

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 04.11.99.

30 Priorité : 05.11.98 DE 19851028.

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 12.05.00 Bulletin 00/19.

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) : DAIMLERCHRYSLER AG Aktiengesellschaft — DE.

72 Inventeur(s) : SCHMIDT ERWIN et SUMSER SIEGFRIED.

73 Titulaire(s) :

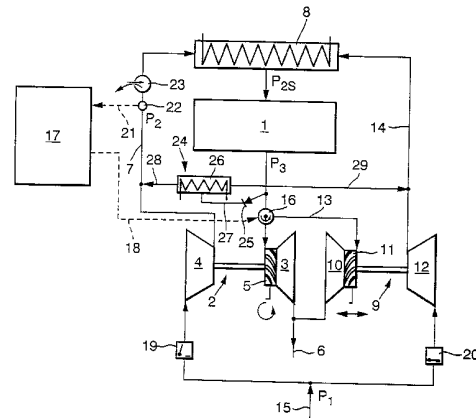
74 Mandataire(s) : REGIMBEAU.

54 PROCÉDE D'EXPLOITATION D'UN MOTEUR A COMBUSTION INTERNE SURALIMENTÉ ET DISPOSITIF POUR CE PROCÉDE.

57 L'invention se rapporte à la suralimentation des moteurs à combustion interne.

Pour améliorer, avec des dispositions simples, la sécurité du fonctionnement dans un procédé d'exploitation d'un moteur à combustion interne suralimenté qui comprend deux turbocompresseurs sur gaz d'échappement (2, 9) disposés en parallèle, on ne met en fonctionnement simultanément qu'un seul turbocompresseur, on mesure la valeur réelle d'un paramètre et on la compare à une valeur de consigne pouvant être prédéterminée et, en présence d'un écart inadmissible entre la valeur réelle et la valeur de consigne, il s'effectue un basculement entre les turbocompresseurs sur gaz d'échappement sous l'action d'un signal de commande.

Principales applications: moteurs suralimentés pour véhicules utilitaires.



5 Procédé pour l'exploitation d'un moteur à combustion  
interne suralimenté et dispositif pour ce procédé

L'invention concerne un procédé pour exploiter un  
moteur à combustion interne suralimenté qui comprend  
10 deux turbocompresseurs sur gaz d'échappement branchés en  
parallèle, et dans lequel un signal de commande pour la  
mise en action et hors d'action des turbocompresseurs  
sur gaz d'échappement est produit dans une unité de  
régulation et de commande. L'invention concerne aussi un  
15 dispositif pour un moteur à combustion interne  
suralimenté, en particulier pour la mise en oeuvre de ce  
procédé, comprenant deux turbocompresseurs sur gaz  
d'échappement, dans lequel les turbines sur gaz  
d'échappement des turbocompresseurs sur gaz  
20 d'échappement sont intercalées dans le circuit de gaz  
d'échappement et les compresseurs des turbocompresseurs  
sur gaz d'échappement sont intercalés dans le circuit  
d'admission, tous deux dans des segments de conduites  
parallèles, dans lequel il est prévu un dispositif de  
25 commutation pour la mise en action et hors d'action d'au  
moins un turbocompresseur sur gaz d'échappement et  
comprenant une unité de régulation et de commande  
destinée à produire un signal de commande attaquant le  
dispositif de commutation en fonction d'un signal  
30 d'entrée d'un générateur de signaux, le signal d'entrée  
représentant un paramètre du moteur à combustion  
interne.

On connaît par le DE 43 10 148 A1, un moteur à  
combustion interne suralimenté comprenant deux  
35 turbocompresseurs sur gaz d'échappement branchés en  
parallèle. Dans la conduite d'air de suralimentation

d'un turbocompresseur, est agencée une soupape d'arrêt réglable qui est mise en position d'ouverture ou de fermeture selon l'état de fonctionnement du moteur à combustion interne. Dans la position de fermeture de la  
5 soupape d'arrêt, le turbocompresseur sur gaz d'échappement concerné est isolé de l'alimentation en air de suralimentation, tandis qu'au contraire, dans la position d'ouverture, les deux turbocompresseurs sur gaz d'échappement participent à l'alimentation en air de  
10 suralimentation. Selon la position de la soupape d'arrêt, on produit une puissance globale réglable des deux turbocompresseurs avec des pressions de suralimentation qui varient de façon correspondante.

