

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication : **2 922 965**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : **07 07579**

⑤1 Int Cl⁸ : **F 02 P 5/00 (2006.01)**

⑫

DEMANDE DE CERTIFICAT D'UTILITE

A3

②2 Date de dépôt : 29.10.07.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 01.05.09 Bulletin 09/18.

⑤6 Les certificats d'utilité ne sont pas soumis à la
procédure de rapport de recherche.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés : Certificat d'utilité résultant de la trans-
formation volontaire de la demande de brevet dépo-
sée le 29/10/07.

⑦1 Demandeur(s) : *RENAULT SAS Société par actions
simplifiée* — FR.

⑦2 Inventeur(s) : BRIAND JEAN CLAUDE.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : AIVAZIAN MOREAU-NOVAIMO.

⑤4 **PROCEDE DE COMMANDE DE L'ALLUMAGE D'UN MOTEUR A COMBUSTION INTERNE ALIMENTE PAR UN
CARBURANT CONTENANT UN ALCOOL.**

⑤7 Procédé de commande de l'allumage d'un moteur à
combustion interne alimenté par un carburant contenant un
alcool, caractérisé en ce qu'il comprend, au moins dans cer-
taines conditions de fonctionnement, un premier mode de
fonctionnement dans lequel l'instant d'une étape d'allumage
est déterminé, en phase de compression, par une première
valeur d'avance (Avr) par rapport au point mort haut supé-
rieure à une deuxième valeur d'avance correspondant à
l'avance minimale (Avmin), cette deuxième valeur d'avance
permettant, toutes conditions égales par ailleurs, de produi-
re le couple moteur maximal.

FR 2 922 965 - A3



La présente invention concerne un procédé de commande de l'allumage d'un moteur à combustion interne alimenté par un carburant contenant un alcool. Elle concerne également un système d'allumage pour mettre en œuvre ce procédé. Elle s'applique particulièrement à un moteur à injection indirecte.

Les alcools présentent une chaleur latente de vaporisation élevée et se vaporisent à température élevée à la pression atmosphérique. Par exemple, l'éthanol présente une chaleur latente quatre fois supérieure à celle de l'essence et se vaporise à 80°C à pression atmosphérique. La préparation d'un mélange air-carburant est donc d'autant plus difficile, notamment dans les cas de démarrage à froid du moteur, que la teneur en éthanol dans le carburant est importante. Le mélange air-carburant étant de mauvaise qualité, c'est-à-dire très hétérogène, il en résulte des caractéristiques de combustion dégradée ayant diverses conséquences.

Des documents de l'art antérieur permettent de résoudre partiellement certains de ces problèmes.

Ainsi, on connaît du document JP 63159666 un procédé de démarrage à froid d'un moteur alimenté par un carburant à forte teneur en alcool, dans lequel on modifie très fortement, séquentiellement, cylindre après cylindre, la valeur définissant l'instant d'allumage d'un cylindre puisqu'on le déclenche environ 360° (angle de vilebrequin) avant son déclenchement habituel, alors que les soupapes d'admission et d'échappement sont ouvertes.

On connaît aussi du brevet US 7,178,503 des procédés pour éviter l'auto-allumage d'un moteur à injection directe alimenté par un carburant à forte teneur en éthanol. Un premier procédé consiste à injecter le carburant alors que le piston se trouve à proximité du point mort bas et

un deuxième procédé consiste à injecter le carburant de manière à ce qu'il impacte la face supérieure du piston.

D'autres documents prévoient encore des systèmes de réchauffage de carburant ou des systèmes de stockage de vapeur de carburant dans le but de favoriser les démarrages à froid de moteurs alimentés à l'éthanol.

