

19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

11) N° de publication : **2 925 616**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

21) N° d'enregistrement national : **07 08951**

51) Int Cl⁸ : **F 02 N 11/08 (2006.01)**

12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22) Date de dépôt : 20.12.07.

30) Priorité :

43) Date de mise à la disposition du public de la demande : 26.06.09 Bulletin 09/26.

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) : **RENAULT SAS Société par actions simplifiée — FR.**

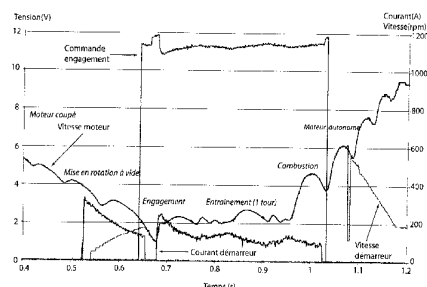
72) Inventeur(s) : **COUETOUX HERVE, GUILLOZ NICOLAS et SCHEFFGES OLIVIER.**

73) Titulaire(s) :

74) Mandataire(s) : **RENAULT SAS.**

54) **PROCEDE DE COMMANDE POUR DEMARREUR D'UN MOTEUR A COMBUSTION ET SON APPLICATION.**

57) La présente invention concerne un procédé de commande pour la mise en action d'un dispositif de commande destiné à être intégré dans un démarreur (5) pour un moteur à combustion. Ledit procédé comprend les étapes de commuter un relais auxiliaire (2) dudit dispositif afin d'accélérer le pignon du démarreur (5), déterminer la vitesse de rotation d'une couronne dentée liée cinématiquement avec le vilebrequin du moteur, déterminer la durée de la phase d'accélération du pignon, réaliser l'engagement dudit pignon du démarreur (5) dans ladite couronne du moteur, commuter une première voie commutée d'alimentation du dispositif, réaliser le désengagement dudit pignon du démarreur (5) avec ladite couronne du moteur et couper toute alimentation au moteur électrique du démarreur (5).



FR 2 925 616 - A1



La présente invention a pour objet un procédé de commande pour la mise en action d'un dispositif de commande destiné à être intégré dans un démarreur pour un moteur à combustion, le dispositif comprenant un solénoïde contrôlant la position d'un pignon du démarreur adapté à s'engager dans une couronne dentée
5 liée cinématiquement avec un vilebrequin dudit moteur, ledit pignon pouvant être entraîné par un moteur électrique du démarreur en fermant une première voie commutée d'alimentation entre une batterie et le démarreur, le dispositif comprenant encore un relais auxiliaire et au moins une résistance de puissance mis en série réalisant une deuxième voie commutée d'alimentation en parallèle
10 avec ladite première voie commutée et permettant d'alimenter par un courant d'alimentation moindre que le courant maximal le moteur électrique du démarreur entraînant ledit pignon.

Cette invention s'inscrit dans le contexte de la technique automobile actuelle, notamment dans le cadre des démarreurs de moteurs thermiques possédant la fonctionnalité appelée communément « Stop & Start ». Cette
15 fonctionnalité consiste à couper automatiquement le moteur lorsque la vitesse du véhicule est zéro, par exemple à l'arrêt à un feu rouge ou dans toute autre situation nécessitant l'arrêt du véhicule, le moteur étant par la suite relancé automatiquement lorsque l'utilisateur le sollicite de nouveau. Ceci a pour but de
20 réduire la consommation du véhicule ainsi que la pollution qu'il génère. Pour réaliser cette fonction « Stop & Start » aussi appelée « S&S » sur un véhicule à moteur thermique, notamment sur une voiture, en conservant un réseau électrique de bord simple, normalement un réseau à 14V, il existe actuellement principalement deux possibilités fondées sur des organes de démarrage
25 automobiles électromagnétiques. Soit on utilise un alterno-démarreur qui est une machine réversible placée sur la courroie du moteur soit on utilise un démarreur adapté à la fonction S&S au niveau puissance, bruit, usure, etc.. Ce genre de démarreur assure, lors de la phase de démarrage jusqu'à l'autonomie du moteur par les cycles de combustion, l'entraînement du vilebrequin du moteur thermique

au moyen d'un pignon qui s'engrène sur la denture d'une couronne dentée montée sur le pourtour du volant moteur, l'engagement du pignon dans la couronne étant contrôlé par un solénoïde agencé dans le démarreur.

L'utilisation d'un démarreur S&S évoquée ci-dessus offre un très net
5 potentiel de réduction de coût par rapport à un alerno-démarreur et est intéressant notamment pour des constructeurs automobiles généralistes, soucieux du ratio coût-prestation de leurs produits. Ce genre de démarreur a été amélioré dans le passé, par exemple au niveau de la commande du courant de son solénoïde, pour laquelle un hacheur électronique tel qu'exposé dans les
10 documents DE 10 034 779 et US 5,818,679 a été proposé, ceci afin de procéder à un engagement progressif du pignon en deux étapes, voir par exemple les documents US 6,104,157 et US 6,323,562.

Un dispositif de commande destiné à être intégré dans un tel démarreur et correspondant au genre mentionné ci-dessus a par ailleurs été mis au point par la
15 demanderesse et fait l'objet de la demande de brevet FR 0 606 740. Ce dispositif de commande permet de limiter la puissance consommée par le démarreur électrique lors du démarrage du moteur à combustion, ceci en réalisant un écrêtage du courant lors de la mise sous tension du démarreur.

Actuellement, les constructeurs automobiles cherchent à encore améliorer
20 ce genre de démarreurs « Stop & Start », en particulier du fait qu'il serait souhaitable de disposer en supplément d'une fonction appelée "reflex-start". La fonction "reflex-start » consiste à relancer le moteur par l'organe de démarrage alors que le vilebrequin du moteur, contrairement au cas d'un démarrage habituel, ne s'est pas immobilisé, suite à une succession rapide d'ordres, par exemple suite
25 à un arrêt puis un redémarrage en moins d'une seconde. Ce genre de situation peut notamment se produire en cas de l'immobilisation d'une voiture à un feu rouge venant de passer au vert, lors d'un changement d'allure en rentrant sur un rond-point ou à un cédez-le-passage, etc.. Le système alerno-démarreur précité permet de réaliser la fonction "reflex-start", du fait que le couplage par courroie de

la machine électrique réversible avec le vilebrequin du moteur assure naturellement la synchronisation du régime de rotation de la machine avec le vilebrequin, au rapport d'entraînement près. Il suffit donc d'alimenter la machine électrique pour fournir immédiatement, c'est-à-dire dès l'établissement des courants dans la machine électrique, un couple d'entraînement au moteur thermique. Mais, comme mentionné ci-dessus, le coût d'un alerno-démarrreur reste élevé par rapport à un démarreur S&S, poussant alors les constructeurs automobiles à trouver une solution alternative.

