

②② Date de dépôt : 22.09.06.

③⑦ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la
demande : 28.03.08 Bulletin 08/13.

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

⑥⑦ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦① Demandeur(s) : DALKIA FRANCE Société en com-
mandite par actions — FR.

⑦② Inventeur(s) : LE CORRE OLIVIER, TRUFFET LAU-
RENT et RAHMOUNI CAMAL.

⑦③ Titulaire(s) :

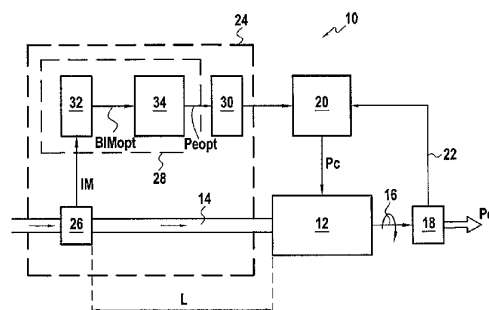
⑦④ Mandataire(s) : CABINET BEAU DE LOMENIE.

⑤④ DISPOSITIF DE PROTECTION POUR UN MOTEUR A GAZ.

⑤⑦ L'invention concerne un dispositif de protection (24)
pour un moteur (12) à gaz stationnaire, le moteur étant apte
à délivrer une puissance électrique (P_e) en réponse à une
consigne de puissance (P_c) appliquée au moteur (12).

L'invention se caractérise par le fait que le dispositif
comporte :

- des moyens de mesure (26) pour mesurer une gran-
deur (IM) représentative du comportement à la combustion
du gaz fourni au moteur;
- des moyens (28) pour déterminer une valeur de puis-
sance électrique optimale à atteindre compte tenu de la
grandeur représentative du comportement à la combustion
du gaz mesurée;
- des moyens (30) pour changer la consigne de puis-
sance de sorte que la puissance électrique délivrée (P_e) soit
sensiblement égale à la valeur de puissance électrique op-
timale (P_{eopt}) déterminée.



La présente invention concerne le domaine des moteurs à gaz, notamment les moteurs à gaz destinés à fonctionner à un régime stationnaire.

La présente invention concerne plus particulièrement un dispositif
5 de protection pour un moteur à gaz, notamment stationnaire, le moteur étant apte à délivrer une puissance électrique en réponse à une consigne de puissance appliquée au moteur.

Un tel moteur, bien connu par ailleurs, est généralement alimenté
10 par un combustible gazeux, tel du gaz naturel ou du bio-combustible gazeux.

Le dispositif selon la présente invention vise à protéger le moteur de combustions anormales, qui sont essentiellement dues à la variation de la composition chimique du combustible, cette variation pouvant résulter du changement de source d'approvisionnement en combustible (dans le
15 cas du gaz naturel), ou bien de fluctuations dans le processus de dégradation des déchets (dans le cas du bio-combustible).

Il est connu que les combustions anormales d'un moteur, qui se manifestent généralement par un phénomène de cliquetis, peuvent gravement endommager le moteur, et à tout le moins, entraînent une
20 baisse de puissance.

Le phénomène de cliquetis, bien connu par ailleurs, se traduit généralement par une auto inflammation du combustible dans un cylindre du moteur, laquelle génère une ou plusieurs micro-explosions sonores pouvant conduire à la destruction du piston ou du cylindre du moteur.

25 Comme l'apparition du phénomène de cliquetis est généralement accompagnée d'une baisse anormale de la puissance de sortie du moteur et d'un bruit spécifique plus ou moins audible, il était possible pour un opérateur de se rendre compte d'une combustion anormale en conséquence de quoi il pouvait baisser manuellement la puissance de
30 consigne pour faire revenir le moteur dans une zone de fonctionnement exempté de cliquetis.

Il est aussi connu de disposer des capteurs mécaniques de cliquetis à l'intérieur du moteur afin de détecter une combustion anormale, la puissance de consigne étant ensuite baissée.

L'inconvénient des deux situations décrites ci-dessus est que l'action prise est curative, c'est-à-dire que l'on n'empêche pas l'apparition du phénomène de cliquetis, lequel endommage le moteur.

Un but de la présente invention est de fournir un dispositif de protection préventive pour un moteur à gaz, notamment stationnaire.

L'invention atteint son but par le fait que le dispositif comporte :

- des moyens de mesure pour mesurer une grandeur représentative du comportement à la combustion du gaz fourni au moteur ;
- des moyens pour déterminer une valeur de puissance électrique optimale à atteindre compte tenu de la grandeur représentative du comportement à la combustion du gaz mesurée ;
- des moyens pour changer la consigne de puissance de sorte que la puissance électrique délivrée soit sensiblement égale à la valeur de puissance électrique optimale déterminée.

Au sens de la présente invention, la valeur de puissance électrique optimale est, pour un gaz donné, une valeur avantageuse de puissance électrique pour laquelle la combustion du gaz à l'intérieur du moteur est normale, c'est-à-dire exempte de cliquetis.

La consigne de puissance est avantageusement changée avant que le gaz, dont la grandeur représentative de son comportement à la combustion est mesurée, n'entre dans le moteur, en conséquence de quoi on évite l'apparition de cliquetis dans le cas où la grandeur mesurée révèle que ce gaz conduira à une combustion anormale.

La consigne de puissance est donc avantageusement changée de manière préventive afin d'éviter l'endommagement du moteur dû aux combustions anormales.

Un autre avantage de la présente invention est d'optimiser la puissance de sortie du moteur en fonction de la « qualité de combustion » du gaz alimentant le moteur, cette puissance de sortie n'étant pas abaissée empiriquement comme dans les techniques antérieures.