La position de la soupape d'arrêt est réglée en  
15 fonction du nombre de tours du moteur. Dans une basse gamme de nombres de tours, la soupape d'arrêt est dans sa position de fermeture et, seul travaille le turbocompresseur sur gaz d'échappement qui n'est pas isolé de l'alimentation en air de suralimentation, qui  
20 est constitué par un petit turbocompresseur à faible inertie. En raison de la faible inertie, le compresseur du petit turbocompresseur développe dans la gamme inférieure des nombres de tours une plus haute pression de suralimentation que cela ne serait possible avec un  
25 plus gros compresseur dans cette gamme de nombres de tours.

A partir d'un nombre de tours moyen, la soupape d'arrêt s'ouvre et le deuxième turbocompresseur est mis en action, et il prend en charge une proportion  
30 croissante de l'alimentation en air de suralimentation.

Ce dispositif a l'avantage de permettre de calculer le petit turbocompresseur sur gaz d'échappement de la façon optimale pour les petits nombres de tours. On évite qu'à de petits nombres de tours, le gros  
35 turbocompresseur n'entre dans la région de pompage du compresseur. A des nombres de tours plus élevés, au

contraire, la plus grande puissance du gros turbocompresseur peut être mise à profit. Au total, on atteint de cette façon un bon rendement total.

L'invention a pour but d'améliorer avec des  
5 dispositions simples la sécurité de fonctionnement des moteurs à combustion interne suralimentés.

Selon l'invention, ce problème est résolu par un procédé du genre cité au début et caractérisé en ce qu'à chaque instant, seul un turbocompresseur sur gaz  
10 d'échappement est mis activement en fonctionnement, en ce que la valeur réelle d'un paramètre est mesurée et comparée à une valeur de consigne pouvant être prédéterminée, en ce qu'en présence d'un écart inadmissible entre la valeur réelle et la valeur de  
15 consigne, il se produit une commutation entre les turbocompresseurs sur gaz d'échappement sous l'action d'un signal de commande, ainsi que par un dispositif caractérisé en ce que, au moyen du dispositif de commutation, un seul des turbocompresseurs sur gaz  
20 d'échappement peut être mis en service ou arrêté en alternance, en ce qu'une comparaison consigne-réelle du paramètre peut être exécutée dans une unité de régulation et de commande et en ce que, en présence d'un écart inadmissible entre le signal de valeur réelle du  
25 paramètre et le signal de valeur de consigne du paramètre, le signal de commande est mis sur une valeur qui commute le dispositif de commutation.

Les turbocompresseurs sont de plus en plus utilisés, non seulement dans le mode moteur accéléré,  
30 mais aussi dans le mode frein moteur, dans lequel on peut produire de très hautes valeurs de puissance. Selon l'invention, pour éviter une chute brusque de la puissance en cas de défaillance d'un turbocompresseur, en particulier dans le mode frein moteur, et dans le but  
35 d'éviter une situation de danger, les turbocompresseurs sur gaz d'échappement ne sont pas mis en marche

simultanément mais seulement isolément, ce qui accroît considérablement la sécurité à l'encontre d'une défaillance de la suralimentation. Le moteur à combustion interne suralimenté est conçu dans une forme  
5 redondante avec les deux turbocompresseurs sur gaz d'échappement branchés en parallèle.

L'un des turbocompresseurs sur gaz d'échappement assure avantageusement la fonction d'un turbocompresseur principal, le deuxième turbocompresseur sur gaz  
10 d'échappement assure la fonction d'un turbocompresseur de réserve qui n'est utilisé que dans des cas d'urgence, ou à intervalles réguliers pour le contrôle de la sécurité, ou encore selon un autre mode qui peut être prédéterminé.

