le jet de combustible est envoyé directement sur la queue des soupapes d'admission pour provoquer son éclatement, la pulvérisation peut rester insuffisante.

L'invention vise à fournir un dispositif du genre ci-dessus défini répondant mieux aux exigences de la pratique que ceux connus à ce jour, notamment en ce qu'il facilite le démarrage du moteur, alors que le moteur tourne à vitesse lente entraîné par le démarreur, ce qui se traduirait par un fonctionnement synchrone à fréquence faible et irrégulière.

L'invention part pour cela de la constatation que, lors de la fermeture d'un injecteur à commande électromagnétique, se produit une pulvérisation particulièrement intense du jet de combustible traversant l'injecteur. En conséquence, l'invention propose un dispositif suivant la partie caractérisante de la revendication 1.

Grâce à cette disposition, le nombre de fermetures de l'injecteur par unité de temps est très augmenté. Pratiquement, on cherchera à arriver à un nombre de cycles d'ouverture et de fermeture aussi élevé que possible dans la mesure où ce nombre reste compatible avec un débit suffisant de l'injecteur et avec la durée minimum du cycle. Dans la pratique, on sera en général conduit à adopter une durée de cycle (temps d'ouverture plus temps de fermeture) ne dépassant pas 60 ms.

Grâce à la fréquence accrue des cycles, la pulvérisation est améliorée et un lancement satisfaisant du moteur peut être obtenu avec une quantité moindre de combustible, ce qui, entre autres conséquences, réduit notablement la pollution.

En règle générale, il sera nécessaire de limiter la durée du fonctionnement en injection asynchrone

défini ci-dessus, en particulier pour éviter de "noyer" le moteur. La durée maximale du fonctionnement asynchrone décrit plus haut est avantageusement une fonction décroissante de la température du moteur. La durée de cycle et le rapport cyclique d'ouverture de l'injecteur (ou des injecteurs) peuvent eux aussi être commandés en fonction de paramètres de fonctionnement du moteur, et notamment de la température du liquide de refroidissement. On peut en particulier mémoriser les valeurs à donner au rapport cyclique, à la durée du cycle d'injection, et à la durée maximale de l'injection asynchrone sous forme de tables stockées en mémoire morte.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit d'un mode particulier de réalisation, donné à titre d'exemple non limitatif. La description se réfère aux dessins qui l'accompagnent, dans lesquels :

- la Figure 1 est un schéma de principe montrant un dispositif d'injection multipoint auquel est applicable l'invention ;
- la Figure 2 est un diagramme montrant les phases successives d'une séquence de démarrage représentative, lors de la mise en oeuvre d'un dispositif selon l'invention ;
- la Figure 3 est un diagramme faisant apparaître les instants successifs d'injection, au cours de la phase pendant laquelle l'injection est asynchrone ; et
- la Figure 4 est un organigramme de principe du procédé.

Le dispositif d'injection multipoint montré en Figure 1 a une constitution générale connue. Il comprend un circuit d'alimentation en air sur lequel est interposé un organe d'étranglement 10 commandé par le conducteur et muni d'un capteur d'ouverture 12 fournissant un signal de sortie électrique représentatif de l'angle d'ouverture de l'organe d'étranglement. Habituellement, l'organe d'étranglement est monté dans un bloc dénommé "corps de papillon" 14 qui peut contenir deux organes commandés simultanément. Le trajet d'air comporte, en aval du corps 14, une tubulure 15 à plusieurs branches débouchant chacune en amont de la soupape d'admission d'une chambre de combustion du moteur.

Dans le mode de réalisation illustré, un conduit d'air additionnel 18 muni d'une vanne à commande électrique 20 permet, lors de certaines phases du fonctionnement, et notamment au démarrage, alors que l'organe 10 est fermé, d'amener dans la tubulure de l'air qui contourne le corps de papillon 14.

Le dispositif représenté comporte de plus :

- une sonde de température d'air 22 fournissant un signal électrique représentatif de la température de l'air arrivant au corps de papillon ;
- un capteur 24 de pression d'air dans la tubulure 15, fournissant un signal qui, combiné à celui du capteur d'ouverture 12 ou à celui donnant la vitesse du moteur, permet de calculer le débit d'air admis au moteur.