Par contre, les démarreurs S&S actuels respectivement leurs dispositifs de commande ne permettent pas de réaliser une telle fonction "reflex-start" du fait que ceci nécessite une synchronisation des vitesses de rotation du pignon et de la couronne avant leur engagement mutuel, le moteur respectivement le vilebrequin tournant encore dans cette constellation. Un démarreur équipé d'un solénoïde lanceur habituel n'alimente en effet le moteur électrique entraînant ledit pignon du démarreur que lorsque le noyau du solénoïde est en fin de course, c'est-à-dire quand le pignon est engagé ou sinon dans une position dent contre dent avec ladite couronne dentée suivie d'un engagement. Une opération d'engagement du pignon sur une couronne en rotation risque de produire un rebond des dents du pignon contre la denture de la couronne avec des effets sonores et d'usure voire de casse de dents, ce qui est inacceptable.

Par conséquent, le but de la présente invention est d'obvier aux inconvénients précités des systèmes actuels de démarrage et de mettre à disposition un démarreur Stop & Start respectivement un procédé de commande pour un tel démarreur avec la possibilité de faire des "reflex-start", ceci en ayant recours à des moyens techniques simples, notamment moins complexe qu'un alerno-démarrreur, sans faire appel à une électronique de puissance compliquée pour piloter l'organe de démarrage, et tout en restant compatible avec un véhicule automobile équipé d'une architecture de distribution électrique conventionnelle.

Afin de réaliser un démarreur Stop & Start avec la possibilité de faire des "reflex-start", la présente invention propose un procédé de commande pour la mise en action d'un dispositif de commande du genre susmentionné, le procédé comprenant notamment les étapes de

- 5 - commuter ledit relais auxiliaire situé le long de ladite deuxième voie commutée d'alimentation électrique afin d'accélérer le pignon du démarreur en fournissant un courant moindre que le courant maximal au moteur électrique du démarreur entraînant ledit pignon,
- déterminer de manière prédictive la vitesse de rotation de la couronne dentée liée cinématiquement avec le vilebrequin dudit moteur,
- 10 - déterminer de manière prédictive la durée de la phase d'accélération du pignon afin d'obtenir une vitesse de rotation dudit pignon correspondant à la vitesse de rotation de ladite couronne,
- une fois les vitesses de rotation dudit pignon et de ladite couronne étant synchronisées, réaliser l'engagement dudit pignon du démarreur dans
- 15 ladite couronne du moteur en alimentant le solénoïde,
- commuter ladite première voie commutée d'alimentation afin de fournir le courant maximal au moteur électrique du démarreur entraînant ledit pignon pour réaliser le démarrage du moteur,
- 20 - une fois le moteur à combustion étant autonome par les combustions, réaliser le désengagement dudit pignon du démarreur avec ladite couronne du moteur et couper toute alimentation au moteur électrique du démarreur.

Par ces mesures, on obtient un démarreur S&S dont le pignon peut être mis en rotation avant qu'il soit engagé dans la couronne dentée du moteur thermique,

25 afin de synchroniser les vitesses de rotation de ces éléments avant leur engagement. De plus, du fait de l'utilisation d'un courant moindre par rapport au courant maximal utilisé pour un démarrage habituel, cette phase d'accélération du pignon ne charge pas autant le réseau de bord du véhicule que le démarrage normal.

Ce procédé peut encore être amélioré en apportant un certain nombre de corrections lors de la détermination de différents paramètres, par exemple en déterminant de manière prédictive la vitesse de rotation de ladite couronne dentée en tenant compte des oscillations de la vitesse de rotation du vilebrequin du 5 moteur dues aux cycles de compression et de détente par une correction correspondante, cette correction pouvant être proportionnelle avec la période desdites oscillations. De même, la durée de la phase d'accélération du pignon peut être déterminée en utilisant soit un tableau comportant des temps d'accélération associés à la vitesse correspondante du pignon du démarreur soit 10 un modèle physique du démarreur exploité par l'électronique de pilotage, ceci en tenant compte des facteurs influents sur le temps de montée en régime du démarreur, comme la tension de l'alimentation électrique, la température du démarreur, l'état de la batterie.

Par ailleurs, avant de réaliser l'engagement du pignon du démarreur dans 15 la couronne dentée du moteur en alimentant le solénoïde, de préférence, le relais auxiliaire situé le long de ladite deuxième voie commutée d'alimentation est ouvert afin de réaliser cet engagement sous couple nul.

De préférence, les étapes de réaliser l'engagement dudit pignon du démarreur dans ladite couronne du moteur respectivement de commuter ladite 20 première voie commutée d'alimentation sont réalisées par l'intermédiaire dudit solénoïde à un étage respectivement d'un deuxième solénoïde adapté à ouvrir et à fermer un relais principal situé le long de la première voie commutée d'alimentation.

Ainsi, le procédé de commande pour un démarreur du type « Stop & Start » 25 décrit ici permet de réduire très nettement le coût d'un démarreur incorporant la fonction "reflex-start" par rapport aux alerno-démarreurs existants, tout en permettant d'assurer des performances équivalentes, notamment au niveau de la possibilité de faire un "reflex-start" et de la rapidité des redémarrages, ceci en réduisant simultanément la complexité du dispositif utilisé et en minimisant les

effets perturbants sur le réseau électrique de bord lors des redémarrages du moteur thermique.

D'autres avantages ressortent des caractéristiques exprimées dans les revendications dépendantes et de la description exposant ci-après l'invention plus
5 en détail à l'aide de dessins.

Les dessins annexés illustrent schématiquement et à titre d'exemple une forme d'exécution de l'invention.

La figure 1 représente la vitesse de rotation du vilebrequin d'un moteur à
10 combustion en fonction du temps lors d'un arrêt normal.

La figure 2 est une vue schématique d'une forme d'exécution d'un dispositif de commande selon la présente invention.

La figure 3 représente la vitesse de rotation du vilebrequin du moteur ainsi que du pignon du démarreur en fonction du temps lors d'un reflex-start réalisé
15 avec un démarreur selon la présente invention.

La figure 4 montre une estimation de la vitesse de rotation du vilebrequin en fonction du temps suite à l'arrêt du moteur.

L'invention va maintenant être décrite en détail en référence aux dessins
20 annexés qui illustrent, à titre d'exemple, une forme d'exécution de l'invention.

La figure 1 montre la vitesse de rotation du vilebrequin d'un moteur à combustion en fonction du temps lors d'un arrêt normal et permet de visualiser que la zone d'engagement E du pignon d'un démarreur conventionnel avec la couronne dentée liée cinématiquement avec un vilebrequin d'un moteur à
25 combustion se situe habituellement, c'est-à-dire lors d'un démarrage normal, dans une phase où le vilebrequin est déjà ou presque immobile, avec une vitesse de rotation de 20-40 tours/min au maximum. Dans ces conditions, un engagement du pignon dans la couronne dentée peut être réalisé sans risque, tel que ceci est fait actuellement dans un démarreur conventionnel.

