



⑫ **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

④⑤ Date de publication du fascicule du brevet :
08.12.93 Bulletin 93/49

⑤① Int. Cl.⁵ : **F02D 41/06**

②① Numéro de dépôt : **91400390.0**

②② Date de dépôt : **15.02.91**

⑤④ **Procédé d'optimisation de l'injection au redémarrage à injection de carburant.**

③⑩ Priorité : **15.02.90 FR 9001843**

④③ Date de publication de la demande :
21.08.91 Bulletin 91/34

④⑤ Mention de la délivrance du brevet :
08.12.93 Bulletin 93/49

⑧④ Etats contractants désignés :
DE ES FR GB IT

⑤⑥ Documents cités :
US-A- 3 628 510
US-A- 4 148 282
PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 12, no.
137 (M-690) 26 avril 1988, & JP-A-62 258139
(TOYOTA MOTOR CORP.) 10 novembre 1987
PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 13, no.
143 (M-811) 07 avril 1989, & JP-A-63 306274
(MAZDA MOTOR CORP.) 14 décembre 1988
PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 11, no.
388 (M-652) 28 décembre 85, & JP-A-62 157247
(MAZDA MOTOR CORP.) 13 juillet 87

⑤⑥ Documents cités :
PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 13, no.
398 (M-866) 05 septembre 89, & JP-A-01 142230
(HITACHI LTD.) 05 juin 89
PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 8, no.
132 (M-303) 20 juin 1984, & JP-A-59 032627
(HONDA GIKEN KOGYO K.K.) 22 février 1984

⑦③ Titulaire : **REGIE NATIONALE DES USINES**
RENAULT S.A.
34, Quai du Point du Jour
F-92109 Boulogne Billancourt Cédex (FR)

⑦② Inventeur : **Cogneville, Francis**
4, Résidence Louis Babin
F-91180 St-Germain-Les-Arpajon (FR)
Inventeur : **Tondeur, Laurent**
15, rue Saint-Martin
F-91150 Etampes (FR)
Inventeur : **Trétout, Philippe**
29, rue du Pillage
F-77760 Buthiers (FR)
Inventeur : **Couvret, Michel**
20, Avenue Hoche
F-92190 Arpajon (FR)

⑦④ Mandataire : **Ernst-Schonberg, Michel et al**
REGIE NATIONALE DES USINES RENAULT
SA, Sce 0267, 860, quai de Stalingrad
F-92109 Boulogne Billancourt Cédex (FR)

EP 0 442 819 B1

Il est rappelé que : Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

La présente invention concerne un procédé pour améliorer le fonctionnement d'un moteur multicylindre à injection de carburant pour véhicules automobiles, notamment pendant la phase de démarrage du moteur.

5 On sait que le démarrage du moteur nécessite un gaz de combustion à richesse élevée de carburant, en partie pour le mouillage du moteur.

Le mouillage des parois des chambres de combustion, ou des cylindres, est une opération délicate. Que la quantité de carburant injectée soit insuffisante et il n'y a pas de démarrage et que la quantité de carburant injectée soit excessive et il n'y a toujours pas de démarrage pour cause de noyage du moteur. Pour déterminer
10 la quantité de carburant devant être injectée lors du démarrage il est nécessaire de prendre en compte la quantité de carburant déjà présente sur les parois. L'état de mouillage des cylindres au moment du démarrage dépend de divers facteurs, on peut citer principalement le temps d'arrêt du moteur, la façon dont le moteur a été arrêté ainsi que la durée et le mode de fonctionnement du moteur avant son arrêt.

Le temps de repos séparant l'instant d'arrêt du moteur et son redémarrage joue un rôle de démouillage naturel du moteur. Si le temps de repos du moteur est suffisamment long, le moteur est totalement démouillé lors du démarrage suivant. Il en résulte que le redémarrage du moteur demande une quantité importante de carburant à injecter. En revanche, si le temps de repos du moteur est très court, le moteur n'a pas le temps d'être démouillé complètement avant son redémarrage.

La façon dont le moteur a été arrêté a une incidence sur le mouillage. En effet lors d'un arrêt du moteur par actionnement sur une clé de contact exercée par le conducteur du véhicule automobile, l'injection de carburant est interrompue et la libre rotation du moteur crée un balayage des cylindres du moteur pendant plusieurs points morts hauts du moteur, ce qui a pour effet un démouillage du moteur. En revanche, dans le cas où le moteur est arrêté par un blocage vitesse en prise, il y a une augmentation de carburant injecté avant le calage du moteur, ce qui a pour effet un mouillage des cylindres du moteur, par un balayage des cylindres avant
25 l'arrêt n'est pas possible.

La durée et le mode de fonctionnement avant l'arrêt influent également sur le mouillage. Lorsque le moteur fonctionne en phase de démarrage le mouillage des cylindres est important. Tandis que lorsque le moteur passe du régime de démarrage au régime de ralenti pour être en autorotation le mouillage des cylindres diminue.

Actuellement, la plupart des moteurs à injection de carburant pour véhicules automobiles sont pilotés par un calculateur qui contrôle en particulier le temps d'injection du carburant, équivalent à une quantité de carburant injectée, sous démarreur. Pour ce faire, les paramètres utilisés sont la vitesse de rotation N du moteur et la température T du moteur, par exemple représentée par la température de l'eau de refroidissement du moteur. Un tel calculateur ne fait pas la différence entre un démarrage après un temps de repos long et un démarrage immédiatement après l'arrêt du moteur. Le risque de noyage du moteur dans ce cas là est relativement grand.
35

Une solution a été proposée récemment pour remédier au problème mentionné ci-dessus. Elle consiste à laisser alimenter le calculateur pendant environ 5 minutes après l'instant d'arrêt du moteur. Si le redémarrage est effectué pendant cette période, le calculateur applique un coefficient de correction forfaitaire pour réduire la durée d'injection de carburant pendant la phase de redémarrage du moteur. Si le redémarrage du moteur a lieu après cette période 5 minutes, il est considéré comme un démarrage normal avec une durée d'injection sans correction (JP-A-01 14 2230; JP-A-62258 139).
40