Les capteurs 12 et 24 peuvent être remplacés par un élément de mesure directe de débit.

Un circuit d'alimentation en combustible comporte une pompe électrique 26 commandée par un relais 28 actionné lors de la fermeture du contact d'allumage 50. La pompe 26 alimente, par l'intermédiaire d'un filtre 30 et d'une rampe 32, les injecteurs 34 dont un seul est représenté et qui sont disposés immédiatement en amont des soupapes d'admission correspondantes 16. La pression de combustible envoyé aux injecteurs est maintenue, par un régulateur de pression 36 muni d'un conduit de retour au réservoir 38, à une valeur qui peut être fixe ou fonction de la pression qui règne dans la tubulure, mesurée par le capteur 24.

Le dispositif montré en Figure 1 comporte encore des capteurs de paramètres de fonctionnement supplémentaires, constitués par :

- une sonde de température de liquide de refroidissement 40,
- un capteur de position et de vitesse du moteur, constitué par un capteur 42 fournissant une impulsion électrique à chaque passage d'une dent de la couronne 44, présentant une brèche permettant de repérer une position angulaire déterminée de la couronne,
- éventuellement, une sonde (non représentée) de mesure de la teneur en oxygène dans le collecteur d'échappement, lorsque le dispositif est prévu pour assurer une régulation bouclée.

Les injecteurs sont commandés par un circuit électronique 46 alimenté par la batterie d'accumulateur 48 dès fermeture du contact d'allumage 50. Ce circuit électronique fournit aux injecteurs 34 des signaux électriques de commande sous forme d'impulsions rectangulaires, de rapport cyclique variable. Dans le mode de réalisation représenté, il reçoit des signaux d'entrée représentatifs de :

- la température θ_l du liquide de refroidissement du moteur, fournie par la sonde 40,
- la température d'air θ_a , fournie par la sonde 22,
- l'angle α d'ouverture du papillon, fourni par le capteur 12,
- la vitesse du moteur, sous forme d'une série d'impulsions à fréquence variable, fournies par le capteur 42,
- la pression absolue dans la tubulure, fournie par le capteur 24.

On ne décrira pas ici le fonctionnement du moteur en régime permanent, car il peut être classique. Au

cours de cette phase de fonctionnement, le circuit électronique 46 fournit à chaque injecteur 34 une impulsion d'ouverture synchronisée avec la commande de la soupape d'admission correspondante 16 et de durée fonction des paramètres de fonctionnement, et notamment du débit d'air commandé par l'organe d'étranglement 10. La loi de variation de la durée de chaque impulsion de commande est fixée par un programme mémorisé dans le circuit 46, dans une mémoire morte.

Conformément à un mode de réalisation de l'invention, le dispositif 46 contient un programme de démarrage à froid, lui aussi stocké dans une mémoire morte ou sous forme câblée qui provoque un fonctionnement en trois phases successives, les deux dernières pouvant être omises en cas de lancement du moteur encore à sa température normale de fonctionnement.

La phase I débute dès que le moteur est entraîné par le démarreur (l'instant de début étant indiqué par les signaux du capteur 42 ou l'alimentation du démarreur) et cesse :

- lorsque la vitesse de rotation N du moteur atteint une valeur prédéterminée N_0 indiquant que le moteur est autonome (généralement entre 200 et 400 t/mn), ou
- au bout d'un intervalle de temps déterminé, choisi de façon à éviter de noyer le moteur en cas de lancement avorté, cette durée pouvant être fixe (5 s par exemple) ou fonction de la température du liquide de refroidissement, la durée la plus courte étant prise en considération.

Le programme mémorisé dans le circuit 46, schématisé en Figure 4, doit interdire de revenir en phase I lorsqu'on en est sorti pour passer en phase II ou III, sauf ré-initialisation complète, impliquant un arrêt du moteur.

Une solution permettant à la fois de bien adapter les durées d'injection à l'état initial du moteur et de conserver une constitution simple du circuit 46, consiste à prévoir le circuit 46 pour qu'il fournisse, en phase I, des signaux rectangulaires

- ayant une durée sélectionnée parmi quelques valeurs seulement, et choisie uniquement en fonction de la température initiale θ_1 , et
- dont la période de répétition est égale à n fois une période de base d'environ 8 ms, n ne pouvant également prendre que quelques valeurs.