Cependant, un problème demeure. Le mélange hétérogène évoqué plus haut peut conduire à des explosions dans les conduits d'admission en amont des soupapes. Ce phénomène, schématisé à la figure 1, est provoqué par l'existence d'une combustion anormalement lente à l'intérieur des cylindres du moteur (représentée par un rectangle quadrillé) de sorte qu'une flamme du cycle de combustion (n) perdure jusqu'à la phase d'admission du cycle suivant (n+1). Cette combustion est beaucoup plus lente que celle qui serait observée avec un carburant classique, représentée par un rectangle hachuré. Lors de l'ouverture de la soupape d'admission, on a donc parfois une mise en contact des gaz de prémélange à l'intérieur des conduits d'admission avec une flamme encore présente à l'intérieur du cylindre. Il s'ensuit une inflammation et une combustion détonante des gaz de prémélange dans les conduits d'admission. Les résultats de cette combustion anormale, appelés «backfire», sont audibles et peuvent provoquer une détérioration du répartiteur d'admission et du système de filtrage d'air, des risques d'incendie et un fonctionnement moteur détérioré (instabilités). Le phénomène se produit en forte charge (pression du collecteur élevée préférentiellement entre 800 et 900 mbar) parce que, outre la température, le niveau de pression est un facteur aggravant pour la vaporisation du carburant injecté. Le problème est nettement réduit aux charges supérieures (pressions du collecteur supérieures à environ 900 mbar) parce que selon l'état de l'art des réglages des moteurs, le

mélange air-carburant est alors enrichi en carburant pour maximiser le couple délivré par le moteur.

5 On limite actuellement l'occurrence du phénomène en enrichissant fortement le mélange, de sorte que, malgré des hétérogénéités, il existe le moins possible de zones très pauvres qui vont brûler lentement et se traduire par une flamme encore présente dans la phase d'admission du cycle suivant.

10 Cependant, cette solution n'est pas satisfaisante. En effet, un fort enrichissement accroît les émissions de polluants. Or, la réglementation en matière de pollution, autrefois limitée aux conditions climatiques de 20°C, s'étend désormais aux conditions ambiantes froides avec des normes à respecter notamment à -7°C, conditions impactant les
15 problèmes de préparation du mélange et de «backfire». Le respect des limites de pollution s'appuie selon l'état de l'art largement sur le fait d'opérer une combustion en conditions stœchiométriques (richesse proche de 1). Par ailleurs, l'enrichissement au-delà d'une richesse de 1 induit une surconsommation du moteur puisque le carburant
20 excédentaire n'est pas brûlé.

Le but de l'invention est de fournir un procédé d'allumage obviant aux inconvénients identifiés précédemment et permettant d'améliorer les
25 procédés d'allumage connus de l'art antérieur. En particulier, l'invention propose un procédé d'allumage simple permettant de remédier au problème de «backfire» sans accroître la consommation ni les émissions polluantes du moteur.

Le procédé selon l'invention permet de commander l'allumage d'un
30 moteur à combustion interne alimenté par un carburant contenant un alcool. Il est caractérisé en ce qu'il comprend, au moins dans certaines

conditions de fonctionnement, un premier mode de fonctionnement dans lequel l'instant d'une étape d'allumage est déterminé, en phase de compression, par une première valeur d'avance par rapport au point mort haut supérieure à une deuxième valeur d'avance correspondant à l'avance minimale, cette deuxième valeur d'avance permettant, toutes conditions égales par ailleurs, de produire le couple moteur maximal.

La première valeur d'avance peut être supérieure de 1° à 20° de vilebrequin à la deuxième valeur d'avance.

La première valeur d'avance peut être inférieure à une troisième valeur d'avance supérieure à la deuxième valeur d'avance, cette troisième valeur d'avance permettant, toutes conditions égales par ailleurs, de produire un couple moteur dont la valeur est égale à 50% de la valeur du couple moteur maximal.

Le premier mode de fonctionnement peut être appliqué tant que la température du moteur est inférieure à une première température seuil.

Un deuxième mode de fonctionnement peut être appliqué si la température du moteur est supérieure à une deuxième température seuil, le deuxième mode de fonctionnement étant caractérisé par une étape d'allumage dont l'instant est déterminé par une troisième valeur d'avance inférieure ou égale à la deuxième valeur d'avance.

