

①2

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 29.08.00.

③0 Priorité : 30.08.99 DE 19941172.

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 02.03.01 Bulletin 01/09.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été
établi à la date de publication de la demande.*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : ROBERT BOSCH GMBH Gesellschaft
mit beschränkter Haftung — DE.

⑦2 Inventeur(s) : HOMEYER MANFRED et LANGER
WINFRIED.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : CABINET HERRBURGER.

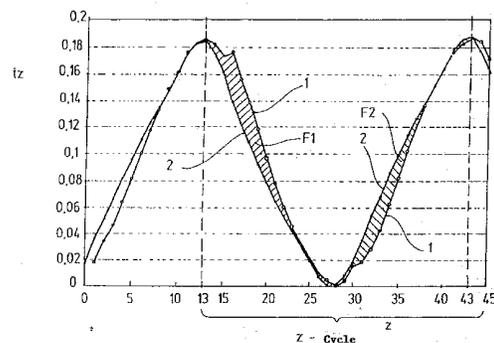
⑤4 PROCÉDE POUR DETERMINER LE COUPLE REEL PAR UN MOTEUR A COMBUSTION INTERNE.

⑤7 Dans un procédé selon lequel le couple réel ($M_{\text{réel}}$)
déterminé par la caractéristique réelle (1) de la courbe de
vitesse de rotation (n), est corrigé en fonction de la charge de
gaz (m_L). Pour déterminer celle-ci :

- on fixe une courbe caractéristique normalisée (2) de
vitesse de rotation (n_{norm}) pour le fonctionnement du
moteur à combustion interne avec le coefficient $\lambda = 1$,

- on calcule une mesure (A) de la charge de gaz à partir
de la détermination des écarts entre la courbe normalisée
(2) et la caractéristique réelle (1) de la vitesse de rotation (n)
du moteur,

- à partir de la mesure (A) de la charge de gaz, on déter-
mine la charge de gaz (m_L) dans la chambre de combus-
tion du moteur à combustion interne.



Etat de la technique :

La présente invention concerne un procédé pour déterminer le couple réel fourni par un moteur à combustion interne, selon lequel

- 5 - on saisit la courbe caractéristique réelle de la vitesse de rotation du vilebrequin du moteur,
- on détermine la charge de gaz d'une chambre de combustion du moteur,
- on détermine le couple réel en exploitant la caractéristi-
- 10 que réelle de la courbe de vitesse de rotation,
- on corrige le couple réel en fonction de la charge de gaz obtenue.

Pour saisir la position du vilebrequin d'un mo-
teur à combustion interne, il est connu d'installer un disque
15 phonique (ou roue phonique) muni de repères sur l'arbre, et de détecter cette roue avec un capteur fixe. La roue phonique est par exemple une roue dentée dont les dents constituent les repères à la périphérie de la roue phonique. A chaque ro-
tation du vilebrequin et ainsi de la roue phonique, le cap-
20 teur, par exemple sous forme de capteur inductif, reçoit des impulsions de tension induites par les dents qui passent devant le capteur. On mesure les intervalles de temps entre les impulsions de tension ou les dents de la roue phonique. Avec
l'évolution des durées de dents mesurées, on détermine, à
25 partir de l'inverse du produit du nombre total (Z) de dents de la roue phonique par la durée de dent mesurée (tz), la courbe caractéristique réelle de l'évolution de la vitesse de rotation (n) du vilebrequin ($n = 1/(tz * Z)$). La vitesse de rotation du vilebrequin peut se convertir sans difficulté en
30 une vitesse angulaire (ω) du vilebrequin ($\omega = 2 * \pi * n$).

Dans une étape d'exploitation suivante, soit à partir des durées de dents mesurées, soit à partir de la courbe caractéristique réelle de l'évolution de la vitesse de rotation du vilebrequin ou de la vitesse angulaire du vile-
35 brequin, on détermine l'évolution ou courbe du couple réel fourni par le moteur à combustion interne. Le couple réel du moteur est transmis à l'unité de commande centrale du moteur à combustion interne pour optimiser sa caractéristique de

puissance, son bruit et la composition des gaz d'échappement. Le couple réel peut de plus servir à la régulation de puissance ou de couple, à la dynamique de roulement, ou à la surveillance du couple.

5 Dans les moteurs à combustion interne actuels, fonctionnant avec un coefficient $\lambda = 1$, le mélange carburant-air est dans un rapport 1 : 1 dans la chambre de combustion du moteur. Or, les moteurs récents fonctionnent avec un mélange de plus en plus pauvre ($\lambda > 1$) ou avec réinjection des
10 gaz d'échappement (système AGR) pour réduire la consommation, l'émission des gaz d'échappement et/ou les bruits de combustion du moteur. Le mélange carburant/air dans de tels moteurs peut être appauvri jusqu'à un rapport de 1 : 5 ($\lambda = 5$). A
15 l'avenir, les moteurs à combustion interne utiliseront probablement des mélanges encore plus pauvres. L'air supplémentaire contenu dans la chambre de combustion du moteur lorsque celui-ci fonctionne avec un coefficient $\lambda > 1$, ou les gaz
d'échappement supplémentaires qui s'y trouvent, modifient les durées de dents, la courbe de la vitesse de rotation et ainsi
20 également la vitesse angulaire du vilebrequin, sans produire effectivement un couple réel autre que celui fourni par le moteur. En particulier une charge en gaz plus élevée de la chambre de combustion pendant la phase de compression freine le vilebrequin et, au cours de la phase d'expansion consécuti-
25 tive, il y a accélération du vilebrequin. Le freinage du vilebrequin se traduit par une montée anticipée de la durée des dents ; l'accélération du vilebrequin se traduit par une diminution anticipée de la durée des dents.