Le rapport cyclique d'ouverture sera choisi d'autant plus grand que θ_1 est plus bas et on sera conduit à adopter une période de répétition plus longue pour les valeurs les plus faibles de θ_1 .

A titre d'exemple, on pourra adopter les valeurs du tableau ci-dessous (la durée d'injection, la période de répétition et la durée maximale choisies étant celles correspondant, dans le tableau, à la valeur de θ_1 la plus proche de la température mesurée).

θ_1 (°C)	Durée d'injection	Période de récurrence	Durée maximale t_0 de la phase I
-30 (et au-dessous)	32 ms	48 ms	4,0 s
-20	32 ms	48 ms	2,6 s
-10	24 ms	48 ms	2,0 s
0	16 ms	48 ms	1,5 s
10	8 ms	32 ms	1,1 s
20	6 ms	32 ms	0,7 s
30	5,75 ms	32 ms	0,6 s
40	5,75 ms	32 ms	0,6 s
50	5,0 ms	32 ms	0,5
60	4 ms	32 ms	0,5 s
70	3 ms	32 ms	0,5 s
80 (et au-dessus)	2 ms	32 ms	0,5 s

Pour dénoyer le moteur en cas de défaut de démarrage dû à un excès de combustible, le circuit 46 peut être prévu pour substituer, à l'injection asynchrone, une injection synchrone de fonctionnement normal si l'organe d'étranglement 10 est amené à sa position de pleine ouverture, détectée par le capteur 12.

La Figure 3 montre, à titre d'exemple, une répartition possible dans le temps des injections, à fréquence de répétition constante (deuxième ligne), par rapport aux signaux (première ligne) fournis par le capteur 42 et dont la fréquence est variable du fait de l'irrégularité de rotation du moteur pendant le

lancement. Les instants d'allumage (troisième ligne à partir du haut) restent synchronisés avec la rotation de l'arbre du moteur.

La phase II de démarrage commence lorsque le moteur atteint une vitesse indiquant qu'il fonctionne de façon autonome ou au bout d'une durée déterminée. Elle dure pendant un nombre déterminé de cycles de fonctionnement du moteur ou, ce qui revient au même, jusqu'à ce que le moteur soit passé par son point mort haut M fois successives.

Au cours de cette phase II, l'injection est synchrone mais la durée de chaque injection est égale à la durée d'injection résultant du calcul effectué par le circuit 46 pour le régime permanent à la température du moteur (en général inférieure à la température de régime normal), avec une correction multiplicative ou additive.

On décrira plus loin le mode de détermination du "temps de base", c'est-à-dire de la durée de chaque injection synchronisée en fonction de θ lors de l'échauffement.

Le nombre M de cycles peut être choisi notamment en fonction des caractéristiques de chaque type de moteur : une durée comprise entre 0 cycle (certains moteurs se prêtant à un fonctionnement sans phase II) et 255 cycles donnera en général de bons résultats. Au cours de cette phase II, la correction multiplicative ou additive sera maintenue à une valeur constante. Le coefficient multiplicateur sera généralement compris entre 1 et 3.

La phase III débute à l'expiration de la phase II. Au cours de cette phase, le circuit 46 diminue suivant une loi linéaire ou se rapprochant d'une loi linéaire, la correction multiplicative ou additive, en fonction du nombre de cycles du moteur. Une solution qui donne souvent de bons résultats consiste à décrémenter la correction de 1/256ème de sa valeur d'origine à chaque cycle, jusqu'à annulation.

La phase III se termine lorsque la correction multiplicative devient égale à 1 ou la correction additive devient égale à 0.

A partir de cet instant, le circuit 46 reprend un fonctionnement de type classique, impliquant un enrichissement par rapport au rapport stoechiométrique combustible/air qui est fonction décroissante de la température.

Au-delà de la phase III, le moteur doit encore recevoir, pour fonctionner correctement au ralenti, un débit de mélange air-combustible supérieur au débit nécessaire au ralenti à température normale de fonctionnement. Au surplus, ce mélange doit être enrichi par rapport à la teneur stoechiométrique. On connaît déjà de nombreuses lois de sélection du débit et de l'enrichissement correspondant à des moteurs particuliers.

