

①2

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 29.02.00.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 31.08.01 Bulletin 01/35.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du  
présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : SIEMENS AUTOMOTIVE SA Société  
anonyme — FR.

⑦2 Inventeur(s) : POURNAIN MICHEL.

⑦3 Titulaire(s) :

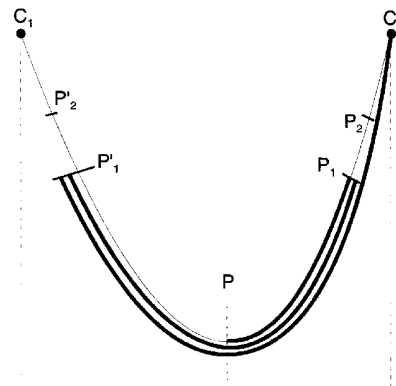
⑦4 Mandataire(s) :

⑤4 PROCÉDE DE DEMARRAGE D'UN MOTEUR THERMIQUE A L'AIDE D'UN ALTERNO-DEMARREUR.

⑤7 La présente invention concerne un procédé de démar-  
rage d'un moteur thermique à l'aide d'un alterno-démarréur  
(16). Ce procédé se caractérise par le fait qu'il consiste à :

- provoquer au moins une oscillation ( $P_1$ ,  $P'_1$ ) du couple appliqué à l'arbre moteur autour de sa position d'équilibre ( $P$ ) tout en restant entre deux compressions ( $C1$ ,  $C2$ ) et,
- accumuler suffisamment d'énergie potentielle dans une position de recul ( $P'_1$ ) pendant l'oscillation du couple pour provoquer le démarrage du moteur thermique, c'est-à-dire provoquer le dépassement de la compression postérieure ( $C2$ ).

La présente invention concerne également un dispositif correspondant.



La présente invention concerne un procédé de démarrage d'un moteur thermique à l'aide d'un alerno-démarrreur. Plus particulièrement, il s'agit de fournir à un moteur thermique l'énergie nécessaire au passage de la première compression lors du démarrage.

5 Depuis de nombreuses années, le démarrage des moteurs thermiques est réalisé par un démarreur électrique. A cet effet, ce démarreur comporte un pignon lanceur qui s'engrène avec la couronne du démarreur et réalise ainsi une importante démultiplication. Le couple obtenu pour démarrer le moteur est alors très important. A cet effet, le moteur électrique du démarreur  
10 doit pouvoir atteindre un régime de rotation assez élevé, ce qui le rend coûteux.

Lorsque le moteur thermique est associé à un alerno-démarrreur, celui-ci joue à la fois le rôle de démarreur et d'alternateur. Pour éviter les pertes de rendement dans les systèmes de réduction de vitesse et permettre un bon fonctionnement de l'alerno-démarrreur en mode générateur, un accouplement  
15 direct sur l'arbre du moteur électrique est souvent utilisé. Dans ce cas, le couple nécessaire au démarrage du moteur doit être fourni par le moteur électrique et sa source d'énergie associée (batterie).

Le couple nécessaire au démarrage du moteur doit permettre de contrer les frottements du moteur (d'autant plus importants que la température  
20 est basse), l'inertie du moteur électrique associé et de passer les premières compressions du moteur.

Or, lorsqu'un véhicule automobile subit un arrêt prolongé avec des températures externes basses, un phénomène de collage se produit. Ce collage est d'autant plus difficile à vaincre que le moteur s'arrête avec un angle  
25 voisin de  $90^\circ$ , ce qui donne un couple de collage maximum sur l'arbre moteur.

De ce fait, lorsqu'on utilise un alerno-démarrreur directement couplé à l'arbre moteur, celui-ci doit être sur-dimensionné pour permettre de vaincre les frottements, le collage et les premières compressions moteurs. En sur-dimensionnant l'alerno-démarrreur utilisé, on assure un démarrage du moteur  
30 en toutes occasions, mais on augmente le coût de l'alerno-démarrreur.