Le couple réel fourni par le moteur est faussé
30 par la charge de gaz pour un moteur fonctionnant avec un coefficient $\lambda > 1$ ou avec réinjection des gaz. Pour cette raison, il faut déterminer la charge de gaz dans la chambre de combustion et corriger le couple réel déterminé du moteur, en fonction de la charge de gaz. Il est connu de déterminer
35 la charge de gaz dans une chambre de combustion de moteur à l'aide d'un capteur massique d'air.

La présente invention a pour but de développer un procédé du type défini ci-dessus pour permettre de déterminer

la charge de gaz dans une chambre de combustion d'un moteur à combustion interne sans nécessiter de moyens de mesure supplémentaires.

A cet effet, l'invention concerne un procédé du type défini ci-dessus, caractérisé en ce que pour déterminer la charge de gaz dans la chambre de combustion du moteur à combustion interne :

- on fixe une courbe caractéristique normalisée de la courbe de vitesse de rotation pour le fonctionnement du moteur à combustion interne avec le coefficient $\lambda = 1$,
- on amplifie la courbe caractéristique normalisée de la courbe de vitesse de rotation dans un cycle actif d'un cylindre du moteur à combustion interne, pour que les valeurs extrêmes de la courbe caractéristique normalisée et de la courbe caractéristique réelle correspondent à la même valeur de la vitesse de rotation,
- on détermine une première surface comprise entre la courbe caractéristique normalisée et la courbe caractéristique réelle de la vitesse de rotation dans la première moitié du cycle actif,
- on détermine une seconde surface comprise entre la courbe caractéristique normalisée et la courbe caractéristique réelle de la vitesse de rotation dans la seconde moitié du cycle actif,
- à partir de la somme de la première surface et de la seconde surface ou à partir de la somme de certaines parties de la première surface et de la seconde surface, on détermine une mesure de la charge de gaz et,
- à partir de la mesure de la charge de gaz, on détermine la charge de gaz dans la chambre de combustion du moteur à combustion interne.

L'invention concerne également un procédé caractérisé en ce que pour déterminer la charge de gaz dans la chambre de combustion,

- on définit une ligne de base comme ligne reliant les minima de la courbe caractéristique réelle,
- on détermine une première surface comprise entre la courbe caractéristique réelle de la vitesse de rotation et la li-

gne de base dans la première moitié d'un cycle de travail d'un cylindre du moteur,

- on détermine une seconde surface comprise entre la courbe caractéristique réelle de la vitesse de rotation et la ligne de base dans la seconde moitié du cycle de travail
- on définit une mesure de la charge de gaz à partir de l'une des deux surfaces ou à partir de la différence entre les première et seconde surfaces, ou encore à partir du rapport entre les première et seconde surfaces, et
- à partir de la mesure de la charge, on détermine la charge de gaz dans la chambre de combustion du moteur.

Comme déjà indiqué ci-dessus, à partir des durées de dents, on détermine l'évolution de la vitesse de rotation du vilebrequin et, à partir de celle-ci, la vitesse angulaire du vilebrequin, de sorte que l'homme du métier sait que le procédé selon l'invention peut utiliser, à la place de la vitesse de rotation du vilebrequin, directement les durées de dents ou, en variante, la vitesse angulaire du vilebrequin. On peut en outre envisager de mettre en œuvre le procédé selon l'invention à l'aide de n'importe quelle autre courbe caractéristique déduite de la courbe caractéristique réelle de l'évolution de la vitesse de rotation du vilebrequin.

Dans le procédé selon l'invention, on utilise un capteur inductif de vitesse de rotation. Le capteur de vitesse de rotation comporte une roue phonique ou roue de capteur associée au vilebrequin du moteur, ainsi qu'un capteur inductif fixe. Lors de la rotation du vilebrequin et de la roue phonique, les dents passant devant le capteur y induisent des impulsions de tension. On mesure l'intervalle de temps des impulsions de tension ou des dents de la roue phonique, c'est-à-dire ce qu'on appelle les durées de dents. A partir des durées de dents et du nombre total des dents de la roue phonique, on définit la courbe de la vitesse de rotation du vilebrequin.

Dans le procédé selon l'invention, on utilise la différence entre la courbe caractéristique réelle de l'évolution de la vitesse de rotation et une courbe caractéristique normalisée de la vitesse de rotation pour un coeffi-

cient $\lambda = 1$, pour définir la charge de gaz de la chambre de combustion du moteur. La courbe caractéristique réelle diffère significativement de la courbe caractéristique normalisée pour $\lambda > 1$. Les différences entre la courbe caractéristique réelle et la courbe caractéristique normalisée peuvent se définir de diverses manières.

Pendant deux tours effectués par le vilebrequin, chacun des cylindres du moteur à combustion interne exécute un cycle de travail. Il en résulte le nombre de dents de la roue phonique qui correspond à un cycle de travail d'un cylindre. Ce nombre est le rapport entre le double du nombre de dents total de la roue phonique et le nombre de cylindres du moteur à combustion interne. Si l'on utilise une roue dentée à 60-2 dents ayant à sa périphérie 60 dents dont deux dents sont imaginaires, c'est-à-dire qu'elles n'existent pas réellement mais constituent un intervalle, on aura pour un moteur à combustion interne à quatre cylindres, pour chaque cycle de travail d'un cylindre, trente dents ($2 \cdot 60 \text{ dents} / 4 \text{ cylindres} = 30$).