Par contre, dans le cas d'un reflex-start tel que mentionné dans l'introduction et désiré comme fonction supplémentaire pour un démarreur Stop & Start, cette condition n'est pas remplie du fait que le moteur respectivement son vilebrequin n'est pas encore au repos. La présente invention propose alors une solution pour un dispositif et un procédé de pilotage électromécanique de l'alimentation électrique d'un démarreur Stop & Start qui puisse réaliser un tel reflex-start lorsque le vilebrequin du moteur se trouve encore en rotation avec une vitesse assez élevée.

Dans une forme d'exécution telle qu'illustrée à la figure 2, le dispositif de commande destiné à être intégré dans un démarreur 5 pour un moteur à combustion selon la présente invention comprend un solénoïde 1 conventionnel à un étage contrôlant la position d'un pignon du démarreur 5 qui est, comme c'est habituellement le cas, adapté à s'engager dans une couronne dentée liée cinématiquement avec un vilebrequin dudit moteur. Le pignon peut être entraîné par un moteur électrique du démarreur 5 en fermant une première voie commutée d'alimentation électrique entre une batterie 6 et le démarreur 5, le moteur électrique étant alors alimenté par un courant maximal afin d'obtenir un démarrage rapide du moteur thermique. De plus, le dispositif comprend un relais auxiliaire 2 et au moins une résistance de puissance 3 mis en série réalisant une deuxième voie commutée d'alimentation électrique en parallèle avec ladite première voie commutée et permettant d'alimenter par un courant d'alimentation moindre que le courant maximal le moteur électrique du démarreur 5 entraînant ledit pignon. La figure 2 montre schématiquement que dans cette forme d'exécution ledit solénoïde 1 est un solénoïde à un étage. Dans ce cas, l'alimentation de la bobine du solénoïde 1 permet de contrôler la position dudit pignon du démarreur 5, c'est-à-dire son engagement ou désengagement avec la couronne dentée liée au vilebrequin tel que symbolisé par une flèche à la figure 2. Le dispositif comprend encore un deuxième solénoïde qui permet d'alimenter par le courant maximal ledit moteur électrique du démarreur 5 en fermant un relais

principal 7 se trouvant le long de ladite première voie commutée d'alimentation, le moteur électrique entraînant alors le pignon et par son intermédiaire la couronne dentée ainsi que le vilebrequin du moteur. Le dispositif de commande de puissance est alors principalement constitué de l'association d'un solénoïde lanceur pour contrôler la position du pignon, d'un deuxième solénoïde pour le contrôle d'un relais principal, d'au moins une résistance de puissance, d'un troisième solénoïde pour le contrôle du relais auxiliaire, ainsi que d'une électronique de pilotage correspondante de la bobine du solénoïde lanceur, de la bobine du relais principal et de la bobine du relais auxiliaire.

10 Afin de décrire ces parties plus en détail, il est à noter qu'un solénoïde lanceur classique à un étage comporte une bobine d'appel et une bobine de maintien. Au repos, c'est-à-dire sans alimentation électrique de la bobine du solénoïde 1, le pignon n'est pas engagé dans la couronne dentée du moteur. Si l'alimentation électrique est fournie à la bobine du solénoïde 1, la course de son noyau mobile produit l'engagement entre le pignon et la couronne dentée. Le pignon étant engagé ou non dans la couronne dentée, la fermeture soit du relais principal 7 à l'aide du deuxième solénoïde soit du relais auxiliaire 2 à l'aide du troisième solénoïde permet d'entraîner en rotation ledit pignon, soit avec la puissance maximale soit avec une puissance réduite, de manière à ce que le démarreur entraîne le vilebrequin – si le pignon est engagé dans la couronne dentée – en vue du démarrage du moteur. Il reste à remarquer ici que cette solution apporte notamment une flexibilité dans la phase de mise en rotation "à vide" du pignon, sans engagement avec la couronne dentée, puisqu'il est possible d'alimenter le moteur du démarreur 5 dans les deux modes d'alimentation, c'est-à-dire le mode d'alimentation électrique en direct avec la pleine puissance est disponible en complément de l'alimentation à travers la résistance de puissance 3 avec une puissance réduite. Ceci peut s'avérer utile pour certaines combinaisons de démarreurs et de moteurs thermiques.

En ce qui concerne les composants supplémentaires par rapport à un démarreur classique comportant un solénoïde lanceur et commutant aussi la puissance d'alimentation du démarreur que sont le relais auxiliaire 2, le relais principal 7 et la ou les résistances de puissance 3, leur montage est
5 préférentiellement effectué sur le corps du démarreur 5. Le relais auxiliaire peut par exemple être monté aux côtés du solénoïde 1 sur le nez qui fait office de bride de fixation du démarreur 5 qui est une pièce spécifique à chaque application. La ou les résistances de puissance 2 peuvent par exemple être réalisées à la surface du corps du démarreur, pour bénéficier de l'inertie thermique de celui-ci pour
10 l'évacuation de la chaleur transitoirement dissipée. Un premier mode de réalisation peut être à base de rubans métalliques interconnectés et plaqués contre le corps en intercalant un film isolant électrique, mais conducteur thermique. Un autre mode de réalisation intéressant est par dépose d'une encre conductrice sur la surface du corps isolée au moyen d'une couche diélectrique isolante. Ce mode de
15 réalisation est connu sous le nom d'élément chauffant à couche épaisse. Un tel agencement permet d'avoir un ensemble complet sans avoir à faire des opérations de connections électriques supplémentaires lors de l'installation du démarreur Stop&Start sur le moteur thermique et dans le véhicule en cours de fabrication.

20 Tel que représenté à la figure 2, les interconnexions électriques peuvent être réalisées, dans un dispositif selon la présente invention, de la manière suivante. Le contacteur principal 7 commandé par le deuxième solénoïde sert à réaliser une première voie commutée d'alimentation électrique en direct entre la batterie 6 et le moteur électrique du démarreur Stop & Start 5. Le relais auxiliaire 2
25 commandé par le troisième solénoïde et mis en série avec au moins une résistance de puissance 3 crée une deuxième voie d'alimentation électrique entre la batterie 6 et le moteur électrique. Cette deuxième voie d'alimentation électrique est mise en parallèle par rapport à la première voie d'alimentation et est caractérisée par un courant d'alimentation moindre que le courant maximal fourni

lors d'une alimentation en direct. Il est ainsi possible d'écarter le pic de courant au démarrage, notamment lors de la phase d'accélération du pignon en vue de la synchronisation de sa vitesse de rotation avec celle de la couronne dentée, et ainsi de réduire l'effondrement de la tension du réseau de bord lors d'un redémarrage du type reflex-start.

