

12

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

21 Numéro de dépôt: 84400898.7

51 Int. Cl.³: F 02 D 5/02

22 Date de dépôt: 03.05.84

30 Priorité: 13.05.83 FR 8307971

43 Date de publication de la demande:
05.12.84 Bulletin 84/49

84 Etats contractants désignés:
DE GB IT SE

71 Demandeur: REGIE NATIONALE DES USINES RENAULT
Boîte postale 103 8-10 avenue Emile Zola
F-92109 Boulogne-Billancourt(FR)

72 Inventeur: Boccadoro, Yves
14, Domaine de la Pommeraie
F-78810 Feucherolles(FR)

72 Inventeur: Lepretre, Bernard
13, rue Mollien
F-92100 Boulogne Billancourt(FR)

74 Mandataire: Colas, Jean-Pierre et al,
Regie Nationale des Usines RENAULT (S.0804)
F-92109 Boulogne Billancourt Cedex(FR)

54 Procédé de coupure de l'injection de carburant pendant les phases de décélération d'un moteur à combustion interne.

57 Suivant ce procédé, on interrompt l'injection de carburant en réponse à la détection d'une décélération et on commande à nouveau l'injection lorsqu'un seuil lié au régime du moteur est atteint.

A cet effet, on mesure la vitesse (N) ou la période de rotation (T) du moteur sur des intervalles ou angles de rotation égaux consécutifs, on calcule la différence (ΔT , ΔN) entre la valeur de la dernière vitesse ou période mesurée et la valeur vue à travers un filtre passe-haut de la vitesse ou période mesurée à l'intervalle précédent, on compare ladite différence (ΔT , ΔN) à un seuil fixe (S) et, si une condition de décélération du moteur est détectée, on commande à nouveau l'injection de carburant lorsque la différence (ΔT , ΔN) est supérieure au seuil (S).

Application: aux moteurs à combustion interne à allumage commandé pour véhicules automobiles.

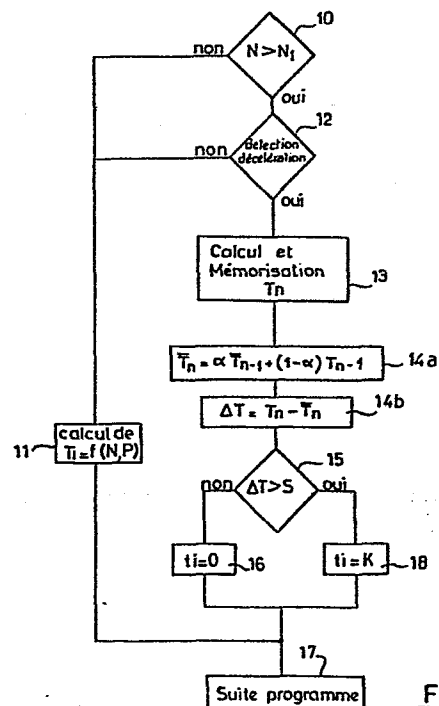


FIG.3

PROCEDE DE COUPURE DE L'INJECTION DE CARBURANT PENDANT LES PHASES
DE DECELERATION D'UN MOTEUR A COMBUSTION INTERNE.

La présente invention concerne un procédé de coupure de l'injection de carburant dans les phases de décélération d'un moteur à combustion interne.

Avec les systèmes d'injection de carburant à commande électronique, qu'ils soient du type mono-point ou multi-points, il est possible d'améliorer la consommation moyenne des moteurs en coupant l'injection de carburant dans les zones de forte décélération.

Cette coupure de l'injection de carburant peut être déclenchée en réponse à la fermeture d'un contacteur électrique indiquant la position fermée du papillon de commande de débit d'air du moteur, à la détection d'un seuil de la pression régnant au collecteur d'admission, à la détection d'un temps d'injection limite prédéterminé ou analogue.

L'économie de carburant réalisée sera d'autant plus importante que la coupure d'injection sera plus longue. Il est donc souhaitable de remettre en service le système d'injection, c'est-à-dire d'injecter à nouveau du carburant, à un régime du moteur qui soit le plus bas possible.