Une telle solution semble être suffisante pour éviter le problème de redémarrage du moteur en temps normal. Cependant, elle ne tient pas compte de l'état de fonctionnement du moteur à l'instant où il s'arrête, c'est-à-dire elle traite indifféremment le problème pour le cas où le moteur est calé vitesse en prise suivi immédiatement du redémarrage et le cas où le moteur est arrêté par l'actionnement de la clé de contact et redémarré au bout de quatre minutes. Le coefficient de correction forfaitaire est donc identique pour des cas où le mouillage du moteur au redémarrage est très différent. Cette solution ne permet donc pas de résoudre le problème de démarrage de manière satisfaisante.
45

La présente invention a pour objet un procédé efficace pour résoudre le problème de redémarrage du moteur, quelle que soit la situation rencontrée, en introduisant un facteur de correction dynamique et adaptatif pour la quantité de carburant injectée pendant la phase de redémarrage.
50

Ce facteur de correction ayant pour objet de prendre en compte l'état de mouillage initial des cylindres lors du démarrage.

L'invention a également pour objet de réduire de façon optimale le temps d'injection sous démarreur et d'éviter de manière efficace le problème de noyage du moteur à chaque redémarrage.
55

On comprendra mieux les buts, aspects et avantages de la présente invention, d'après la description donnée ci-après d'un mode de réalisation de l'invention, donné à titre d'exemple non limitatif en se référant aux dessins annexés sur lesquels :

la figure 1 est un graphique montrant l'évolution du facteur de correction entre deux démarrages consécutifs.

la figure 2 est un graphique montrant l'incidence du mode d'arrêt du moteur sur l'évolution du facteur de correction dans la période d'arrêt.

Conformément aux figures 1 à 2, le mode d'obtention du coefficient de correction, noté F_c , va être expliqué. Il convient au préalable de donner un certain nombre de définitions.

La vie du moteur comporte une succession discrète de périodes de fonctionnement et d'arrêt.

Chaque période de fonctionnement peut être décomposée en une phase de démarrage et éventuellement une phase d'autorotation.

On appelle T_d^n , T_r^n et T_a^n les instants respectifs de démarrage, d'autorotation (s'il y a lieu) et d'arrêt correspondant à la n-ième période de fonctionnement, et T_d^{n+1} l'instant de démarrage de la n+1-ième période de fonctionnement.

La quantité de carburant Q_{n+1} devant être injecté à l'instant T_d^{n+1} dans le moteur est égale à une quantité théorique Q_0 calculée en fonction de la vitesse de rotation Θ et de la température du moteur T au démarrage multipliée par un facteur de correction F_c .

Le facteur de correction F_c alors est calculé par récurrence de la façon suivante :

le facteur de correction F_c applicable lors du n+1 ième démarrage, F_c^{n+1} , est calculé à partir de la valeur F_c utilisée lors du n-ième démarrage, F_c^n , modifiée pour prendre en compte le fonctionnement et le temps d'arrêt du moteur.

L'incidence des périodes de fonctionnement et d'arrêt du moteur sur le facteur de correction a été formalisée par la demanderesse par des fonctions prédéterminées assurant une évolution continue du facteur de correction et définies par récurrence comme suit :

- Concernant la n-ième période de fonctionnement.

-a- Pendant la phase de démarrage (la clé de contact est en position démarreur) à l'instant t , $t > T_d^n$

$$(I) \quad F(t) = F_d(t) = F_c^n - (F_c^n - F_0) \times f_d(q(t), F_c^n)$$

avec

F_c^n : facteur de correction appliqué pour le n ième démarrage (à l'instant T_d^n);

F_0 : constante prédéterminée

$F_0 \in [0,1[$;

$q(t)$: nombre de points morts hauts décelés entre l'instant du démarrage T_d^n et l'instant t ;

f_d : fonction dont les valeurs sont comprises entre 0 et 1 selon un mode préféré de réalisation de l'invention

$$f_d(q, F_c^n) = f_1 \text{ si } F_c^n = 1$$

et

$$f_d(q, F_c^n) = f_2 \text{ si } F_c^n \neq 1$$

f_1 et f_2 étant deux constantes.

Deux remarques concernant la fonction F_d : c'est une fonction décroissante et la décroissance est d'autant plus marquée que le facteur de correction F_c^n est important.

-b- Pendant la phase d'autorotation (lorsque le conducteur lâche la clé de contact à l'instant T_r^n , la clé ne reste plus dans la position démarreur. Le moteur passe alors dans la phase d'autorotation)

à l'instant t , $t > T_r^n$

$$(II) \quad F(t) = F_p(t) = F_d(T_r^n) + (1 - F_d(T_r^n)) \times f_r(p(t))$$

avec

$$F_d(T_r^n) = F_c^n - (F_c^n - F_0) \times f_d(q^n, F_c^n)$$

q^n : nombre total de points morts hauts pendant la phase de démarrage, $q^n = q(T_r^n - T_d^n)$;

$p(t)$: nombre de points morts hauts décelés entre l'instant T_r^n de début d'autorotation et l'instant t ;

f_r : fonction monotone croissante dont les valeurs sont comprises entre 0 et 1.

Deux remarques concernant la fonction F_r c'est une fonction croissante qui admet pour asymptote $y = 1$ et la croissance est d'autant plus marquée que le facteur de correction $F_d(T_r^n)$ est faible.

La fonction F_r n'intervient que si la période de fonctionnement comprend une phase de démarrage.

- Concernant la période d'arrêt suivant la n-ième période de fonctionnement.

L'incidence de la période d'arrêt sur le coefficient de correction dépend de la façon dont l'arrêt a été effectué.