Comme mentionné brièvement ci-dessus, le dispositif de commande comprend également une électronique de pilotage 4 adapté pour commander la bobine du solénoïde 1, la bobine du relais principal 7, et la bobine du relais auxiliaire 2 pour contrôler la position du pignon du démarreur 5 et de manière à alimenter le moteur électrique du démarreur 5 soit par la première voie commutée d'alimentation entre la batterie 6 et le démarreur 5 par le courant maximal soit par la deuxième voie commutée d'alimentation par un courant moindre. A cet effet et comme indiqué schématiquement à la figure 2, les étages de commande de l'électronique de pilotage 4 possèdent notamment une première entrée 4.1 pour la mesure de la position du vilebrequin du moteur, une deuxième entrée 4.2 pour la lecture des informations concernant l'état thermique du moteur et du démarreur, et une troisième entrée 4.3 pour un signal reflétant l'état de la tension de la batterie 6. De plus, les étages de commande possèdent au moins une première sortie de commande 4.4 de la bobine du relais auxiliaire 2, une deuxième sortie de commande 4.5 de la bobine du solénoïde 1, et une troisième sortie de commande 4.6 de la bobine du relais principal 7. L'électronique de pilotage 4 des bobines du solénoïde lanceur 1, du relais principal 7 et du relais auxiliaire 2 peut préférentiellement contrôler le courant desdites bobines au moyen d'étages de commande utilisant des hacheurs aussi appelés PWM. En particulier, ce genre de hacheur peut être utilisé pour améliorer le temps de réponse des trois actuateurs mis en œuvre dans le présent dispositif. Les étages de commande sont préférentiellement intégrés à un calculateur électronique prévu dans l'architecture du véhicule, qui pourra regrouper d'autres fonctions préexistantes. Alternativement, en fonction des circonstances technico-économiques du projet

automobile spécifique, les étages de commandes peuvent aussi être montés sur le démarreur 5 avec tout ou partie de l'électronique dédiée à la fonction Stop&Start respectivement notamment à la fonction reflex-start.

Afin de se tourner maintenant vers le fonctionnement d'un tel dispositif de commande respectivement d'un démarreur correspondant, celui-ci peut être facilement compris en décrivant le procédé de commande selon la présente invention, cette description se référant de façon globale à la figure 3.

En effet, dans une situation nécessitant un "reflex-start" tel que mentionnée dans l'introduction, il existe généralement deux possibilités: Soit la vitesse du vilebrequin du moteur thermique au moment où l'ordre de redémarrage est connu est suffisante pour permettre un redémarrage du moteur sur son inertie, en réactivant l'injection et l'allumage pour un moteur essence. Dans ce cas, le démarreur n'a pas lieu d'être sollicité; le démarreur est sollicité pour les régimes inférieurs à la vitesse à vide, soit typiquement de l'ordre de 400 à 600 tr/mn pour un démarreur automobile à excitation par aimants permanents. Soit le régime du moteur a chuté en dessous d'un certain seuil et on considère qu'il faut l'assister à l'aide du démarreur pour le relancer. La phase d'entraînement doit alors avoir lieu le plus rapidement possible, pour limiter les désagréments de conduite ressentis par le conducteur voire pour éviter des problèmes de sécurité lié à l'absence de couple du moteur thermique afin d'assurer la mobilité du véhicule. Dans ce cas, la difficulté à résoudre réside, comme déjà mentionné ci-dessus, dans le fait que l'engagement du pignon doit être réalisé sans délai sur une couronne en rotation. A l'aide d'une action de pré-engagement anticipé entre le pignon du démarreur 5 et la couronne dentée liée cinématiquement au vilebrequin du moteur en début de la phase d'arrêt du moteur, il est possible de se tenir prêt avec une liaison déjà sécurisée lors d'une demande de redémarrage du moteur.

Afin de réaliser ce pré-engagement en vue d'un reflex-start, le procédé de commande selon la présente invention pour la mise en action d'un dispositif de commande d'un démarreur électrique comprend d'abord une première étape qui

consiste en le fait de commuter le relais auxiliaire 2 situé le long de ladite deuxième voie commutée d'alimentation afin d'accélérer le pignon du démarreur 5, ceci en fournissant un courant moindre que le courant maximal au moteur électrique du démarreur 5 entraînant ledit pignon. En d'autres termes, le pignon du démarreur 5 est mis en rotation « à vide », c'est-à-dire avant son engagement avec la couronne dentée. Du fait que le moteur électrique du démarreur 5 est alimenté à travers une résistance ballast, l'effondrement du réseau de bord est évité voire atténué. Evidemment, le démarreur est alimenté ici plus pour créer une vitesse de rotation du pignon que pour fournir un couple important, contrairement au cas d'un démarrage classique où il faut vaincre le couple de compression du moteur thermique. Le fait d'augmenter l'impédance de la source d'alimentation par l'insertion de la résistance ballast dans le circuit a donc un effet faible sur la mise en rotation du pignon du démarreur, puisque le courant demandé par le démarreur est moindre « à vide ».

Ensuite, lors d'une deuxième étape du procédé, la vitesse de rotation de la couronne dentée liée cinématiquement avec un vilebrequin dudit moteur doit être déterminée. En général, le procédé de commande piloté par l'électronique de pilotage 4 du dispositif utilise des informations extérieures parvenant par les entrées 4.1, 4.2 et 4.3 mentionnées ci-dessus, notamment concernant la position du vilebrequin du moteur. La position du vilebrequin est classiquement une information déjà acquise par le calculateur d'injection par le biais d'un capteur dit PMH (point mort haut) qui lit le passage des dents d'une cible montée sur le volant moteur et délivre typiquement une soixantaine d'impulsions par tour de vilebrequin. De préférence, un capteur PMH fonctionnant aussi à une très basse vitesse de rotation, notamment aussi à un régime bien inférieur au régime de ralenti du moteur, et capable de détecter correctement les inversions de rotation du vilebrequin est utilisé dans le cadre de la présente invention.

