

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 03.06.04.

30 Priorité : 03.06.03 DE 10325018.

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 10.12.04 Bulletin 04/50.

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) : SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT — DE.

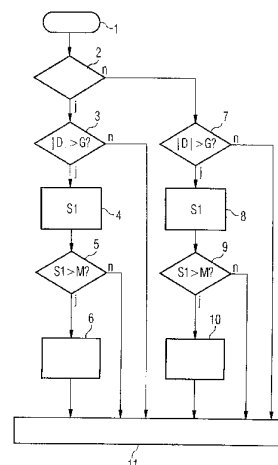
72 Inventeur(s) : WEISS FRANCK et ZHANG HONG.

73 Titulaire(s) :

74 Mandataire(s) : CABINET JP COLAS.

54 PROCÉDE ET DISPOSITIF PERMETTANT DE COMMANDER LE PASSAGE D'UN PREMIER RÉGIME DE FONCTIONNEMENT D'UN MOTEUR OTTO A INJECTION DIRECTE DE CARBURANT A UN DEUXIEME RÉGIME DE FONCTIONNEMENT.

57 Selon l'invention, un procédé et un dispositif sont proposés, lesquels permettent de commander, dans le cas d'un moteur Otto à injection directe de carburant, la commutation d'un premier régime de fonctionnement à un deuxième régime de fonctionnement, par exemple du fonctionnement avec mélange homogène à un fonctionnement avec mélange pauvre, notamment un fonctionnement avec mélange stratifié, et inversement. La qualité de la combustion dans les cylindres du moteur Otto est utilisée pour la commutation et le seuil de commutation (S1,S2) est adapté en conséquence selon la qualité de la combustion. La qualité de la combustion est saisie grâce à un gradient de vitesse de rotation (D). Ainsi, la commutation par exemple en fonctionnement avec mélange stratifié est commandée de telle sorte qu'il ne peut y avoir, lors de la commutation, qu'une perte de vitesse limitée, de sorte que la commutation en deuxième régime de fonctionnement n'est pas perceptible pour le conducteur du véhicule. Ceci présente néanmoins l'avantage qu'il est possible, en fonctionnement avec mélange pauvre, lequel est notamment utilisable en charge partielle, de réduire la consommation de carburant.



L'invention prend comme point de départ un procédé et/ou un dispositif permettant de commander le passage d'un premier régime de fonctionnement d'un moteur Otto à injection directe de carburant à un deuxième régime de fonctionnement.

5 Il est d'ores et déjà connu que, dans le cas de moteurs Otto, dans lesquels la position du papillon des gaz et donc l'amenée de la masse d'air frais est réglée de manière électronique, le mode de chargement en mélange air/carburant des cylindres du moteur Otto passe d'un fonctionnement avec mélange homogène à un fonctionnement avec mélange pauvre, par exemple à un fonctionnement avec
10 mélange stratifié ou un fonctionnement HCCI (« Homogeneous Charge Compression Ignition », allumage par compression d'un mélange homogène). Le fait de commuter en fonctionnement avec mélange stratifié, ce qui est notamment possible en charge partielle, permet ainsi de réduire la consommation de carburant. Si, au contraire, on sollicite du moteur plus de puissance afin que, par exemple, le véhicule gagne de la
15 vitesse, on repasse automatiquement en fonctionnement avec mélange homogène.

Il s'est cependant avéré que la commutation entre les deux régimes de fonctionnement ne se déroule pas toujours de la manière souhaitée. Lors de la commutation, il peut se produire des changements de vitesse ou des changements de couple qui se traduisent par une série de secousses indésirables du véhicule. Ceci
20 peut avoir plusieurs causes telles que les paramètres du moteur, les tolérances, l'usure, l'encrassement du papillon des gaz, des soupapes etc. En fonctionnement avec mélange stratifié, ceci est souvent dû à un mouvement insuffisant de la charge trop faible en raison d'une masse d'air trop faible. En fonctionnement avec mélange homogène, la cause est due, au contraire, à un taux de recyclage de gaz
25 d'échappement trop élevé ou à un allumage trop tardif.

Jusqu'à présent, soit ces problèmes n'ont pas été pris en compte lors de la commutation en deuxième régime de fonctionnement, soit la commutation en fonctionnement avec mélange stratifié a été bloquée en cas de passage difficile.

Le problème qui est à la base de l'invention est, dans le cas d'un moteur Otto
30 à injection directe de carburant, d'améliorer la commutation entre deux régimes de fonctionnement de telle sorte que le passage en deuxième régime de fonctionnement ait lieu pratiquement de manière neutre par rapport au couple tout en permettant le fonctionnement avec mélange stratifié à faible consommation de carburant.

Ce problème est résolu selon l'invention par un procédé permettant de
35 commander le passage d'un premier régime de fonctionnement d'un moteur Otto à injection directe de carburant à un deuxième régime de fonctionnement, un mélange

air/carburant étant chargé dans les cylindres du moteur Otto, notamment pour les deux fonctionnements avec mélange homogène et avec mélange pauvre, lorsqu'un seuil de commutation prédéfini est atteint, caractérisé en ce que le seuil de commutation est adaptable à au moins un paramètre de fonctionnement du moteur Otto, notamment à la qualité de la combustion du mélange air/carburant dans les cylindres, et en ce qu'une valeur pour le seuil de commutation déterminée à partir de cela est utilisée pour commander des processus de commutation ultérieurs des deux régimes de fonctionnement.