-a- L'arrêt s'est effectué à la clé (l'injection du carburant est interrompue et il y a libre rotation du moteur) à l'instant t , $t > T_a^n$

$$(III) \quad F_{(t)} = F_{a1}(t) = F(T_a^n) + (1 - F(T_a^n)) \times f_{a1}(t - T_a^n)$$

avec

$$F(T_a^n) = F_r(T_a^n)$$

5 s'il y a eu phase d'autorotation
ou

$$F(T_a^n) = F_d(T_a^n)$$

s'il n'y a pas eu phase d'autorotation

$$F_r(T_a^n) = F_d(T_r^n) + (1 - F_d(T_r^n)) \times f_r(p^n)$$

$$10 \quad F_d(T_a^n) = F_c^n - (F_c^n - F_o) f_d(q^n, F_a^n)$$

p^n : nombre total de points morts hauts pendant la phase d'autorotation, $P^n = p(T_a^n - T_r^n)$.

f_{a1} : fonction monotone croissante dont les valeurs sont comprises entre 0 et 1.

-b- L'arrêt s'est effectué après calage (vitesse en prise)

à l'instant t

$$15 \quad (IV) \quad F(t) = F_{a2}(t) = F(T_a^n) + (1 - F(T_a^n)) \times f_{a2}(t - T_a^n)$$

avec

f_{a2} : fonction monotone croissante dont les valeurs sont comprises entre -0,5 et 1.

La fonction F_{a1} est une fonction croissante alors que la fonction F_{a2} commence par décroître avant de croître, cf figure 2.

20 En fonction des moteurs et du système d'admission, l'incidence du temps de repos ou d'arrêt peut être simplifiée de la façon suivante : si le temps d'arrêt ($t - T_a^n$) dépasse une valeur prédéterminée alors $f_{a1} = f_{a2} = 1$. Le facteur de correction est alors égal à 1 pour le démarrage suivant. En revanche si le temps de repos est inférieur à cette valeur prédéterminée alors la fonction f_a est égale à 0 dans le cas d'un arrêt à la clé et égale à -0,25 dans le cas d'un arrêt par calage.

25 Dans la suite de la description la fonction de correction correspondant à la période d'arrêt sera désignée par

$$F_a(F_a(t) = F(T_a^n) + (1 - F(T_a^n)) f_a(t - T_a^n))$$

On déduit de ce qui précède le calcul du facteur de correction F_c^{n+1}

$$F_c^{n+1} = F(T_d^{n+1})$$

30 soit encore

$$F_c^{n+1} = F_a(T_d^{n+1})$$

d'où

$$F_c^{n+1} = F_r(T_a^n) + (1 - F_r(T_a^n)) \times f_a(T_d^{n+1} - T_a^n)$$

en posant

$$35 \quad t^n = T_d^{n+1} - T_a^n$$

t^n : durée du n-ième arrêt

et en développant $F_r(T_a^n)$ par son expression

$$40 \quad F_c^{n+1} = (F_d(T_r^n) + (1 - F_d(T_r^n)) \times f_r(p^n)) \\ + (1 - (F_d(T_r^n) + (1 - F_d(T_r^n)) \times f_r(p^n)) \times f_a(t^n))$$

45 soit encore

$$F_c^{n+1} = F_d(T_r^n) \times (1 - f_r(p^n)) (1 - f_a(t^n)) \\ 50 \quad + f_r(p^n) (1 - f_a(t^n)) \\ + f_a(t^n)$$

55 et en remplaçant $F_d(T_r^n)$ par son expression

$$\begin{aligned}
F_c^{n+1} &= F_c^n \times (1 - f_d(q^n, F_c^n) (1 - f_r(p^n)) (1 - f_a(t^n))) \\
&+ F_o f_d(q^n, F_c^n) (1 - f_r(p^n)) (1 - f_a(t^n)) \\
&+ f_r(p^n) (1 - f_a(t^n)) \\
&+ f_a(t^n)
\end{aligned}$$

s'il n'y pas eu de phase d'autorotation pendant la n ième période de fonctionnement l'expression se simplifie pour devenir

$$\begin{aligned}
F_c^{n+1} &= F_c^n (1 - f_d(q^n, F_c^n) (1 - f_a(t^n))) \\
&+ F_o f_d(q^n, F_c^n) (1 - f_a(t^n)) \\
&+ f_a(t^n)
\end{aligned}$$

La connaissance de F_c^{n+1} est donc déterminée, les fonctions f_a , f_r et f_d étant prédéterminées, par la seule connaissance de F_c^n , q^n , p^n et t^n .

Pour pouvoir être en mesure de calculer le facteur de correction F_c lors d'un démarrage il faut que pendant le fonctionnement précédent du moteur l'on ait mémorisé la valeur du facteur de correction ainsi que les nombres de points morts hauts q et p respectivement pendant les phases de démarrage et d'autorotation. Puis lors de l'arrêt la façon dont l'arrêt a été effectué (par la clé ou par calage) ainsi que le temps de mise à l'arrêt.

La détermination des nombres de points morts hauts p et q s'effectue classiquement par un détecteur disposé devant le volant moteur (méthode de reconnaissance de la dent manquante...) couplé à un détecteur de position de la clé de contact.

Quand à la détermination du temps d'arrêt ou de repos t , on peut utiliser soit une horloge interne ou timer, soit utiliser la température du moteur, par exemple la température d'eau de refroidissement du moteur T . Pour cela, la température du moteur à l'instant de son dernier arrêt est mémorisée et est comparée à la température du moteur au démarrage suivant. On déduit alors de l'écart de température ΔT , le temps d'arrêt à partir d'une cartographie de transfert.

Le calcul du facteur de correction est effectué par le calculateur d'injecteur.

Les fonctions f_a , f_d et f_r sont rentrées dans le calculateur sous forme de cartographies. Les valeurs F_c^n , q^n , p^n et t^n sont gérées dans des mémoires spécifiques.