Selon l'invention, le système d'allumage d'un moteur à combustion interne alimenté par un carburant contenant un alcool est caractérisé en ce qu'il comprend des moyens matériels et logiciels de mise en œuvre du procédé défini précédemment.

Selon l'invention, le moteur thermique à combustion interne alimenté par un carburant contenant un alcool est caractérisé en ce qu'il comprend un système d'allumage défini précédemment.

Selon l'invention, le véhicule automobile comprend un système d'allumage défini précédemment ou un moteur thermique défini précédemment.

5

Les dessins annexés représentent, à titre d'exemple, un mode d'exécution d'un procédé d'allumage selon l'invention et un mode de réalisation d'un système d'allumage mettant en œuvre un tel procédé.

10 La figure 1 est un graphique représentant les levées de soupapes d'admission et d'échappement et les phases de combustion en fonction de la position du vilebrequin de manière connue de l'art antérieur.

La figure 2 est un graphique représentant les levées de soupapes
15 d'admission et d'échappement et les phases de combustion en fonction de la position du vilebrequin lorsqu'un mode d'exécution du procédé de commande d'allumage selon l'invention est mis en œuvre.

La figure 3 est un graphique représentant le couple moteur fourni par un
20 moteur en fonction de l'avance à l'allumage.

La figure 4 est un schéma d'un système d'allumage selon l'invention ; il met en œuvre un mode d'exécution du procédé de commande d'allumage selon l'invention.

25

Le système d'allumage 1, représenté à la figure 4, est destiné à équiper un moteur thermique à combustion interne alimenté par un carburant contenant un alcool comme l'éthanol. Il est en particulier prévu pour un moteur à injection indirecte. Ce système permet de mettre en œuvre le
30 procédé de commande d'allumage selon l'invention.

Le système d'allumage 1 comprend un dispositif 2 de commande d'allumage relié à un capteur de position des pistons dans les cylindres du moteur obtenu par exemple via la position du vilebrequin et relié à des bougies d'allumage 6 (une seule représentée) entre les électrodes desquelles sont produites des arcs électriques initiant les combustions du carburant dans les cylindres.

Le dispositif d'allumage 2 comprend un calculateur 3 muni de moyens logiciels 4 comme des programmes informatiques pour régir un fonctionnement du système d'allumage conforme au procédé de commande d'allumage qui est décrit par la suite. Ce dispositif d'allumage permet de commander la production d'étincelles dans les cylindres aux instants opportuns vis-à-vis de la position des pistons. Il permet notamment de faire varier le calage de l'avance à l'allumage en fonction de paramètres de fonctionnement du moteur.

Le principe du procédé de commande d'allumage selon l'invention est décrit ci-après en référence aux figures 2 et 3.

Pour réduire le risque d'occurrence d'une combustion très tardive, perdurant au-delà de l'ouverture des soupapes d'admission, il faut initier la combustion plus tôt dans la phase de compression.

Pour une charge donnée en mélange combustible dans le chambre de combustion, le couple moteur fourni dépend, toutes choses égales par ailleurs, de l'angle d'avance à l'allumage selon une loi en cloche qu'on peut approximer par une parabole plus ou moins aplatie à son sommet et représentée à la figure 3. L'angle d'avance à l'allumage est mesuré en degré de rotation du vilebrequin permettant de rejoindre la position de point mort haut du piston considéré. Dans l'état de l'art actuel, la valeur d'avance à l'allumage utilisée est au plus égale à la valeur minimale