Dans le procédé selon l'invention, on fixe tout d'abord une caractéristique normalisée de la courbe de vitesse de rotation pour un moteur à combustion interne fonctionnant avec un coefficient $\lambda = 1$. Puis, à partir des différences entre la courbe caractéristique réelle de vitesse de rotation du vilebrequin, et la courbe caractéristique normalisée, on détermine la charge de gaz dans la chambre de combustion du moteur à combustion interne. Pour cela, on amplifie la courbe caractéristique normalisée de la courbe de vitesse de rotation dans un cycle de travail d'un cylindre du moteur, pour que les valeurs extrêmes de la courbe caractéristique normalisée et celles de la courbe caractéristique réelle correspondent à la même vitesse de rotation.

Puis on détermine une première surface comprise entre la courbe caractéristique normalisée et la courbe caractéristique réelle de la vitesse de rotation dans la première moitié du cycle de travail, ainsi qu'une seconde surface comprise entre la courbe caractéristique normalisée et la courbe caractéristique réelle de la vitesse de rotation

dans la seconde moitié du cycle de travail. Dans l'exemple ci-dessus, la première moitié du cycle de travail correspond ainsi aux dents 1 à 15 et la seconde moitié, aux dents 16 à 30. La première dent est fixée au point de vitesse la plus faible, c'est-à-dire au point mort haut (pmh) du cylindre.

Selon une autre caractéristique du procédé de l'invention, on définit d'abord une ligne de base à partir des valeurs minimales de la courbe caractéristique réelle. Pour cela, on détermine une première surface entre la courbe caractéristique réelle de la vitesse de rotation et la ligne de base dans la première moitié d'un cycle de travail d'un cylindre du moteur, et une seconde surface entre la courbe caractéristique réelle de la vitesse de rotation et la ligne de base dans la seconde moitié du cycle de travail.

Les deux surfaces des caractéristiques de procédé ci-dessus peuvent être sélectionnées dans un intervalle quelconque à l'intérieur de la première moitié ou de la seconde moitié du cycle de travail. Pour une détermination précise et fiable de la charge de gaz dans la chambre de combustion à l'aide des deux surfaces, il est toutefois important que les première et deuxième surfaces se situent toujours dans les mêmes intervalles d'un cycle de travail.

A partir de la différence entre la première et de la seconde surface, on obtient une mesure de la charge de gaz de la chambre de combustion. En variante, on définit la mesure de la charge de gaz à partir du rapport entre la première et de la seconde surfaces. Enfin, à partir de la mesure de la charge de gaz, on détermine finalement la charge de gaz dans la chambre de combustion du moteur.

Le couple réel fourni par le moteur à combustion interne, ainsi obtenu par le procédé de l'invention, est corrigé en fonction de la charge de gaz obtenue pour la chambre de combustion. Pour corriger le couple réel, on peut utiliser également directement la mesure de la charge de gaz sans déterminer au préalable la charge de gaz elle-même. Il est envisageable en outre d'utiliser une autre grandeur quelconque, déduite de la mesure de la charge de gaz, pour corriger le couple réel obtenu.

Le procédé selon l'invention permet de déterminer de manière simple et sans mettre en œuvre des calculs importants, une mesure de la charge de gaz (remplissage de gaz de la chambre de combustion du moteur à combustion interne). Le couple réel fourni par le moteur à combustion interne, ainsi déterminé, peut se corriger alors soit directement à l'aide de la mesure de la charge de gaz, soit indirectement à l'aide de la charge de gaz. Le procédé selon l'invention permet d'améliorer de manière décisive la précision avec laquelle se détermine le couple réel fourni par un moteur à combustion interne. Cela se fait sans utiliser des moyens de mesure supplémentaires pour définir la charge de gaz, grâce à l'invention.

Selon un développement intéressant de l'invention, on corrige la courbe caractéristique réelle avant de déterminer la charge de gaz dans la chambre de combustion du moteur à partir de grandeurs d'influence calculables, au moins les masses oscillantes.

Selon un mode de réalisation préférentiel de l'invention, la première surface est toute la surface comprise entre la courbe caractéristique normalisée et la courbe caractéristique réelle ou entre la courbe caractéristique réelle et la ligne de base dans la première moitié du cycle de travail.

Selon une autre caractéristique avantageuse de l'invention, la première surface est la surface comprises entre la courbe caractéristique normalisée et la courbe caractéristique réelle ou entre la courbe caractéristique réelle et la ligne de base dans la première moitié du cycle de travail dans un intervalle.

Suivant une autre caractéristique avantageuse de l'invention, la seconde surface est toute la surface comprise entre la courbe caractéristique normalisée et la courbe caractéristique réelle ou entre la courbe caractéristique réelle et la ligne de base dans la seconde moitié du cycle de travail.

Dans les mêmes conditions, suivant une autre caractéristique avantageuse de l'invention, la seconde surface

est la surface comprise entre la courbe caractéristique normalisée et la courbe caractéristique réelle ou entre la courbe caractéristique réelle et la ligne de base dans la seconde moitié du cycle de travail dans un intervalle.