Ce problème est également résolu par un dispositif permettant de commander le passage entre deux régimes de fonctionnement d'un moteur Otto à injection directe de carburant par le procédé selon l'invention, comprenant un dispositif de commande commandé par programme et au moins deux organes de réglage, notamment pour un papillon des gaz et pour un régulateur de recyclage des gaz d'échappement, avec lesquels il est possible de réguler la combustion dans les cylindres du moteur Otto lorsqu'un seuil de commutation prédéfini est atteint, caractérisé en ce que le dispositif présente une unité permettant de saisir le gradient de vitesse de rotation et en ce que le dispositif est conçu pour saisir la qualité de la combustion du mélange air/carburant à l'aide du gradient de vitesse de rotation et de déterminer à partir de cela au moins un seuil de commutation qui peut être utilisé pour la commutation en deuxième régime de fonctionnement.

L'avantage du procédé et/ou du dispositif selon l'invention permettant de commander le passage d'un premier régime de fonctionnement à un deuxième régime de fonctionnement réside dans le fait que le seuil de commutation n'est pas constant, comme cela était usuel jusqu'à présent, mais qu'il est continuellement adapté à au moins un paramètre de fonctionnement du moteur Otto. De manière particulièrement avantageuse, la qualité de la combustion du mélange air/carburant dans un cylindre du moteur Otto est surveillée en tant que paramètre de fonctionnement essentiel. A partir de la qualité de la combustion, il est possible de déterminer et de mettre en mémoire, pour les différents régimes de fonctionnement, un seuil de commutation qui est continuellement adapté et qui est ensuite disponible comme seuil de commutation actuel pour une commutation ultérieure.

Le procédé selon l'invention peut en outre présenter un ou plusieurs des perfectionnements ou des caractéristiques avantageuses suivantes:

- il est déterminé un premier seuil de commutation pour le passage du fonctionnement avec mélange homogène au fonctionnement avec mélange pauvre, notamment en fonctionnement avec mélange stratifié, et un deuxième seuil de

commutation pour le passage du fonctionnement avec mélange pauvre au fonctionnement avec mélange homogène, et en ce que les deux seuils de commutation sont formés à l'aide d'un gradient de vitesse de rotation ;

5 - il est prédéfini, pour le module du gradient de vitesse de rotation, une valeur limite à ne pas dépasser ;

 - lorsqu'une combustion de mauvaise qualité est détectée après le passage en fonctionnement avec mélange pauvre, le premier seuil de commutation est relevé pour le passage suivant en fonctionnement avec mélange pauvre ;

10 - pour relever le premier seuil de commutation, la masse d'air existant en fonctionnement avec mélange pauvre est augmentée d'une valeur prédéfinie et, lorsque la commutation a eu lieu avec succès, la valeur trouvée en dernier pour le seuil relevé de masse d'air est mise en mémoire ;

15 - le seuil de commutation est relevé à plusieurs reprises jusqu'à ce que la qualité de la combustion en fonctionnement avec mélange pauvre descende au-dessous du module de la valeur limite du gradient de vitesse de rotation ;

 - lorsqu'une combustion de mauvaise qualité est détectée en fonctionnement avec mélange homogène, le premier seuil de commutation est abaissé pour le prochain passage en fonctionnement avec mélange pauvre et lorsque la commutation a eu lieu avec succès, la nouvelle valeur pour le seuil de commutation est mise en mémoire ;

20 - lorsqu'un passage du fonctionnement avec mélange homogène au fonctionnement avec mélange pauvre est de qualité inacceptable, la commutation en fonctionnement avec mélange pauvre est bloquée.

25 - lors de la commutation du fonctionnement avec mélange pauvre au fonctionnement avec mélange homogène, c'est d'abord le taux de recyclage de gaz d'échappement, puis la masse d'air qui sont réduits à une valeur requise pour le fonctionnement avec mélange homogène et lorsqu'une combustion de mauvaise qualité est détectée en fonctionnement avec mélange pauvre, la commutation a lieu plus tôt lorsque la masse d'air est encore plus importante.

30 - lorsqu'une combustion instable est détectée après la commutation en fonctionnement avec mélange homogène, le taux de recyclage de gaz d'échappement est réduit et/ou la commutation a lieu un peu plus tard lorsque la masse d'air s'est davantage réduite et lorsque la commutation a eu lieu avec succès, la nouvelle valeur pour le deuxième seuil de commutation est mise en mémoire.

35 Une solution particulièrement simple et avantageuse permettant de déterminer la qualité de combustion dans le cylindre consiste à surveiller la vitesse de rotation du

moteur. Grâce à l'établissement d'un gradient de vitesse de rotation, il est possible de déterminer, de manière simple, la qualité de la combustion. Si la vitesse de rotation diminue par exemple lors du passage en fonctionnement avec mélange stratifié, ceci indique clairement une combustion de mauvaise qualité, de sorte que le seuil de

5 commutation doit être adapté en conséquence. Si, par contre, le gradient de vitesse de rotation tend vers zéro, on peut partir du principe que, dans les deux régimes de fonctionnement, la combustion est de bonne qualité et qu'aucun changement de couple gênant ne se produira lors de la commutation en deuxième régime de fonctionnement.