Dans la pratique, l'augmentation de la quantité de mélange fourni au moteur sera obtenue en ouvrant la vanne 20 placée en dérivation sur le bloc papillon, le circuit électronique de commande adaptant automatiquement le débit de combustible injecté au débit d'air, avec un enrichissement fixé par exemple par une table cartographique donnant, pour chaque température de moteur, un rapport combustible/air particulier.

Revendications

1. Dispositif d'alimentation en combustible pour moteur à combustion interne comportant au moins un injecteur (34) et un circuit électronique de commande (46) relié à des capteurs de paramètres de fonctionnement du moteur, notamment de la vitesse et de la température de ce dernier, et fournissant à l'injecteur des signaux périodiques dont le rapport cyclique est fonction desdits paramètres, en synchronisme avec les mouvements du moteur lors du fonctionnement normal de ce dernier, **caractérisé en ce que** le circuit électronique de commande (46) est constitué de façon à appliquer uniquement, à l'injecteur ou à chaque injecteur (34), aussi longtemps que la vitesse du moteur n'atteint pas un seuil déterminé à partir du début du lancement, des signaux asynchrones, de fréquence très supérieure à celle que donnerait la loi de commande synchrone normale, dont la fréquence et le rapport cyclique sont mémorisés dans une table et fonctions de la température du liquide de refroidissement du moteur.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la période de répétition des signaux asynchrones ne dépasse pas 60 ms.

3. Dispositif selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que ledit seuil est compris entre 200 et 400 t/mn.

4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la durée du fonctionnement en injection asynchrone est limitée à une valeur qui est une fonction décroissante de la température du moteur.

5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le circuit

électronique est prévu pour faire suivre la phase de fonctionnement avec injection asynchrone d'une seconde phase, à injection synchrone avec une durée d'injection égale à la durée d'injection résultant du calcul pour le régime permanent à la température du moteur, avec une correction multiplicative ou additive, pendant un nombre prédéterminé de cycles.

- 5 6. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que le circuit électronique est prévu pour faire suivre la seconde phase d'une troisième phase au cours de laquelle il diminue la correction multiplicative ou additive, en fonction du nombre de cycles du moteur.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