d'avance permettant d'obtenir le couple maximal. Pour la grande majorité des points de fonctionnement du moteur, on règle d'ailleurs l'avance à l'allumage à cette valeur minimale d'avance permettant d'obtenir le couple maximal et dite « avance minimale de meilleur couple » (MBT pour Minimum Best Torque). Pour un carburant donné, cette valeur d'avance minimale de meilleur couple dépend d'un grand nombre de paramètres de fonctionnement et de réglage du moteur: régime, charge, température du liquide de refroidissement, température d'air, loi de distribution (liste non limitative) etc. Toujours selon l'état de l'art, certains points de fonctionnement du moteur sont réglés en sous-avance, c'est-à-dire avec une valeur d'avance inférieure à la valeur d'avance minimale de meilleur couple (étant aussi une valeur de moindre consommation). C'est le cas en phase de mise en action du système de post-traitement si l'on veut à la fois réduire les émissions polluantes moteur, notamment en hydrocarbures imbrûlés, et accélérer le réchauffement du catalyseur par augmentation de la température des gaz d'échappement liée à une combustion décalée dans la phase de détente. La sous-avance, qui entraîne une combustion tardive dans le cycle, est fortement déconseillée dans le cas d'un fonctionnement du moteur avec un carburant contenant de l'éthanol car elle augmente considérablement l'occurrence du phénomène de «backfire». C'est aussi le cas en pleine charge moteur chaud, s'il survient un mode de combustion anormale appelé cliquetis.

Le principe de l'invention consiste précisément à appliquer, dans les conditions de fonctionnement moteur réputées exposées au risque de «backfire», une sur-avance, c'est-à-dire une valeur d'avance supérieure à la valeur d'avance minimale de meilleur couple, pour initier la combustion plus tôt, dans la phase de compression.

Lorsque la caractéristique couple-avance à l'allumage présente un sommet plat, l'application d'une sur-avance ne dégrade pas le couple et

donc ne dégrade pas la consommation. Si la caractéristique présente un sommet plus pointu, la sur-avance pénalise théoriquement le rendement, car on obtient alors pour une même quantité de carburant consommé un couple plus faible. Cependant, en contrepartie, on peut supprimer l'enrichissement du carburant utilisé actuellement pour se prémunir du phénomène de «backfire». Le bilan reste donc favorable en termes de consommation de carburant.

Sur la figure 3 représentant une caractéristique couple-avance à l'allumage, on a représenté C_{max} , la valeur du couple maximal que l'on peut obtenir en modifiant uniquement la valeur du paramètre d'avance à l'allumage, A_{min} , la valeur minimale d'avance permettant d'obtenir le couple maximal, C_a , une valeur de couple moteur égale à une fraction de la valeur du couple maximal que l'on peut obtenir et A_{va} , la valeur d'avance supérieure à A_{min} et permettant d'obtenir cette valeur de couple C_a .

Selon un mode d'exécution du procédé selon l'invention, dans un premier mode de fonctionnement, on fixe dans au moins certaines conditions de fonctionnement du moteur, le paramètre d'avance à l'allumage à une valeur A_{vr} supérieure à la valeur A_{min} , voire une valeur sensiblement supérieure à la valeur A_{min} . En outre, la valeur A_{vr} est comprise entre les valeurs A_{min} et A_{va} , A_{va} étant définie de manière à ce que C_a vaille 50% de C_{max} . Autrement dit, en modifiant la valeur d'avance A_{vr} entre les valeurs minimale A_{min} et maximale A_{va} , le couple moteur pourra prendre des valeurs comprises entre 50% et 100% du couple maximal. Ainsi, l'allumage a lieu en fin de phase de compression mais plus tôt que si la valeur d'avance à l'allumage valait A_{min} .

De préférence, la valeur A_{vr} est déduite de la valeur A_{min} en ajoutant un décalage angulaire ΔA_v , par exemple de 1° à 20° vilebrequin.

Ce premier mode de fonctionnement est de référence maintenu tant que le moteur est froid, par exemple tant que la température du liquide de refroidissement est inférieure à 60°C.

5

Dès que le moteur est chaud, par exemple dès que la température du liquide de refroidissement est supérieure à 60°C, un deuxième mode de fonctionnement est appliqué. Ce deuxième mode de fonctionnement est tel que la valeur d'avance à l'allumage est inférieure ou égale à la valeur
10 Avmin.