10 Une autre solution qui s'avère avantageuse consiste, lors du passage en fonctionnement avec mélange stratifié, à prévoir pour un gradient de vitesse de rotation négatif, une valeur limite à ne pas dépasser. Ceci permet de garantir qu'un gradient de vitesse de rotation donné soit encore toléré lors de la commutation. Ceci est nécessaire, entre autres, pour éliminer par exemple l'apparition d'écarts de

15 mesure se situant à l'intérieur des tolérances.

Si, par contre, lors du passage en fonctionnement avec mélange stratifié, la valeur limite prédéfinie pour le gradient de vitesse de rotation est dépassée, on part du principe que la combustion en fonctionnement avec mélange stratifié est de mauvaise qualité parce qu'il y a une masse d'air trop faible. Ce cas de figure peut être

20 résolu de manière avantageuse par simple augmentation de la masse d'air amenée.

Il est en outre prévu d'augmenter de manière progressive le relèvement du premier seuil de commutation, c'est-à-dire, en l'occurrence, l'admission d'air s'il devait s'avérer que, lors de la première augmentation, le gradient de vitesse de rotation était encore trop important. Si le premier seuil de commutation a été relevé avec succès, la

25 valeur trouvée en dernier pour la masse d'air accrue est mise en mémoire. Cette valeur peut être ensuite extraite de la mémoire et utilisée pour les commutations ultérieures en fonctionnement avec mélange stratifié.

Si, par contre, une combustion de mauvaise qualité est détectée en fonctionnement avec mélange homogène, le premier seuil de commutation est

30 abaissé pour le prochain passage en fonctionnement avec mélange stratifié puisqu'on peut supposer que l'allumage a eu lieu trop tard en raison d'une masse d'air trop importante. L'abaissement du premier seuil de commutation s'effectue de manière avantageuse par réduction de l'admission d'air, de sorte que l'allumage peut avoir lieu un peu plus tôt. La valeur réduite ainsi trouvée est, à son tour, mise en mémoire afin

35 de pouvoir être utilisée pour les commutations suivantes.

Si, en revanche, l'abaissement du seuil de commutation n'aboutit pas à un passage acceptable du fonctionnement avec mélange homogène au fonctionnement avec mélange stratifié, le passage en fonctionnement avec mélange stratifié est bloqué afin de ne pas nuire au confort de la conduite.

5 Lors de la commutation du fonctionnement avec mélange stratifié au fonctionnement avec mélange homogène, il s'avère avantageux, pour déterminer le deuxième seuil de commutation, que ce soit d'abord le taux de recyclage de gaz d'échappement (taux EGR, pour « Exhaust Gas Recirculation ») et ensuite la masse d'air qui soient réduits à une valeur requise pour le fonctionnement avec mélange
10 homogène. Si, à cette occasion, une combustion de mauvaise qualité est détectée en fonctionnement avec mélange stratifié, la commutation s'effectue un peu plus tôt, à un moment où la masse d'air est encore plus importante. Grâce à ces mesures, il est possible d'adapter, de manière simple et avantageuse, le deuxième seuil de commutation aux conditions de fonctionnement du moteur.

15 Si, par contre, une combustion instable est détectée lors de la commutation en fonctionnement avec mélange homogène, le taux de recyclage de gaz d'échappement est réduit et/ou la commutation est initialisée un peu plus tard, lorsque la masse d'air s'est davantage réduite. Si la commutation a eu lieu avec succès, la valeur trouvée en dernier pour le deuxième seuil de commutation est mise en
20 mémoire et est ensuite disponible pour des commutations ultérieures. Si, cependant, la commutation ne devait pas pouvoir être réalisée avec succès, la commutation en fonctionnement avec mélange stratifié est ici encore bloquée.

Un exemple de réalisation de l'invention est représenté dans le dessin et sera expliqué plus en détail dans la description ci-après.

25 La figure 1 montre un premier organigramme illustrant le processus de commande qui permet la commutation du fonctionnement avec mélange homogène au fonctionnement avec mélange stratifié,

la figure 2 montre un deuxième organigramme illustrant le processus de commande qui permet la commutation du fonctionnement avec mélange stratifié au
30 fonctionnement avec mélange homogène, et

la figure 3 montre un dispositif permettant de commander les commutations entre les deux régimes de fonctionnement.