La définition des fonctions f_a , f_r et f_d est réalisée, pour un type de moteur, expérimentalement au banc d'essai.

Grâce à l'invention, le problème de redémarrage des moteurs multicylindres à injection de carburant pour véhicules automobiles est résolu de manière simple et efficace.

Il est possible de calculer les fonctions F_d et F_r non pas en fonction du nombre de points morts hauts mais pour des multiples de points morts hauts : tous les 3, les 5...

De même, les fonctions F_d et F_r peuvent être calculées à partir du temps et non pas du nombre des points morts hauts.

50 Revendications

1. Procédé d'optimisation du fonctionnement d'un moteur multicylindre à injection de carburant pour véhicules automobiles, caractérisé par le fait qu'il consiste à injecter, pendant la durée d'un démarrage ($n+1$) une quantité (Q_{n+1}) de carburant dans le moteur égale à une quantité théorique (Q_c) calculée en fonction de la vitesse de rotation et de la température du moteur au démarrage, multipliée par un facteur de correction (F_c^{n+1}) qui est déterminé par récurrence à partir ;

- de la valeur du facteur de correction (F_c^n) déterminé lors du démarrage précédent (n)
- du temps d'arrêt ou de repos (t^n) entre l'instant de son dernier arrêt (T_a^n) et l'instant du démarrage (T_d^{n+1}).

2. Procédé d'optimisation selon la revendication 1, caractérisé en ce que le facteur de correction (F_c^{n+1}) dépend également de la façon dont s'est effectué le dernier arrêt du moteur à l'instant (T_a^n): par actionnement de la clé de contact ou par calage vitesse en prise.
3. Procédé d'optimisation selon l'une quelconque des revendications 1 à 2, caractérisé en ce que le facteur de correction (F_c^{n+1}) dépend également des caractéristiques (q^n , p^n) de la période de fonctionnement du moteur précédant le démarrage ($n+1$).
4. Procédé d'optimisation selon la revendication 3, caractérisé en ce que les caractéristiques de la période de fonctionnement du moteur précédant le démarrage ($n+1$) sont constituées par le nombre de points morts hauts (q^n) enregistrés lors de la phase de démarrage et s'il y a lieu par le nombre de points morts hauts (p^n) enregistrés lors de la phase d'autorotation.
5. Procédé d'optimisation selon la revendication 4, caractérisé par le fait que l'incidence de la période de fonctionnement du moteur précédant le démarrage ($n+1$) est calculée selon une fonction variable $F_{(t)}$ définie par
- pendant la phase de démarrage

$$(I) \quad F_{(t)} = F_d(t) = F_c^n - (F_c^n - F_o) f_d(q(t), F_c^n)$$
 avec $T_d^n < t < T_r^n$ (T_r^n = instant où le moteur passe du régime de démarrage au régime d'autorotation par actionnement de la clé de contact).
 $F_d(\cdot)$: fonction de correction variable pendant la phase de démarrage
 F_c^n : facteur de correction appliqué lors du démarrage n
 F_o : constante prédéterminée
 $f_d(\cdot)$: fonction dont la valeur est comprise entre 0 et 1
 $q(\cdot)$: nombre de points morts hauts comptés entre l'instant de démarrage T_d^n et l'instant t
 - pendant la phase d'autorotation

$$(II) \quad F(t) = F_r(t) = F_d(T_r^n) + (1 - F_d(T_r^n)) \times f_r(p)(t)$$
 avec $t > T_r^n$
 $F_r(\cdot)$: fonction de correction variable pendant la phase d'autorotation.
 $F_d(T_r^n)$: valeur de la fonction variable $F(\cdot)$ à l'instant de passage du régime de démarrage au régime d'autorotation.
 $f_r(\cdot)$: fonction croissante, dont la valeur est comprise entre 0 et 1
 $p(\cdot)$: nombre de points morts hauts comptés entre l'instant T_r^n et l'instant t .
6. Procédé d'optimisation selon la revendication 5, caractérisé en ce que l'incidence du mode d'arrêt est calculée selon une fonction continuellement variable $F(t)$ définie par:
- lors d'un arrêt par la clé de contact

$$(III) \quad F(t) = F_{a1}(t) = F_d(T_a^n) + (1 - F_d(T_a^n)) \times f_a(t - T_a^n)$$
 avec $t > T_a^n$ instant de l'arrêt du moteur
 $F_{a1}(\cdot)$: fonction de correction variable pendant la période d'arrêt consécutif à un arrêt par la clé de contact
 $F_d(T_a^n)$ = valeur de la fonction $F(t)$ à l'instant T_a^n d'arrêt du moteur
 $f_{a1}(\cdot)$ = fonction croissante dans le temps et dont la valeur est comprise entre 0 et 1
 - Lors d'un arrêt par calage vitesse en prise

$$(IV) \quad F(t) = F_{a2}(t) = F_d(T_a^n) + (1 - F_d(T_a^n)) \times f_{a2}(t - T_a^n)$$
 avec $t > T_a^n$
 $F_{a2}(\cdot)$: fonction de correction variable pendant la période d'arrêt consécutif à un arrêt par calage vitesse en prise
 $F_d(T_a^n)$: valeur de la fonction $F(t)$ à l'instant T_a^n d'arrêt du moteur
 $f_{a2}(\cdot)$: fonction croissante dans le temps et dont la valeur est comprise entre -0,5 et 1.
7. Procédé d'optimisation selon la revendication 6, caractérisé en ce que le facteur de correction (F_c^{n+1}) appliqué pour le démarrage ($n+1$) est déterminé à partir du nombre de points morts hauts (q^n) de la phase de démarrage et du nombre de points morts hauts (p^n) de la phase d'autorotation de la période de fonctionnement précédant le démarrage ($n+1$), du facteur de correction (F_c^n) appliqué lors du démarrage (n) et du temps d'arrêt (t^n) entre l'instant d'arrêt (T_a^n) et l'instant de démarrage (T_d^{n+1}) par la formule
- si l'arrêt s'est effectué à la clé de contact

$$\begin{aligned}
 F_c^{n+1} &= F_c^n \times (1 - f_d(q^n, F_c^n)(1 - f_r(p^n))(1 - f_a(t^n)) \\
 &+ F_o f_d(q^n, F_c^n) \times (1 - f_r(p^n) \times (1 - f_a(t^n)) \\
 &+ f_r(p^n) \times (1 - f_a(t^n)) \\
 &+ f_a(t^n)
 \end{aligned}$$