Bien entendu, toutes ces valeurs Cmax, Ca, Avmin, Avr, Ava sont dépendantes de nombreux paramètres de fonctionnement parmi lesquels on trouve notamment le régime moteur et la charge. Ces valeurs peuvent
15 ainsi être tabulées dans des mémoires du calculateur 3 évoqué précédemment.

Le problème de « backfire » à traiter ne se manifestant que lors du fonctionnement à froid du moteur, l'application d'une sur-avance ne
20 provoque pas de phénomène de cliquetis, d'autant que les carburants à forte teneur en éthanol ont un indice d'octane beaucoup plus élevé que celui de l'essence, ce qui permet encore d'éviter le phénomène de cliquetis.

25 Le déclenchement de la combustion plus tôt dans le cycle a pour effet d'accroître significativement les pressions dans les cylindres: il faut donc s'assurer que celles-ci restent dans les limites acceptables en termes de tenue mécanique.

30 Le procédé de commande d'allumage selon l'invention présente de nombreux avantages :

- comparé à un procédé dans lequel on enrichit fortement le mélange combustible pour éviter le phénomène de « backfire », le bilan en termes d'émissions en monoxyde de carbone est forcément positif, le bilan en termes d'hydrocarbures imbrûlés pourra être nul,
5
- comparé à un procédé dans lequel on enrichit fortement le mélange combustible pour éviter le phénomène de « backfire », il évite des défauts spécifiques de combustion pouvant survenir du fait de l'excès de richesse notamment en phase transitoire d'accélération,
10
- il est simple à mettre en œuvre, car il suffit de programmer un système de commande d'allumage existant pour le faire fonctionner selon le principe de commande d'allumage de l'invention,
- 15 - il permet d'éviter le recours à des solutions coûteuses, intrusives et difficiles à industrialiser, comme des moyens de chauffage du carburant injecté.

Revendications :

1. Procédé de commande de l'allumage d'un moteur à combustion interne alimenté par un carburant contenant un alcool, caractérisé en ce qu'il comprend, au moins dans certaines conditions de fonctionnement, un premier mode de fonctionnement dans lequel l'instant d'une étape d'allumage est déterminé, en phase de compression, par une première valeur d'avance (Avr) par rapport au point mort haut supérieure à une deuxième valeur d'avance correspondant à l'avance minimale (Avmin), cette deuxième valeur d'avance permettant, toutes conditions égales par ailleurs, de produire le couple moteur maximal.
2. Procédé de commande selon la revendication 1, caractérisé en ce que la première valeur d'avance (Avr) est supérieure de 1° à 20° de vilebrequin à la deuxième valeur d'avance.
3. Procédé de commande selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que la première valeur d'avance (Avr) est inférieure à une troisième valeur d'avance (Ava) supérieure à la deuxième valeur d'avance (Avmin), cette troisième valeur d'avance (Ava) permettant, toutes conditions égales par ailleurs, de produire un couple moteur dont la valeur est égale à 50% de la valeur du couple moteur maximal.
4. Procédé de commande selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le premier mode de fonctionnement est appliqué tant que la température du moteur est inférieure à une première température seuil.
5. Procédé de commande selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'un deuxième mode de fonctionnement est

appliqué si la température du moteur est supérieure à une deuxième température seuil, le deuxième mode de fonctionnement étant caractérisé par une étape d'allumage dont l'instant est déterminé par une troisième valeur d'avance inférieure ou égale à la

5 deuxième valeur d'avance.

6. Système (1) d'allumage d'un moteur à combustion interne alimenté par un carburant contenant un alcool, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens matériels (2, 3, 5, 6) et logiciels (4) de mise

10 en œuvre du procédé selon l'une des revendications précédentes.

7. Moteur thermique à combustion interne alimenté par un carburant contenant un alcool, caractérisé en ce qu'il comprend un système d'allumage selon la revendication 6.

15 8. Véhicule automobile comprenant un système d'allumage selon la revendication 6 ou un moteur thermique selon la revendication 7.