Le premier organigramme représenté à la figure 1 explique, sous forme schématique, comment se déroule la commutation d'un fonctionnement avec mélange
35 homogène à un fonctionnement avec mélange pauvre. L'exemple de fonctionnement avec mélange pauvre ici décrit est le fonctionnement avec mélange stratifié. Dans les

deux régimes de fonctionnement, il faut tenir compte du principe qu'en fonctionnement avec mélange homogène, le carburant directement injecté dans les cylindres du moteur Otto est exposé à des turbulences de telle manière qu'il est réparti de manière homogène dans la chambre de combustion. En fonctionnement
5 avec mélange stratifié, le carburant est, au contraire, réparti notamment dans la couche supérieure. Ces différences dans la répartition du carburant sont obtenues par des mesures ayant trait à la construction, par exemple par une chambre de combustion conçue de manière appropriée ou par un procédé d'injection approprié. La commutation entre les différents régimes de fonctionnement peut être influencée
10 par une régulation de la masse d'air amenée, notamment par réglage du papillon des gaz ainsi que par réglage du taux de recyclage de gaz d'échappement (taux EGR). La combustion du mélange air/carburant qui en résulte génère un couple de rotation donné du moteur. Lors de la commutation entre les deux régimes de fonctionnement, il s'agit de faire en sorte qu'il n'y ait, si possible, aucun changement de couple et donc
15 aucun gradient de vitesse de rotation. La qualité de la combustion pouvant avoir une influence décisive lors de la commutation entre les régimes de fonctionnement, il est proposé selon l'invention de régler le seuil de commutation en fonction de la qualité de la combustion et de l'adapter en conséquence pour les commutations ultérieures.

En fonctionnement avec mélange stratifié (fonctionnement avec mélange
20 pauvre), la qualité de la combustion est souvent altérée par une masse d'air trop faible puisque le mouvement de la charge est insuffisant. En fonctionnement avec mélange homogène, le taux EGR est par contre souvent trop élevé ou l'allumage a lieu trop tard. Le gradient de vitesse de rotation permet d'établir des seuils de commutation adaptables aux différents régimes de fonctionnement afin d'améliorer la
25 combustion lors de la commutation entre les régimes de fonctionnement. Ainsi, un gradient de vitesse de rotation nettement négatif indique une combustion de mauvaise qualité.

Dans la figure 1, la partie gauche a trait au fonctionnement avec mélange homogène et la partie droite au fonctionnement avec mélange stratifié. Lors de la
30 commutation du fonctionnement avec mélange homogène au fonctionnement avec mélange stratifié, un programme (logiciel) est lancé, selon la figure 1, en position 1, lequel se déroule de manière cyclique, en règle générale en tant que sous-programme, à l'intérieur d'un programme de commande de moteur. D'abord, en fonctionnement avec mélange homogène, le papillon des gaz est ouvert afin d'obtenir
35 la masse d'air requise pour le fonctionnement avec mélange stratifié. A partir d'une

masse d'air donnée, une vérification est effectuée en position 2 pour savoir si le moteur fonctionne avec un mélange homogène.

Si, en position 2, le moteur fonctionne avec un mélange homogène, le programme emprunte le chemin j et, en position 3, le module du gradient de vitesse de rotation D est d'abord déterminé afin de contrôler la qualité de la combustion en fonctionnement avec mélange homogène. Si le module du gradient de vitesse de rotation D est effectivement inférieur à la valeur limite prédéfinie G, le programme emprunte le chemin n et se termine en position 11. Dans le cas du chemin j (c.-à-d. si le module du gradient de vitesse de rotation D est supérieur), la combustion est de mauvaise qualité. La combustion de mauvaise qualité peut être due à un angle d'allumage trop tardif provoqué, à cet instant, par une masse d'air trop élevée. En position 4, une valeur de seuil S1 (premier seuil de commutation S1) prévue pour la commutation suivante est donc abaissée afin d'obtenir une combustion plus stable.

Le premier seuil de commutation S1 est abaissé afin que le passage en fonctionnement avec mélange stratifié ait lieu un peu plus tôt. En position 5, une vérification est effectuée pour savoir si une valeur maximale M prédéfinie pour le premier seuil de commutation S1 a été atteinte. Dans le cas du chemin n, le programme saute en position 11. Dans le cas du chemin j, il est décidé en position 6 s'il faut, à l'avenir, empêcher la commutation en fonctionnement avec mélange stratifié. Si ceci aboutit à une combustion de meilleure qualité en fonctionnement avec mélange homogène, la nouvelle valeur destinée au premier seuil de commutation S1 est mise en mémoire et est ensuite disponible pour des commutations ultérieures. Dans le cas de passages de qualité inacceptable, le passage en fonctionnement avec mélange stratifié, à l'avenir, n'a pas lieu. Puis le programme se termine, pour ce cycle, en position 11.

Ci-après, la partie droite de la figure 1 sera expliquée plus en détail. S'il a été déterminé, en position 2, qu'il ne s'agit pas d'un fonctionnement avec mélange homogène, l'adaptation est initialisée pour le fonctionnement avec mélange stratifié par l'intermédiaire du chemin n et la qualité de la combustion du mélange air/carburant est contrôlée en position 7. Pour ce faire, un contrôle est effectué pour savoir si le module du gradient de vitesse de rotation D est supérieur à une valeur limite prédéfinie G. Dans le cas du chemin n - à savoir lorsque la combustion est acceptable puisque le module du gradient de vitesse de rotation D est inférieur à la valeur limite G -, la fonction se termine en position 11. La commutation a lieu au moyen d'un premier seuil de commutation adapté S1 qui comprend essentiellement une valeur de consigne pour la masse d'air, par exemple pour la position du papillon

des gaz, laquelle permet de réguler l'admission d'air dans les cylindres du moteur Otto.