En détail, pour déterminer la vitesse de rotation cible à atteindre par le pignon, on se sert du capteur de PMH pour connaître la vitesse de la couronne du

moteur thermique de la manière suivante. A chaque passage d'une nouvelle dent de la cible sous le capteur, on actualise la vitesse de rotation réelle en inversant le temps écoulé depuis la dent précédente. Avec une série de points de vitesse de rotation relevés sur quelques cycles, le calculateur détermine la pente générale de la décroissance de la vitesse de rotation du vilebrequin, qui est d'ailleurs une image des frottements dissipatifs dans le moteur thermique, un exemple pour une telle pente générale étant illustré à la figure 4. Cette droite permet alors d'estimer la valeur de la vitesse de rotation du vilebrequin à un instant futur. Par contre, dans les faibles régimes, sans combustion, la vitesse de rotation du vilebrequin oscille sensiblement à chaque passage de Point Mort Haut, notamment de façon à ce qu'on remarque une chute locale de la vitesse de rotation dans la compression et une hausse locale de la vitesse de rotation dans la détente. De ce fait, afin d'affiner la prédiction de la vitesse de rotation du vilebrequin, il est préférable d'ajouter un terme correctif pour tenir compte des compressions et détentes, ce qui est possible en se servant de l'information de la position du vilebrequin pour déterminer le terme à ajouter sur les phases de détentes et le terme à soustraire sur les phases de compressions. Cette correction est également illustrée, à titre d'exemple, à la figure 4. De préférence, la correction peut être réalisée en utilisant un table de facteurs multiplicatifs indexés en fonction de l'angle du vilebrequin, les facteurs servant à pondérer la période mesurée entre deux dents de la cible du volant moteur. De manière complémentaire, la correction peut également être amplifiée de façon proportionnelle avec la période des oscillations pour tenir compte de l'augmentation des oscillations avec la diminution de la vitesse de rotation. Les organes du moteur thermique tels que le boîtier papillon, l'étouffoir et les auxiliaires comme le compresseur ou l'alternateur sont activés dans un état prédéterminé, de manière à minimiser leur influence sur l'allure de la diminution de la vitesse de rotation.

Une fois la vitesse de rotation cible à atteindre par le pignon étant connue, une troisième étape du procédé sert à déterminer, par l'intermédiaire de

l'électronique de pilotage 4, la durée de la phase d'accélération du pignon qui est nécessaire pour obtenir une vitesse de rotation dudit pignon correspondant à la vitesse de rotation de la couronne dentée, au rapport d'entraînement près. Le calculateur de l'électronique de pilotage 4 détermine la durée de la phase d'alimentation du moteur électrique de manière à avoir une vitesse de rotation du pignon la plus proche possible de celle de la couronne à l'issue de cette phase d'accélération en vue d'un pré-engagement du pignon avec la couronne. De préférence, la vitesse de rotation du pignon peut être légèrement inférieure à celle de la couronne. En effet, d'une part, la vitesse de rotation de la couronne diminue globalement avec le temps, et, d'autre part, la couronne prenant le pignon à une vitesse de rotation légèrement supérieure à celle du rotor du démarreur, au rapport d'entraînement près du réducteur du démarreur si il y en a un, la roue libre du démarreur est susceptible de désaccoupler le pignon du rotor. Une inertie moindre ramenée sur le pignon est alors un facteur facilitant la mise en place du pignon dans la couronne.

Pour fixer la durée de ladite phase d'alimentation initiale du moteur électrique, on utilise de préférence une table de données intégrée dans le calculateur électronique qui comprend une série de temps d'alimentation du moteur électrique, qui sont des instants échantillonnés dont une période typique est de l'ordre de 10 millisecondes, auxquels sont associés les vitesses de rotation correspondantes du pignon du démarreur. Cette table est normalement obtenue à partir de la mesure en laboratoire sur un lot représentatif de la production de démarreurs. Alternativement, il est possible d'utiliser un modèle physique du démarreur que sera exploité dans le calculateur.

Aussi pendant cette étape, l'électronique de pilotage 4 peut utiliser des informations extérieures parvenant par les entrées 4.1, 4.2, 4.3 susmentionnées, comme la tension du réseau de bord et une information sur l'état thermique du démarreur ou du moteur. La tension est aisément mesurable et ainsi disponible dans le calculateur. La température du démarreur est de préférence estimée plutôt

que mesurée avec un capteur qui impliquerait un surcoût. Une telle estimation peut par exemple utiliser la température extérieure et la température du moteur thermique qui sont en général déjà mesurées sur la voiture, la durée écoulée du trajet, la puissance dissipée dans le moteur électrique du démarreur calculée à partir du courant effectif dans les derniers redémarrages réalisés ainsi que la vitesse moyenne du véhicule. Il est ainsi possible de tenir compte des facteurs influents sur le temps de montée en régime du démarreur que sont entre autres la tension d'alimentation, la température du démarreur, l'état de la batterie reflété par exemple par sa résistance interne. Une correction adéquate peut alors être appliquée en utilisant soit plusieurs tables réalisées à différentes tensions et/ou températures soit des fonctions correctrices à appliquer à la table principale, ceci afin d'obtenir la durée de la phase d'accélération du pignon avec une précision élevée.

Après avoir synchronisé les vitesses de rotation du pignon et de la couronne, au rapport d'entraînement près, l'engagement du pignon du démarreur dans la couronne dentée du moteur est réalisé en alimentant le solénoïde 1, lors d'une quatrième étape du procédé. Le noyau mobile du solénoïde emmène alors, comme habituellement dans un démarreur S&S, le pignon dans une position où il engrène avec la couronne dentée, avec la différence notable que les deux éléments sont en rotation du fait du moment anticipé de ce pré-engagement.

Dans une forme d'exécution préférée du procédé de commande, une fois que le calculateur de l'électronique de pilotage a fixé le temps requis de fermeture du relais auxiliaire 2 pour atteindre la synchronisation des vitesses de rotation du pignon et de la couronne, l'alimentation du moteur électrique du démarreur 5 est coupée, après l'écoulement de ce temps, pour réaliser l'engagement du pignon sous un couple nul du démarreur afin de réduire les contraintes sur les dentures au moment de l'engagement. L'alimentation du solénoïde 1 correspondant à l'engagement du pignon ainsi que l'ouverture du relais auxiliaire 2 doivent être anticipées pour tenir compte des temps de réaction de ces acteurs

électromécaniques. L'utilisation d'un hacheur électronique à réaction rapide pour le pilotage des bobines correspondantes permet de rendre plus robuste la commande en réduisant le besoin d'anticipation des ordres.

Une cinquième étape du procédé prévoit ensuite de commuter ladite première voie commutée d'alimentation afin de fournir le courant maximal au moteur électrique du démarreur 5 entraînant ledit pignon pour réaliser le démarrage du moteur. En effet, se retrouvant dans la situation d'un pignon engagé dans la couronne suite à la quatrième étape du procédé, on rétablit ainsi le courant dans le démarreur pour la phase classique d'entraînement du moteur thermique par le démarreur, dès lors que l'on a pratiqué une interruption de l'alimentation du démarreur juste avant l'engagement du pignon tel que suggéré dans la forme d'exécution préférée de la quatrième étape du procédé mentionnée ci-dessus. Dans la situation où le démarreur est couplé au moteur thermique, il est en effet préférable d'utiliser l'alimentation du démarreur sous puissance maximale. Dès lors que la vitesse du démarreur connue à la suite de l'étape de mise en rotation "à vide" et/ou connue par le capteur PMH, puisque maintenant le pignon est engrené dans la couronne, est située au dessus d'un seuil minimal correspondant à un niveau minimal de la tension de la force contre-électromotrice du démarreur, la bobine du relais principal 7 est par conséquent alimentée pour fermer le relais principal 7. Le démarreur 5 entraîne alors par l'intermédiaire du pignon le vilebrequin du moteur thermique en rotation en vue du démarrage du moteur. Le cas échéant, la vitesse minimale du démarreur peut être obtenue par une phase préliminaire de la cinquième étape d'alimentation par la voie auxiliaire d'une durée suffisante pour atteindre ledit seuil minimal.