Ceci ne va pas sans difficultés car on constate que la chute de régime d'un moteur non chargé est beaucoup plus importante lorsqu'il n'est pas alimenté. Il résulte donc de la procédure de coupure en décélération un risque élevé de calage du moteur lorsque le régime de remise en service de l'injection, ci-après appelé "régime ou seuil de réattelage", est trop bas. Ce phénomène est sensible après une accélération à vide (particulièrement en présence d'une direction assistée braquée) ou lorsque le conducteur débraye après une longue décélération en charge.

Cette difficulté peut être rencontrée avec des systèmes d'injection multi-points (un injecteur par cylindre), mais elle est fortement amplifiée avec un système d'injection de type mono-point

5 comportant un injecteur unique positionné au-dessus d'un papillon disposé dans un corps similaire à celui d'un carburateur pour commander le débit d'air du moteur. Il existe en effet pour celui-ci un retard important entre l'ordre de reprendre l'injection et le moment où un cylindre a reçu suffisamment de carburant pour assurer

10 une combustion correcte.

Le brevet GB-A-2.062.295 tente d'apporter une solution à ce problème au moyen d'un procédé suivant lequel on interrompt l'injection de carburant en réponse à la détection d'une décélération, on mesure la

15 période de rotation du moteur sur des intervalles ou angles de rotation égaux consécutifs, on calcule la différence entre la période mesurée sur le dernier intervalle et la période mesurée sur l'intervalle précédent, on compare cette différence à un seuil fixe pour déterminer si le moteur est en état de décélération lente ou rapide

20 et on commande à nouveau l'injection de carburant à l'un ou l'autre des deux seuils fixes de vitesse de rotation du moteur suivant que celui-ci est en décélération lente ou rapide.

Toutefois, un tel procédé n'est pas fiable en raison de l'existence

25 de variations rapides de la période instantanée du moteur qui sont souvent fugitives et d'origine mécanique, tel que du jeu dans les transmissions, des problèmes de suspension du moteur, ou bien encore tout autre phénomène engendrant des variations de vitesse instantanées et brèves. Il peut en résulter des détections erronées de conditions de décélération lente ou rapide qui peuvent se traduire, soit

30 par un "réattelage" prématuré si l'on a détecté par erreur une décélération rapide, soit au contraire par un calage du moteur dans le cas contraire. Par ailleurs, l'utilisation de deux seuils de "réattelage" fixes au lieu d'un seul est une solution de compromis qui

35 n'élimine pas totalement les risques de calage du moteur et ne permet pas d'optimiser le processus de coupure de l'injection de car-

burant en décélération.

L'invention vise à éliminer ces inconvénients au moyen d'un procédé
5 de coupure de l'injection de carburant pour un moteur à combustion
interne à injection commandée électroniquement qui assure un fonction-
nement satisfaisant du moteur sur le plan qualitatif et agrément de
conduite, tout en permettant de maximiser les gains en consommation
grâce à une anticipation du phénomène de réattelage lorsqu'il y a
10 risque de calage du moteur.

A cet effet, l'invention a pour objet un procédé de coupure de l'in-
jection de carburant dans les phases de décélération d'un moteur à combustion
interne, suivant lequel on interrompt l'injection de carburant en
15 réponse à la détection d'une décélération et on commande à nouveau
l'injection de carburant lorsqu'un seuil lié au régime du moteur
est atteint, caractérisé en ce qu'on mesure la vitesse (N) ou la
période de rotation (T) du moteur sur des intervalles ou angles de
rotation égaux consécutifs, on calcule la différence ($\Delta N, \Delta T$)
20 entre la vitesse ou période (N_n, T_n) mesurée sur le dernier inter-
valle angulaire et la valeur ($\bar{N}_n, \bar{T}_n$) vue à travers un filtre passe-
haut de la vitesse ou de la période (N_{n-1}, T_{n-1}) mesurée sur l'in-
tervalle angulaire précédent, on compare ladite différence ($\Delta N, \Delta T$)
à un seuil fixe (S) et, si une condition de décélération du moteur
25 est détectée, on commande à nouveau l'injection de carburant lorsque
la différence ($\Delta N, \Delta T$) est supérieure au seuil (S).

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront
de la description qui va suivre d'un exemple de mise en oeuvre
30 illustré par les dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 est un graphique montrant la variation du régime d'un
moteur à injection d'essence en fonction du temps dans le cas
d'une décélération en charge suivie d'une décélération à vide ;

- la figure 2 est un schéma-bloc d'un système d'injection mono-point pour la mise en oeuvre du procédé de coupure de l'injection suivant l'invention ; et

5

- la figure 3 est un algorithme illustrant le procédé suivant l'invention.

