

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
12 mai 2011 (12.05.2011)

(10) Numéro de publication internationale  
**WO 2011/055054 A2**

- (51) Classification internationale des brevets : F02N 11/00 (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale : PCT/FR2010/052250
- (22) Date de dépôt international : 21 octobre 2010 (21.10.2010)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité : 0957788 4 novembre 2009 (04.11.2009) FR
- (71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : PEUGEOT CITROËN AUTOMOBILES SA [FR/FR]; Route de Gisy, F-78140 Vélizy Villacoublay (FR).
- (72) Inventeur; et
- (75) Inventeur/Déposant (pour US seulement) : GRISI, Fabrice [FR/FR]; 4 bis, rue du Moulin Bailly, F-92250 La Garenne Colombes (FR).
- (74) Mandataire : BOURGUIGNON, Eric; Peugeot Citroën Automobiles SA, Propriété Industrielle, 18, rue des fauvelles, F-92250 La Garenne Colombes (FR).
- (81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : INTERNAL COMBUSTION ENGINE START METHOD, AND CONTROL APPARATUS IMPLEMENTING SAID METHOD

(54) Titre : PROCEDE DE DEMARRAGE D'UN MOTEUR A COMBUSTION INTERNE ET APPAREIL DE COMMANDE METTANT EN ŒUVRE LEDIT PROCEDE

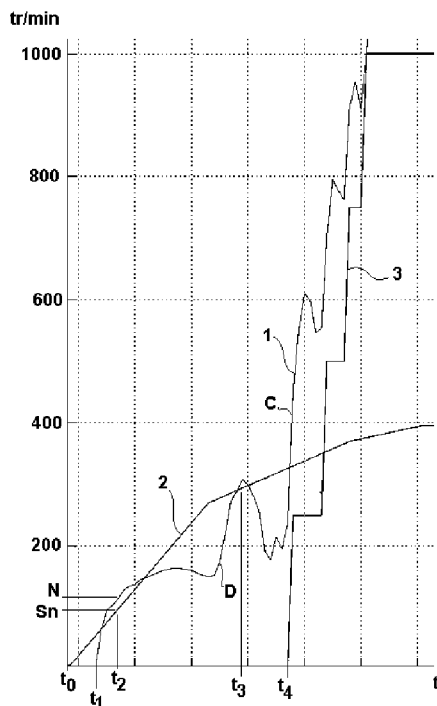


Figure 1

tr/min rpm

(57) Abstract : The invention relates to a method for starting an internal combustion engine whereby: the internal combustion engine begins to be rotated using an electrical machine, and the rotation is maintained so as to move said engine into a self-contained drive rotation state. The method is characterized in that the rotation of the engine is stopped when the instantaneous engine speed (N) exceeds a predetermined speed threshold ( $S_n$ ) and moreover in that the instantaneous acceleration ( $A_i$ ) of said engine speed is greater than a predetermined acceleration threshold ( $S_a$ ). The invention also relates to a control apparatus for implementing said method.

(57) Abrégé : L'invention concerne un procédé de démarrage d'un moteur à combustion interne selon lequel on commence à entraîner le moteur à combustion interne en rotation à l'aide d'une machine électrique, on maintient l'entraînement pour

[Suite sur la page suivante]

WO 2011/055054 A2

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Déclarations en vertu de la règle 4.17 :**

— relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17.iv))

**Publiée :**

— sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport (règle 48.2.g))

---

amener ledit moteur dans un état de rotation moteur autonome, caractérisé en ce que l'on cesse l'entraînement du moteur quand le régime moteur instantané (N) dépasse un seuil de régime (S<sub>n</sub>) déterminé et que l'accélération instantanée (A<sub>i</sub>) dudit régime moteur est supérieure à un seuil d'accélération (S<sub>a</sub>) prédéterminé. L'invention a aussi pour objet un appareil de commande pour la mise en œuvre dudit procédé.