5 Suivant une autre caractéristique avantageuse de l'invention, la charge de gaz m_L dans la chambre de combustion du moteur se détermine à partir du produit de la mesure A de la charge de gaz par un coefficient de proportionnalité k_p , selon l'équation : $m_L = A * k_p$.

10 En variante, selon une autre caractéristique, on détermine la charge de gaz dans la chambre de combustion du moteur à combustion interne comme le produit de la mesure de la charge de gaz et d'une courbe caractéristique dépendant de certains paramètres du moteur à combustion interne, par exemple le régime.

15 De manière avantageuse le coefficient de proportionnalité ou la courbe caractéristique se déterminent à partir du quotient entre la valeur réelle mesurée de la charge de gaz et la mesure obtenue pour la charge de gaz d'un moteur à combustion interne à tolérances aussi réduites que possible. Le coefficient de proportionnalité k_p découle ainsi de l'équation suivante: $k_p = m_{L_{réel}}/A$ pour une valeur réelle de la charge de gaz $m_{L_{réel}}$ mesurée d'une autre manière dans la chambre de combustion d'un moteur à combustion interne

20 ayant aussi peu de tolérances que possible.

25 Pour mesurer la valeur réelle de la charge de gaz, on peut soit faire fonctionner effectivement un moteur à combustion interne, soit simuler son fonctionnement.

30 Le coefficient de proportionnalité est déterminé et enregistré de manière appropriée avant d'exécuter le procédé de détermination du couple réel fourni par le moteur à combustion interne. Pendant que l'on détermine la charge de gaz, on peut chercher le coefficient de proportionnalité mémorisé ou la courbe caractéristique mémorisée. Il faut déterminer le coefficient de proportionnalité pour chaque type de

35 moteur à combustion interne. Le coefficient de proportionnalité ou la courbe caractéristique obtenus peuvent alors servir à tous les moteurs à combustion interne de cette série.

On peut également envisager d'obtenir le coefficient de proportionnalité en procédant par simulation. On détermine toutefois de préférence le coefficient de proportionnalité de manière empirique à l'aide d'un banc d'essai. Sur un banc d'essai, on peut obtenir des résultats de mesure non seulement réalistes et proches de la pratique, mais encore qui tiennent compte de coefficients qu'une simulation n'utilise pas en général. De plus sur un banc d'essai, on peut réduire ou compenser les éléments perturbateurs agissant sur un moteur à combustion interne, en particulier les tolérances ou leur effet sur les résultats de mesure.

Selon un autre développement avantageux de l'invention, le procédé est appliqué à des moteurs fonctionnant avec un mélange pauvre ou des moteurs à charge stratifiée pour déterminer le couple réel fourni par le moteur. En particulier, ce type de moteur à combustion interne fonctionne avec un coefficient $\lambda > 1$. La charge de gaz dans la chambre de combustion de tels moteurs à combustion interne peut conduire à des erreurs de détermination du couple réel fourni par le moteur par l'exploitation de la courbe de vitesse de rotation du vilebrequin. Le procédé selon l'invention compense de manière simple de telles erreurs.

Un exemple de réalisation préférentiel de la présente invention sera décrit ci-après à l'aide des dessins annexés, dans lesquels :

- la figure 1 montre une courbe caractéristique normalisée et une courbe caractéristique réelle de l'évolution de la vitesse de rotation du vilebrequin d'un moteur à combustion interne,
- la figure 2 montre une courbe caractéristique réelle de l'évolution de la vitesse de rotation du vilebrequin du moteur à combustion interne.

Les figures montrent comment le procédé selon l'invention définit la charge de gaz dans la chambre de combustion d'un moteur à combustion interne. La charge de gaz obtenue est alors utilisée pour corriger le couple réel fourni par le moteur à combustion interne. Le couple réel est ob-

tenu par l'exploitation de la courbe de vitesse de rotation du vilebrequin du moteur à combustion interne.

Dans le procédé de l'invention, pour déterminer le couple réel fourni par le moteur, il faut utiliser un capteur inductif de vitesse de rotation. Ce capteur de vitesse de rotation comporte une roue phonique (ou roue dentée) associée au vilebrequin du moteur à combustion interne, et un capteur inductif fixe. Lorsque le vilebrequin et la roue phonique qu'il porte tournent, cela induit des impulsions de tension dans le capteur par les dents qui passent devant celui-ci. On mesure les intervalles de temps des impulsions de tension ou des dents de la roue phonique, c'est-à-dire les durées de dents t_z . A partir des durées de dents t_z et du nombre total Z des dents de la roue phonique, on peut définir la courbe de la vitesse de rotation (n) du vilebrequin ($n = 1/(t_z * Z)$). La vitesse de rotation (n) du vilebrequin peut se convertir sans difficulté en une vitesse angulaire ω du vilebrequin ($\omega = 2 * \pi * n$). En exploitant les durées de dents t_z , on définit la vitesse de rotation (n) du vilebrequin ou la vitesse angulaire ω du vilebrequin donnant alors le couple réel $M_{\text{réel}}$ fourni par le moteur à combustion interne.