15 Comme critère pour la commutation entre les turbocompresseurs, on mesure un paramètre caractéristique pour le fonctionnement du moteur à combustion interne et on le compare avec une valeur de consigne. Dans le cas d'un écart inadmissible, un signal  
20 de commande pour l'actionnement du dispositif de commutation est produit dans une unité de régulation et de commande, dispositif au moyen duquel l'un des turbocompresseurs est mis hors d'action et l'autre turbocompresseur sur gaz d'échappement est mis en  
25 action. Comme paramètre, on peut se servir d'une variable d'état du moteur à combustion interne, par exemple, la pression de suralimentation, le nombre de tours du turbocompresseur actuellement activé, le débit massique d'air refoulé dans le circuit d'admission ou la  
30 pression d'entrée de la turbine ; ces variables d'état peuvent sans grande dépense être obtenues au moyen de capteurs et de générateurs de signaux et comparées dans l'unité de régulation et de commande à une valeur de consigne prédéterminée ou calculée.

35 Comme paramètre, on peut aussi prendre en compte le temps, en ce sens qu'après écoulement d'un laps de temps

prédéterminé, on commute alternativement entre les turbocompresseurs. Ceci peut s'effectuer, soit dans le but de mettre le turbocompresseur de réserve en marche pendant un temps court, même dans le fonctionnement normal - sans cas d'urgence - pour tester le fonctionnement. Toutefois, il peut aussi être avantageux de faire travailler les deux turbocompresseurs en alternance pour obtenir une sollicitation uniforme des deux turbocompresseurs, et augmenter la durée de vie globale du dispositif ; dans cette forme de réalisation, les deux turbocompresseurs sont traités sur le même rang et les deux turbocompresseurs sont de préférence de même construction.

On peut aussi envisager un fonctionnement mixte, dans lequel ce n'est essentiellement qu'en cas d'urgence, lorsqu'une valeur limite d'une variable d'état est dépassée, qu'on commute sur le deuxième turbocompresseur, mais où l'on commute aussi, régulièrement sur le turbocompresseur de réserve pendant un laps de temps généralement court, même pendant le fonctionnement normal, pour le contrôle du fonctionnement.

Le procédé et le dispositif peuvent être utilisés aussi bien dans le mode frein moteur que dans le mode moteur accéléré. Pour obtenir de grandes puissances de freinage, au moins une turbine, en particulier la turbine du turbocompresseur principal, est de préférence équipée d'une géométrie de turbine variable, pour le réglage variable de la section efficace de la turbine ; il est avantageux que les turbines possèdent toutes deux une géométrie de turbine variable.

Dans le mode frein moteur, la géométrie de turbine variable est placée dans une position de retenue comportant une section de turbine réduite, pour accroître la contre-pression des gaz d'échappement. Les gaz d'échappement retenus s'écoulent alors avec une

grande énergie cinétique entre les canaux d'écoulement restants de la géométrie de la turbine et attaquent la roue de turbine qui est entraînée et qui transmet la puissance au compresseur, de sorte que l'air comburant aspiré est porté à une pression de suralimentation renforcée, de sorte qu'une plus forte pression règne aussi bien sur le côté entrée que sur le côté sortie des cylindres du moteur à combustion interne. Dans le mode frein moteur, le piston est alors contraint de développer un travail de compression, dans le temps de compression et dans le temps d'échappement, à l'encontre de la haute surpression régnant dans le circuit des gaz d'échappement, de sorte qu'on obtient un grand effet de freinage.

Les défauts de fonctionnement du turbocompresseur utilisé actuellement peuvent être détectés, par exemple, par une comparaison valeur de consigne-valeur réelle des variables d'état considérées ou d'une grandeur dérivée de la variable d'état considérée. Si la variation temporelle de la variable d'état, en particulier de la pression de suralimentation tombe au-dessous d'une valeur limite et/ou si le niveau de la variable d'état tombe au-dessous d'une limite inférieure, on est avec une grande probabilité en présence d'une détérioration du turbocompresseur. Grâce à l'actionnement du dispositif de commutation et du passage rapide au deuxième turbocompresseur, on peut éviter un effondrement de la puissance aussi bien dans le mode moteur accéléré que dans le mode frein moteur. Le deuxième turbocompresseur reste en action jusqu'à l'exécution de dispositions de réparation sur le premier turbocompresseur et jusqu'au retour de l'unité de régulation et de commande à l'état de départ.