**Procédé de démarrage d'un moteur à combustion interne et appareil de commande mettant en œuvre ledit procédé**

**Domaine technique de l'invention**

5 La présente invention revendique la priorité de la demande française 0957788 déposée le 04 Novembre 2009 dont le contenu (texte, dessins et revendications) est ici incorporé par référence.

La présente invention concerne le démarrage des moteurs à combustion interne.

10

**Arrière-plan technologique**

Il est connu, selon l'état de la technique, de mettre en mouvement les moteurs à combustion interne à l'aide d'une machine électrique, par exemple à l'aide d'un démarreur jusqu'à ce que les premières combustions se produisent d'elles-mêmes dans le moteur à combustion interne pour être accéléré jusqu'à la vitesse de rotation de ralenti.

15

Il est connu par exemple du document US20070245998 d'assister le démarrage jusqu'à ce que le moteur dépasse un seuil prédéterminé de vitesse de rotation, la désactivation du démarreur. Cependant ce type de démarrage a pour inconvénient de commander la désactivation du démarreur à un moment où les premières combustions se produisent déjà et entraîne le démarreur. Le démarreur est donc activé plus que nécessaire, ce qui augmente ses sollicitations mécaniques et réduit sa durée de vie d'une part et dépense de l'énergie électrique inutilement d'autre part.

20

Le problème est encore plus crucial pour les moteurs de véhicules automobiles équipés d'un automatisme marche/arrêt utilisant un démarreur. En effet le nombre de démarrage au cours de la vie du véhicule est augmenté.

25

L'invention a pour but de pallier l'inconvénient de l'état de l'art antérieur en proposant un nouveau procédé permettant de réduire la consommation d'énergie dépensée pendant l'opération de démarrage et de moins solliciter la machine électrique utilisée pour le démarrage du moteur à combustion interne.

30

L'invention concerne donc un procédé de démarrage d'un moteur à combustion interne selon lequel on commence à entraîner le moteur à combustion interne en rotation à l'aide d'une machine électrique, on maintient l'entraînement pour amener ledit moteur dans un état de rotation moteur autonome, caractérisé en ce que l'on cesse l'entraînement du

35

moteur quand le régime moteur instantané dépasse un seuil de régime déterminé et que l'accélération instantanée dudit régime moteur est supérieure à un seuil d'accélération prédéterminé. Le croisement des deux conditions rend la détection d'une combustion plus fiable.

5

Par ailleurs, l'invention peut comporter l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

De préférence, le seuil de régime est déterminé en fonction d'une durée d'entraînement du moteur par la machine électrique à partir d'une courbe de référence prédéterminée.

10

Dans une variante, la durée d'entraînement a pour origine temporelle un ordre de démarrage du moteur à combustion interne, de façon à caler la courbe de référence par rapport à cet ordre de démarrage.

15 De préférence, la courbe de référence est une courbe enveloppe du régime moteur instantané obtenue pour au moins un démarrage sans combustion. Ce qui permet de déterminer simplement le seuil de régime en fonction de la durée d'entraînement.

De préférence, le seuil d'accélération instantanée est compris entre 10000 et 20000 tr/min/sec et de préférence entre 15000 et 20000 tr/min/sec.

20

Par ailleurs, l'invention a aussi pour objet un appareil de commande pour commander une opération de démarrage d'un moteur à combustion interne par la mise en œuvre d'un procédé selon l'invention.

25

### **Brève description des dessins**

D'autres particularités et avantages apparaîtront à la lecture de la description ci-après d'un mode particulier de réalisation, non limitatif de l'invention, faite en référence aux figures dans lesquelles :

30

-La figure 1 illustre sous forme de diagramme un démarrage moteur à combustion interne selon le procédé de l'invention.

35

- La figure 2 présente un exemple avec deux démarrages successifs, un premier démarrage sans combustion et un second démarrage avec combustion,

- La figure 3 présente la courbe d'accélération associée à l'exemple illustré en figure 2.