De manière préférentielle, mais non nécessairement, les moyens de mesure comprennent aussi des moyens de calcul, c'est-à-dire qu'au sens de l'invention, la grandeur représentative du comportement à la combustion peut être directement ou indirectement mesurée.

De manière préférentielle, mais non nécessairement, la grandeur représentative du comportement à la combustion du gaz fourni au moteur est l'indice de méthane dudit gaz.

5 De manière connue, l'indice de méthane d'un gaz est le pourcentage de méthane dans un mélange gazeux constitué par du méthane et de l'hydrogène, ce mélange gazeux et ce gaz ayant le même comportement vis-à-vis des combustions anormales, étant entendu que ce comportement est considéré dans un moteur de référence.

10 Sans sortir du cadre de la présente invention, on pourrait choisir d'autres grandeurs représentatives du comportement à la combustion du gaz, par exemple des indices basés sur des pseudo-gaz tels que ceux décrits dans le brevet EP 1 412 742 de la demanderesse.

15 Avantageusement, les moyens pour déterminer une valeur de puissance électrique optimale à atteindre comportent en outre des moyens pour déterminer une valeur du besoin en indice de méthane optimal du moteur à partir de l'indice de méthane du gaz mesuré, et des moyens pour déterminer la valeur de puissance électrique optimale à partir de la valeur du besoin en indice de méthane optimal.

20 Le besoin en indice de méthane du moteur à gaz est, pour une puissance électrique donnée, la valeur minimale de l'indice de méthane du gaz pour laquelle la combustion de ce gaz dans ledit moteur est normale, étant entendu que le besoin en indice de méthane dépend aussi des réglages dudit moteur.

25 Il en résulte que l'on obtient une combustion normale dès lors que l'indice de méthane du gaz fourni au moteur est au moins égal au besoin en indice de méthane dudit moteur.

30 Autrement dit, lorsqu'on alimente un moteur avec un gaz ayant un indice de méthane donné, il est nécessaire que la valeur du besoin en indice de méthane du moteur soit inférieure ou égale à l'indice de méthane de ce gaz.

Conformément à l'invention, la valeur du besoin en indice de méthane optimal, est une valeur avantageuse pour laquelle la combustion est normale.

35 De manière préférentielle, le besoin en indice de méthane optimal déterminé est sensiblement égal ou légèrement inférieur à l'indice de méthane du gaz mesuré, la différence éventuelle entre l'indice de méthane

du gaz mesuré et le besoin en indice de méthane optimal correspondant à une marge de sécurité que l'on se fixe.

Par ailleurs, le besoin en indice de méthane du moteur est fonction de la puissance électrique délivrée et des réglages du moteur, tels que
5 notamment l'avance à l'allumage et l'excès d'air.

Ainsi, pour des réglages du moteur donnés, il existe une relation entre la puissance électrique délivrée et le besoin en indice du moteur, en conséquence de quoi la puissance électrique optimale est fonction du besoin en indice de méthane optimal.

10 Autrement dit, l'idée sous jacente de l'invention est d'adapter, de manière avantageuse, le besoin en indice méthane du moteur en fonction de l'indice de méthane du gaz qui l'alimente, de telle sorte que la combustion soit exempte de cliquetis.

Pour réaliser cette adaptation, on modifie la puissance électrique
15 optimale à atteindre.

Avantageusement, l'indice de méthane du gaz fourni est mesuré à l'aide d'un capteur.

De manière préférentielle, mais non nécessairement, on utilise le capteur décrit dans le brevet EP 1 412 742 de la demanderesse.

20 Avantageusement, le capteur est positionné dans une conduite d'amenée du gaz au moteur, à une distance du moteur qui est fonction du temps de réponse du moteur au changement de consigne de puissance.

Le temps de réponse du moteur correspond au temps dont a besoin le moteur pour passer d'un premier régime stationnaire à un second régime stationnaire lors d'un changement de consigne de puissance
25 correspondant.

Conformément à l'invention, le capteur est avantageusement disposé à une distance suffisante du cylindre du moteur pour que le moteur ait le temps pour changer de régime stationnaire lorsqu'une
30 variation de la grandeur représentative du comportement à la combustion du gaz fourni au moteur est détectée.

Cette distance suffisante est au moins égale à la distance parcourue par le gaz pendant une durée égale au temps de réponse du moteur.

La présente invention concerne également un procédé de
35 protection d'un moteur à gaz, notamment stationnaire, apte à délivrer une

puissance électrique en réponse à une consigne de puissance appliquée audit moteur.

Comme on l'a déjà mentionné, les procédés existants constituent des moyens de protection curatifs n'empêchant pas l'endommagement du
5 moteur à gaz.

Le procédé selon l'invention se propose de remédier à cet inconvénient.

Le but est atteint par le fait que l'on mesure une grandeur représentative du comportement à la combustion du gaz fourni au moteur,
10 on détermine une valeur de puissance électrique optimale à atteindre compte tenu de la grandeur représentative du comportement à la combustion du gaz mesurée, et on change la consigne de puissance de sorte que la puissance électrique délivrée par le moteur soit sensiblement égale à la valeur de puissance électrique optimale déterminée.

15 De manière préférentielle, la grandeur représentative du comportement à la combustion du gaz fourni au moteur est l'indice de méthane du gaz.

Avantageusement, on détermine une valeur du besoin en indice de méthane optimal du moteur en fonction de l'indice de méthane du gaz
20 mesuré, et on détermine la valeur de puissance électrique optimale à partir de la valeur du besoin en indice de méthane optimal.