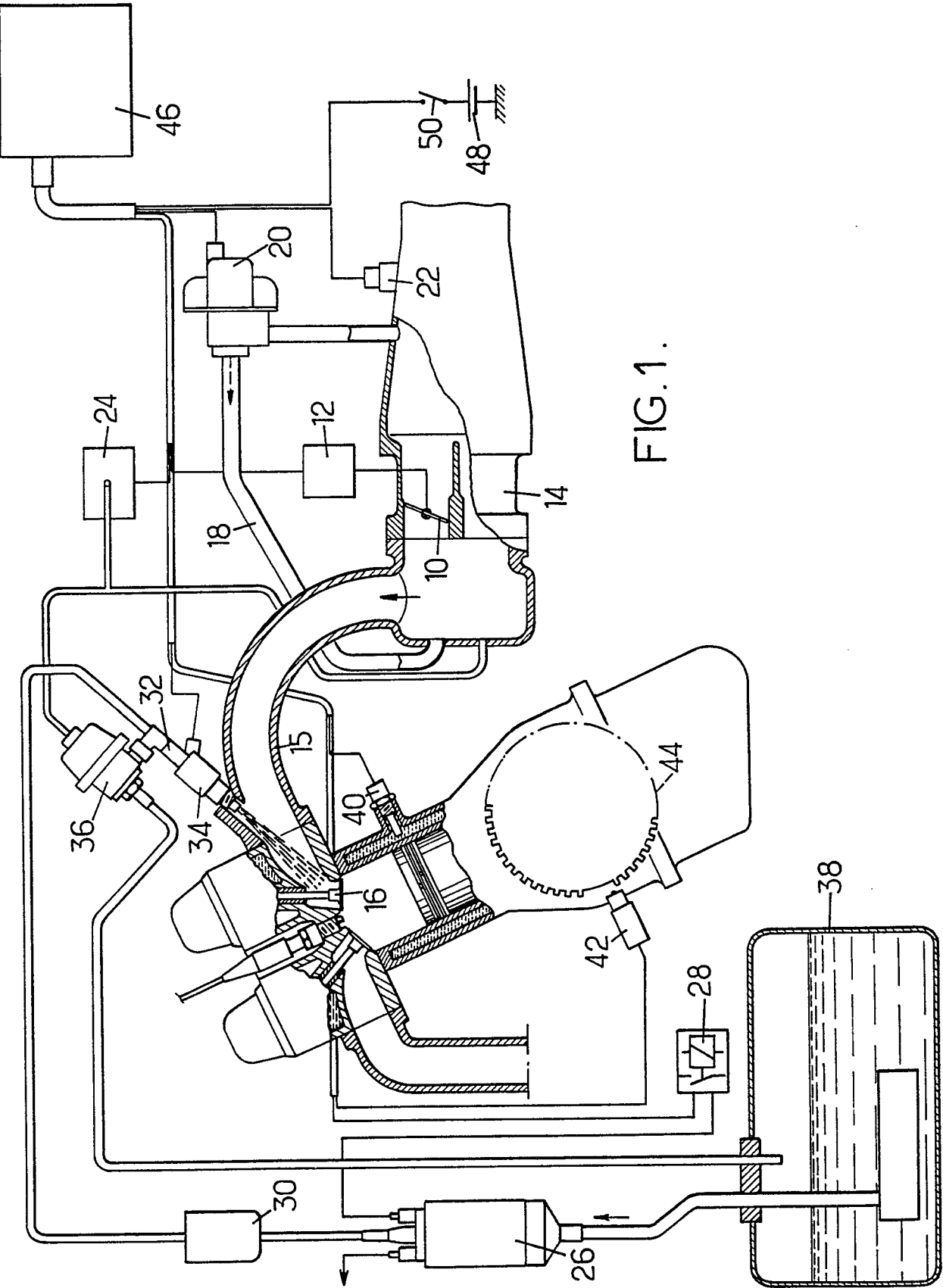


FIG. 1.