1/2

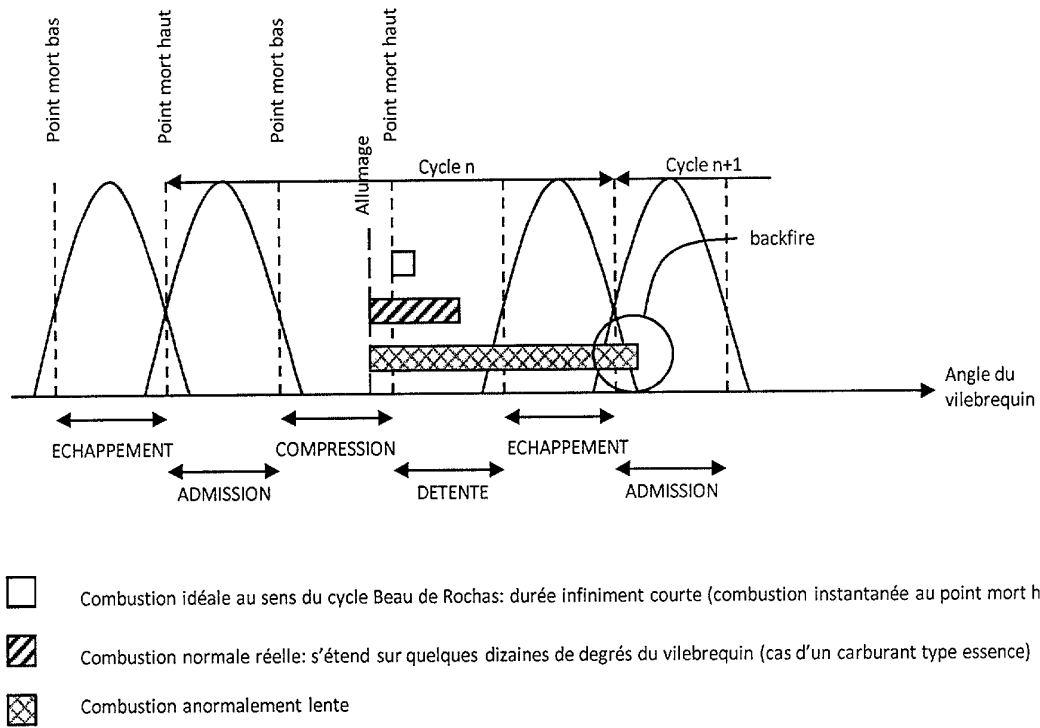


Fig.1

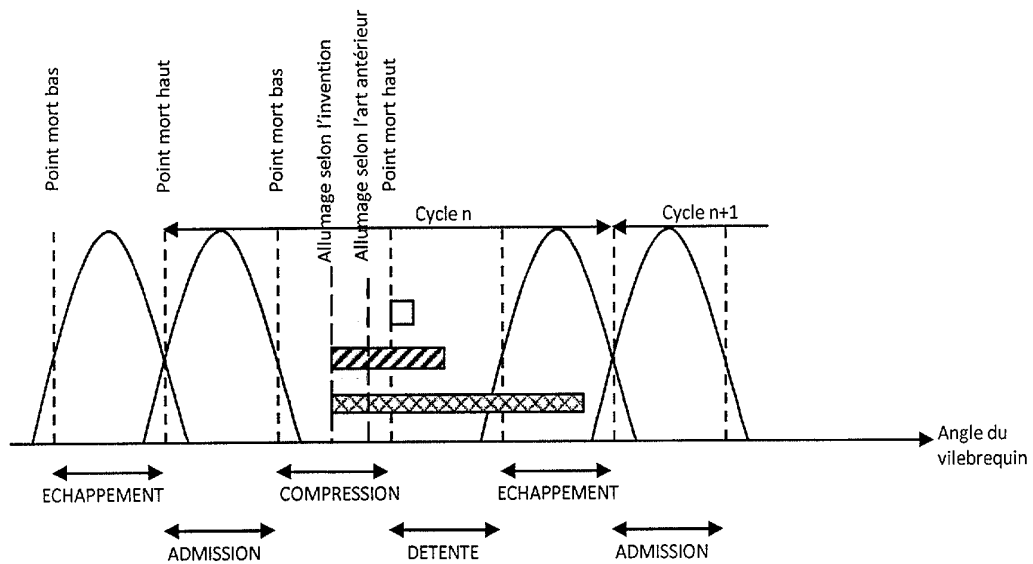


Fig.2