Avantageusement, le besoin en indice de méthane optimal déterminé est sensiblement égal ou légèrement inférieur à l'indice de méthane du gaz mesuré.

25 Avantageusement, la valeur de puissance électrique optimale est déterminée à partir d'une cartographie générée en mesurant, pour une pluralité de valeurs de consigne de puissance, la valeur minimale de l'indice de méthane du gaz que l'on peut fournir au moteur tout en ayant une combustion substantiellement exempte de cliquetis, ainsi que la
30 puissance électrique délivrée.

Autrement dit, la cartographie est une base de données numérique contenant les valeurs de puissances électriques optimales délivrées par le moteur en fonction des valeurs du besoin en indice méthane dudit moteur.

Evidemment, cette cartographie dépend du moteur et de ses
35 réglages.

La présente invention concerne enfin un procédé de génération d'une cartographie numérique de tendance au cliquetis d'un moteur à gaz stationnaire.

Selon l'invention, on fournit un moteur à gaz stationnaire apte à
5 délivrer une puissance électrique en réponse à une consigne de puissance appliquée audit moteur, on choisit une valeur de consigne de puissance, on alimente le moteur avec un gaz ayant un indice de méthane prédéterminé, on calcule la valeur d'un coefficient représentatif du comportement de combustion dudit gaz, on décrémente l'indice de
10 méthane du gaz jusqu'à ce que la valeur du coefficient représentatif du comportement à la combustion du gaz soit égale à une valeur limite prédéterminée, on mémorise la valeur de l'indice de méthane dudit gaz ainsi que la puissance électrique délivrée par le moteur.

Avantageusement, ladite valeur limite est dépendante de
15 paramètres de fonctionnement du moteur à gaz.

Préférentiellement, ces paramètres sont notamment l'avance à l'allumage, l'excès d'air, la vitesse de rotation du moteur et la puissance électrique délivrée.

De manière préférentielle, le coefficient représentatif du
20 comportement à la combustion du gaz est un estimateur de cliquetis.

L'invention sera mieux comprise et ses avantages apparaîtront mieux à la lecture de la description qui suit, de modes de réalisation indiqués à titre d'exemples non limitatifs. La description se réfère aux dessins annexés sur lesquels :

- 25 - la figure **1** montre le diagramme synoptique d'une installation comprenant un moteur à gaz stationnaire muni du dispositif de protection selon la présente invention ;
- la figure **2** est une courbe représentant la variation du besoin en indice méthane en fonction de la variation de la
30 puissance électrique délivrée par le moteur à gaz ;
- la figure **3** est la courbe réciproque de la courbe de la figure **2**, représentant la variation de la puissance électrique délivrée par le moteur à gaz en fonction de la variation du besoin en indice méthane ;
- 35 - la figure **4** montre un exemple d'utilisation du procédé de protection de l'invention à partir de la courbe de la figure 3;

- la figure **5** représente le diagramme d'un procédé de génération d'une cartographie numérique permettant d'obtenir la courbe de la figure **2**.

A l'aide de la figure **1**, on va tout d'abord décrire une installation
5 **10**, telle une installation énergétique stationnaire, comprenant un moteur
à gaz **12**, de préférence mais pas exclusivement du type stationnaire,
lequel est alimenté par un combustible gazeux acheminé jusqu'à une
entrée du moteur **12** par l'intermédiaire d'une conduite **14**.

Dans le cadre de la présente invention, le combustible gazeux peut
10 être du gaz naturel, du biogaz ou tout autre type de gaz convenant à cet
usage.

De manière connue, le moteur à gaz comprend au moins un
cylindre dans lequel a lieu la combustion du combustible gazeux, cette
combustion entraînant la rotation d'un arbre **16** du moteur à gaz **12**, de
15 telle sorte que ledit moteur est apte à délivrer une puissance électrique **Pe**
par l'intermédiaire d'un alternateur **18** relié à l'arbre dudit moteur **12**.

L'installation comporte en outre des moyens de commande **20** pour
fournir une consigne de puissance **Pc** au moteur à gaz **12**, cette consigne
variant généralement entre 0 et 100%.

20 On comprend que la puissance électrique **Pe** du moteur **12** est
délivrée en réponse à la consigne de puissance **Pc** fournie par les moyens
de commande **20**.

Pour ce faire, l'installation **10** comporte en outre un asservissement
en puissance électrique, schématisé ici par la flèche **22**.

25 De manière particulièrement avantageuse, l'installation **10**
comporte en outre un dispositif de protection **24** pour le moteur à gaz
stationnaire.

Conformément à la présente invention, le dispositif de protection
24 permet avantageusement de prévenir les combustions anormales du
30 combustible gazeux dans le moteur à gaz **12**, lesquelles se traduisent
généralement par le phénomène connu de cliquetis pouvant endommager
sévèrement les éléments constitutifs du moteur à gaz **12**.

Le principe, qui sera davantage détaillé dans la suite, est de
modifier préventivement la puissance de consigne **Pc** si une variation de la
35 « qualité » du gaz est détectée en amont du moteur **12**.

Au sens de l'invention, par « qualité » du gaz, il faut entendre le comportement à la combustion du gaz fourni au moteur du gaz **12**.

Ainsi, pour une consigne de puissance **Pc** donnée, la combustion d'un gaz de mauvaise qualité aura tendance à présenter des anormalités se traduisant par du cliquetis, contrairement à la combustion d'un gaz de bonne qualité.