- si l'arrêt s'est effectué par calage vitesse en prise

$$\begin{aligned}
 F_c^{n+1} &= F_c^n \times (1 - f_d(q^n, F_c^n) \times (1 - f_r(p^n)) \times (1 - f_{a2}(t^n)) \\
 &+ F_o f_d(q^n, F_c^n) \times (1 - f_r(p^n) \times (1 - f_{a2}(t^n)) \\
 &+ f_r(p^n) \times (1 - f_{a2}(t^n)) \\
 &+ f_{a2}(t^n)
 \end{aligned}$$

8. Procédé d'optimisation selon l'une quelconque des revendications 6 à 7, caractérisé en ce que la prise en compte du temps de repos peut être limitée à affecter la valeur 1 aux fonctions de correction pendant la période d'arrêt (f_{a1} , f_{a2}) lorsque ledit temps de repos est supérieur à un temps prédéterminé.
9. Procédé d'optimisation selon l'une quelconque des revendications 1 à 6 caractérisé par le fait que la mesure du temps de repos (t^n) est réalisée par la mesure de l'écart de température ΔT du moteur entre l'instant de son dernier arrêt (T_a^n) et l'instant de redémarrage (T_d^{n+1}).

Patentansprüche

1. Optimierungsverfahren für die Betriebsweise eines mehrzylindrigen Motors mit Treibstoffeinspritzung für Kraftfahrzeuge, dadurch gekennzeichnet, daß es daraus besteht, während der Dauer eines Startvorgangs ($n+1$) eine Treibstoffmenge (Q_{n+1}) in den Motor einzuspritzen, die gleich ist einer theoretischen Menge (Q_o), die als Funktion der Drehgeschwindigkeit und der Temperatur des Motors beim Startvorgang berechnet wird, multipliziert mit einem Korrekturfaktor (F_c^{n+1}), der bestimmt wird unter Berücksichtigung
 - des während des vorhergehenden Startvorgangs (n) bestimmten Wertes des Korrekturfaktors (F_c^n) und
 - der Stillstands- oder Ruhezeit (t^n) zwischen dem Zeitpunkt des letzten Stillstands (T_a^n) und dem Zeitpunkt des Startvorgangs (T_d^{n+1}).
2. Optimierungsverfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Korrekturfaktor (F_c^{n+1}) auch von der Art und Weise abhängt, in der der letzte Motorstillstand zum Zeitpunkt (T_a^n) erfolgte: Durch Betätigung des Zündschlüssels oder durch Stillstand bei eingelegetem Gang.
3. Optimierungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Korrekturfaktor (F_c^{n+1}) auch von den Eigenschaften (q^n , p^n) der Betriebszeit des Motors abhängt, welche dem Startvorgang ($n+1$) vorausgeht.
4. Optimierungsverfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Eigenschaften der dem Startvorgang ($n+1$) vorausgehenden Betriebszeit des Motors festgelegt sind durch die Anzahl der oberen Totpunkte (q^n), die während der Startphase registriert werden und ggf. durch die Anzahl der oberen Totpunkte (p^n), die während des Selbstlaufs registriert worden sind.
5. Optimierungsverfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Einfluß der dem Startvorgang ($n+1$) vorausgehenden Betriebszeit des Motors als eine variable Funktion berechnet wird, die wie

folgt definiert ist

- während des Startvorgangs durch

$$(I) \quad F(t) = F_d(t) = F_c^n - (F_c^n - F_o)f_d(q(t), F_c^n)$$

5 wobei $T_d^n < t < T_r^n$ ist (T_r^n = Zeitpunkt, zu dem der Motor vom Startzustand in den Selbstlaufzustand durch Betätigung des Zündschlüssels übergeht)

$F_d(\cdot)$: eine variable Korrekturfunktion während der Startphase ist

F_c^n : ein Korrekturfaktor ist, anwendbar während des n-ten Startvorgangs

F_o : eine vorgegebene Konstante ist

10 $f_d(\cdot)$: eine Funktion ist, deren Wert zwischen 0 und 1 liegt

$q(\cdot)$: die Anzahl der gezählten oberen Totpunkte zwischen dem Zeitpunkt des Startens T_d^n und dem Zeitpunkt t ist

- während der Selbstlaufphase

$$(II) \quad F(t) = F_r(t) = F_d(T_r^n) + (1 - F_d(T_r^n))x_{f_r}(p)(t)$$

15 wobei $t > T_r^n$ ist und

$F_r(\cdot)$: eine variable Korrekturfunktion während der Selbstlaufphase ist

$F_d(T_r^n)$: der Wert der variablen Funktion $F(\cdot)$ zum Zeitpunkt des Übergangs des Startzustandes zum Selbstlaufzustand ist

$f_r(\cdot)$: eine zunehmende Funktion ist, deren Wert zwischen 0 und 1 liegt und

20 $p(\cdot)$: die Anzahl der gezählten oberen Totpunkte zwischen dem Zeitpunkt T_r^n und dem Zeitpunkt t ist.

6. Optimierungsverfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Einfluß der Art des Stillstandes berechnet wird gemäß einer kontinuierlich variablen Funktion $F(t)$, die wie folgt definiert ist:

- während eines Stillstandes durch den Zündschlüssel

$$(III) \quad F(t) = F_{a1}(t) = F_d(T_a^n) + (1 - F_d(T_a^n))x_{f_a}(t - T_a^n)$$

wobei $t > T_a^n$ der Zeitpunkt des Motorstillstandes ist

$F_{a1}(\cdot)$: eine variable Korrekturfunktion während der Stillstandszeit ist die einem durch den Zündschlüssel bedingten Stillstand folgt

30 $F_d(T_a^n)$: der Wert der Funktion $F(t)$ zum Zeitpunkt T_a^n des Motorstillstands ist

$f_{a1}(\cdot)$: eine mit der Zeit zunehmende Funktion ist, deren Wert zwischen 0 und 1 liegt

- während eines Stillstands, der durch einen eingelegten Gang bewirkt wird

$$(IV) \quad F(t) = F_{a2}(t) = F_d(T_a^n) + (1 - F_d(T_a^n))x_{f_{a2}}(t - T_a^n)$$

wobei $t > T_a^n$ ist

35 $F_{a2}(\cdot)$: eine variable Korrekturfunktion ist während der Stillstandszeit, die einem durch den eingelegten Gang bewirkten Stillstand folgt

$F_d(T_a^n)$: der Wert der Funktion $F(t)$ zum Zeitpunkt T_a^n des Motorstillstands ist

$f_{a2}(\cdot)$: eine mit der Zeit zunehmende Funktion ist, deren Wert zwischen -0,5 und 1 liegt.

- 40 7. Optimierungsverfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der für den Startvorgang (n+1) verwendete Korrekturfaktor (F_c^{n+1}) bestimmt wird ausgehend von der Anzahl der oberen Totpunkte (q^n) der Startphase und der Anzahl der oberen Totpunkte (p^n) der Selbstlaufphase, die dem Startvorgang (n+1) vorhergeht sowie vom Korrekturfaktor (F_c^n), der während des Startvorgangs (n) verwendet wurde und der Stillstandszeit (t^n) zwischen dem Zeitpunkt des Stillstandes (T_a^n) und dem Zeitpunkt des erneuten Startvorgangs (T_d^{n+1}) gemäß der Formel

- sofern der Stillstand durch den Zündschlüssel bewirkt wurde

$$\begin{aligned} F_c^{n+1} &= F_c^n \times (1 - f_d(q^n, F_c^n)) (1 - f_r(p^n)) (1 - f_a(t^n)) \\ &+ F_o f_d(q^n, F_c^n) \times (1 - f_r(p^n)) \times (1 - f_a(t^n)) \\ &+ f_r(p^n) \times (1 - f_a(t^n)) \\ &+ f_a(t^n) \end{aligned}$$

- 55 - sofern der Stillstand durch Selbstunterbrechung bewirkt wurde

$$\begin{aligned}
F_C^{n+1} &= F_C^n \times (1 - f_d(q^n, F_C^n) \times (1 - f_r(p^n) \times (1 - f_{a2}(t^n)) \\
&+ F_O f_d(q^n, F_C^n) \times (1 - f_r(p^n) \times (1 - f_{a2}(t^n)) \\
&+ f_r(p^n) \times (1 - f_{a2}(t^n)) \\
&+ f_{a2}(t^n)
\end{aligned}$$

8. Optimierungsverfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Berücksichtigung der Ruhezeit begrenzt werden kann auf den Wert 1 bei Korrekturfunktionen während der Stillstandszeit (f_{a1} , f_{a2}), wenn diese Ruhezeiten größer sind als eine vorgegebene Zeit.
9. Optimierungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Messung der Ruhezeit (t^n) durchgeführt wird durch Messung des Temperaturunterschiedes des Motors zwischen dem Zeitpunkt seines letzten Stillstandes (T_a^n) und dem Zeitpunkt des erneuten Startvorgangs (T_d^{n+1}).

Claims

1. A method of optimising the operation of a fuel injected multicylinder engine for motor vehicles, characterised in that it consists in injecting, during the period of a start ($n+1$) a quantity (Q_{n+1}) of fuel into the engine which is equal to a theoretical quantity (Q_o) calculated as a function of the speed of rotation and temperature of the engine at starting, multiplied by a correction factor (F_c^{n+1}) which is determined by recurrence from:
- the value of the correction factor (F_c^n) determined at the preceding start (n)
 - the stoppage or rest time (t^n) between the moment of its last stoppage (T_a^n) and the moment of starting (T_d^{n+1}).
2. An optimising method according to Claim 1, characterised in that the correction factor (F_c^{n+1}) depends also on the manner in which the engine was last stopped at the instant (T_a^n): by actuation of the ignition key or by stalling with the gears engaged.
3. An optimising method according to any one of Claims 1 to 2, characterised in that the correction factor (F_c^{n+1}) also depends upon the characteristics (q^n , p^n) of the period of operation of the engine preceding the start ($n+1$).
4. An optimising method according to Claim 3, characterised in that the characteristics of the period of operation of the engine preceding the start ($n+1$) are constituted by the number of top dead centre positions (q^n) registered during the starting phase and if applicable by the number of top dead centre positions (p^n) registered during the autorotation phase.
5. An optimising method according to Claim 4, characterised in that the incidence of the period of operation of the engine preceding the start ($n+1$) is calculated according to a variable function $F(t)$ defined by
- during the starting phase

$$(I) \quad F(t) = F_d(t) = F_c^n - (F_c^n - F_o) f_d(q(t), F_c^n)$$

in which $T_d^n < t < T_r^n < T_r^n$ = instant when the engine passes from the starting phase to the autorotation phase by actuation of the ignition key).