25 Finalement, une fois que le moteur à combustion est autonome par les combustions, lors d'une sixième étape du procédé, le désengagement du pignon du démarreur 5 de la couronne dentée du moteur est réalisé et toute alimentation au moteur électrique du démarreur 5 est coupée, le moteur thermique ayant redémarré. On peut noter ici que la durée de la phase d'entraînement devrait être

la plus courte possible, ce qui peut être obtenu par des stratégies adaptées appliquées dans le calculateur d'injection du moteur. Typiquement, cette phase d'entraînement est d'environ une fraction de tour du vilebrequin.

La succession des évènements précités dès la coupure du moteur est représenté à la figure 3 à l'aide de la représentation de la vitesse de rotation du vilebrequin du moteur et du pignon du démarreur en fonction du temps lors d'un reflex-start réalisé avec un démarreur selon la présente invention. Ainsi, on voit que pendant que la vitesse de rotation du vilebrequin diminue suite à la coupure de l'injection du moteur thermique, à un moment donné le moteur électrique du démarreur est alimenté par un courant spécifique produisant alors la rotation de plus en plus rapide de son pignon lors de sa mise en rotation à vide. Les vitesses de rotation du pignon et du vilebrequin s'approchent pour être enfin synchronisées. A ce moment là, le courant – normalement plus faible que le courant maximal, mais pas nécessairement – est, de préférence, coupé afin de réaliser l'engagement du pignon du démarreur avec la couronne dentée liée cinématiquement avec le vilebrequin du moteur thermique, ceci à l'aide du solénoïde lanceur à un étage. Les vitesses de rotation du pignon et du vilebrequin diminuent alors légèrement, puis le moteur électrique du démarreur est de nouveau alimenté, normalement avec le courant maximal, afin d'entraîner le vilebrequin par le démarreur. Finalement, la combustion de moteur thermique démarre et le courant du démarreur peut être coupé et le pignon peut être séparé de la couronne dentée, la rotation du pignon cessant alors pour être prêt pour un nouveau cycle de démarrage.

Comme le montre la description détaillée du dispositif de commande électromécanique voire de son électronique de pilotage 4 des bobines ainsi que du procédé selon la présente invention pour sa mise en action, le dispositif et le procédé mettent en œuvre des moyens simples et peu coûteux pour réaliser la fonction "reflex-start" sur un démarreur de type S&S. Le procédé selon la présente invention assure notamment des performances équivalentes par rapport à un

alternatif, en particulier au niveau de la possibilité de faire un "reflex-start" et de la rapidité des redémarrages, ceci en minimisant les effets perturbants sur le réseau électrique de bord lors des redémarrages du moteur thermique, en réduisant simultanément la complexité du dispositif utilisé et en minimisant par conséquent le coût correspondant d'un tel démarreur.

Il est évident que le dispositif respectivement le procédé de commande selon la présente invention ainsi qu'un démarreur correspondant peuvent être utilisés sur tout véhicule à moteur à combustion interne. De préférence, son utilisation est prévue dans des automobiles, des camions ou des moyens de transport public tel qu'un bus étant équipé d'un moteur thermique.

Revendications

1. Procédé de commande pour la mise en action d'un dispositif de commande
5 destiné à être intégré dans un démarreur (5) pour un moteur à combustion,
le dispositif comprenant un solénoïde (1) contrôlant la position d'un pignon
du démarreur (5) adapté à s'engager dans une couronne dentée liée
cinématiquement avec un vilebrequin dudit moteur, ledit pignon pouvant
être entraîné par un moteur électrique du démarreur (5) en fermant une
10 première voie commutée d'alimentation entre une batterie (6) et le
démarreur (5), le dispositif comprenant encore un relais auxiliaire (2) et au
moins une résistance de puissance (3) mis en série réalisant une deuxième
voie commutée d'alimentation en parallèle avec ladite première voie
commutée et permettant d'alimenter par un courant d'alimentation moindre
15 que le courant maximal le moteur électrique du démarreur (5) entraînant
ledit pignon , caractérisé par le fait que le procédé comprend les étapes de
- commuter ledit relais auxiliaire (2) situé le long de ladite deuxième voie
commutée d'alimentation afin d'accélérer le pignon du démarreur (5) en
fournissant un courant moindre que le courant maximal au moteur
20 électrique du démarreur (5) entraînant ledit pignon,
 - déterminer de manière prédictive la vitesse de rotation de la couronne
dentée liée cinématiquement avec le vilebrequin dudit moteur,
 - déterminer de manière prédictive la durée de la phase d'accélération du
pignon afin d'obtenir une vitesse de rotation dudit pignon correspondant à
25 la vitesse de rotation de ladite couronne,
 - une fois les vitesses de rotation dudit pignon et de ladite couronne étant
synchronisées, réaliser l'engagement dudit pignon du démarreur (5) dans
ladite couronne du moteur en alimentant le solénoïde (1),

- commuter ladite première voie commutée d'alimentation afin de fournir le courant maximal au moteur électrique du démarreur (5) entraînant ledit pignon pour réaliser le démarrage du moteur,
 - une fois le moteur à combustion étant autonome par les combustions, réaliser le désengagement dudit pignon du démarreur (5) avec ladite couronne du moteur et couper toute alimentation au moteur électrique du démarreur (5).
2. Procédé selon la revendication précédente, caractérisé par le fait que la vitesse de rotation de ladite couronne dentée est déterminée de manière prédictive en tenant compte des oscillations de la vitesse de rotation du vilebrequin du moteur dues aux cycles de compression et de détente par une correction correspondante, cette correction pouvant être proportionnelle avec la période desdites oscillations.
3. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que la durée de la phase d'accélération du pignon est déterminée en utilisant soit un tableau comportant des temps d'accélération associés à la vitesse de rotation correspondante du pignon du démarreur (5) soit un modèle physique du démarreur.
4. Procédé selon la revendication précédente, caractérisé par le fait que la durée de la phase d'accélération du pignon est déterminée en tenant compte des facteurs influents sur le temps de montée en régime du démarreur (5), notamment la tension d'alimentation, la température du démarreur (5), l'état de la batterie (6).
5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait qu'avant de réaliser l'engagement dudit pignon du démarreur (5) dans

ladite couronne du moteur en alimentant le solénoïde (1), le relais auxiliaire (2) situé le long de ladite deuxième voie commutée d'alimentation est ouvert afin de réaliser cet engagement sous couple nul.