Dans les moteurs à combustion interne actuels fonctionnant avec un coefficient $\lambda = 1$, le mélange carburant/air dans la chambre de combustion du moteur est dans le rapport 1 : 1. Des moteurs à combustion interne plus récents réduisent la consommation, les gaz d'échappement et/ou le bruit de combustion par un mélange de plus en plus pauvre (c'est-à-dire avec un coefficient $\lambda > 1$) ou avec réinjection des gaz d'échappement (mode de fonctionnement AGR). Le mélange carburant/air dans de tels moteurs à combustion interne peut être appauvri jusqu'à un rapport de 1 : 5 ($\lambda = 5$). L'air supplémentaire contenu dans la chambre de combustion d'un moteur à combustion interne fonctionnant avec un coefficient $\lambda > 1$, ou les gaz d'échappement supplémentaires, modifient les durées de dents t_z , la courbe de vitesse de rotation (n), et ainsi la vitesse angulaire ω du vilebrequin, sans produire effectivement un autre couple réel $M_{\text{réel}}$ que le couple four-

ni par le moteur à combustion interne. En particulier, du fait d'une charge en gaz plus importante dans la chambre de combustion, cela freine le vilebrequin pendant la phase de compression et cela accélère le vilebrequin pendant la phase d'expansion consécutive. Le freinage du vilebrequin se traduit par une montée anticipée des durées de dents t_z , alors que l'accélération du vilebrequin se traduit par une diminution anticipée de leurs durées.

La charge de gaz pendant le fonctionnement du moteur à combustion interne pour un coefficient $\lambda > 1$, fait que le couple réel $M_{\text{réel}}$ fourni par le moteur à combustion interne est faussé. Pour cette raison, il faut déterminer la charge de gaz de la chambre de combustion et corriger le couple réel obtenu $M_{\text{réel}}$ du moteur à combustion interne en fonction de la charge de gaz.

Dans les exemples de réalisation des figures 1 et 2, on exploite la courbe caractéristique des durées de dents t_z pour déterminer la charge de gaz. Le procédé selon l'invention peut s'appliquer également sans difficulté par l'exploitation de la courbe caractéristique d'autres grandeurs déduites des durées de dents t_z . De telles grandeurs sont par exemple la vitesse de rotation (n) du vilebrequin ou la vitesse angulaire ω du vilebrequin.

Dans le procédé selon l'invention, on trace la courbe caractéristique réelle $t_z(z)$ des durées de dents t_z en fonction des différentes dents (z) de la roue phonique (courbe 1, figures 1 et 2). Pour définir la charge de gaz de la chambre de combustion du moteur à combustion interne, on détermine les différences entre la caractéristique réelle $t_z(z)$ des durées de dents (t_z), et une courbe caractéristique normalisée $t_{z_norm}(z)$ prise pour un coefficient $\lambda = 1$ (courbe 2, figure 1) des durées de dents t_{z_norm} . Pour $\lambda > 1$, la caractéristique réelle 1 diffère de manière significative de la caractéristique normalisée 2. Les différences entre la courbe caractéristique réelle 1 et la courbe caractéristique normalisée 2 peuvent se définir de différentes manières.

Pendant une double rotation du vilebrequin, chacun des cylindres du moteur à combustion interne exécute un

cycle de travail. Ainsi, le nombre des dents de la roue phonique correspondant à un cycle actif d'un cylindre, résulte du quotient du double du nombre de dents de la roue phonique par le nombre de cylindres du moteur à combustion interne. Si l'on utilise une roue phonique 60-2 qui présente à sa périphérie 60 dents avec deux dents imaginaires, qui sont effectivement non formées et forment un intervalle, dans le cas d'un moteur à combustion interne à quatre cylindres, on obtient ainsi une course active z_cycle d'un cylindre correspondant à 30 dents ($2 \cdot 60 \text{ dents} / 4 \text{ cylindres} = 30$). Dans les exemples de réalisation des figures 1 et 2, il considère une course active z_cycle allant d'un nombre dents $z = 13$ jusqu'à $z = 43$.

Dans le premier mode de réalisation du procédé de l'invention (figure 1), on fixe d'abord la caractéristique normalisée $tz_norm(z)$ 2 des durées de dents tz_norm pour un fonctionnement du moteur à combustion avec $\lambda = 1$. Puis à partir des différences entre la caractéristique réelle $tz(z)$ 1 des durées de dents tz par rapport à la caractéristique normalisée $tz_norm(z)$ 2, on détermine la charge de gaz de la chambre de combustion du moteur à combustion interne. Pour cela, on amplifie la caractéristique normalisée 2 des durées de dent z dans la course active z_cycle d'un cylindre du moteur à combustion interne pour que les extrêmes de la caractéristique normalisée 2 et de la caractéristique réelle 1 possèdent la même valeur pour la durée de dents tz .

Puis on détermine une première surface F1 comprise entre la courbe caractéristique normalisée 2 et la courbe caractéristique réelle 1 des durées de dents tz dans la première moitié de la course active z_cycle ; on détermine également une deuxième surface F2 comprise entre la courbe caractéristique normalisée 2 et la courbe caractéristique réelle 1 des durées de dents tz dans la seconde moitié de la course active z_cycle . Dans les exemples de réalisation des figures 1 et 2, la première moitié de la course active z_cycle correspond ainsi à des dents $z = 13$ jusqu'à $z = 28$; la seconde moitié de la course active z_cycle correspond aux dents $z = 29$ jusqu'à $z = 43$.

Dans le second procédé selon l'invention (figure 2), on définit d'abord une caractéristique de base correspondant à la courbe passant par les minima de la courbe caractéristique réelle. Puis on définit la première surface F1 construite entre la courbe caractéristique réelle 1 des durées de dents t_z et la courbe de base dans la première moitié d'une course active z_cycle d'un cylindre du moteur à combustion interne. On définit également une seconde surface F2 comprise entre la courbe caractéristique réelle 1 des durées de dents et la courbe caractéristique de base de la seconde moitié de la course active z_cycle .