$F_d(\cdot)$: variable correction function during the starting phase

F_c^n : correction factor applied during the start n

F_o : predetermined constant

$f_d(\cdot)$: function the value of which is comprised between 0 and 1

$q(\cdot)$: number of top dead centre positions counted between the moment of starting T_d^n and the moment t
 - during the autorotation phase

$$(II) \quad F(t) = F_r(t) = F_d(T_r^n) + (1 - F_d(T_r^n)) \times f_r(p)(t)$$

in which $t > T_r^n$

$F_r(\cdot)$: correction function variable during the autorotation phase.

$F_d(T_r^n)$: value of the variable function $F(\cdot)$ at the moment of passing from the starting condition

to the autorotation condition.
 $f_r(\cdot)$: increasing function the value of which is comprised between 0 and 1
 $p(\cdot)$: number of top dead centre positions counted between the instant T_r^n and the instant t .

6. An optimising method according to Claim 5, characterised in that the incidence of the method of stopping is calculated according to a continuously variable function $F(t)$ defined by:

- in the event of stoppage by the ignition key

$$(III) \quad F(t) = F_{a1}(t) = F_d(T_a^n + (1 - F_d(T_a^n)) \times f_a(t - T_a^n))$$

in which $t > T_a^n$ instant of engine stoppage

$F_{a1}(\cdot)$: correction function variable during the period of stoppage following a stoppage by the ignition key

$f_d(T_a^n)$ = value of the function $F(t)$ at the instant T_a^n the engine is stopped

$f_{a1}(\cdot)$ = function increasing in time, the value of which is comprised between 0 and 1

- in the event of a stoppage by stalling with the gears engaged

$$(IV) \quad F(t) = F_{a2}(t) = F_d(T_a^n + (1 - F_d(T_a^n)) \times f_{a2}(t - T_a^n))$$

in which $t > T_a^n$

$F_{a2}(\cdot)$: correction function variable during the period of stoppage following a stoppage of the engine by stalling with the gears engaged

$F_d(T_a^n)$: value of the function $F(t)$ at the instant T_a^n the engine stops

$f_{a2}(\cdot)$: function increasing in time, the value of which is comprised between -0.5 and 1.

7. An optimising method according to Claim 6, characterised in that the correction factor (F_c^{n+1}) applied for starting ($n+1$) is determined on a basis of the number of top dead centre positions (q^n) of the starting phase and the number of top dead centre positions (p^n) of the autorotation phase in the operating period preceding the start ($n+1$), the correction factor (F_c^n) applied during starting (n) and the stoppage time (t^n) between the instant of stopping (T_a^n) and the instant of starting (T_d^{n+1}) by the formula

- if the stoppage is achieved by the ignition key

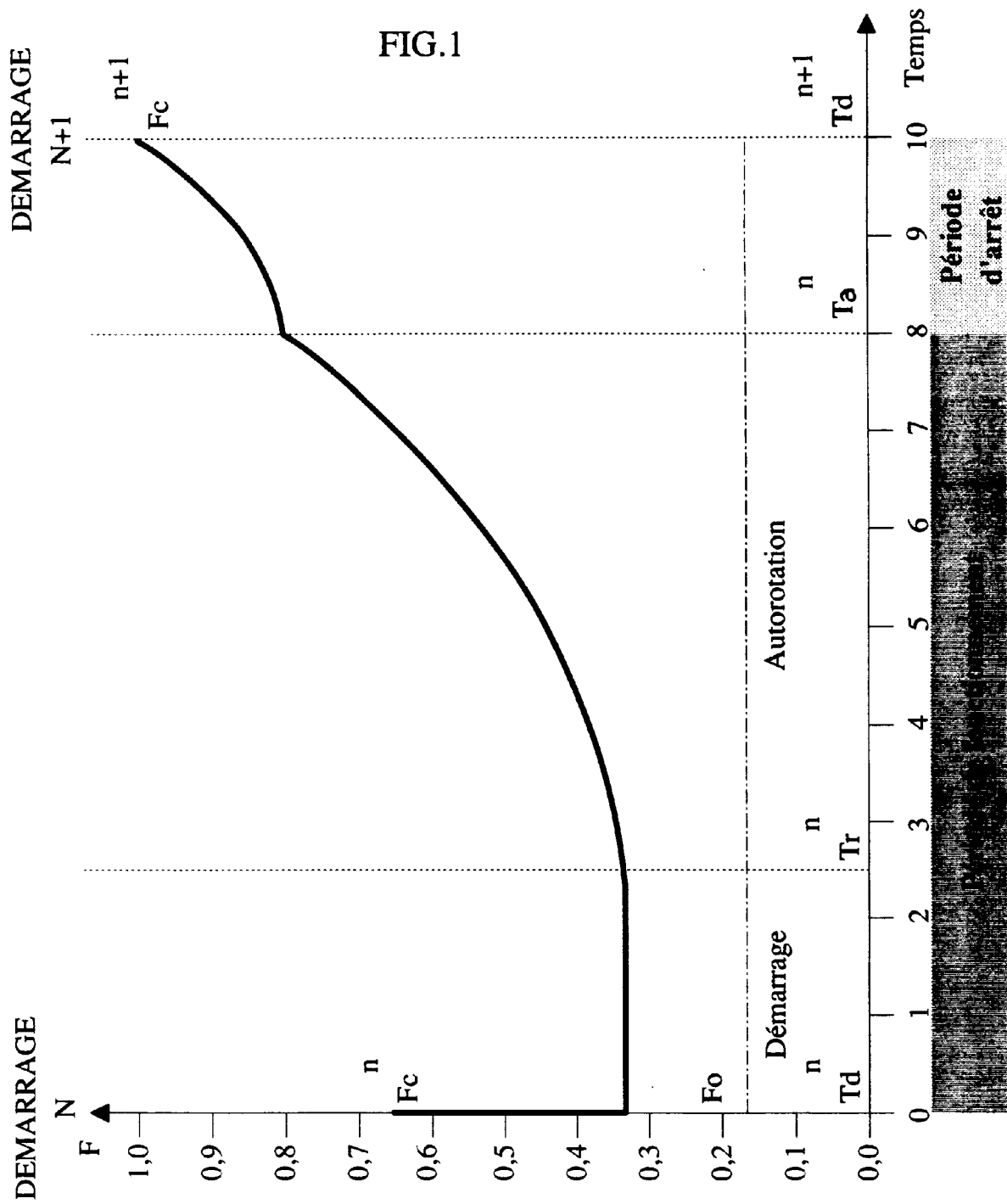
$$\begin{aligned} F_c^{n+1} = & F_c^n \times (1 - f_d(q^n, F_c^n) (1 - f_r(p^n)) (1 - f_a(t^n))) \\ & + F_0 f_d(q^n, F_c^n) \times (1 - f_r(p^n) \times (1 - f_a(t^n))) \\ & + f_r(p^n) \times (1 - f_a(t^n)) \\ & + f_a(t^n) \end{aligned}$$