Le but de l'invention est de fournir un procédé de démarrage pour un moteur thermique associé à un alerno-démarrreur à couplage direct, dans lequel le couple fourni à l'arbre moteur au démarrage est suffisant pour provoquer le démarrage du moteur sans cependant nécessiter un  
35 dimensionnement important de l'alerno-démarrreur. Il s'agit donc de réduire le couple à fournir au démarrage par le démarreur et la puissance devant être délivrée par la batterie.

A cet effet, la présente invention concerne un procédé de démarrage d'un moteur thermique à l'aide d'un alterno-démarreur, le dit alterno-démarreur étant en prise directe avec l'arbre du moteur thermique et le dit arbre moteur étant dans une position dite d'équilibre en l'absence de toute sollicitation de  
5 l'alterno-démarreur, la dite position d'équilibre se situant entre deux compressions (respectivement dites antérieure et postérieure), le dit procédé étant caractérisé en ce qu'il consiste à :

- provoquer au moins une oscillation du couple appliqué à l'arbre  
10 moteur autour de sa position d'équilibre tout en restant entre les deux compressions et,

- accumuler suffisamment d'énergie potentielle et cinétique pendant  
l'oscillation du couple pour provoquer le démarrage du moteur thermique, c'est à dire provoquer le dépassement par l'arbre moteur de la compression postérieure.

15 Ainsi, en utilisant un effet de «balançoire » entre deux positions extrêmes pour l'arbre moteur (une compression antérieure et une compression postérieure), on accumule à chaque balancement (oscillation) de l'énergie potentielle et cinétique de manière à pouvoir dépasser la compression postérieure. Ceci permet de ne pas avoir à fournir un couple maximum trop  
20 important dès la mise en route du moteur et de constituer ce couple au fur et à mesure des oscillations en transformant l'énergie potentielle acquise lorsque l'arbre moteur est en position de recul maximum en couple.

On notera que, dans la pratique, une ou deux oscillations sont suffisantes pour dépasser la position de la première compression du moteur.  
25 Ainsi, le procédé selon l'invention n'augmente pas de manière significative la durée de la phase de démarrage.

L'intérêt d'un tel procédé de démarrage réside essentiellement dans le fait que l'alterno-démarreur n'a pas besoin d'être dimensionné de manière à pouvoir appliquer un couple supérieur au couple de collage et au couple  
30 nécessaire au passage de la première compression. De ce fait, un alterno-démarreur plus petit et donc moins onéreux peut être utilisé.

Avantageusement, on met à profit le fait qu'un alterno-démarreur est capable d'entraîner un moteur thermique selon deux sens de rotation.

Bien entendu, le procédé, selon l'invention, s'attache à ne jamais  
35 dépasser la position de l'arbre moteur lors de la compression antérieure car il est totalement prohibé de réaliser un démarrage du moteur thermique en sens inverse de son sens de rotation normal.

La présente invention concerne également un dispositif mettant en œuvre le procédé selon l'invention. Ce dispositif comporte notamment des

moyens de limitation du mouvement de l'arbre moteur en sens inverse et des moyens de calcul et d'évaluation des couples positifs et négatifs à appliquer pour emmagasiner le maximum d'énergie potentielle et cinétique et franchir la première compression du moteur. Une fois cette première compression  
5 franchie, le moteur est considéré comme se trouvant démarré.

D'autres objets, caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront d'ailleurs de la description qui suit à titre d'exemple non limitatif et en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- 10 - **La figure 1**, est une vue schématique montrant un moteur thermique muni d'un dispositif de démarrage selon l'invention,
- **La figure 2**, illustre de manière schématique les oscillations de couple appliquées à l'arbre moteur et,
- **La figure 3**, est un organigramme présentant de manière schématique le procédé de démarrage selon l'invention.