10 Le graphique de la figure 1 montre un exemple d'évolution du régime N (tr/mn) d'un moteur à combustion interne à injection d'essence et à allumage commandé de véhicule automobile. Entre les instants t_0 et t_1 le régime du moteur est constant et, à partir de l'instant t_1 , il se produit une décélération en charge consécutive à un levé de pied de la pédale d'accélérateur de la part du conducteur du véhicule. A l'instant t_2 celui-ci débraye et on constate que la décélération
15 du moteur est alors beaucoup plus accentuée qu'entre les instants t_1 et t_2 .

20 L'injection d'essence ayant été coupée à l'instant t_1 du levé de pied de la pédale d'accélérateur, cette injection est remise en service à un régime N_S appelé "seuil de réattelage", à l'instant t_3 . La pédale d'accélérateur étant supposée être toujours relâchée, c'est-à-dire le papillon des gaz fermé, le régime du moteur décroît ensuite progressivement jusqu'au régime de ralenti N_R du moteur.

25

Ce graphique de la figure 1 montre que le seuil de réattelage N_S doit être à la fois élevé pour éviter le calage du moteur lors des fortes décélérations à vide et le plus bas possible pour maximiser les gains de consommation lors des plus faibles décélérations en
30 charge où le risque de calage n'est pas aussi élevé.

Ceci conduit à adopter un seuil de réattelage N_S variable en fonction des conditions instantanées de fonctionnement du moteur. Une solution consisterait à comparer la dérivée du régime ou de la
35 période du moteur calculée sur un intervalle de rotation angulaire à un seuil lui-même fonction du régime. Toutefois, cette solution est relativement complexe et lourde à mettre en oeuvre.

Pour résoudre ce problème, l'invention consiste, lorsqu'une condition de décélération a été détectée et l'injection de carburant coupée, à comparer en permanence à un seuil fixe S la différence entre la vitesse ou période de rotation du moteur mesurée sur le dernier intervalle angulaire et la vitesse ou période mesurée à l'intervalle angulaire précédent vue à travers un filtre passe-haut, et à commander à nouveau l'injection de carburant lorsque la différence est supérieure au seuil S. L'intervalle angulaire choisi sera de préférence égal à celui qui sépare le passage des pistons par le point mort haut, à savoir un demi-tour dans le cas d'un moteur à quatre cylindres.

La figure 2 décrit un système d'injection mono-point pour la mise en oeuvre du procédé suivant l'invention. Un système d'injection similaire est décrit plus en détail dans la demande de brevet français 82-13996 à laquelle on pourra se reporter, étant entendu que l'invention n'est pas limitée à un tel système.

Brièvement, le système d'injection mono-point représenté comprend un microcalculateur programmé 1 tel que, par exemple, le microprocesseur MC 6801, qui reçoit sur une entrée la valeur de la pression dans la tubulure d'admission du moteur fournie par un capteur de pression 2 et convertie sous forme numérique par un convertisseur analogique/numérique 3. Un capteur de position 4 détectant le passage des dents dont est munie à sa périphérie une cible fixée sur le vilebrequin du moteur et tournant en synchronisme avec lui délivre un signal qui est mis en forme et traité dans un bloc 5. Le bloc 5 produit un signal de synchronisation S_Y identifiant le passage de chaque cylindre par un point mort haut et servant au microcalculateur 1 à calculer la vitesse du moteur. L'acquisition et le calcul de ces paramètres "pression" et "vitesse" et une cartographie qu'il possède en mémoire permettent au microcalculateur 1 de calculer le temps d'injection " t_i calculé" suivant un algorithme approprié. Grâce au signal de synchronisation S_Y et à son horloge interne, le microcalculateur 1 commande, au voisinage du point mort haut, l'ouverture d'un injecteur 7 par l'intermédiaire d'un circuit de puissance 6.

En outre le calculateur 1 est connecté par l'une de ses entrées à un contacteur électrique de papillon 8 qui se ferme lorsque le papillon des gaz du moteur est en position de fermeture, c'est-à-dire que le conducteur a le pied levé de la pédale d'accélérateur.