La première surface F1 et la seconde surface F2 des exemples de réalisation des figures 1 et 2 correspondent à toute la surface comprise entre la caractéristique normalisée 2 et la caractéristique réelle 1, ou entre la caractéristique réelle 1 et la courbe de base dans une moitié de la course active z_cycle . Les deux surfaces F1, F2 selon le premier procédé ou le second procédé peuvent également être sélectionnées pour un intervalle quelconque à l'intérieur de la première moitié ou de la seconde moitié de la course active z_cycle . Pour obtenir une définition précise et fiable de la charge de gaz dans la chambre de combustion à l'aide des deux surfaces, il est important de considérer toujours les première et seconde surfaces identiques F1, F2 à l'intérieur de la course active respective z_cycle .

La différence entre la première surface F1 et la seconde surface F2 permet alors d'obtenir une mesure A de la charge de gaz de la chambre de combustion. En variante, on définit la mesure A de la charge de gaz à partir du rapport entre la première surface F1 et la seconde surface F2. A partir de la mesure A de la charge de gaz, on détermine finalement la charge de gaz m_L de la chambre de combustion du moteur à combustion interne.

Le couple réel $M_réel$ fourni par le moteur à combustion interne et défini par le procédé selon l'invention, sera corrigé en fonction de la charge de gaz m_L déterminée de la chambre de combustion. Pour corriger le couple réel $M_réel$, déterminé, on peut également utiliser direc-

tement la mesure A de la charge de gaz sans déterminer au préalable la charge de gaz m_L . On peut également envisager d'utiliser une autre grandeur quelconque déduite de la mesure A de la charge de gaz, pour corriger le couple réel obtenu

5 $M_{réel}$.

La charge de gaz m_L de la chambre de combustion du moteur à combustion interne se définit à partir du produit de la mesure A de la charge de gaz, par un coefficient de proportionnalité k_p . La charge de gaz se déduit ainsi de

10 l'équation suivante :

$$m_L = A * k_p$$

Le coefficient de proportionnalité k_p se détermine avant de définir directement le couple réel $M_{réel}$ fourni par le moteur à combustion interne. Pour cela, on mesure

15 une valeur réelle de la charge de gaz $m_{L,réel}$ dans la chambre de combustion du moteur à combustion interne en procédant d'une manière différente, par exemple en utilisant un banc d'essai. Le coefficient de proportionnalité k_p s'obtient à partir du quotient de la valeur réelle mesurée $m_{L,réel}$, par

20 la charge de gaz et de la mesure obtenue A pour la charge de gaz d'un moteur à combustion interne à tolérance aussi réduite que possible. Le coefficient de proportionnalité découle ainsi de l'équation suivante :

$$k_p = m_{L,réel}/A$$

Le coefficient de proportionnalité k_p est mémorisé avant d'exécuter le procédé pour déterminer le couple réel $M_{réel}$ fourni par le moteur à combustion interne. Pendant que l'on détermine la charge de gaz m_L , on peut accéder au coefficient de proportionnalité k_p mis en mémoire. Il

30 faut déterminer le coefficient de proportionnalité k_p pour tout type de moteur à combustion interne. Le coefficient de proportionnalité k_p obtenu peut alors s'utiliser pour tous les autres moteurs à combustion interne correspondant à cette série ou à ce type.

Le procédé selon l'invention s'utilise de préférence pour des moteurs à mélange pauvre ou des moteurs à charge stratifiée, pour déterminer le couple réel $M_{réel}$ fourni par de tels moteurs.

R E V E N D I C A T I O N S

1°) Procédé pour déterminer le couple réel ($M_{\text{réel}}$) fourni par un moteur à combustion interne, selon lequel

5 - on saisit la courbe caractéristique réelle (1) de la vitesse de rotation (n) du vilebrequin du moteur,
- on détermine la charge de gaz (m_L) d'une chambre de combustion du moteur,

10 - on détermine le couple réel ($M_{\text{réel}}$) en exploitant la caractéristique réelle (1) de la courbe de vitesse de rotation (n),

- on corrige le couple réel ($M_{\text{réel}}$) en fonction de la charge de gaz obtenue (m_L),

- caractérisé en ce que

15 pour déterminer la charge de gaz (m_L) dans la chambre de combustion du moteur à combustion interne :

- on fixe une courbe caractéristique normalisée (2) de la courbe de vitesse de rotation (n_{norm}) pour le fonctionnement du moteur à combustion interne avec le coefficient $\lambda = 1$,

20 - on amplifie la courbe caractéristique normalisée (2) de la courbe de vitesse de rotation (n_{norm}) dans un cycle actif (z_{cycle}) d'un cylindre du moteur à combustion interne, pour que les valeurs extrêmes de la courbe caractéristique normalisée (2) et de la courbe caractéristique réelle (1)
25 correspondent à la même valeur de la vitesse de rotation,

- on détermine une première surface (F1) comprise entre la courbe caractéristique normalisée (2) et la courbe caractéristique réelle (1) de la vitesse de rotation (n) dans la première moitié du cycle actif (z_{cycle}),

30 - on détermine une seconde surface (F2) comprise entre la courbe caractéristique normalisée (2) et la courbe caractéristique réelle (1) de la vitesse de rotation (n) dans la seconde moitié du cycle actif (z_{cycle}),

35 - à partir de la somme de la première surface (F1) et de la seconde surface (F2) ou à partir de la somme de certaines parties de la première surface (F1) et de la seconde surface (F2) on détermine une mesure (A) de la charge de gaz et,

- à partir de la mesure (A) de la charge de gaz, on détermine la charge de gaz (m_L) dans la chambre de combustion du moteur à combustion interne.