Si le module du gradient de vitesse de rotation D était supérieur à la valeur limite G (j , position 7), on part du principe qu'il s'agit d'une combustion de mauvaise qualité qui est due, vraisemblablement, à une masse d'air trop faible pour le fonctionnement avec mélange stratifié. En position 8, le seuil pour la masse d'air (premier seuil de commutation $S1$) est relevé pour le prochain passage en fonctionnement avec mélange stratifié. Ce processus peut être répété plusieurs fois. En position 9, une vérification est effectuée pour savoir si une valeur maximale M prédéfinie pour le premier seuil de commutation $S1$ a été dépassée. Si cela n'est pas le cas, le programme saute, ici aussi, en position 11, en empruntant le chemin n . Au contraire, dans le cas du chemin j (position 10), il est décidé s'il faut empêcher, à l'avenir, une commutation en fonctionnement avec mélange stratifié. Puis le programme se termine, ici aussi, en position 11.

Le deuxième organigramme, représenté dans la figure 2, illustre un processus de commande permettant la commutation du fonctionnement avec mélange stratifié au fonctionnement avec mélange homogène. Le programme est lancé en position 21. Le taux EGR est d'abord réduit à une valeur compatible avec le fonctionnement avec mélange homogène. Puis la valeur de consigne pour la masse d'air est réglée à la valeur appropriée pour le fonctionnement avec mélange homogène. En position 22, une vérification est effectuée pour savoir s'il s'agit d'un régime de fonctionnement avec mélange homogène.

Dans le cas du chemin n - à savoir lorsqu'il s'agit d'un fonctionnement avec mélange stratifié -, le programme saute en position 29. Une interrogation est alors effectuée pour savoir si le module du gradient de vitesse de rotation D est supérieur à la valeur limite prédéfinie G . Si cela n'est pas le cas - à savoir lorsque le gradient de vitesse de rotation D est en deçà de la valeur limite prédéfinie G -, le programme se termine en position 33. Si, au contraire, le gradient de vitesse de rotation D est supérieur à la valeur limite prédéfinie G , ceci peut être dû au fait que la masse d'air est, à ce moment, trop faible et que, de ce fait, une combustion de mauvaise qualité a été détectée. Aussi, le deuxième seuil de commutation $S2$ prévu pour la masse d'air doit être modifié (relevé) en position 30 de telle manière que le processus de commutation ait lieu un peu plus tôt. En position 31, une vérification est effectuée pour savoir si le seuil de masse d'air $S2$ dépasse une valeur maximale prédéfinie M . Si l'on obtient une combustion de meilleure qualité sans altérer celle des combustions

homogènes ultérieures et sans dépasser la valeur maximale M, ce deuxième seuil de commutation S2 est mis en mémoire.

Si, en position 31, la valeur maximale M n'est pas dépassée, le programme emprunte le chemin n et se termine en position 33. Si, au contraire, la valeur maximale M est dépassée, la valeur de seuil S2 est limitée à la valeur maximale M. Le programme saute alors en position 32 en empruntant le chemin j. En position 32, il est décidé s'il faut, à l'avenir, empêcher le passage en fonctionnement avec mélange stratifié. Puis le programme se termine, là encore, en position 33.

La partie gauche de la figure 2 sera expliquée ci-après plus en détail. Si, en position 22, il a été constaté qu'il s'agit d'un fonctionnement avec mélange homogène, le programme emprunte le chemin j et une vérification est effectuée, en position 23, à l'aide du gradient de vitesse de rotation D pour savoir s'il s'agit d'une combustion instable. Si cela n'est pas le cas, le programme emprunte le chemin n et se termine en position 33. Si une combustion instable a été détectée - à savoir lorsque, dans le cas du chemin j, le module du gradient de vitesse de rotation D est supérieur à la valeur limite prédéfinie G -, la valeur de seuil du taux EGR est d'abord, en position 24, soumise à une vérification. Dans le cas du chemin n, la valeur de seuil prévue pour le taux EGR est réduite (position 25), de sorte que la commutation a lieu, à l'avenir, avec un taux EGR plus faible. Si, de cette manière, la qualité de la combustion est améliorée, la nouvelle valeur de seuil est mise en mémoire et le programme se termine en position 33.

En cas contraire (position 24, chemin j), la combustion de mauvaise qualité est due à un angle d'allumage trop tardif. Celui-ci est dû à une masse d'air trop élevée pour le fonctionnement avec mélange homogène. En position 26, une vérification est effectuée pour savoir si le deuxième seuil de commutation S2 n'est pas descendu au-dessous d'une valeur minimale prédéfinie Min. Si cela n'est pas le cas, le seuil de commutation prévu pour la masse d'air est abaissé en position 27 de telle manière que la commutation a lieu un peu plus tard. Ceci permet d'obtenir une masse d'air plus faible et un angle d'allumage moins tardif. Ces mesures permettent de stabiliser la combustion et d'en améliorer la qualité. Puis le programme se termine, ici aussi, en position 33.