Un défaut de fonctionnement constaté dans l'unité de régulation et de commande est avantageusement documenté et signalé.

Dans un développement avantageux, la pression de suralimentation maximale admissible est limitée à une valeur maximale, pour éviter une surcharge des organes qui pourrait se produire, par exemple sous l'effet d'un blocage de la géométrie de la turbine dans le mode frein moteur et de la forte croissance de la puissance de la turbine qui en résulte en présence d'un accroissement du nombre de tours du moteur. Pour limiter la pression de suralimentation, on a prévu dans le circuit d'admission, en aval des compresseurs, une soupape de sûreté qui est avantageusement agencée en supplément de la construction redondante qui comporte deux turbocompresseurs sur gaz d'échappement parallèles qui doivent être mis en action en alternance. La limitation de la pression de suralimentation est éventuellement assurée au moyen de la soupape de sûreté, mais elle peut aussi être assurée sur les moteurs à combustion interne ne comportant qu'un seul turbocompresseur ou sur les moteurs à combustion interne à deux turbocompresseurs qui peuvent être utilisés aussi simultanément, en fonction de l'état de fonctionnement.

Selon d'autres caractéristiques de l'invention :  
en tant que paramètre, une variable d'état du moteur à combustion interne est mesurée et comparée à une valeur de consigne ;

la variable d'état est la pression de suralimentation ;

la variable d'état est le nombre de tours de suralimentation du turbocompresseur sur gaz d'échappement qui est actuellement actif ;

la variable d'état est le débit massique d'air dans le circuit d'admission ;

on utilise le temps en tant que paramètre ;

la mesure du paramètre et éventuellement le basculement d'un turbocompresseur sur gaz d'échappement sur l'autre sont exécutés dans le mode frein moteur ;

la mesure du paramètre et éventuellement le basculement d'un turbocompresseur sur gaz d'échappement sur l'autre sont exécutés dans le mode moteur accéléré ;

la section efficace d'écoulement d'au moins la  
5 turbine d'un turbocompresseur sur gaz d'échappement peut être réglée de façon variable ;

la section d'écoulement efficace des deux turbines peut être réglée de façon variable ;

la pression de suralimentation maximale admissible  
10 est limitée à une valeur maximale ;

le basculement entre les turbocompresseurs sur gaz d'échappement se produit lorsque la variation dans le temps de la variable d'état dépasse une valeur limite ;

le générateur de signaux est un dispositif de  
15 mesure servant à la mesure de la pression de suralimentation ;

la turbine d'au moins un turbocompresseur sur gaz d'échappement est équipée d'une géométrie de turbine variable ;

20 les turbines des deux turbocompresseurs sur gaz d'échappement sont équipées d'une géométrie de turbine variable ;

un clapet anti-retour est disposé dans le circuit d'admission en amont d'un compresseur ;

25 une soupape de sûreté destinée à limiter la pression de suralimentation maximale est intercalée dans le circuit d'admission en aval d'un compresseur.

D'autres avantages et formes de réalisation avantageuses ressortiront de la description des figures et du dessin, sur lequel on a représenté schématiquement  
30 un moteur à combustion interne suralimenté équipé de deux turbocompresseurs sur gaz d'échappement.