- 5 6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que les étapes de réaliser l'engagement dudit pignon du démarreur dans ladite couronne du moteur respectivement de commuter ladite première voie commutée d'alimentation sont réalisées par l'intermédiaire dudit solénoïde (1) à un étage respectivement d'un deuxième solénoïde adapté à
- 10 ouvrir et à fermer un relais principal (7) situé le long de la première voie commutée d'alimentation.
7. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que l'étape de commuter le relais auxiliaire (2) situé le long de ladite
- 15 deuxième voie commutée d'alimentation afin d'accélérer le pignon du démarreur (5) en fournissant un courant moindre que le courant maximal au moteur électrique du démarreur (5) entraînant ledit pignon est remplacée par l'étape de commuter un relais principal (7) situé le long de la première voie commutée d'alimentation.
- 20
8. Application du procédé selon l'une des revendications précédentes dans un démarreur (5) pour un moteur à combustion, le procédé permettant de relancer le moteur avant que le vilebrequin du moteur ne soit au repos.
- 25 9. Application du procédé selon l'une des revendications précédentes 1 à 7 dans un véhicule à moteur à combustion.

Fig.1

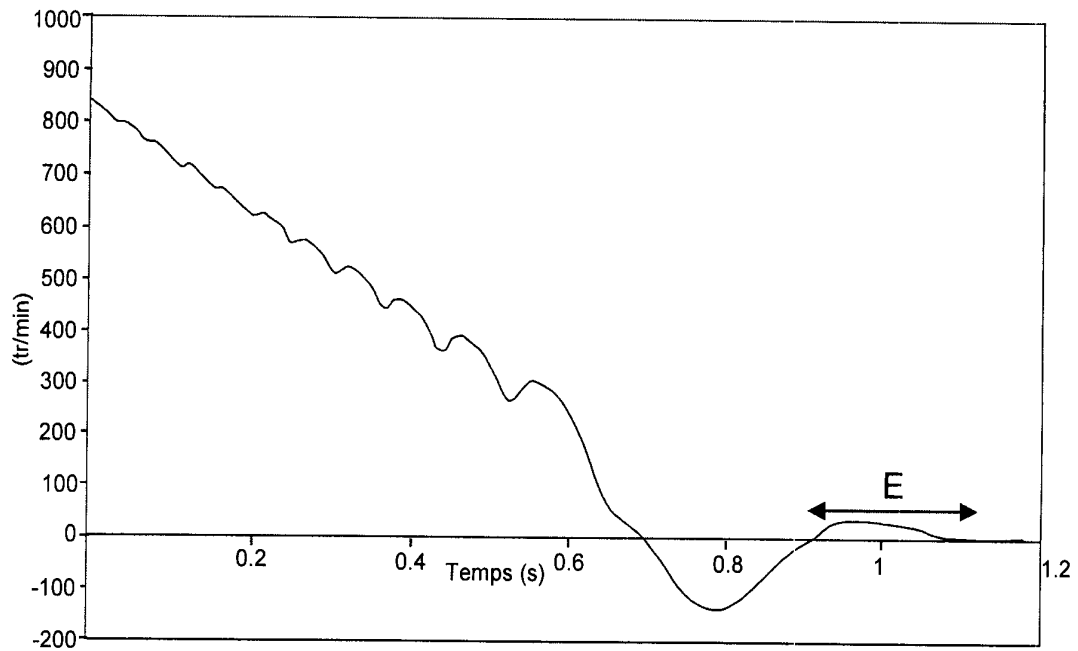


Fig.2

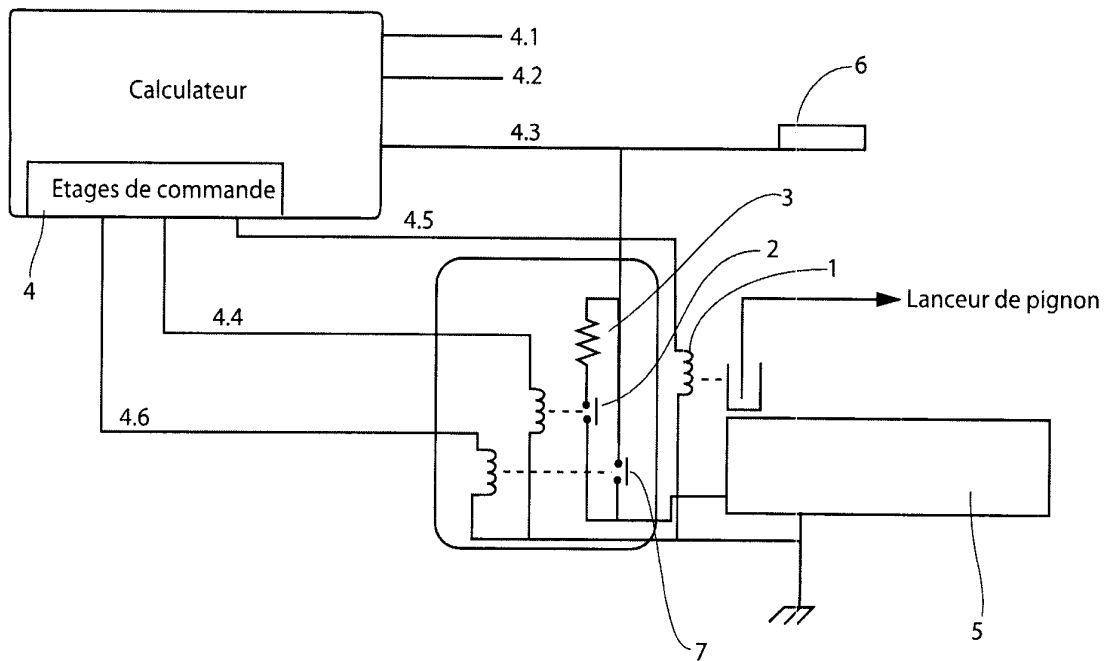


Fig.3

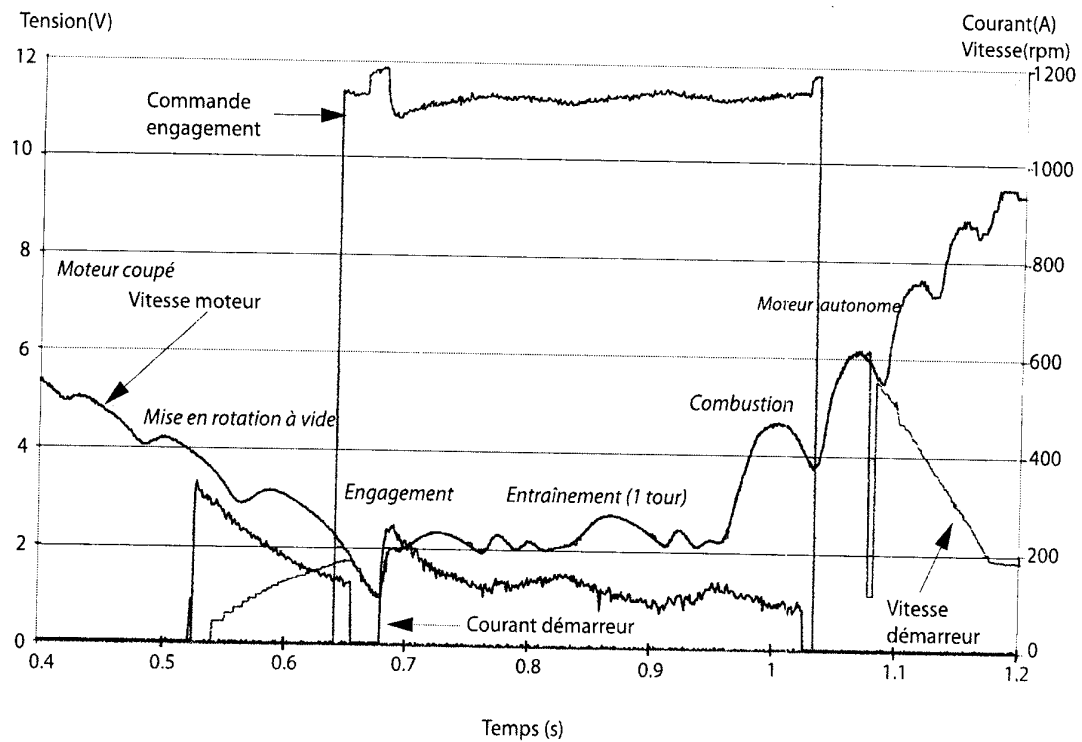
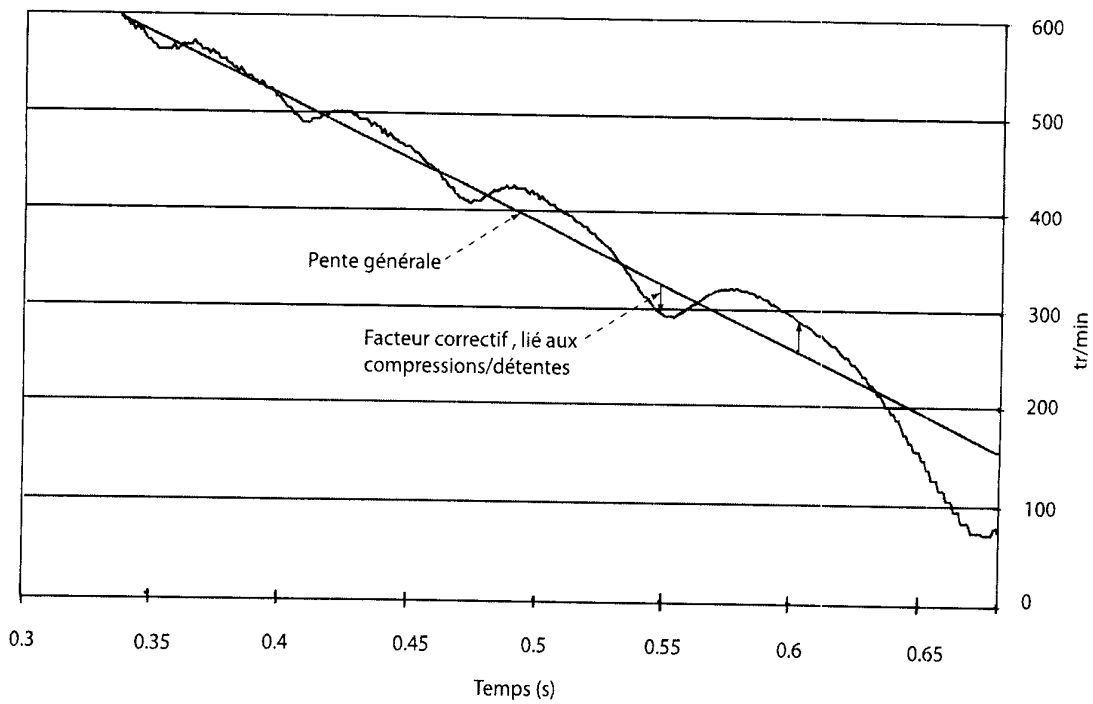


Fig.4





**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FR 701967
FR 0708951

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, des parties pertinentes		