Pour ce faire, le dispositif selon l'invention comporte tout d'abord des moyens de mesure **26** pour mesurer une grandeur représentative du comportement à la combustion du gaz fourni au moteur **12**.

De manière préférentielle, cette grandeur représentative du comportement à la combustion du gaz est l'indice de méthane **IM** du gaz.

Autrement dit, la « qualité » du gaz entrant dans le moteur **12** est caractérisée ici par son indice de méthane. Il est toutefois possible de choisir d'autres types d'indice.

Pour mesurer l'indice de méthane du gaz, les moyens de mesure **26** comprennent avantageusement un capteur **26** monté sur la conduite **14** en amont de l'entrée du moteur à gaz **12**, lequel mesure en continu l'indice de méthane **IM** du gaz.

Un tel capteur, déjà connu par ailleurs, peut être élaboré en se basant notamment sur l'enseignement technique contenu dans le brevet EP 1 412 742 de la demanderesse.

Comme on le voit sur la figure **1**, le dispositif de protection **24** selon l'invention comporte en outre des moyens **28** pour déterminer une valeur de puissance électrique optimale **Peopt** à atteindre compte tenu de la grandeur représentative du comportement à la combustion du gaz mesurée, c'est-à-dire compte tenu de l'indice de méthane du gaz **IM** mesuré.

Cette valeur de puissance électrique optimale **Peopt** est ensuite transmise à des moyens **30** pour changer la consigne de puissance **Pc** de sorte que la puissance électrique délivrée **Pe** soit sensiblement égale à la valeur de puissance électrique optimale **Peopt** déterminée, lesdits moyens **30** pilotant les moyens de commande **20**.

En outre, les moyens **28** pour déterminer la valeur de puissance électrique optimale **Peopt** à atteindre comportent avantageusement des moyens **32** pour déterminer une valeur du besoin en indice de méthane optimal **BIMopt** à partir de l'indice de méthane **IM** du gaz mesuré.

Cette valeur du besoin en indice de méthane optimal **BIMopt** est ensuite transmise à des moyens **34** pour déterminer la valeur de puissance électrique optimale **Peopt** à atteindre à partir de la valeur du besoin en indice de méthane optimal **BIMopt**.

- 5 De manière préférentielle, le besoin en indice méthane optimal **BIMopt** déterminé est sensiblement égal ou légèrement inférieur à l'indice de méthane du gaz mesuré.

La différence possible entre l'indice de méthane mesuré et le besoin en indice méthane optimal déterminé correspond à une marge de sécurité
10 que l'on peut ou non fixer.

Autrement dit, l'idée sous jacente est d'adapter le besoin en indice méthane du moteur en fonction de l'indice de méthane du gaz qui l'alimente, de telle sorte que la combustion soit exempte de cliquetis.

- Comme on le verra plus en détail par la suite, on peut modifier le
15 besoin en indice méthane du moteur **12** en modifiant les réglages dudit moteur, notamment la consigne de puissance **Pc**.

- En résumé, la consigne de puissance **Pc** peut être modifiée dès lors qu'une variation de la qualité du gaz est détectée par les moyens de mesure **26**, afin que le moteur délivre une puissance électrique
20 sensiblement égale à la puissance électrique optimale **Peopt** pour laquelle la combustion n'est jamais anormale.

On va maintenant expliquer plus en détail comment on détermine la valeur de puissance électrique optimale **Peopt**.

- Comme on l'a déjà mentionné ci-dessus, le besoin en indice de méthane du moteur **12** est, pour une puissance électrique délivrée
25 donnée, la valeur minimale de l'indice de méthane du gaz pour laquelle la combustion est normale.

- Conformément à la présente invention, la valeur de puissance électrique optimale est déterminée à partir d'une cartographie générée en mesurant, pour une pluralité de valeurs de consigne de puissance, la
30 valeur minimale de l'indice de méthane du gaz que l'on peut fournir au moteur (pour un réglage donné du moteur) tout en ayant une combustion substantiellement exempte de cliquetis, ainsi que la puissance électrique délivrée.

- 35 Autrement dit, on génère une cartographie pour une première relation :

$$BIM = f(Pe)$$

Où BIM est le besoin en indice de méthane du moteur et **Pe** la puissance électrique délivrée par ledit moteur.

5 Une représentation graphique de cette fonction **f** est montrée sur la figure **2**.

Cette courbe délimite une première zone **36** où $BIM > f(Pe)$ pour laquelle la combustion du gaz dans le moteur est normale, d'une seconde zone **38** où $BIM < f(Pe)$ pour laquelle la combustion du gaz dans le moteur est cliquetante.

Dans un second temps, on inverse la fonction **f** de manière à obtenir une seconde relation :

$$Pe = f^{-1}(BIM)$$

15 Une représentation graphique de cette fonction **f** est montrée sur la figure **3**.

Cette courbe délimite une zone **40** où $Pe < f^{-1}(BIM)$ pour laquelle la combustion du gaz dans le moteur est normale, d'une autre zone **42** où $Pe > f^{-1}(BIM)$ pour laquelle la combustion du gaz dans le moteur est cliquetante.

Le principe de fonctionnement de l'invention se comprend à l'aide de la figure **4**.

Partant d'un premier régime stationnaire sûr (combustion normale) représenté par le point **A** pour lequel le besoin en indice de méthane du moteur optimal est **BIMopt1** tandis que la puissance électrique optimale délivrée est **Peopt1**, la dégradation de la qualité du gaz détectée par le capteur **26** entraîne la diminution de la valeur de l'indice de méthane mesurée en conséquence de quoi on détermine une nouvelle valeur de besoin en indice de méthane optimal **BIMopt2**, évidemment inférieure à **BIMopt1**, avant de déterminer une nouvelle valeur de puissance électrique optimale **Peopt2** à atteindre, inférieure à **Peopt1**, à l'aide de la cartographie numérique de la seconde relation mentionnée ci-dessus.