Le moteur à combustion interne 1, en particulier le moteur à combustion interne d'un véhicule utilitaire,  
35 présente un turbocompresseur sur gaz d'échappement sur gaz d'échappement 2 qui comprend une turbine 3 dans le

circuit 6 des gaz d'échappement et un compresseur 4 dans le circuit d'admission 7. La turbine 3 est équipée d'une géométrie de turbine variable réglable 5, en particulier sous la forme d'une grille d'aubes directrices possédant  
5 des aubes orientables. La turbine 3 est entraînée par les gaz d'échappement soumis à la contre-pression des gaz d'échappement  $p_3$ , présents dans le circuit de gaz d'échappement 6 entre l'échappement des cylindres du  
10 moteur à combustion interne et l'entrée de la turbine 3, et de son côté, elle entraîne par un arbre le compresseur 4 qui comprime l'air neuf aspiré sous la pression atmosphérique  $p_1$ , pour le porter à une pression augmentée  $p_2$ . L'air comprimé est refroidi dans un refroidisseur d'air de suralimentation 8 en aval du  
15 compresseur 4 et, ensuite, envoyé au circuit d'admission du moteur à combustion interne 1 sous la pression de suralimentation  $p_{2s}$ . La pression de suralimentation augmentée conduit à un accroissement de la puissance motrice du moteur.

20 Le turbocompresseur sur gaz d'échappement 2 peut aussi être utilisé dans le mode frein moteur pour produire une puissance de frein moteur. Pour cela, la géométrie variable 5 de la turbine 3 est placée dans une position de retenue dans laquelle la section d'entrée  
25 efficace de la turbine est réduite. Par suite, il s'établit une plus forte contre-pression des gaz d'échappement, les gaz d'échappement s'écoulant avec une plus grande vitesse dans les canaux de la géométrie variable de la turbine qui restent ouverts et ils  
30 attaquent la roue de turbine qui entraîne le compresseur 4, de sorte que le compresseur développe une surpression dans le circuit d'admission 7. En supplément, des soupapes de freinage prévues sur l'échappement des cylindres du moteur à combustion interne 1 s'ouvrent, de  
35 sorte que l'air comprimé dans le cylindre peut être soufflé dans le circuit des gaz d'échappement 6.

La puissance de freinage peut être influencée par la position de la géométrie de turbine variable 5 et par le réglage résultant de la section d'entrée de la turbine.

5        La géométrie variable de la turbine peut être réalisée par une grille d'aubes directrices prévue dans la section d'entrée de la turbine qui comprend des aubes orientables. La variation de la section est dans ce cas réalisée par une rotation des aubes. En variante, la  
10 turbine peut être équipée d'une grille d'aubes directrices mobiles en translation axiale dans la section d'entrée de la turbine. Dans une autre forme de réalisation, la turbine peut être équipée d'un volet dans l'entrée et de canaux d'accélération qui partent en  
15 amont de l'entrée et qui se terminent immédiatement en aval du dos ouvert de la turbine. Egalement dans cette forme de réalisation, le flux de gaz d'échappement qui attaque la roue de turbine est réglable de façon variable.

20        Parallèlement au turbocompresseur sur gaz d'échappement 2, est agencé un autre turbocompresseur sur gaz d'échappement 9. Le deuxième turbocompresseur 9 présente une turbine 10 qui est équipée d'une géométrie de turbine variable 11, de même que le premier  
25 turbocompresseur 2, placée dans un segment de conduite de gaz d'échappement 13 qui est disposé parallèlement au circuit de gaz d'échappement 6 comprenant la première turbine 3. En aval de la turbine 10, le segment de conduite de gaz d'échappement 13 comprenant la deuxième  
30 turbine 10 débouche de nouveau dans le circuit de gaz d'échappement 6. Dans une forme de réalisation simple, la géométrie variable 11 de la turbine est avantageusement équipée d'une vanne axiale ou réalisée sous la forme d'une turbine à clapet. Toutefois, on peut  
35 aussi envisager éventuellement une forme de réalisation

comprenant une grille d'aubes directrices possédant des aubes orientables.

Le deuxième compresseur 12 entraîné par la deuxième turbine 10 se trouve dans une conduite d'admission 14 qui s'étend parallèlement au circuit d'admission 7. Le circuit d'admission 7 et la conduite d'admission parallèle 14 sont alimentés en air neuf par une entrée d'air commune 15 située en amont des compresseurs 4 et 12 respectivement. Il est prévu, aussi bien en amont du premier compresseur 4 qu'en amont du deuxième compresseur 12, dans les segments de conduite considérés, des clapets anti-retour 19, 20, qui s'ouvrent dans le sens de l'admission du moteur à combustion interne et se ferment dans le sens inverse. En aval du deuxième compresseur 12, la conduite d'admission 14 débouche dans le refroidisseur d'air de suralimentation 8.