On se reportera maintenant à la figure 3 qui représente un algorithme pouvant être inséré dans le programme principal du calculateur d'injection 1 pour mettre en oeuvre le procédé de coupure de l'injection. Comme connu en soi, ce programme ainsi que l'algorithme de coupure se déroulent avec une périodicité fonction du nombre de cylindres du moteur, c'est-à-dire à chaque demi-tour dans le cas d'un moteur à quatre cylindres, ce que l'on supposera être le cas dans la suite.

La première étape 10 est un test sur la vitesse N du moteur que l'on compare à un régime limite N_1 . En effet, on ne procède jamais à la coupure de l'injection si la vitesse de rotation est inférieure à ce régime limite N_1 , par exemple 1 100 tr/mn ; dans ce cas, le temps d'injection t_i est alors calculé par un sous-programme classique 11 en fonction, notamment, du régime et de la pression, comme indiqué précédemment.

Si le régime N est supérieur au régime limite N_1 , on effectue en 12 un test pour déterminer si le moteur est ou non en décélération. La réponse à ce test est donnée par l'état du contacteur 8 (ouverture ou fermeture), ou par tout autre moyen approprié.

Si une décélération n'est pas détectée on passe au sous-programme 11 et, dans le cas contraire, on calcule et mémorise le temps T_n mis par le moteur pour effectuer le dernier demi-tour (étape 13).

Les deux étapes suivantes 14a et 14b consistent à effectuer des calculs pour comparer au seuil S la différence entre la période mesurée sur le dernier intervalle angulaire et la période mesurée à l'intervalle angulaire précédent vue à travers un filtre passe-haut, ce qui permet de s'affranchir de manière simple des problèmes de variations de vitesse parasites. Considérée en transformée de Laplace, cette

comparaison s'exprime sous la forme :

$$\frac{Z P}{1 + Z P} \cdot T > S,$$

expression dans laquelle :

- P est l'opérateur de Laplace

- Z est une constante de temps de filtrage de valeur prédéterminée.

L'étape 14a consiste à calculer la valeur $\bar{T}_n$ vue à travers un filtre passe-haut de la période mesurée sur l'intervalle angulaire précédent et exprimée par la relation :

$$\bar{T}_n = \alpha \bar{T}_{n-1} + (1 - \alpha) T_{n-1} \quad (1)$$

dans laquelle :

- T_{n-1} est la période mesurée à l'intervalle angulaire précédent ;

- $\bar{T}_{n-1}$ est la valeur de la période vue à travers un filtre passe-haut à l'intervalle angulaire précédent ;

- α est une constante programmable de valeur prédéterminée ;

A l'étape 14b, on calcule la différence précitée ΔT qui est telle que :

$$\Delta T = T_n - \bar{T}_n$$

A l'étape 15, on compare la différence ΔT avec un seuil fixe S :

- si ΔT est inférieur au seuil S on maintient la coupure de l'injection ($t_i = 0$ à l'étape 16) et on passe à la suite du programme représentée sous forme du bloc 17 ;

5

- si ΔT est supérieur ou égal au seuil S, on reprend l'injection de carburant. Pour cette première injection suivant une coupure, on engendre de préférence un temps d'injection constant K (étape 18), nettement supérieur, par exemple de trois à cinq fois, à celui qui serait normalement calculé par le microcalculateur en fonction des paramètres instantanés du moteur, sachant que le papillon est alors fermé et que le régime de réattelage N_S , bien que variable, est compris en pratique dans une certaine fourchette, de l'ordre de 1 300 à 1 500 tr/mn.

15

Il est connu que, lors d'un démarrage à froid ou après une coupure en décélération, une partie du carburant injecté a tendance à se déposer sur les parois du collecteur d'admission. L'injection d'une quantité de carburant nettement supérieure à celle théoriquement nécessaire pour assurer la combustion pour les conditions données du moteur, lors du premier coup d'injection suivant une coupure, permet de remédier à ce phénomène de mouillage des parois du collecteur d'admission.

20

25

Bien entendu, l'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation qui viennent d'être décrits et de nombreuses modifications peuvent y être apportées sans sortir de son cadre. C'est ainsi, par exemple, que l'on peut calculer la variation de régime ΔN au lieu de la variation de période ΔT d'un intervalle angulaire au suivant et comparer ΔN à un seuil fixe. On peut également réaliser les tests 10 et 12 sur le régime limite N_1 et la détection d'une décélération après le calcul de la période T ou du régime N à l'intervalle précédent, ou après le calcul de ΔT ou ΔN . La relation (1) peut donc s'exprimer sous la forme générale :

30

35

$$\bar{X}_n = \alpha \bar{X}_{n-1} + (1 - \alpha) X_{n-1},$$

dans laquelle X représente soit la période T, soit la vitesse ou régime N.