Le moteur atteint donc avantageusement un second régime stationnaire sûr représenté par le point **B** sur la courbe de la figure **4**.

On comprend à l'aide de la figure **4**, que grâce à la présente invention, la puissance électrique est diminuée de façon optimale et non pas empiriquement.

5 Inversement, dans le cas d'une détection d'une amélioration de la qualité du gaz, le dispositif selon l'invention permet avantageusement d'augmenter la puissance électrique optimale délivrée par le moteur.

On va maintenant décrire un autre aspect de la présente invention.

Le moteur à gaz **12** présente un temps de réponse **T**, qui est lié à l'asservissement en puissance électrique.

10 Ce temps de réponse **T** correspond à la durée nécessaire pour modifier la puissance électrique en réponse à un changement de consigne de puissance.

Par ailleurs, le gaz présente une vitesse **V**, fonction du débit volumique et de la section de la conduite **14**.

15 Il en résulte que pendant la durée **T**, une particule de gaz parcourt la distance $D=V*T$.

Dès lors qu'une variation de la qualité de gaz est détectée par le capteur **26**, il est nécessaire que le moteur **12** ait eu le temps de changer de régime stationnaire lorsque le gaz arrive dans le cylindre du moteur **12**.

Avantageusement, le capteur est situé à une distance suffisante du moteur pour permettre au moteur de changer de régime avant l'entrée dans le moteur du gaz dont la qualité a varié.

25 Préférentiellement, le capteur **26** est placé à une distance **L** qui est fonction de la valeur $V*T$, par exemple $L=V*T$.

La présente invention concerne également un procédé de génération d'une cartographie numérique de tendance au cliquetis du moteur à gaz stationnaire **12**, c'est-à-dire notamment une cartographie de la première relation mentionnée ci-dessus.

30 Ce procédé est schématisé par le diagramme **100** de la figure **5**.

Dans une première étape **102** on choisit tout d'abord une valeur de consigne de puissance entre 0 et 100%.

Dans une seconde étape **104**, on alimente le moteur **12** par un gaz dont on peut faire varier l'indice de méthane entre 100 et 0.

Pour une valeur prédéterminée de l'indice de méthane du gaz, on calcule, dans une troisième étape **106**, la valeur d'un coefficient représentatif du comportement de combustion dudit gaz.

5 Ce coefficient représentatif du comportement à la combustion du gaz est avantageusement un estimateur de cliquetis.

De manière préférentielle, on utilise l'estimateur de cliquetis K_p , connu par ailleurs :

$$10 \quad K_p = \frac{E_{gf}(t)/V(t)}{E_T(t_0)/V(t_0)}$$

Où $E_{gf}(t)$ correspond à l'énergie disponible dans les gaz frais à l'instant courant, $V(t)$ est le volume courant dans le cylindre du moteur, $E_T(t_0)$ est l'énergie totale dans le cylindre à l'instant d'allumage t_0 et $V(t_0)$ le volume à l'instant d'allumage dans le cylindre.

15 Dans une quatrième étape **108**, on compare la valeur du coefficient représentatif du comportement de combustion du gaz à une valeur limite prédéterminée, cette valeur limite étant telle que la combustion est normale pour une valeur du coefficient représentatif du comportement de combustion du gaz inférieure à ladite valeur limite.

En l'espèce, on compare la valeur de l'estimateur de cliquetis K_p à la valeur limite $K_p(L)$ de l'estimateur, cette valeur étant comprise entre 0,5 et 2,5, de préférence entre 0,8 et 2.

25 Si la valeur du coefficient, en l'espèce de l'estimateur K_p , est inférieure à la valeur limite $K_p(L)$, alors on retourne à la deuxième étape **104** où l'on décrémente l'indice de méthane du gaz.

La séquence des deuxième, troisième et quatrième étapes **104**, **106** et **108** est à nouveau réalisée tant que la valeur du coefficient K_p est inférieure à la valeur limite $K_p(L)$.

30 Si la valeur du coefficient, en l'espèce l'estimateur K_p , est égale à la valeur limite $K_p(L)$, alors on sait que le besoin en indice de méthane du moteur est égal à la valeur de l'indice c de méthane courant du gaz et l'on mémorise, au cours d'une cinquième étape **110**, la valeur de l'indice du méthane du gaz ainsi que la valeur de la puissance électrique délivrée.

35 On retourne ensuite à la première étape **102** où l'on choisit une autre valeur de la puissance de consigne et l'on répète la séquence des

étapes suivantes jusqu'à balayer toute la plage de valeurs de consigne de puissance.

On obtient ainsi une pluralité de couples de valeurs (BIM, P_e) permettant de générer la cartographie de la fonction f telle que $BIM = f(P_e)$.

De manière préférentielle, les moyens **28** pour déterminer la valeur de puissance électrique optimale **Peopt** à atteindre comprennent des moyens logiciels qui utilisent la cartographie générée par le procédé décrit ci-dessus.

Le dispositif de protection selon l'invention peut aussi être utilisé pour protéger un moteur à gaz non stationnaire, tels que ceux embarqués à bord de véhicules.

Dans ce cas, la puissance électrique délivrée (P_e) au sens de l'invention correspond à une image de la puissance mécanique délivrée par le moteur, cette image pouvant être fournie, de préférence mais pas exclusivement, par un alternateur similaire à l'alternateur 18 représenté sur la figure 1.