Y	WO 2007/101770 A (BOSCH GMBH ROBERT [DE]; HEYERS KLAUS [DE]; GE JIE [DE]; TSAKIRIS APOST) 13 septembre 2007 (2007-09-13) * page 2, ligne 9 - page 3, ligne 25 * * page 6, ligne 1 - page 8, ligne 8 * * page 8, ligne 32-34 * * page 10, ligne 5-26 * * page 11, ligne 15 - page 12, ligne 5 * * page 12, ligne 13-24; figures 2-4 * -----	1-9	F02N11/08 DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) F02N
Y	DE 100 05 005 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 12 octobre 2000 (2000-10-12) * colonne 1, ligne 54 - colonne 2, ligne 32 * * figures * -----	1-9	
A	US 2007/084429 A1 (TAKI NOBUYUKI [JP] ET AL) 19 avril 2007 (2007-04-19) * le document en entier * -----	1-9	
A	EP 1 041 277 A (VALEO EQUIP ELECTR MOTEUR [FR]) 4 octobre 2000 (2000-10-04) * le document en entier * -----	1-9	
A	US 2004/017086 A1 (SHIGA TSUTOMU [JP] ET AL) 29 janvier 2004 (2004-01-29) * le document en entier * -----	1-9	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
5 septembre 2008		Libeaut, Laurent	
<p>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</p> <p>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</p> <p>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</p> <p>..... & : membre de la même famille, document correspondant</p>			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0708951 FA 701967**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 05-09-2008

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2007101770 A	13-09-2007	DE 102006011644 A1	13-09-2007
DE 10005005 A1	12-10-2000	AUCUN	
US 2007084429 A1	19-04-2007	CN 1878950 A	13-12-2006
		EP 1690002 A1	16-08-2006
		JP 2005146875 A	09-06-2005
		WO 2005045239 A1	19-05-2005
EP 1041277 A	04-10-2000	DE 60008612 D1	08-04-2004
		DE 60008612 T2	27-01-2005
		FR 2791829 A1	06-10-2000
US 2004017086 A1	29-01-2004	DE 10330273 A1	05-02-2004
		JP 2004060458 A	26-02-2004