### Description détaillée

La figure 1 illustre sous la forme d'un diagramme la variation temporelle du régime moteur instantané  $N$  lors d'un démarrage de moteur à combustion interne.

- 5 L'invention s'applique avantageusement dans le cadre d'un redémarrage de moteur à combustion interne de véhicules automobiles équipés d'un automatisme marche/arrêt utilisant une machine électrique tel qu'un démarreur. Mais il est également possible d'utiliser l'invention pour un premier démarrage.
- 10 Classiquement, le moteur à combustion interne comporte un vilebrequin entraîné par une machine électrique pour entraîner le moteur. La transmission des efforts de la machine électrique au vilebrequin se fait de préférence par une couronne dentée solidaire du vilebrequin et le démarreur engrène dans cette couronne. En regard de la couronne dentée est positionné un capteur de régime qui apporte ainsi une information sur la
- 15 vitesse de rotation ou régime du moteur à un organe de contrôle moteur.

La machine électrique a exclusivement pour fonction ou notamment pour fonction de démarrer le moteur à combustion interne pour que celui-ci puisse fonctionner de manière autonome. De tels systèmes sont suffisamment connus de l'homme du métier selon l'état

20 de la technique pour ne pas nécessiter une description détaillée.

La détection des combustions moteur est gênée par les acyclismes du moteur. En effet, le cycle à quatre temps utilisé dans les moteurs à combustion interne pour véhicules automobile enchaîne les phases telles que la phase de compression où le régime moteur

25 instantané  $N$  diminue fortement et d'autres telles que des phases de détente où il augmente rapidement. Lors du début du démarrage, l'énergie cinétique emmagasinée par le moteur étant faible, les accélérations ou décélération instantanées sont très importantes.

30 Sur la figure 1, la référence 1 désigne donc une courbe de variation du régime moteur instantané  $N$  en fonction de la durée d'entraînement  $t$ , la référence 2 désigne une courbe de référence ou gabarit définissant un seuil de régime  $S_n$  déterminé en fonction de la durée d'entraînement  $t$  et la référence 3 désigne un compteur  $C_c$  pour enregistrer le nombre de combustion complète détectées.

35

De préférence, le gabarit 2 est une courbe enveloppe du régime moteur instantané  $N$  obtenue pour au moins un démarrage sans combustion. Par courbe enveloppe, on entend

une courbe lissée indiquant la limite à l'intérieur de laquelle se placent la totalité ou la majorité des régimes moteur instantané  $N$  mesurés lors d'au moins un entraînement par la machine électrique, sans combustion. Cette courbe de référence 2 peut être déterminée au préalable par des essais sur banc moteur et mis en mémoire dans un

5 appareil de commande tel qu'une unité de commande électronique encore nommée ECU, ledit ECU étant apte à commander une opération de démarrage par la mise en œuvre du procédé de l'invention.

Sur la figure 1, l'instant  $t_0$ , correspond à l'origine temporelle de la durée d'entraînement  $t$

10 du moteur par la machine électrique. De préférence, l'origine temporelle  $t_0$  de la durée d'entraînement  $t$  correspond à un ordre de démarrage du moteur à combustion interne. A cet instant, le compteur de combustion complète  $C_c$  est initialisé à 0. Le gabarit 2 est calé de manière à avoir pour origine temporelle l'instant  $t_0$ .

15 A l'instant  $t_1$ , la machine électrique ou le démarreur commence à entraîner le moteur en rotation et le régime moteur instantané  $N$  augmente.

A l'instant  $t_2$ , le régime moteur instantané  $N$  dépasse un seuil  $S_n$  fixé par le gabarit 2, cependant l'accélération instantanée  $A_i$ , autrement dit la dérivée du régime moteur

20 instantanée  $N$ , non représentée sur cet exemple illustré en figure 1, est inférieure à un seuil d'accélération prédéterminé  $S_a$ .