- 5 On notera enfin qu'à la reprise de l'injection suivant une coupure en décélération, on peut engendrer plusieurs coups d'injection de durée supérieure à celle théoriquement nécessaire pour assurer la combustion pour les conditions données du moteur.

10

15

20

25

30

35

REVENDECATIONS.

1. Procédé de coupure de l'injection de carburant dans les phases
 5 de décélération d'un moteur à combustion interne, suivant lequel
 on interrompt l'injection de carburant en réponse à la détection
 d'une décélération et on commande à nouveau l'injection de carbu-
 rant lorsqu'un seuil lié au régime du moteur est atteint, caracté-
 risé en ce qu'on mesure la vitesse (N) ou la période de rotation
 10 (T) du moteur sur des intervalles ou angles de rotation égaux con-
 sécutifs, on calcule la différence (ΔN , ΔT) entre la vitesse
 ou période (N_n , T_n) mesurée sur le dernier intervalle angulaire et
 la valeur ($\bar{N}_n$, $\bar{T}_n$) vue à travers un filtre passe-haut de la vitesse
 ou de la période (N_{n-1} , T_{n-1}) mesurée sur l'intervalle angulaire
 15 précédent, on compare ladite différence (ΔN , ΔT) à un seuil
 fixe (S) et, si une condition de décélération du moteur est détectée,
 on commande à nouveau l'injection de carburant lorsque la différence
 (ΔN , ΔT) est supérieure au seuil (S).

20 2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la valeur
 ($\bar{N}_n$, $\bar{T}_n$) vue à travers un filtre passe-haut de la vitesse ou de la
 période (N_{n-1} , T_{n-1}) mesurée sur l'intervalle angulaire précédent
 est calculée conformément à la relation :

$$\bar{X}_n = \alpha \bar{X}_{n-1} + (1 - \alpha) X_{n-1}$$

dans laquelle :

30 - X_{n-1} est la vitesse (N) ou la période (T) mesurée
 à l'intervalle angulaire précédent ;

- $\bar{X}_{n-1}$ est la valeur de la vitesse ou de la période
 vue à travers un filtre passe-haut à l'intervalle
 angulaire précédent ; et

35 - α est une constante programmable de valeur pré-
 déterminée.

3. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 et 2,
caractérisé en ce que l'on détecte une condition de décélération du
moteur par lecture de l'état d'un contacteur électrique (8) de
5 papillon et on autorise la coupure de l'injection d'essence lors-
que, d'une part, le contacteur est dans un état représentatif de
la position fermée du papillon et que, d'autre part, le régime du
moteur est supérieur à un régime limite (N_1).
- 10 4. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 3,
caractérisé en ce que, lorsque ladite différence ($\Delta T, \Delta N$) est
supérieure au seuil fixe (S), on commande un premier coup d'inject-
tion de durée fixe et supérieure au temps d'injection strictement
nécessaire pour assurer théoriquement la combustion dans les condi-
15 tions instantanées de fonctionnement du moteur.