Dans la région où le segment de conduite de gaz d'échappement 13 est dérivé sur le circuit de gaz d'échappement 6, est prévu un dispositif de commutation 16 qui peut être basculé entre une position qui libère le circuit de gaz d'échappement à travers la première turbine 3 et une position qui libère le segment de conduite de gaz d'échappement traversant la deuxième turbine 10. Selon la position de commutation du dispositif de commutation 16, le flux total de gaz d'échappement est envoyé, soit exclusivement à travers la première turbine 3, soit exclusivement à travers la deuxième turbine 10.

Le dispositif de commutation 16 est actionné au moyen d'un signal de commande qui est produit dans une unité de régulation et de commande 17 et est envoyé au dispositif de commutation 16 par une ligne de signaux 18. La pression de suralimentation  $p_2$ , qui est captée dans le circuit d'admission 7 dans un générateur de signaux ou capteur 22, est envoyée comme signal d'entrée

à l'unité de régulation et de commande 17 en passant par une autre ligne de signaux 21. L'unité de régulation et de commande 17 reçoit, par d'autres lignes de signaux non représentées, des signaux d'entrée représentant des informations additionnelles relatives à l'état de fonctionnement du moteur à combustion interne 1, en particulier relatives à la charge, au nombre de tours du moteur, au débit massique d'air aspiré, au nombre de tours des turbocompresseurs sur gaz d'échappement 2 et 9 respectivement, à la pression d'entrée des turbines, etc., ainsi que relatives au fait que le moteur à combustion interne se trouve dans le mode frein moteur ou dans le mode moteur accéléré. L'unité de régulation et de commande 17 détecte aussi la position de la géométrie variable dans les turbines 3 et 12, ou produit des signaux de réglage pour le réglage de la géométrie variable de la turbine en fonction de l'état.

Le turbocompresseur sur gaz d'échappement 2 est utilisé comme turbocompresseur principal, le turbocompresseur sur gaz d'échappement 9 comme turbocompresseur de réserve. Dans le fonctionnement normal - aussi bien dans le mode moteur accéléré que dans le mode frein moteur - le turbocompresseur principal 2 est seul mis en action, aussi longtemps qu'on n'est pas en présence d'un cas de défaut ; dans le fonctionnement normal, le dispositif de commutation 16 est dans une position qui alimente la turbine principale 3 en gaz d'échappement. Dans l'unité de régulation et de commande 17, il se produit à des intervalles avantageusement réguliers un contrôle d'une ou de plusieurs variables d'état du système ou d'autres paramètres du système comme, le temps. Si une variable d'état mesurée s'écarte à un degré inadmissible de la valeur de consigne donnée ou calculée, ceci est vraisemblablement indicatif d'une détérioration du turbocompresseur principal 2. En réponse, l'unité de

régulation et de commande 17 produit un signal de commande au moyen duquel le dispositif de commutation 16 est basculé de sorte que la totalité du débit du gaz d'échappement est envoyée à travers le segment de  
5 conduite de gaz d'échappement 13 qui comprend la turbine de réserve 10. En même temps, un avertissement de défaut ou un enregistrement de défaut peut se produire dans l'unité de régulation et de commande 17 et inciter le conducteur à se rendre à l'atelier.

10 Le signal de commande pour la commutation du turbocompresseur principal sur le turbocompresseur de réserve peut aussi se produire après écoulement d'un laps de temps prédéterminé. Sous cet effet, le turbocompresseur de réserve 9 peut être mis en action de  
15 temps à autre pendant des laps de temps courts pour le contrôle de son aptitude au fonctionnement.

Dans une autre forme de réalisation, il peut aussi être avantageux de faire travailler les deux turbocompresseurs 2, 9 au même rang, et alternativement  
20 selon un mode prédéterminé, afin d'abaisser la contrainte de chaque turbocompresseur individuel et d'allonger la durée de vie d'ensemble du dispositif. Dans cette forme de réalisation, les deux turbocompresseurs sont de préférence de même  
25 construction.