15 Selon le mode de réalisation représenté à la figure 1, le moteur thermique 10, dont il s'agit d'assurer le démarrage, comporte :

- une pluralité de cylindres 11 (quatre dans l'exemple représenté), chacun de ces cylindres étant alimenté de manière connue en soi par un mélange carburant / air,
- 20 - un arbre moteur 12, entraîné en rotation de manière connue en soi par une bielle solidaire de chaque cylindre,
- un capteur de vitesse de rotation 13 de l'arbre moteur, ce capteur étant adapté pour délivrer un signal représentatif du passage d'une dent portée par une cible solidaire de l'arbre moteur et  
25 comportant à sa périphérie, de manière connue, une pluralité de dents,
- un calculateur électronique 14 gérant l'ensemble des paramètres de fonctionnement du moteur,
- une batterie 15 alimentant le calculateur électronique et divers  
30 autres éléments de manière connue,
- un alterno-démarrreur 16,
- un embrayage 17, et
- une boîte de vitesse 18.

Bien entendu, un moteur thermique comporte également d'autres  
35 éléments, seuls ont été cités ici ceux qui sont utiles pour la compréhension de l'invention.

L'alterno-démarrreur 16 est en prise directe avec l'arbre moteur 12 et est notamment chargé de fournir l'énergie nécessaire à cet arbre moteur pour démarrer.

Lorsque le moteur thermique d'un véhicule automobile s'arrête, l'arbre moteur 12 a toujours tendance à se positionner entre deux compressions successives. Ainsi, la position d'équilibre P de l'arbre moteur se situe généralement, comme cela est représenté sur la figure 2, entre une  
5 compression antérieure C1 (cette compression est la dernière qui a eu lieu lors de l'arrêt du moteur) et une compression postérieure C2 (qui sera la première compression à vaincre lors de la remise en marche du moteur).

L'arbre moteur se place généralement à équidistance de ces deux compressions.

10 Lors de l'arrêt du moteur, un couple de collage se forme. Ce couple a tendance à s'opposer au mouvement libre du piston dans le cylindre et est d'autant plus important que la température externe est basse. En effet dans ce cas, la viscosité des fluides de fonctionnement du moteur augmente, ce qui tend à freiner le mouvement des pistons dans les cylindres.

15 Lors du démarrage du moteur, il est nécessaire que le couple appliqué à l'arbre moteur soit supérieur à ce couple de collage et qu'il soit, en outre, suffisant pour entraîner l'arbre moteur au-delà de la position dans laquelle l'arbre moteur provoque la compression postérieure C2 (c'est-à-dire la première compression du moteur).

20 Cependant, en appliquant le couple maximum positif (figure 2) si l'on utilise un alerno-démarrreur sous dimensionné, on n'atteint pas cette position C2. Au contraire, on atteint seulement une position  $P_1$  en-deçà de C2. De ce fait, le moteur ne peut pas démarrer.

25 Le procédé selon l'invention permet de dépasser la position C2 (la compression postérieure) même lorsque l'on utilise un alerno-démarrreur sous-dimensionné.

A cet effet, le procédé selon l'invention consiste à provoquer une oscillation du couple entre les positions  $P_1$  et  $P'_1$  de l'arbre moteur de telle sorte que :

- 30
- l'énergie potentielle accumulée lorsque l'arbre moteur est en position de recul  $P'_1$  plus,
  - le couple maximum positif permettant de passer de la position  $P'_1$  à la position  $P_1$  et
  - l'énergie cinétique liée à la vitesse de rotation du moteur lors du
- 35 passage du point P

créent un couple suffisant pour permettre à l'arbre moteur de dépasser la compression postérieure C2 (cas représenté à la figure 2).

Selon l'invention, une oscillation de couple consiste à appliquer à l'arbre moteur un couple positif l'entraînant dans son sens de rotation normal suivi par un couple négatif l'entraînant en sens inverse.