REVENDICATIONS

1. Dispositif de protection (24) pour un moteur à gaz, notamment stationnaire (12), le moteur étant apte à délivrer une puissance électrique (P_e) en réponse à une consigne de puissance (P_c) appliquée au moteur (12), le dispositif étant caractérisé en ce qu'il comporte :
 - des moyens de mesure (26) pour mesurer une grandeur représentative (IM) du comportement à la combustion du gaz fourni au moteur ;
 - des moyens (28) pour déterminer une valeur de puissance électrique optimale (P_{eopt}) à atteindre compte tenu de la grandeur (IM) représentative du comportement à la combustion du gaz mesurée ;
 - des moyens (30) pour changer la consigne de puissance (P_c) de sorte que la puissance électrique délivrée (P_e) soit sensiblement égale à la valeur de puissance électrique optimale (P_{eopt}) déterminée.
2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la grandeur (IM) représentative du comportement à la combustion du gaz fourni au moteur est l'indice de méthane dudit gaz.
3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que les moyens (28) pour déterminer une valeur de puissance électrique optimale à atteindre comportent en outre des moyens (32) pour déterminer une valeur du besoin en indice de méthane optimal (BIMopt) du moteur (12) à partir de l'indice de méthane (IM) du gaz mesuré, et des moyens pour déterminer la valeur de puissance électrique optimale (P_{eopt}) à partir de la valeur du besoin en indice de méthane optimal (BIMopt).
4. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que le besoin en indice de méthane optimal (BIMopt) déterminé est sensiblement égal ou légèrement inférieur à l'indice de méthane (IM) du gaz mesuré.

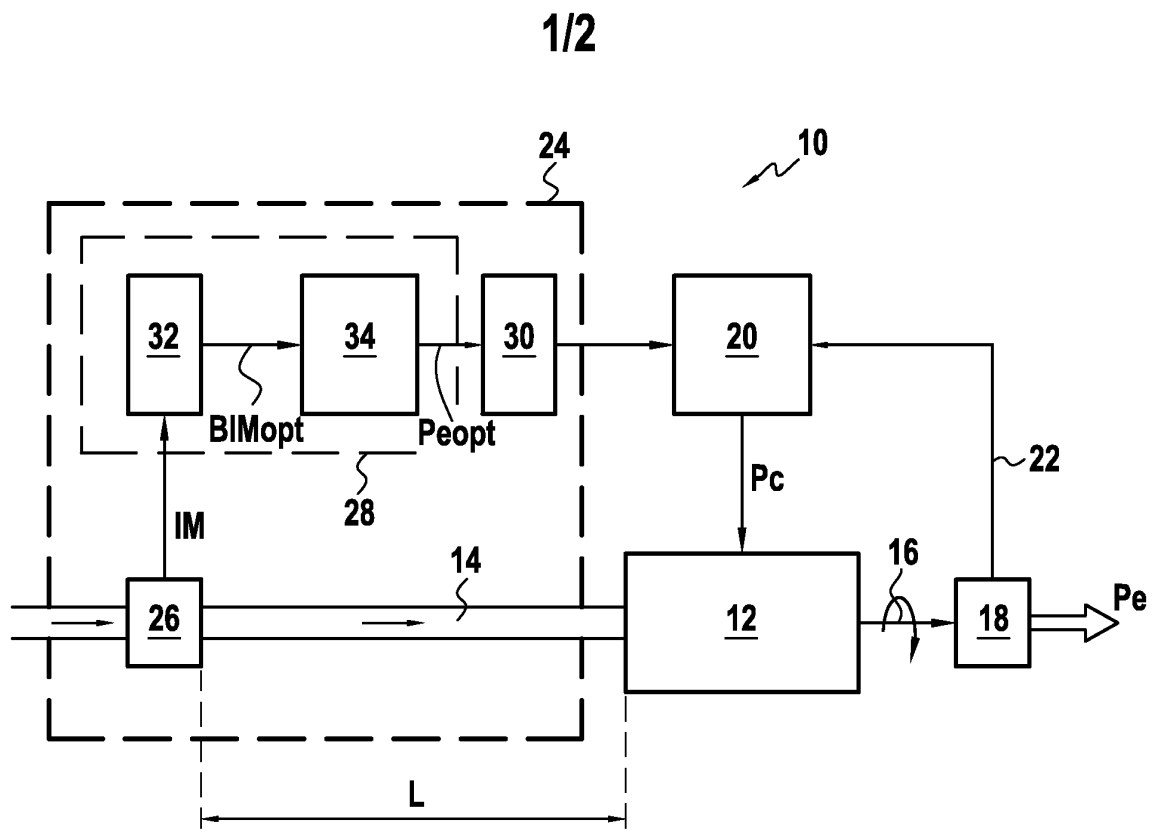
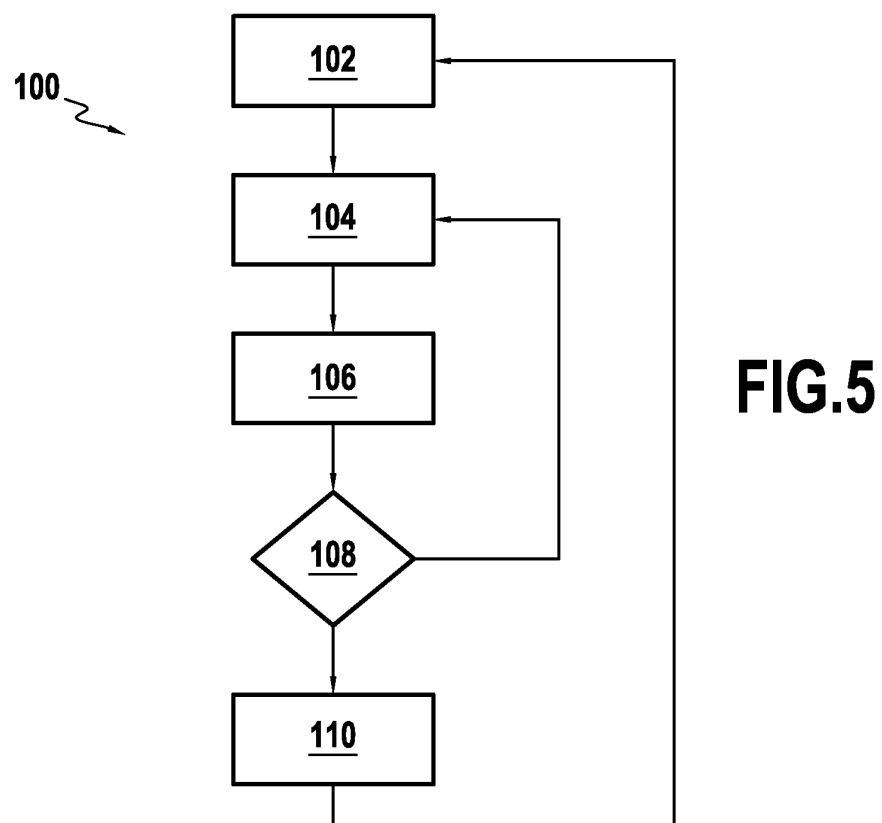
5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que l'indice de méthane (IM) du gaz fourni au moteur (12) est mesuré à l'aide d'un capteur (26).