- 5 2°) Procédé pour déterminer le couple réel ($M_{réel}$) fourni par un moteur à combustion interne selon lequel
 - on saisit la courbe caractéristique réelle (1) de la vitesse de rotation (n) du vilebrequin du moteur à combustion interne,
 - 10 - on détermine la charge de gaz (m_L) dans la chambre de combustion du moteur,
 - on détermine le couple réel ($M_{réel}$) par l'exploitation de la caractéristique réelle (1) de l'évolution de la vitesse de rotation (n),
 - 15 - on corrige le couple réel ($M_{réel}$) en fonction de la charge de gaz obtenue (m_L),
caractérisé en ce que
pour déterminer la charge de gaz (m_L) dans la chambre de combustion,
 - 20 - on définit une ligne de base comme ligne reliant les minima de la courbe caractéristique réelle (1),
 - on détermine une première surface (F1) comprise entre la courbe caractéristique réelle (1) de la vitesse de rotation (n) et la ligne de base dans la première moitié d'un
 - 25 cycle de travail (z_{cycle}) d'un cylindre du moteur,
 - on détermine une seconde surface (F2) comprise entre la courbe caractéristique réelle (1) de la vitesse de rotation (n) et la ligne de base dans la seconde moitié du cycle de travail (z_{cycle}),
 - 30 - on définit une mesure (A) de la charge de gaz à partir de l'une des deux surfaces (F1, F2) ou à partir de la différence entre les première et seconde surfaces (F1, F2), ou encore à partir du rapport entre les première et seconde surfaces (F1, F2), et
 - 35 - à partir de la mesure (A) de la charge, on détermine la charge de gaz (m_L) dans la chambre de combustion du moteur.

3°) Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce qu'

on corrige la courbe caractéristique réelle (1) avant de déterminer la charge de gaz (m_L) dans la chambre de combustion du moteur, à partir de grandeurs d'influence calculables, au moins les masses oscillantes.

4°) Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que

la première surface (F1) est toute la surface comprise entre la courbe caractéristique normalisée (2) et la courbe caractéristique réelle (1) ou entre la courbe caractéristique réelle (1) et la ligne de base dans la première moitié du cycle de travail (z_{cycle}).

15

5°) Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que

la première surface (F1) est la surface comprise entre la courbe caractéristique normalisée (2) et la courbe caractéristique réelle (1) ou entre la courbe caractéristique réelle (1) et la ligne de base dans la première moitié du cycle de travail (z_{cycle}) dans un intervalle.

20

6°) Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que

25

la seconde surface (F2) est toute la surface comprise entre la courbe caractéristique normalisée (2) et la courbe caractéristique réelle (1) ou entre la courbe caractéristique réelle (1) et la ligne de base dans la seconde moitié du cycle de travail (z_{cycle}).

30

7°) Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que

35

la seconde surface (F2) est la surface comprise entre la courbe caractéristique normalisée (2) et la courbe caractéristique réelle (1) ou entre la courbe caractéristique réelle (1) et la ligne de base dans la seconde moitié du cycle de travail (z_{cycle}) dans un intervalle.

8°) Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que

la charge de gaz (m_L) dans la chambre de combustion du moteur se détermine à partir du produit de la mesure (A) de la charge de gaz par un coefficient de proportionnalité (k_p).

9°) Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce qu'

on détermine le coefficient de proportionnalité (k_p) avant d'appliquer le procédé en utilisant l'équation :

$k_p = m_{L_{réel}}/A$ pour une valeur réelle de la charge de gaz ($m_{L_{réel}}$) mesurée d'une autre manière dans la chambre de combustion d'un moteur à combustion interne ayant aussi peu de tolérances que possible.

15

10°) Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'

on détermine la charge de gaz (m_L) dans la chambre de combustion du moteur à combustion interne à partir du produit de la mesure (A) de la charge de gaz (m_L), par une courbe caractéristique dépendant de certains paramètres du moteur à combustion interne.

20

11°) Procédé selon l'une des revendications 9 ou 10,

caractérisé en ce qu'

on détermine le coefficient de proportionnalité (k_p) ou la courbe caractéristique de manière empirique sur un banc d'essai.

25

12°) Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 11,

caractérisé en ce qu'

on applique le procédé pour des moteurs alimentés par un mélange pauvre ou à charge stratifiée, pour déterminer le couple réel ($M_{réel}$) fourni par le moteur à combustion interne.