5 Ainsi, à la figure 2, l'arbre moteur part d'une position d'équilibre P pour aller vers une position  $P_1$  lorsque le couple maximum positif de l'alternodémarrreur est appliqué (étape 30 – figure 3-). Lorsque le moteur électrique est démarré, on mesure la vitesse de rotation (étape 40) de l'arbre moteur 12 à l'aide du capteur 13 :

- 10 - si cette vitesse est différente de zéro, on regarde si l'arbre moteur a dépassé la première compression (étape 50), si oui alors le moteur est démarré (étape 60).
- 15 - Si cette vitesse est égale à zéro, on met le compteur de dents à zéro et on laisse l'arbre moteur revenir librement dans sa position d'équilibre (étape 70). On compte pendant ce temps combien de dents de la cible du capteur de rotation 13 sont passées devant le capteur. Lorsque l'arbre moteur est stabilisé en position d'équilibre, on applique alors un couple négatif symétrique et directement égal mais de signe contraire au couple positif appliqué (étape 70). L'arbre moteur 12 se trouve alors en position de recul  $P'_1$  (étape 100). Cette position de recul est toujours 20 située avant la compression C1. On compte pendant ce temps combien de dents de la cible du capteur de rotation 13 sont passées devant le capteur. On applique de nouveau le couple maximum positif (étape 110). Cependant cette fois, l'énergie potentielle emmagasinée par l'arbre moteur lorsqu'il était en position de recul s'ajoute au couple maximum positif, ce qui 25 permet à l'arbre moteur de présenter une vitesse non nulle (étape 120) lorsqu'il passe dans la position P et de dépasser la compression C2 (étape 130). Une fois cette compression C2 30 passée, le moteur est considéré comme démarré (étape 60).

Dans l'exemple représenté à la figure 2, il a suffi d'une seule oscillation de couple pour dépasser la position C2. Cependant, si cette oscillation n'était suffisante pour dépasser la position C2 (cas où l'arbre moteur s'arrête dans la position  $P_2$  -figure 2-), il serait possible, connaissant le nombre 35 de dents parcourues entre  $P_1$  et  $P'_1$ , d'appliquer en  $P_2$  un couple négatif proportionnel à la distance précédemment parcourue. Ceci permet d'accumuler de l'énergie cinétique entre  $P_2$  et P, puis d'appliquer le couple négatif maximum à partir de P. Dans ce cas, l'arbre moteur prend plus rapidement une position de recul  $P'_2$  encore plus près de la compression C1 et, de ce fait, l'énergie

potentielle accumulée en position  $P'_2$  plus l'application du couple maximum de l'alternateur permet de dépasser la compression C2.

On comprendra bien sûr qu'il est toujours possible d'effectuer une oscillation supplémentaire de couple pour accumuler suffisamment d'énergie cinétique pour passer la compression C2.

On notera que le principe utilisé dans ce procédé consiste, un peu comme sur une balançoire, à toujours augmenter la position de recul ( $P'_1$ ,  $P'_2$ , ... $P'_n$ ) de manière à accroître l'énergie cinétique et potentielle du système afin de lui permettre de passer la compression postérieure C2.

Parfois cependant, à l'étape 120, on détecte une vitesse nulle alors que le nombre de dents maximum a été dépassé (étape 140), c'est-à-dire que l'amplitude entre P2 et  $P'_2$  ne peut être augmentée sans risque de passer la compression précédente. Dans ce cas, le moteur ne peut pas démarrer (étape 150).

En variante, il est possible d'utiliser la capacité de l'alternateur à produire un couple à vitesse nulle pour forcer l'arrêt de l'arbre moteur dans une position la plus proche possible de la compression C1, et de maintenir cette position le temps nécessaire pour que les gaz comprimés s'évacuent par les fuites naturelles du cylindre. Dans ce cas, le couple nécessaire pour vaincre le couple de collage du moteur est minimum du fait que l'angle de l'arbre moteur avec les bielles est nul.

On notera que le temps mis par le calculateur électronique 14 pour imposer une ou plusieurs oscillations de couple n'est pas significatif et la durée de la phase de démarrage selon la présente invention n'est guère augmentée par rapport à un démarrage classique sans oscillations de couple.

Le procédé selon la présente invention permet donc d'utiliser un alternateur sous-dimensionné, et donc moins cher, pour démarrer le véhicule. Il en résulte également que la batterie du véhicule est moins sollicitée lors du démarrage, ce qui permet d'allonger sa durée de vie.