Conformément à l'invention, la seconde condition sur l'accélération instantanée  $A_i$  n'étant pas remplie, on considère ne pas être en présence d'une combustion complète, le

25 compteur  $C_c$  n'est pas incrémenté et l'entraînement du moteur par le démarreur est maintenu.

Il en va de même, à l'instant  $t_3$ , où, suite à une détente  $D$ , le régime instantané  $N$  dépasse le seuil  $S_n$  prédéterminé par le gabarit 2 sans que l'accélération instantanée  $A_i$  soit

30 supérieure au seuil d'accélération instantanée  $S_a$ . Ici encore, la seconde condition sur l'accélération instantanée  $A_i$  n'étant pas remplie, on considère ne pas être en présence d'une combustion complète, le compteur  $C_c$  n'est pas incrémenté et l'entraînement du moteur par le démarreur est maintenu.

35 A l'instant  $t_4$ , en revanche les deux conditions sont remplies : le régime instantané  $N$  du moteur est supérieur au seuil de régime  $S_n$  déterminé par le gabarit 2 et l'accélération instantanée  $A_i$  est supérieure au seuil d'accélération  $S_a$  prédéterminé. On considère donc

être en présence d'une combustion complète et le compteur  $C_c$  est incrémenté comme le montre la courbe 3.

De préférence, on cesse l'entraînement du démarreur, en coupant par exemple son  
5 alimentation électrique dès la première combustion détectée, c'est-à-dire quand le  
compteur de combustion complète  $C_c$  est égal à un. En effet, on peut décider à ce  
moment de cesser l'entraînement du démarreur car à partir de cet instant  $t_4$  la rotation du  
moteur à combustion interne est désormais autonome, c'est-à-dire que le régime moteur  
est entretenu par les combustions. En procédant ainsi, on optimise la durée  
10 d'entraînement par le démarreur du moteur à combustion en coupant son entraînement au  
plus tôt, c'est-à-dire dans notre exemple dès la première combustion complète détectée  
soit pour une valeur de compteur  $C_c$  égale à 1

Les figures 2 et 3 présentent un autre exemple avec deux démarrages successifs, un  
15 premier démarrage  $D_{em1}$  sans combustion et un second démarrage  $D_{em2}$  avec combustion,  
donc réussi. Sur la figure 2, la courbe 2' désigne le gabarit de régime sans combustion et  
la courbe 1' désigne le régime moteur instantané. Sur la figure 3, la courbe 4 présente  
l'accélération instantanée  $A_i$  correspondante. Comme le souligne la zone cerclée en  
pointillé 5, on note que, lors des premières combustions, l'énergie cinétique emmagasinée  
20 par le moteur étant faible, l'amplitude de l'accélération instantanée  $A_i$  est importante et  
d'un ordre de grandeur supérieur à 10000 tr/min/seconde.

Ainsi, en choisissant avantageusement un seuil d'accélération instantané  $S_a$  compris  
entre 10000 et 20000 tr/min/s et de préférence entre 15000 et 20000 tr/min/s, on peut  
25 aisément discriminer les premières combustions.

La détection de la première combustion selon le procédé de l'invention est rendu plus  
fiable et la mise au point est facilitée. En effet, le seuil de détection d'accélération  
instantanée du régime moteur n'a plus besoin de distinguer une réelle combustion d'une  
30 simple détente et le gabarit n'a pas besoin d'être déterminé avec une grande précision,  
car si le régime moteur instantané est supérieur, ce sera avec une faible dynamique, donc  
la condition sur l'accélération instantanée ne sera pas remplie.

Le procédé de l'invention a pour avantage de solliciter la machine électrique de  
35 démarrage le moins possible donc de préserver sa durée de vie, et de diminuer les  
nuisances sonores.