Le clapet anti-retour 19 prévu dans le circuit d'admission 7 se trouve en position de fermeture lorsque le turbocompresseur de réserve 9 est activé, en raison de la dépression régnant dans le segment inférieur de  
30 conduite du circuit d'admission 7. De façon correspondante, le deuxième clapet anti-retour 20 prévu dans la conduite d'admission parallèle 14 se trouve en position de fermeture lorsque le turbocompresseur principal 2 est activé.

35 La conduite d'admission 7 qui comprend le deuxième compresseur 12, peut aussi être conçue, dans une forme

de réalisation modifiée, de manière que seul le premier compresseur 4 situé dans le circuit d'admission 7 soit court-circuité, la conduite d'admission étant alors dérivée immédiatement en amont du premier compresseur 4 et débouchant de nouveau dans le circuit d'admission 7 en aval du compresseur 4. La conduite d'admission qui comprend le deuxième compresseur forme alors un bipasse pour le premier compresseur.

Dans une forme avantageuse de réalisation, il est prévu dans le circuit d'admission 7, en aval du premier compresseur 4, une soupape de sûreté 23 qui peut être mise dans une position qui dévie l'air de suralimentation, en fonction de la pression de suralimentation  $p_2$ , pour assurer la décharge de la pression. Si une pression de suralimentation  $p_2$  d'un niveau inadmissiblement élevé est enregistrée dans l'unité de régulation et de commande 17, la soupape de sûreté 23 s'ouvre jusqu'à ce que la pression de suralimentation tombe au-dessous de la valeur limite prédéterminée.

Par ailleurs, il est prévu un dispositif 24 de recyclage des gaz d'échappement qui comprend une soupape 25 de recyclage des gaz d'échappement placée dans le circuit des gaz d'échappement 6 en amont de la première turbine 3, un refroidisseur de gaz d'échappement 26, ainsi que diverses conduites d'arrivée et de départ des gaz d'échappement 27, 28 et 29. La soupape 25 de recyclage des gaz d'échappement est commandée par l'unité de régulation et de commande 17. Dans la position d'ouverture de la soupape 25 de recyclage des gaz d'échappement, une partie des gaz d'échappement est déviée du circuit des gaz d'échappement 6, envoyée au refroidisseur des gaz d'échappement 26 en passant par la conduite d'arrivée 27 et, après le refroidissement, envoyée par les conduites de départ 28, 29, au circuit d'admission 7, en aval du premier compresseur 4, ou

encore à la conduite d'admission 14 en aval du deuxième compresseur 12.

5

## REVENDEICATIONS

1. Procédé pour exploiter un moteur à combustion interne suralimenté qui comprend deux turbocompresseurs sur gaz d'échappement (2, 9) branchés en parallèle, et dans lequel un signal de commande pour la mise en action et hors d'action des turbocompresseurs sur gaz d'échappement (2,9) en fonction de paramètres est produit dans une unité de régulation et de commande (17) caractérisé

en ce qu'à chaque instant, seul un turbocompresseur sur gaz d'échappement (2, 9) est mis activement en fonctionnement,

en ce que la valeur réelle d'un paramètre est mesurée et comparée à une valeur de consigne pouvant être prédéterminée,

en ce qu'en présence d'un écart inadmissible de la valeur réelle par rapport à la valeur de consigne, il se produit une commutation entre les turbocompresseurs sur gaz d'échappement (2, 9) sous l'action du signal de commande.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé

en ce qu'en tant que paramètre, une variable d'état du moteur à combustion interne (1) est mesurée et comparée à une valeur de consigne.

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé

en ce que la variable d'état est la pression de suralimentation ( $p_2$ ).

4. Procédé selon la revendication 2 ou 3, caractérisé

en ce que la variable d'état est le nombre de tours de suralimentation du turbocompresseur sur gaz d'échappement qui est actuellement actif.