La présente invention concerne également un dispositif permettant la mise en œuvre du procédé selon l'invention. A cet effet ce dispositif comporte :

- des moyens (16) d'entraînement de l'arbre moteur (12) dans un premier sens et un second sens de rotation,
- des moyens de détermination (13) de la vitesse de l'arbre moteur,
- des moyens de calcul (14) limitant le déplacement de l'arbre moteur entre deux compressions successives sans dépasser la compression antérieure (C1).

Bien entendu, la présente invention n'est pas limitée aux modes de réalisation ci-dessus décrits et englobe toute variante à la portée de l'homme de l'art. Notamment, cette invention est applicable à tout moteur thermique quel que soit le nombre de cylindres de ce moteur.

**REVENDEICATIONS**

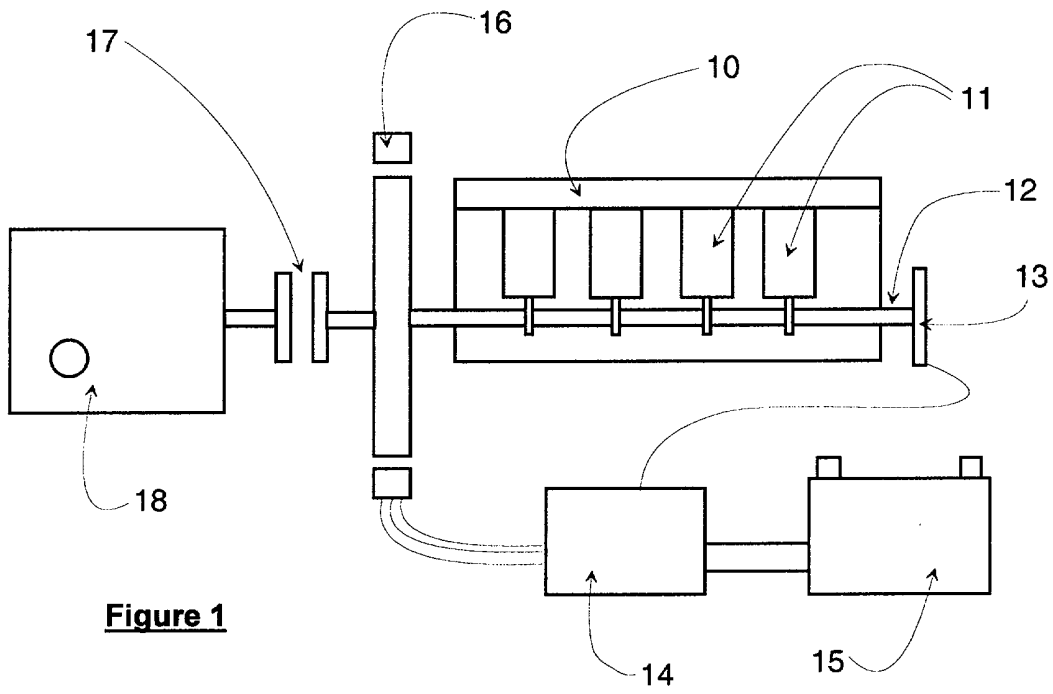
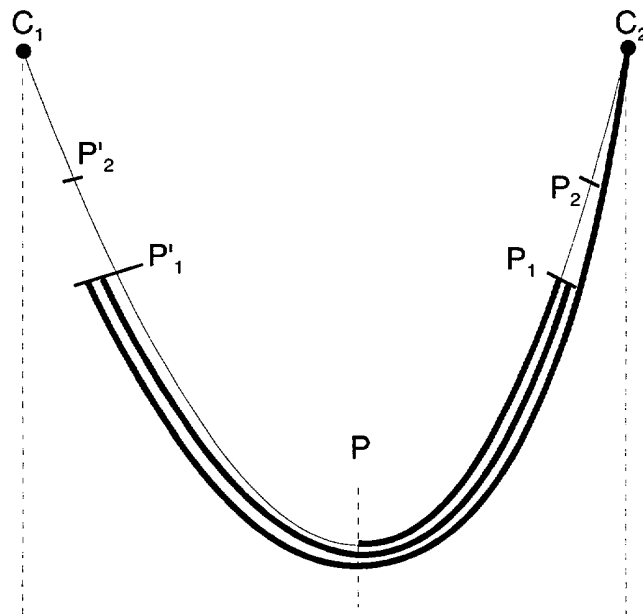
1. Procédé de démarrage d'un moteur thermique à l'aide d'un altemo-démarrreur (16), le dit altemo-démarrreur étant en prise directe avec l'arbre (12) du moteur thermique et le dit arbre moteur étant dans une position dite d'équilibre (P) en l'absence de toute sollicitation de l'altemo-démarrreur, la dite position d'équilibre se situant entre deux compressions (C1, C2 respectivement dites antérieure et postérieure), le dit procédé étant caractérisé en ce qu'il consiste à :
- provoquer au moins une oscillation du couple appliqué à l'arbre moteur autour de sa position d'équilibre (P) tout en restant entre les deux compressions (C1, C2) et,
  - accumuler suffisamment d'énergie potentielle et cinétique pendant l'oscillation du couple pour provoquer le démarrage du moteur thermique, c'est-à-dire provoquer le dépassement par l'arbre moteur de la compression postérieure (C2).
2. Procédé selon la revendication 1 caractérisé en ce que l'oscillation de couple est provoquée par l'entraînement de l'arbre moteur (12) par l'altemo-démarrreur (16) dans un premier sens de rotation, suivi par un entraînement symétrique en sens inverse, tout en restant entre deux compressions successives (C1, C2) du moteur thermique.
3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'entraînement selon le premier sens de rotation est effectué par application d'un couple maximum positif délivré par l'altemo-démarrreur.
4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'après application d'un couple maximum selon un premier sens de rotation, on mesure (13) la vitesse de rotation de l'arbre moteur, si cette vitesse est nulle, on laisse l'arbre moteur revenir à sa position d'équilibre et on lui applique un couple maximum négatif de même valeur absolue que le couple maximum positif de telle sorte que l'arbre moteur se trouve dans une position de recul ( $P'_1$ ) proche de la compression antérieure (C1).
5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que lorsque l'arbre moteur est en position de recul ( $P'_1$ ), on lui applique le couple positif maximum de telle sorte que la somme de l'énergie potentielle emmagasinée en position de recul et du couple maximum positif permette le dépassement de la compression postérieure (C2).
6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que l'on applique autant d'oscillations de couple que nécessaire jusqu'à ce que le démarrage du moteur soit réalisé.