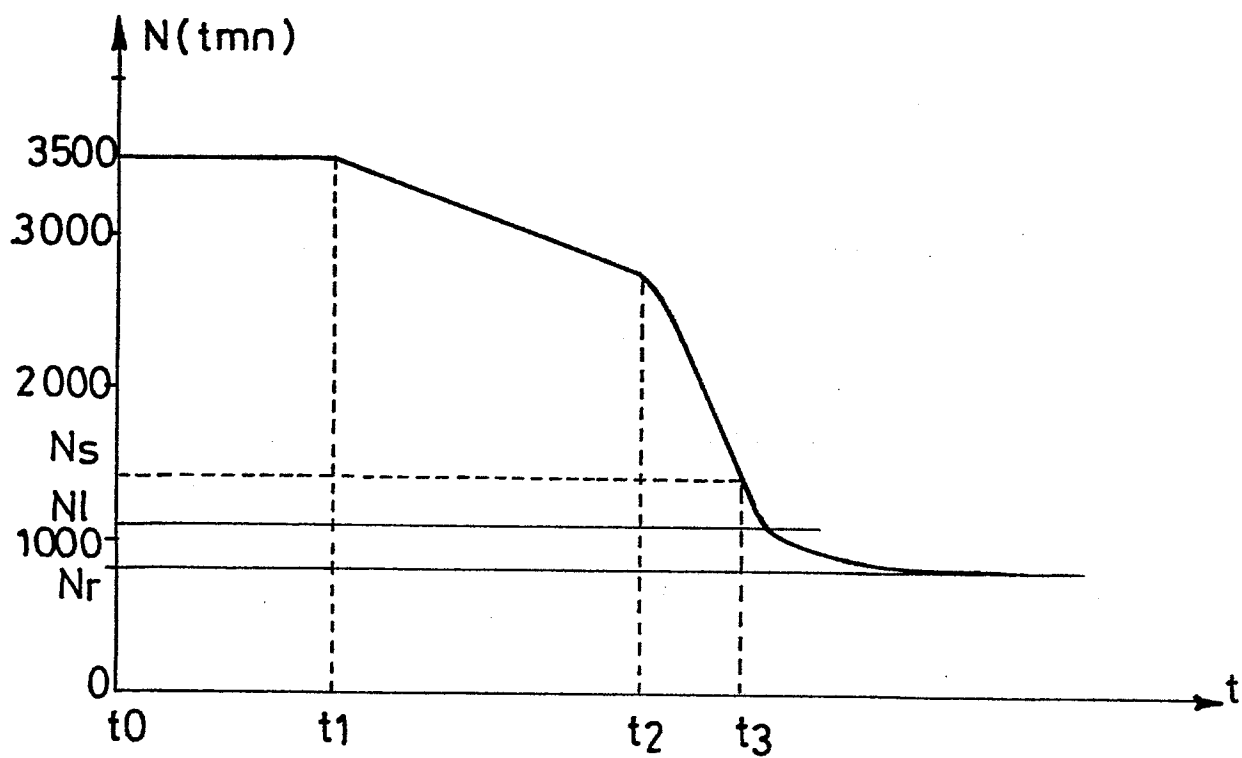
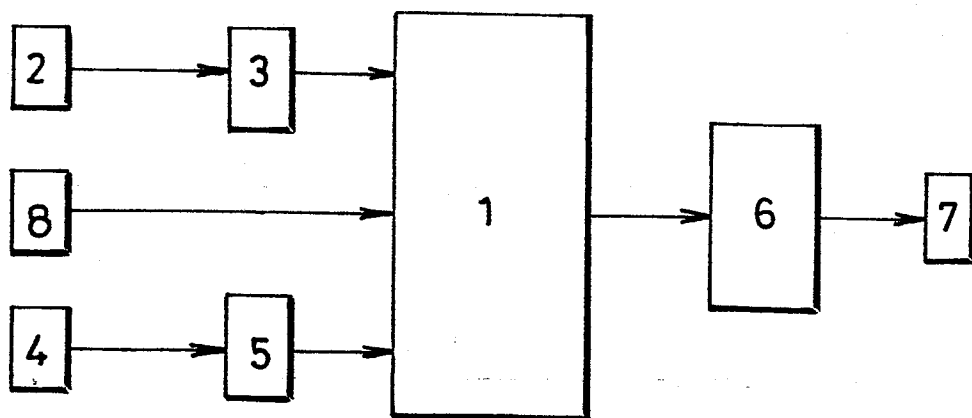
20