- If stoppage occurs due to stalling with the gears engaged

$$\begin{aligned} F_c^{n+1} = & F_c^n \times (1 - f_d(q^n, F_c^n) \times (1 - f_r(p^n)) \times (1 - f_{a2}(t^n))) \\ & + F_0 f_d(q^n, F_c^n) \times (1 - f_r(p^n) \times (1 - f_{a2}(t^n))) \\ & + f_r(p^n) \times (1 - f_{a2}(t^n)) \\ & + f_{a2}(t^n) \end{aligned}$$

8. An optimising method according to any one of Claims 6 to 7, characterised in that the question of taking into account the rest time may be limited to allocating the value 1 to the correction functions during the period of stoppage (f_{a1} , f_{a2}) when the said rest time exceeds a predetermined time.

9. An optimising method according to any one of Claims 1 to 6, characterised in that measurement of the rest time (t^n) is carried out by measuring the temperature offset ΔT of the engine between the instant of its last stoppage (T_a^n) and the instant of restarting (T_d^{n+1}).



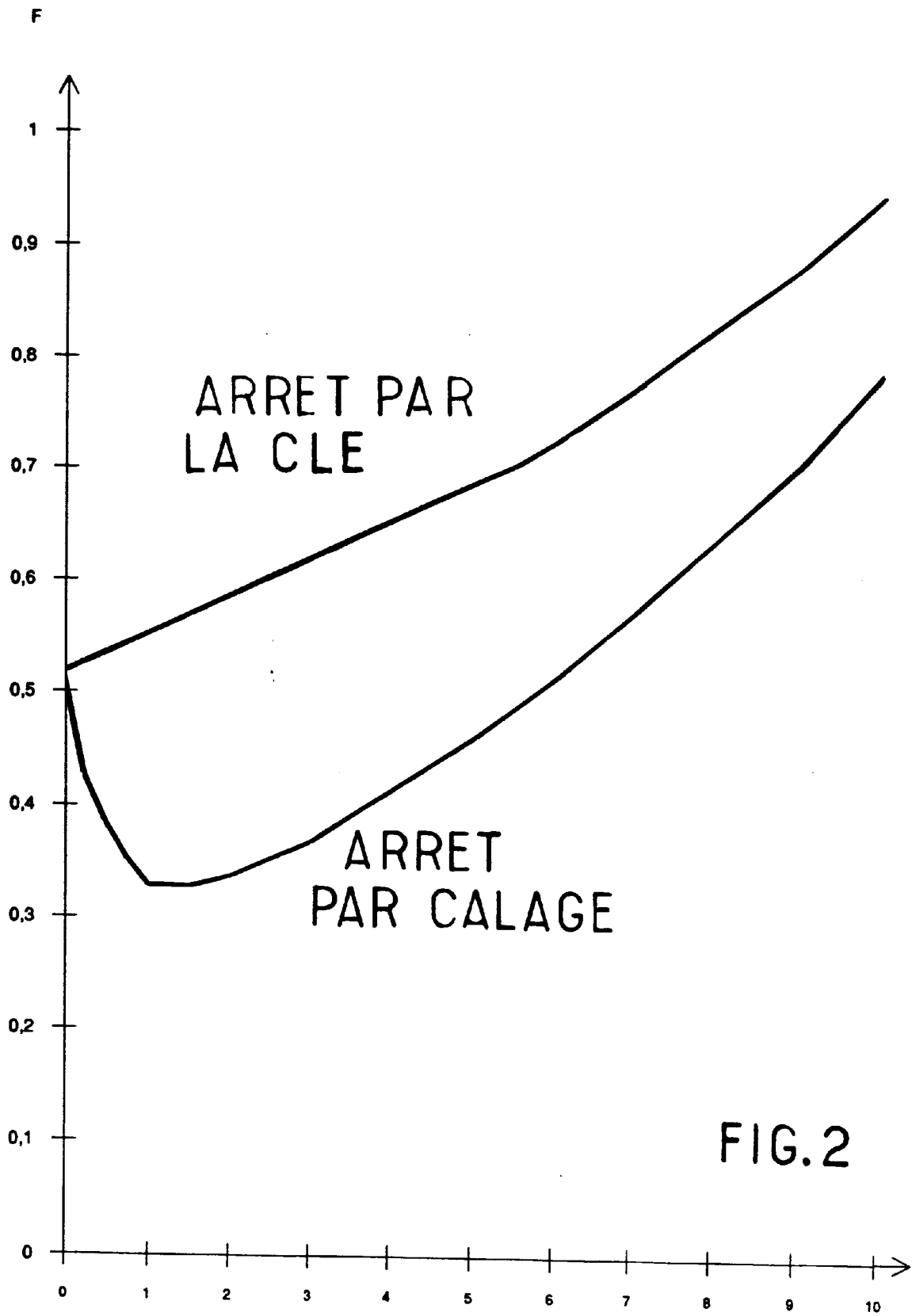


FIG.2