Si, au contraire, la valeur minimale prédéfinie Min a été dépassée de manière négative en position 26, la valeur de seuil est limitée à la valeur minimale Min. En empruntant le chemin j, le programme passe en position 28, où il est décidé s'il faut, à l'avenir, empêcher la commutation en fonctionnement avec mélange stratifié. Puis le programme se termine, ici aussi, en position 33.

La figure 3 montre une représentation schématique d'un dispositif 40 permettant de commander le passage entre deux régimes de fonctionnement, notamment entre le fonctionnement avec mélange homogène et le fonctionnement avec mélange stratifié. Le dispositif 40 est conçu, de préférence, comme partie d'un

5 système de commande de moteur qui commande, à l'aide d'une routine logicielle (programme 42), les fonctions du moteur lors du passage entre les deux régimes de fonctionnement. Ce programme est exécuté de manière cyclique en une période de temps prédéfinie, comme il a été décrit précédemment à propos des figures 1 et 2. En outre, le dispositif 40 est relié à une mémoire 43, dans laquelle sont stockés, de

10 préférence sous forme de tableaux, outre les seuils de commutation déterminés S1, S2 par exemple aussi les valeurs limites G pour le gradient de vitesse de rotation, les valeurs maximales M, les valeurs de vitesse de rotation etc. Le dispositif 40 est relié, de préférence par un système de bus, à un premier organe de réglage 44 pour le papillon des gaz du moteur Otto 46 et à un deuxième organe de réglage 45 pour le

15 régulateur de recyclage des gaz d'échappement EGR (Exhaust Gas Recirculation). Ainsi, il est possible de réguler, à l'aide du premier organe de réglage 44, la masse d'air frais pour les différents cylindres du moteur Otto 46 et, à l'aide du deuxième organe de réglage 45, le taux de gaz d'échappement recyclés (taux EGR). En outre, il est prévu un capteur de vitesse de rotation 47 qui fournit à une unité 48 des vitesses

20 de rotation de moteur actuelles, à partir desquelles est ensuite déterminé le gradient de vitesse de rotation. Le gradient de vitesse de rotation est déterminé, de la manière la plus simple, par formation de la différence ou par formation du quotient des vitesses de rotation fournies de manière séquentielle par le capteur de vitesse de rotation 47.

25 Dans une réalisation alternative de l'invention, il est prévu d'appliquer ce procédé également à d'autres modes de fonctionnement du fonctionnement avec mélange pauvre, par exemple le fonctionnement HCCI.

REVENDICATIONS

1. Procédé permettant de commander le passage d'un premier régime de
5 fonctionnement d'un moteur Otto (46) à injection directe de carburant à un deuxième
régime de fonctionnement, un mélange air/carburant étant chargé dans les cylindres
du moteur Otto (46), notamment pour les deux fonctionnements avec mélange
homogène et avec mélange pauvre, lorsqu'un seuil de commutation prédéfini (S1,S2)
est atteint, caractérisé en ce que le seuil de commutation (S1,S2) est adaptable à au
10 moins un paramètre de fonctionnement du moteur Otto, notamment à la qualité de la
combustion du mélange air/carburant dans les cylindres, et en ce qu'une valeur pour
le seuil de commutation (S1,S2) déterminée à partir de cela est utilisée pour
commander des processus de commutation ultérieurs des deux régimes de
fonctionnement.
- 15 2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il est déterminé
un premier seuil de commutation (S1) pour le passage du fonctionnement avec
mélange homogène au fonctionnement avec mélange pauvre, notamment en
fonctionnement avec mélange stratifié, et un deuxième seuil de commutation (S2)
pour le passage du fonctionnement avec mélange pauvre au fonctionnement avec
20 mélange homogène, et en ce que les deux seuils de commutation (S1,S2) sont
formés à l'aide d'un gradient de vitesse de rotation (D).
3. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce
qu'il est prédéfini, pour le module du gradient de vitesse de rotation (D), une valeur
limite (G) à ne pas dépasser.
- 25 4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce
que, lorsqu'une combustion de mauvaise qualité est détectée après le passage en
fonctionnement avec mélange pauvre, le premier seuil de commutation (S1) est
relevé pour le passage suivant en fonctionnement avec mélange pauvre.
5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que, pour relever le
30 premier seuil de commutation (S1), la masse d'air existant en fonctionnement avec
mélange pauvre est augmentée d'une valeur prédéfinie et que, lorsque la
commutation a eu lieu avec succès, la valeur trouvée en dernier pour le seuil relevé
de masse d'air (S1) est mise en mémoire.
6. Procédé selon l'une des revendications 4 et 5, prise en combinaison
35 avec la revendication 3, caractérisé en ce que le seuil de commutation (S1) est relevé
à plusieurs reprises jusqu'à ce que la qualité de la combustion en fonctionnement

avec mélange pauvre descende au-dessous du module de la valeur limite (G) du gradient de vitesse de rotation (D).

7. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que, lorsqu'une combustion de mauvaise qualité est détectée en fonctionnement avec mélange homogène, le premier seuil de commutation (S1) est abaissé pour le prochain passage en fonctionnement avec mélange pauvre et en ce que, lorsque la commutation a eu lieu avec succès, la nouvelle valeur pour le seuil de commutation (S1) est mise en mémoire.

8. Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce que, lorsqu'un passage du fonctionnement avec mélange homogène au fonctionnement avec mélange pauvre est de qualité inacceptable, la commutation en fonctionnement avec mélange pauvre est bloquée.

9. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que, lors de la commutation du fonctionnement avec mélange pauvre au fonctionnement avec mélange homogène, c'est d'abord le taux de recyclage de gaz d'échappement, puis la masse d'air qui sont réduits à une valeur requise pour le fonctionnement avec mélange homogène, et en ce que, lorsqu'une combustion de mauvaise qualité est détectée en fonctionnement avec mélange pauvre, la commutation a lieu plus tôt lorsque la masse d'air est encore plus importante.

10. Procédé selon la revendication 9, caractérisé en ce que, lorsqu'une combustion instable est détectée après la commutation en fonctionnement avec mélange homogène, le taux de recyclage de gaz d'échappement est réduit et/ou la commutation a lieu un peu plus tard lorsque la masse d'air s'est davantage réduite, et en ce que, lorsque la commutation a eu lieu avec succès, la nouvelle valeur pour le deuxième seuil de commutation (S2) est mise en mémoire.

11. Dispositif permettant de commander le passage entre deux régimes de fonctionnement d'un moteur Otto (46) à injection directe de carburant par le procédé selon l'une des revendications précédentes, comprenant un dispositif de commande (41) commandé par programme et au moins deux organes de réglage, notamment pour un papillon des gaz (44) et pour un régulateur de recyclage des gaz d'échappement (45), avec lesquels il est possible de réguler la combustion dans les cylindres du moteur Otto (46) lorsqu'un seuil de commutation prédéfini (S1, S2) est atteint, caractérisé en ce que le dispositif (40) présente une unité (48) permettant de saisir le gradient de vitesse de rotation (D) et en ce que le dispositif (40) est conçu pour saisir la qualité de la combustion du mélange air/carburant à l'aide du gradient de vitesse de rotation (D) et de déterminer à partir de cela au moins un seuil de

commutation (S1, S2) qui peut être utilisé pour la commutation en deuxième régime de fonctionnement.

12. Dispositif selon la revendication 11, caractérisé en ce qu'une mémoire (43) est prévue, dans laquelle un ou plusieurs seuils de commutation (S1, S2) sont
- 5 stockés en fonction de la qualité de combustion déterminée.