## Revendications

1. Procédé de démarrage d'un moteur à combustion interne selon lequel on commence à entrainer le moteur à combustion interne en rotation à l'aide d'une machine électrique, on maintient l'entraînement pour amener ledit moteur dans un état de rotation  
5 moteur autonome, caractérisé en ce que l'on cesse l'entraînement du moteur quand le régime moteur instantané ( $N$ ) dépasse un seuil de régime ( $S_n$ ) déterminé et que l'accélération instantanée ( $A_i$ ) dudit régime moteur est supérieure à un seuil d'accélération ( $S_a$ ) prédéterminé.
2. Procédé de démarrage selon la revendication 1, caractérisé en ce que le seuil de  
10 régime ( $S_n$ ) est déterminé en fonction d'une durée d'entraînement ( $t$ ) du moteur par la machine électrique à partir d'une courbe de référence ( $2 ; 2'$ ) prédéterminée.
3. Procédé de démarrage selon la revendication 2, caractérisé en ce que la durée d'entraînement ( $t$ ) a pour origine temporelle ( $t_0$ ) un ordre de démarrage du moteur à combustion interne.
- 15 4. Procédé de démarrage selon la revendication 2 ou la revendication 3, caractérisé en ce que la courbe de référence ( $2 ; 2'$ ) est une courbe enveloppe du régime moteur instantané ( $N$ ) obtenue pour au moins un démarrage sans combustion.
5. Procédé de démarrage selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le seuil d'accélération instantanée ( $S_a$ ) est compris entre 10000 et  
20 20000 tr/min/sec et de préférence entre 15000 et 20000 tr/min/sec.
6. Appareil de commande pour commander une opération de démarrage d'un moteur à combustion interne par la mise en œuvre d'un procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes.