2/2

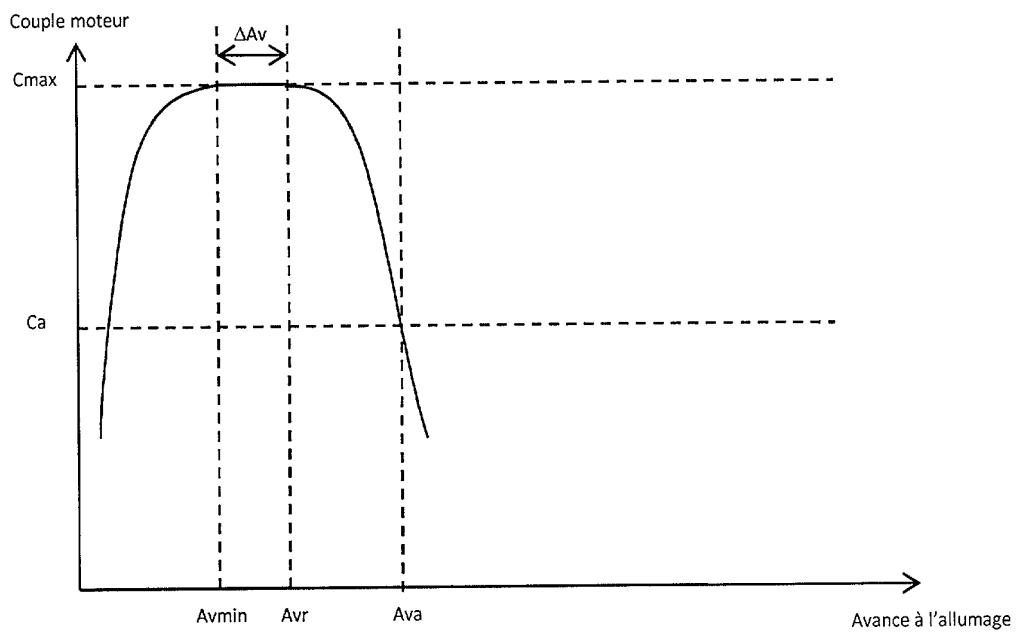


Fig.3

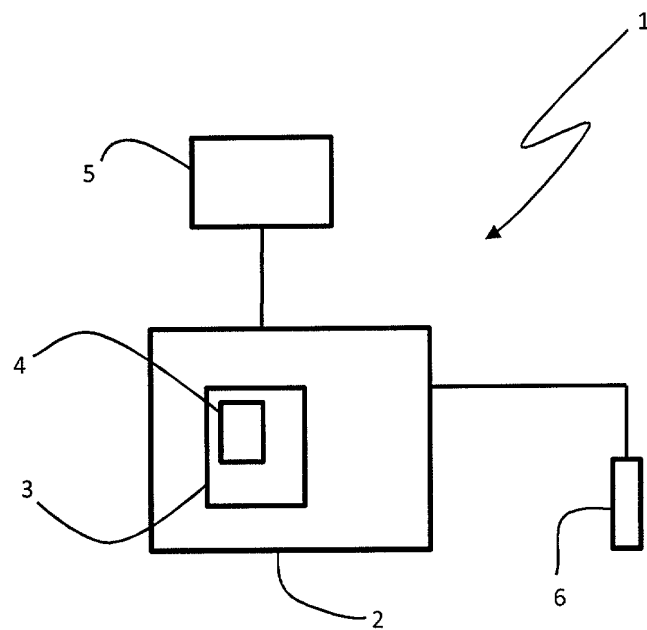


Fig.4