- 5 6. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que le capteur (26) est positionné dans une conduite (14) d'amenée du gaz au moteur, à une distance (L) du moteur qui est fonction du temps de réponse du moteur au changement de consigne de puissance (Pc).
- 10 7. Procédé de protection d'un moteur à gaz, notamment stationnaire, apte à délivrer une puissance électrique (Pe) en réponse à une consigne de puissance (Pc) appliquée audit moteur, le procédé étant caractérisé en ce que l'on mesure une grandeur (IM) représentative du comportement à la combustion du gaz fourni au moteur, on détermine une valeur de
- 15 puissance électrique optimale (Peopt) à atteindre compte tenu de la grandeur représentative du comportement à la combustion du gaz mesurée, et on change la consigne de puissance (Pc) de sorte que la puissance électrique délivrée par le moteur soit sensiblement égale à la valeur de puissance électrique optimale (Peopt) déterminée.
- 20 8. Procédé de protection selon la revendication 7, dans lequel la grandeur représentative du comportement à la combustion du gaz fourni au moteur (12) est l'indice de méthane du gaz.
- 25 9. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que l'on détermine une valeur du besoin en indice de méthane optimal (BIMopt) du moteur en fonction de l'indice de méthane du gaz mesuré, et en ce que l'on détermine la valeur de puissance électrique optimale (Peopt) à partir de la valeur du besoin en indice de méthane optimal.
- 30 10. Procédé selon la revendication 9, dans lequel le besoin en indice de méthane optimal (BIMopt) déterminé est sensiblement égal ou légèrement inférieur à l'indice de méthane du gaz mesuré.
- 35 11. Procédé selon la revendication 9 ou 10, dans lequel la valeur de puissance électrique optimale (Peopt) est déterminée à partir d'une