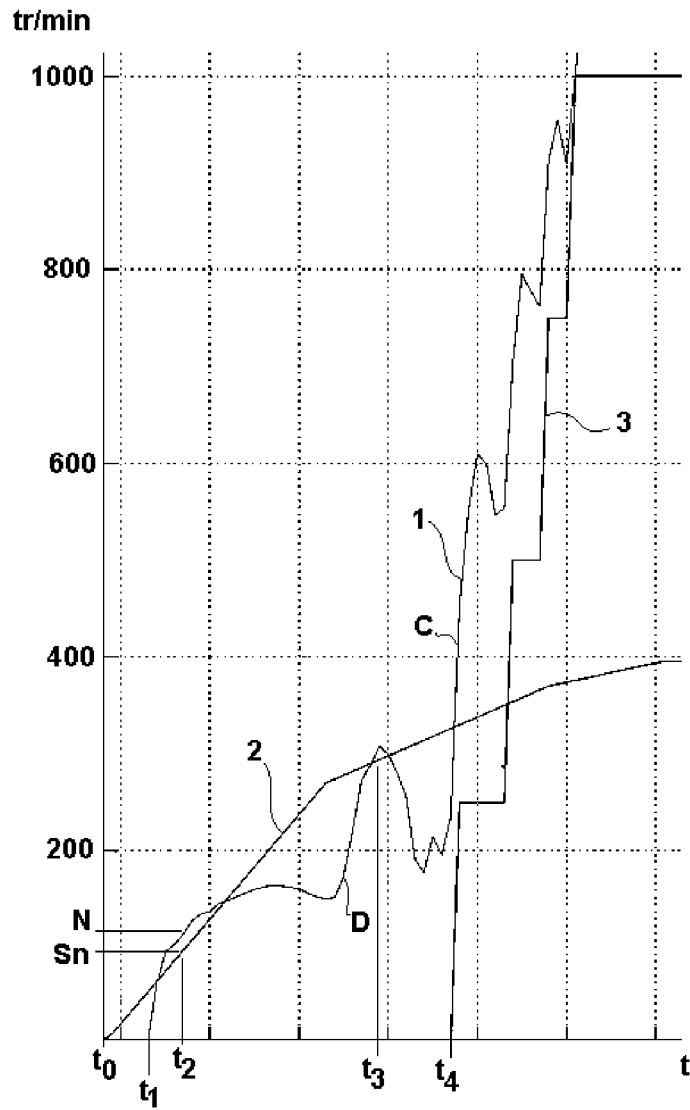


Figure 1

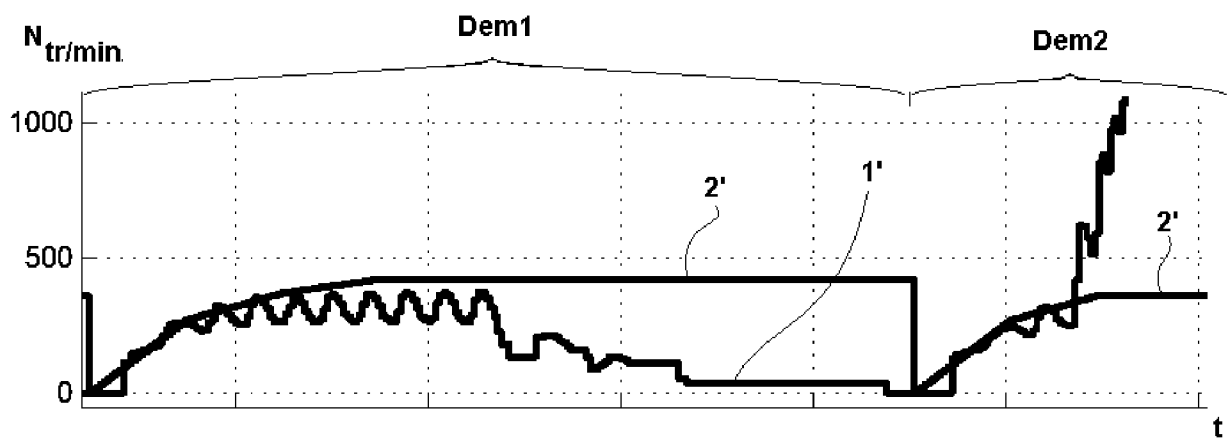


Figure 2

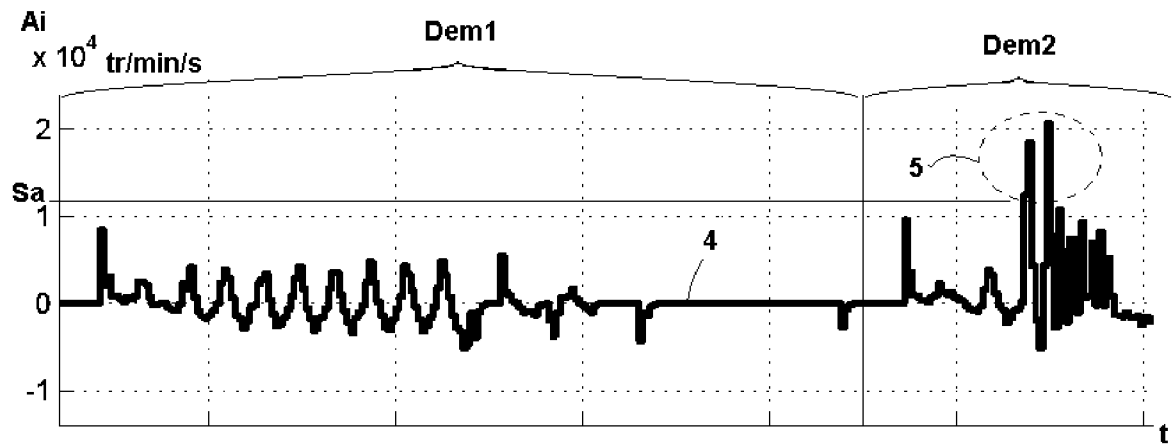


Figure 3