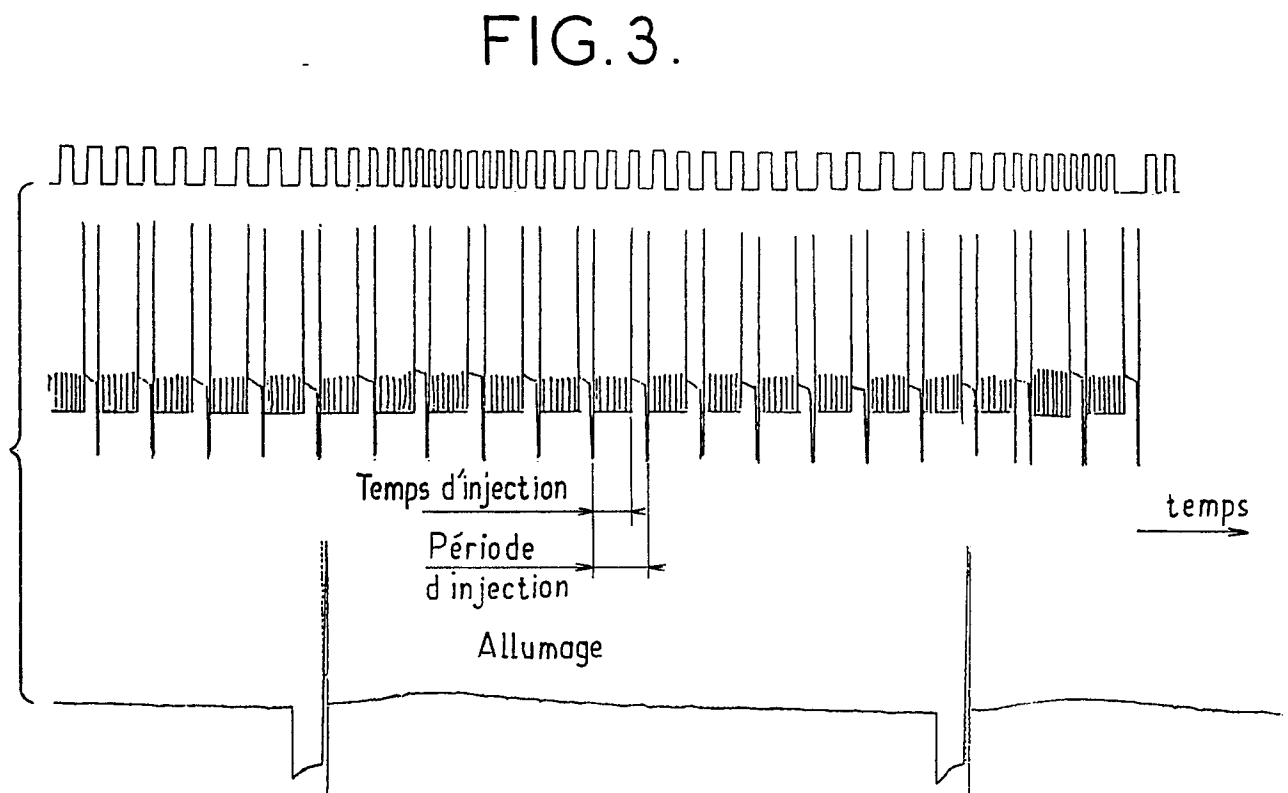
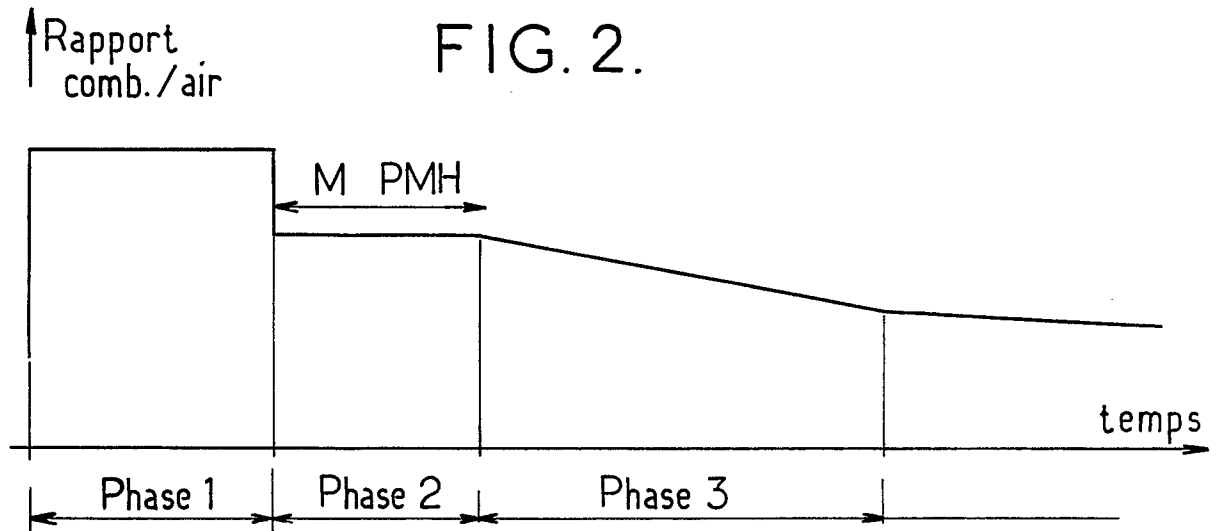
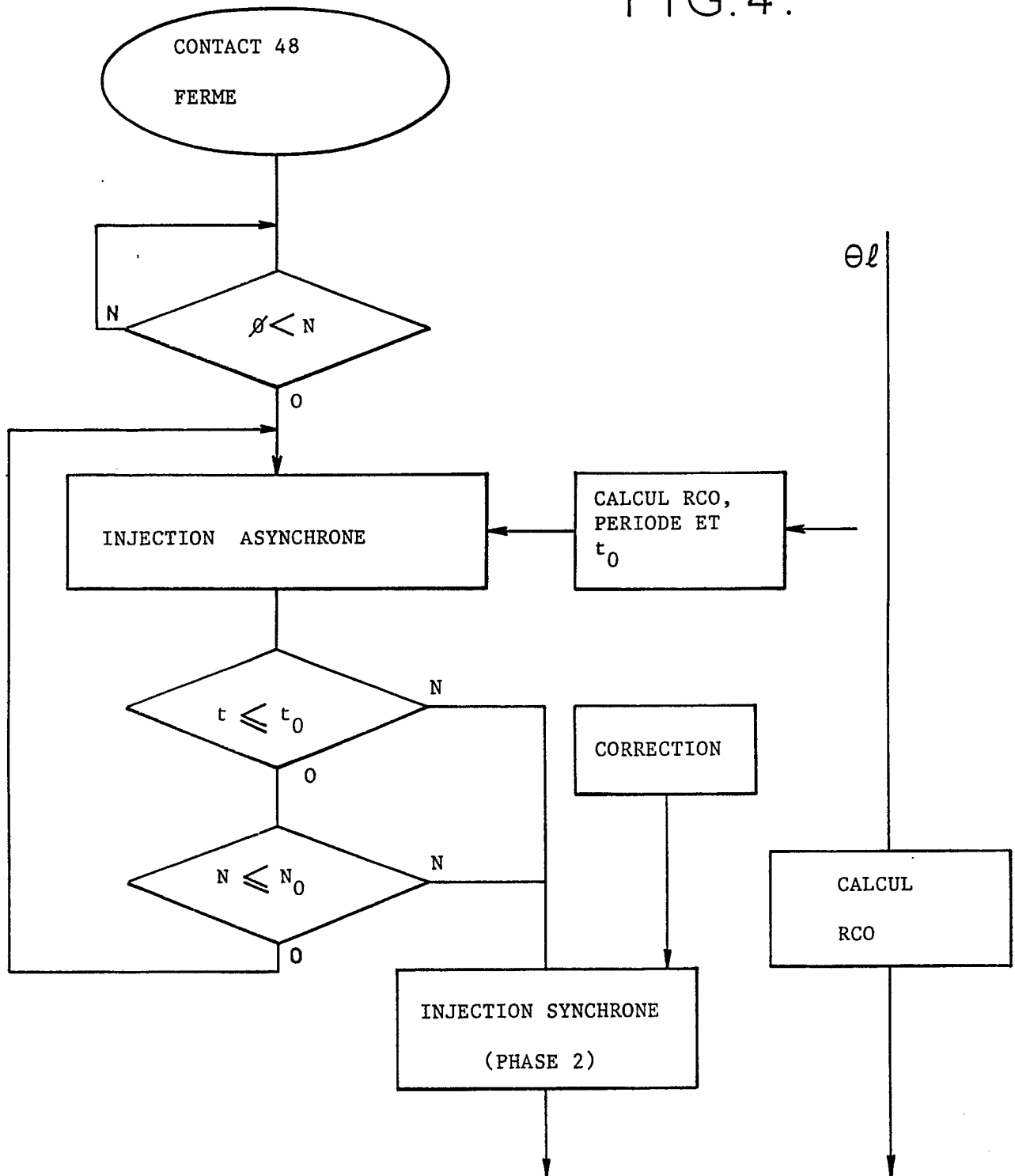


FIG.4.





DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.5)
D,X	US-A-3628510 (GENERAL MOTORS CO.) * colonne 1, lignes 10 - 53 * * colonne 3, lignes 10 - 22 * * colonne 6, ligne 10 - colonne 7, ligne 46 * * figures 1, 3 * ---	1, 2, 4	F02D41/06 F02D41/34
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 12, no. 21 (M-661) 22 janvier 88, & JP-A-62 178739 (HITACHI LTD.) 05 août 87, * le document en entier * ---	1-3	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 10, no. 181 (M-492) 25 juin 86, & JP-A-61 028729 (NIPPON DENSO CO.LTD.) 08 février 86, * le document en entier * ---	1, 2	
A	FR-A-2612256 (REGIE RENAULT) * page 2, ligne 31 - page 4, ligne 33 * * page 5, ligne 17 - page 6, ligne 3 * * revendications 1-3; figures 1, 2 * ---	1-3	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
A	FR-A-2374517 (THE BENDIX CORP.) * page 1, ligne 38 - page 2, ligne 30 * * page 4, ligne 13 - page 5, ligne 22 * * figures 1-4 * -----	5, 6	F02D
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 28 MAI 1990	Examineur LAPEYRONNIE P.J.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande I : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			