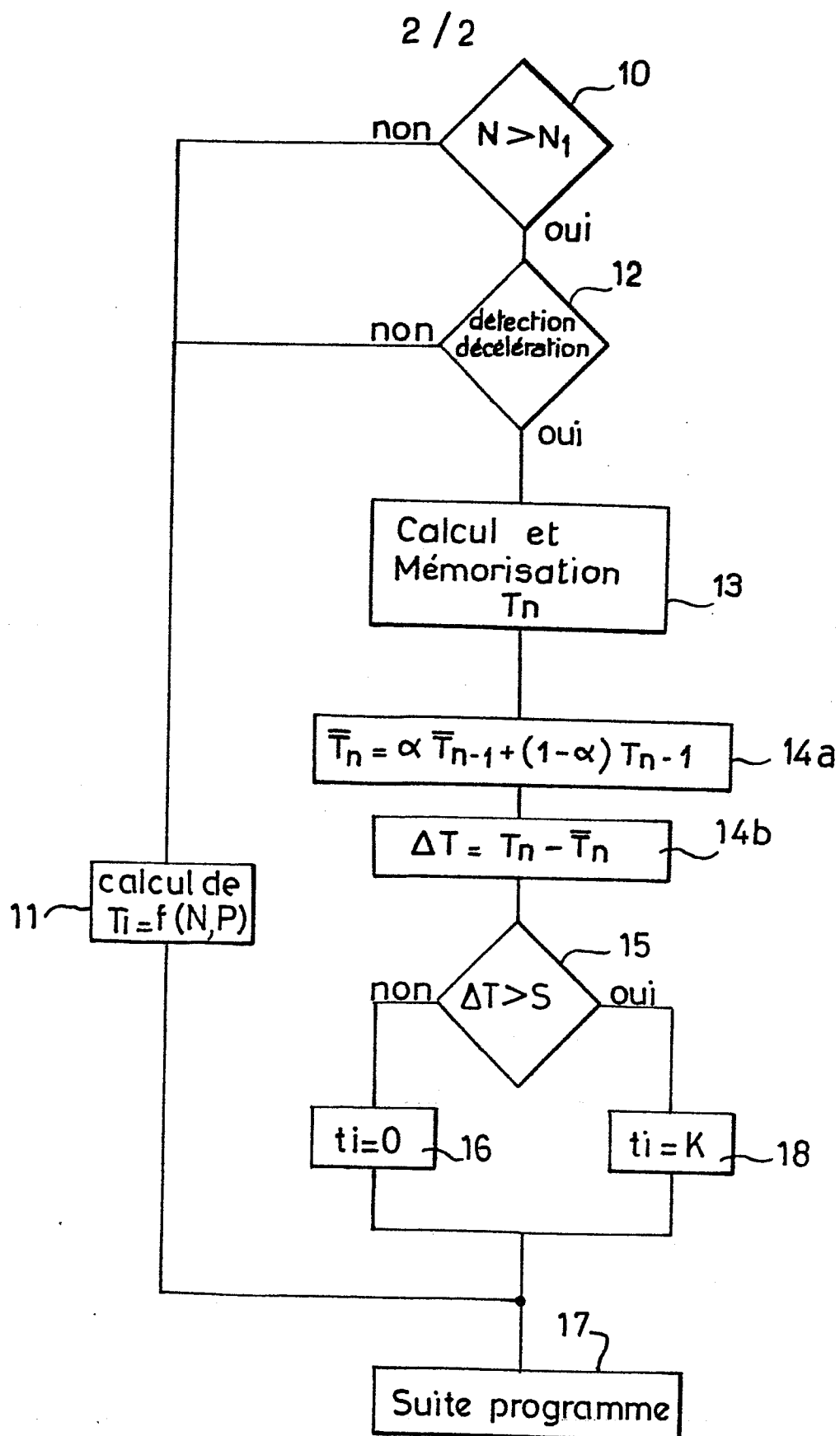
25

30

35

1/2

FIG.1FIG.2

FIG.3



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

0127510

Numéro de la demande

EP 84 40 0898

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. 3)
Y	FR-A-2 511 430 (AUTOMOBILES PEUGEOT ET AUTOMOBILES CITROEN) * page 1, lignes 6-11; page 1, ligne 30 - page 2, ligne 14; page 3, ligne 19 - page 4, ligne 4 *	1-3	F 02 D 5/02
D, Y	GB-A-2 062 295 (NISSAN MOTOR CO.) * page 1, lignes 50-93; page 3, ligne 103 - page 5, ligne 79; figure 4 *	1-3	
Y	US-A-4 359 993 (CARLSON) * en entier *	1	
A	US-A-4 227 490 (KOBAYASHI et al.) * figure 3; colonne 3, ligne 20 - colonne 5, ligne 63 *	4	
A	GB-A-2 060 208 (NISSAN MOTOR CO.) * page 1, lignes 46-82; page 2, lignes 98-112 *	1	
A	FR-A-2 163 241 (ROBERT BOSCH GmbH) * page 3, ligne 12 - page 4, ligne 19 *	1	
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 15-08-1984	Examineur MOUALED R.
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 L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	