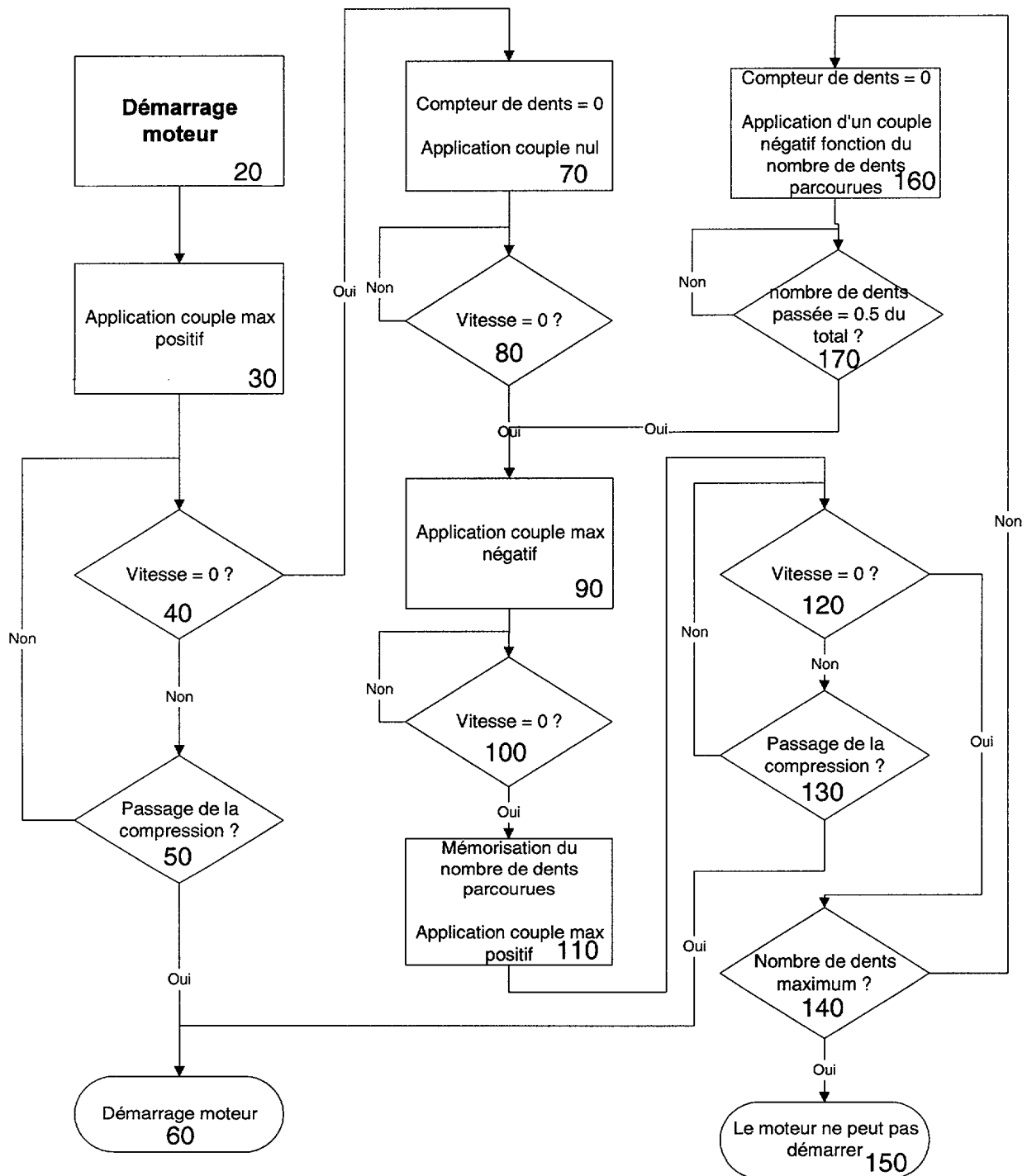
7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que lors de l'arrêt du moteur, l'arbre moteur est maintenu dans une position la plus proche possible de la compression antérieure (C1).