cartographie générée en mesurant, pour une pluralité de valeurs de consigne de puissance (P_c), la valeur minimale de l'indice de méthane du gaz que l'on peut fournir au moteur tout en ayant une combustion substantiellement exempte de cliquetis, ainsi que la puissance électrique
5 délivrée.

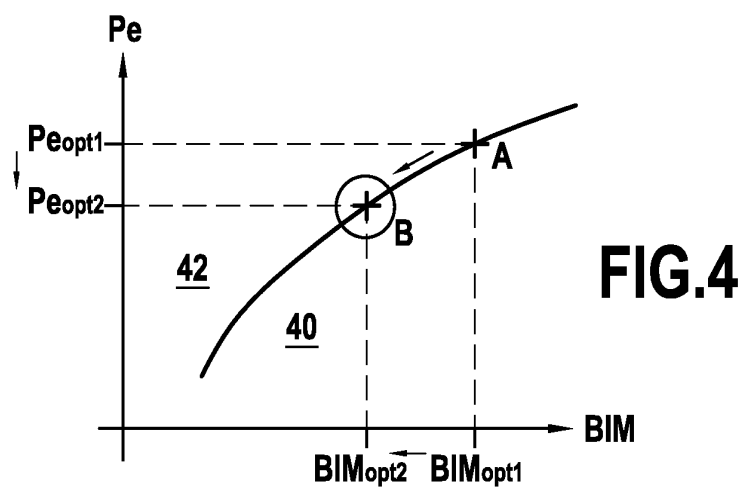
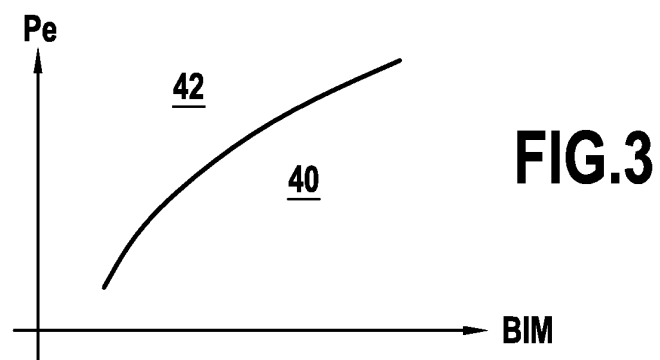
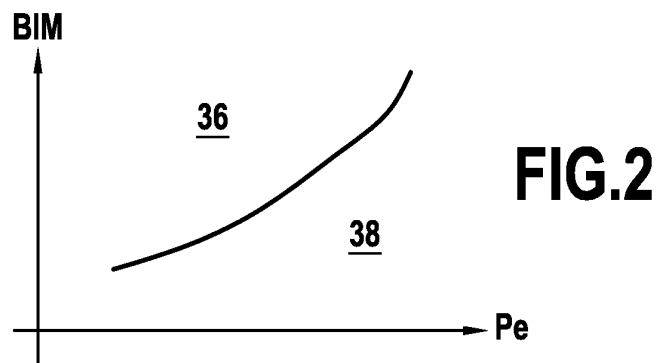
12. Procédé de génération d'une cartographie numérique de tendance au cliquetis d'un moteur (12) à gaz, notamment stationnaire, le procédé étant caractérisé en ce que l'on fournit un moteur à gaz stationnaire apte à
10 délivrer une puissance électrique (P_e) en réponse à une consigne de puissance (P_c) appliquée audit moteur, procédé dans lequel on choisit une valeur de consigne de puissance, on alimente le moteur avec un gaz ayant un indice de méthane (IM) prédéterminé, on calcule la valeur d'un coefficient (K_p) représentatif du comportement de combustion dudit gaz,
15 on décrémente l'indice de méthane du gaz (IM) jusqu'à ce que la valeur du coefficient (K_p) représentatif du comportement à la combustion du gaz soit égale à une valeur limite ($K_p(L)$) prédéterminée, on mémorise la valeur de l'indice de méthane dudit gaz ainsi que la puissance électrique (P_e) délivrée par le moteur.

20 13. Procédé selon la revendication 12, dans lequel ladite valeur limite ($K_p(L)$) est dépendante de paramètres de fonctionnement du moteur à gaz.

25 14. Procédé selon la revendication 12 ou 13, dans lequel le coefficient représentatif du comportement à la combustion du gaz est un estimateur de cliquetis (K_p).

**FIG.1****FIG.5**

2/2





RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE PARTIEL

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

voir FEUILLE(S) SUPPLÉMENTAIRE(S)

N° d'enregistrement
national

FA 683575
FR 0653902

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendications concernées	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	DE 92 03 528 U (RUHRGAS) 20 août 1992 (1992-08-20) * le document en entier * -----	1,7	F02D19/02 F02B43/00 F02B63/04
A	DE 297 14 887 U (MOTOREN-WERKE MANNHEIM) 20 novembre 1997 (1997-11-20) * le document en entier * -----	1,7	
A	JP 59 141756 A (KAWASAKI HEAVY IND LTD) 14 août 1984 (1984-08-14) * le document en entier * -----	1,7	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			F02B F02D F02M
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
15 mai 2007		Vedoato, Luca	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet 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			



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE COMPLÉMENTAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FS 610
FR 0653902

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendications concernées	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	JP 63 235664 A (YANMAR DIESEL ENGINE CO) 30 septembre 1988 (1988-09-30) * abrégé *	12	
A	JP 04 350346 A (TOYOTA MOTOR CORP) 4 décembre 1992 (1992-12-04) * abrégé *	12	
A	JP 10 002249 A (TOKYO GAS CO LTD) 6 janvier 1998 (1998-01-06) * abrégé *	12	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			F02B F02D
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
22 octobre 2007		Vedoato, Luca	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			
T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet 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			

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0653902 FA 683575

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 **15-05-2007**

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
DE 9203528 U	09-07-1992	US 5333591 A	02-08-1994
DE 29714887 U	09-10-1997	AT 251273 T	15-10-2003
		EP 0898064 A1	24-02-1999
		ES 2202703 T3	01-04-2004
		US 6092364 A	25-07-2000
JP 59141756 A	14-08-1984	JP 1623747 C	18-11-1991
		JP 2051066 B	06-11-1990

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0653902 FS 610

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 **22-10-2007**

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
JP 63235664 A	30-09-1988	AUCUN	
JP 4350346 A	04-12-1992	AUCUN	
JP 10002249 A	06-01-1998	AUCUN	

ABSENCE D'UNITÉ D'INVENTION
FEUILLE SUPPLÉMENTAIRE B

Numéro de la demande

FA 683575
FR 0653902

La division de la recherche estime que la présente demande de brevet ne satisfait pas à l'exigence relative à l'unité d'invention et concerne plusieurs inventions ou pluralités d'inventions, à savoir :

1. revendications: 1-11

Dispositif et procédé de protection d'un moteur à gaz

2. revendications: 12-14

Procédé de génération d'une cartographie numérique

La première invention a été recherchée.

La présente demande ne satisfait pas aux dispositions de l'article L.612-4 du CPI car elle concerne une pluralité d'inventions qui ne sont pas liées entre elles en formant un seul concept inventif général. En particulier la demande concerne deux inventions, car les revendications 1 et 7 décrivent un dispositif et un procédé de protection d'un moteur à gaz. La revendication 12 décrit un procédé de génération d'une cartographie numérique de tendance au cliquetis d'un moteur. Les inventions ne forment pas un seul concept inventif car elles ne partagent pas les mêmes caractéristiques techniques.