30

35

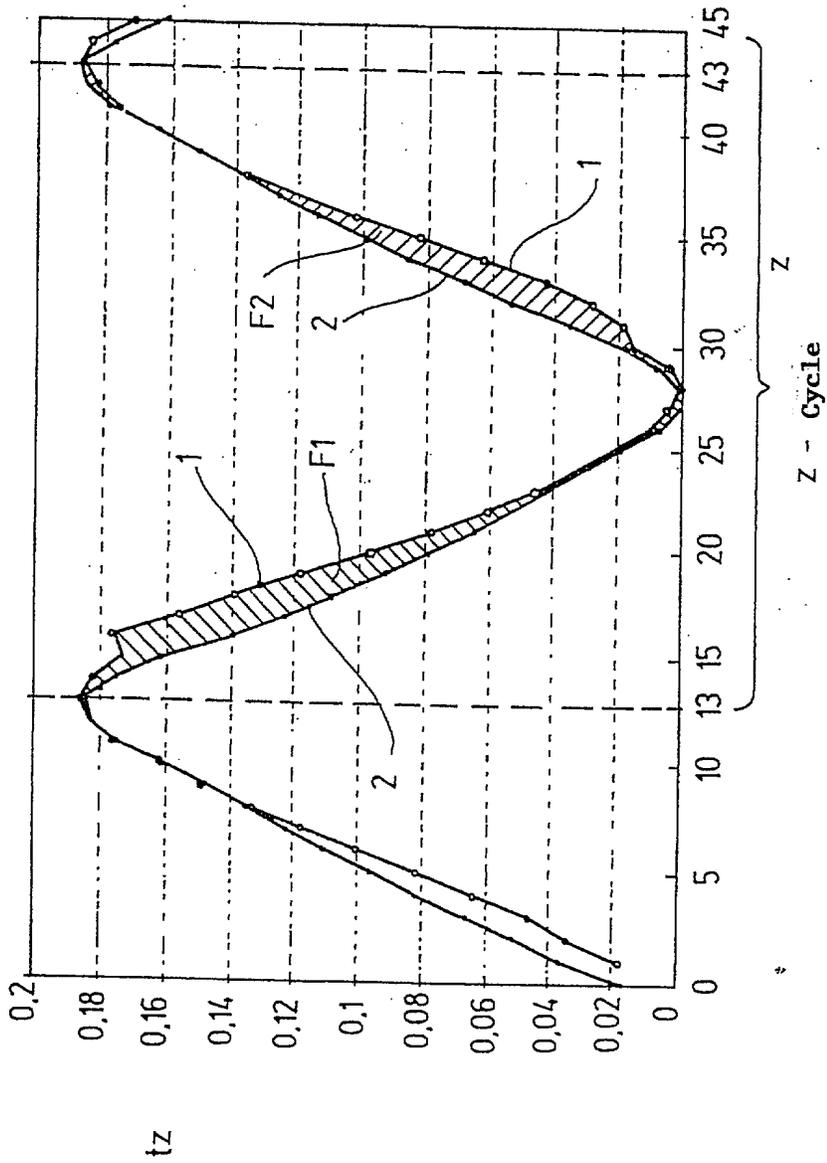


Fig.1

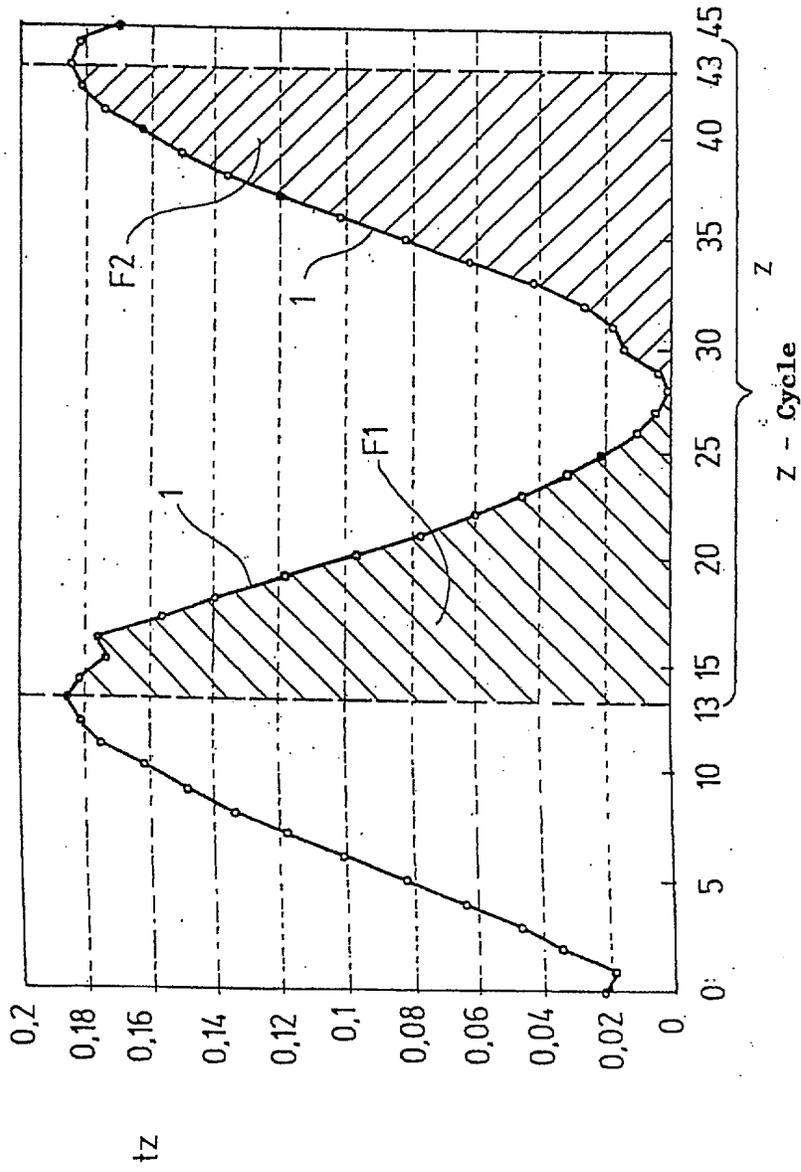


Fig.2