FIG 1

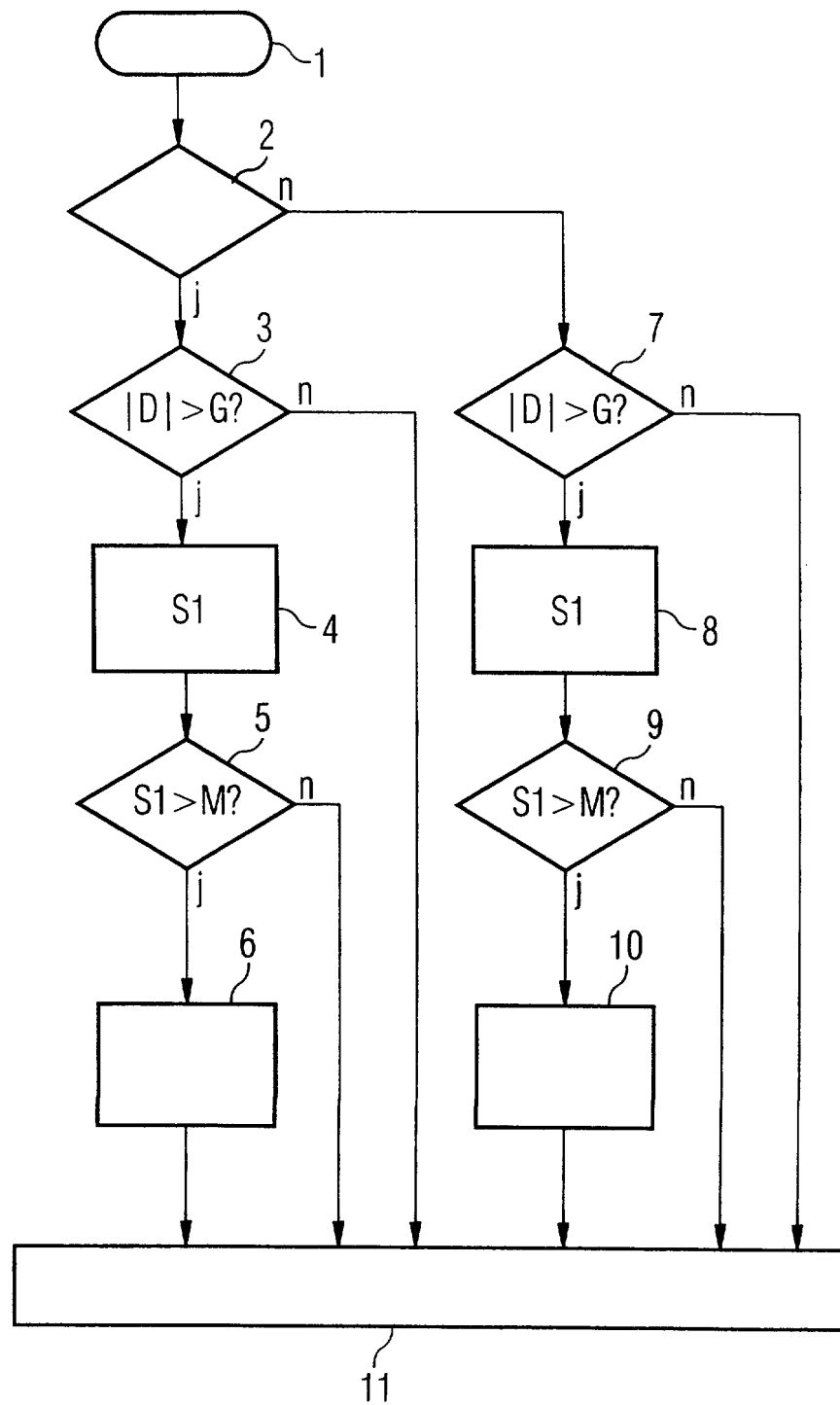


FIG 2

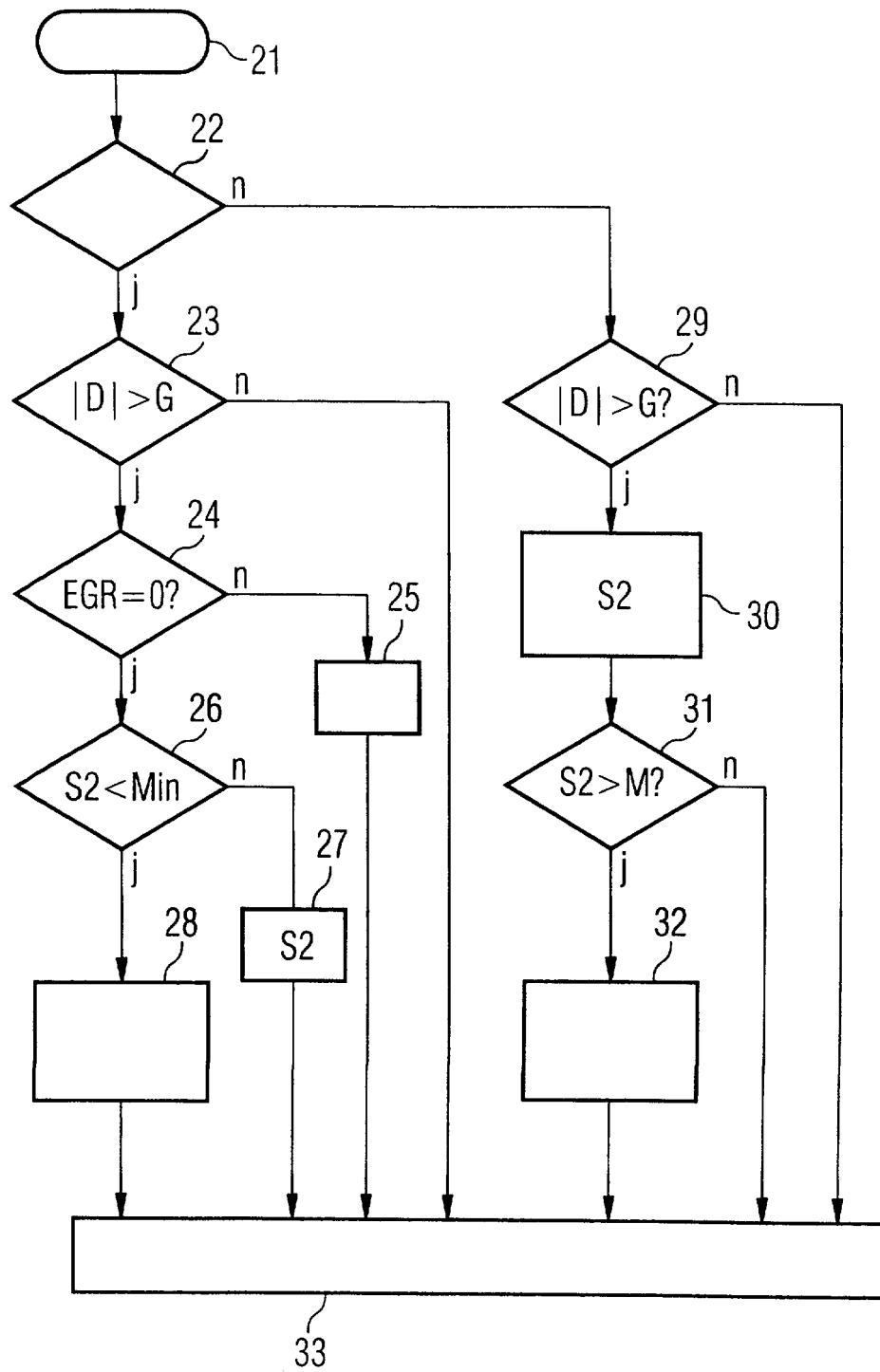


FIG 3