5 5. Procédé selon une des revendications 2 à 4, caractérisé

en ce que la variable d'état est le débit massique d'air dans le circuit d'admission.

10 6. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on utilise le temps en tant que paramètre.

7. Procédé selon une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que la mesure du paramètre et éventuellement le basculement d'un turbocompresseur sur gaz d'échappement (2, 9) sur l'autre sont exécutés dans le mode frein moteur.

15 8. Procédé selon une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que la mesure du paramètre et éventuellement le basculement d'un turbocompresseur sur gaz d'échappement (2, 9) sur l'autre sont exécutés dans le mode moteur accéléré.

20 9. Procédé selon une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que la section efficace d'écoulement d'au moins la turbine (3, 10) d'un turbocompresseur sur gaz d'échappement (2, 9) peut être réglée de façon variable.

25 10. Procédé selon la revendication 9, caractérisé en ce que la section d'écoulement efficace des deux turbines (3, 10) peut être réglée de façon variable.

30 11. Procédé selon une des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que la pression de suralimentation maximale admissible ( $p_2$ ) est limitée à une valeur maximale.

35 12. Procédé selon une des revendications 1 à 11,

caractérisé

en ce que le basculement entre les turbocompresseurs sur gaz d'échappement (2, 9) se produit lorsque la variation dans le temps de la  
5 variable d'état dépasse une valeur limite.

13. Dispositif pour un moteur à combustion interne suralimenté, en particulier pour la mise en oeuvre du procédé selon une des revendications 1 à 12, comprenant deux turbocompresseurs sur gaz d'échappement (2, 9),  
10 dans lequel les turbines sur gaz d'échappement (3, 10) des turbocompresseurs sur gaz d'échappement (2, 9) sont intercalées dans le circuit de gaz d'échappement (6, 13) et les compresseurs (4, 12) des turbocompresseurs sur gaz d'échappement (2, 9) sont intercalés dans le circuit  
15 d'admission (7, 14), tous deux dans des segments de conduites parallèles, dans lequel il est prévu un dispositif de commutation (16) pour la mise en action et hors d'action d'au moins un turbocompresseur sur gaz d'échappement (2, 9) et comprenant une unité de  
20 régulation et de commande (17) destinée à produire un signal de commande attaquant le dispositif de commutation (16) en fonction d'un signal d'entrée d'un générateur de signaux (22), le signal d'entrée représentant un paramètre caractéristique du moteur à  
25 combustion interne (1),

caractérisé

en ce qu'au moyen du dispositif de commutation (16), un seul des turbocompresseurs sur gaz d'échappement (2, 9) peut être mis en action ou hors  
30 d'action en alternance,

en ce qu'une comparaison consigne-réelle du paramètre peut être exécutée dans l'unité de régulation et de commande (17),

et en ce qu'en présence d'un écart inadmissible  
35 entre le signal de valeur réelle du paramètre et le signal de valeur de consigne du paramètre, le signal de

commande est mis sur une valeur qui commute le dispositif de commutation (16).

14. Dispositif selon la revendication 13, caractérisé

5 en ce que le générateur de signaux (22) est un dispositif de mesure servant à la mesure de la pression de suralimentation ( $p_2$ ).

15. Dispositif selon la revendication 13 ou 14, caractérisé

10 en ce que la turbine (3, 10) d'au moins un turbocompresseur sur gaz d'échappement (2, 9) est équipée d'une géométrie de turbine variable.

16. Dispositif selon la revendication 15, caractérisé

15 en ce que les turbines (3, 10) des deux turbocompresseurs sur gaz d'échappement (2, 9) sont équipées d'une géométrie de turbine variable.

17. Dispositif selon une des revendications 13 à 16,

20 caractérisé

en ce qu'un clapet anti-retour (19, 20) est disposé dans le circuit d'admission (7, 14) en amont d'un compresseur (4, 12).

18. Dispositif selon une des revendications 13 à 25 17,

caractérisé

en ce qu'une soupape de sûreté (23) destinée à limiter la pression de suralimentation maximale est intercalée dans le circuit d'admission (7) en aval d'un 30 compresseur (4).