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que lors de la deuxième oscillation ainsi que lors des oscillations suivantes (le cas échéant), un couple négatif proportionnel à la distance parcourue la fois précédente est appliqué entre Pn et P pour augmenter rapidement la position de recul.

9. Dispositif de démarrage d'un moteur thermique à l'aide d'un alternodémarrreur mettant en œuvre le procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte :

- des moyens (16) d'entraînement de l'arbre moteur (12) dans un premier sens et un second sens de rotation,
- des moyens de détermination (13) de la vitesse de l'arbre moteur,
- des moyens de calcul (14) limitant le déplacement de l'arbre moteur entre deux compressions successives sans dépasser la compression antérieure (C1).

1 / 2**Figure 1****Figure 2**

**2 / 2****Figure 3**

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	US 5 458 098 A (YAGI TOYOJI ET AL) 17 octobre 1995 (1995-10-17) * colonne 3, ligne 10 - colonne 5, ligne 14; figures 1-4 *	1,9	F02N11/00 H02P7/00
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 015, no. 109 (M-1093), 15 mars 1991 (1991-03-15) & JP 03 003969 A (MAZDA MOTOR CORP), 10 janvier 1991 (1991-01-10) * abrégé *	1,9	
A	DE 196 32 074 A (SIEMENS AG) 12 février 1998 (1998-02-12)		
A	DE 198 17 497 A (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG ; ISAD ELECTRONIC SYSTEMS GMBH & (DE)) 28 octobre 1999 (1999-10-28)		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7)
			F02N
		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
		17 octobre 2000	Bijn, E
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
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			