

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

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

2 936 276

②1 N° d'enregistrement national : 09 56605

⑤1 Int Cl⁸ : F 02 B 37/007 (2006.01), F 02 B 37/18, F 02 M 31/20

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 24.09.09.

③0 Priorité : 24.09.08 DE 102008048681.7.

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 26.03.10 Bulletin 10/12.

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) : AUDI AG Société anonyme — DE.

⑦2 Inventeur(s) : HUBER FRANK, SONNER MARKUS
et EHLERS GUIDO.

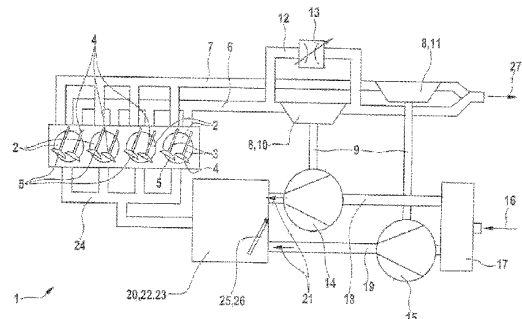
⑦3 Titulaire(s) : AUDI AG Société anonyme.

⑦4 Mandataire(s) : BLETRY & ASSOCIES.

⑤4 MOTEUR A COMBUSTION INTERNE COMPRENANT DEUX COMPRESSEURS ET SON PROCÉDE DE
FONCTIONNEMENT.

⑤7 La présente invention concerne un moteur à combustion interne (1) doté d'au moins un cylindre (2) comprenant au moins deux soupapes d'échappement (4, 5) reliées à des lignes d'échappement (6, 7) dans lesquelles sont disposées des turbines (8) de turbocompresseurs (9) comprenant des compresseurs (14, 15) pour l'air de suralimentation (16) des moteurs à combustion interne (1). Il est prévu pour cela qu'une jonction (23) pour les flux d'air de suralimentation (21) des compresseurs soit disposée en aval des compresseurs et qu'au moins une soupape (25) pouvant être commandée de façon externe soit disposée en aval d'au moins un des compresseurs et en amont de la jonction (23).

L'invention concerne en outre un procédé de fonctionnement d'un tel moteur à combustion interne (1).



FR 2 936 276 - A1



MOTEUR A COMBUSTION INTERNE COMPRENANT DEUX
COMPRESSEURS ET SON PROCEDE DE FONCTIONNEMENT

La présente invention concerne un moteur à combustion interne doté d'au moins un cylindre comprenant au moins deux soupapes d'échappement reliées à des lignes d'échappement dans lesquelles sont
5 disposées des turbines de turbocompresseurs comprenant des compresseurs pour l'air de suralimentation des moteurs à combustion interne.

L'invention concerne en outre un procédé de fonctionnement d'un tel moteur à combustion interne.

10 On connaît dans l'état de la technique des moteurs à combustion interne présentant par cylindre au moins deux soupapes d'échappement, les soupapes d'échappement étant associées à différentes lignes d'échappement, et chaque ligne d'échappement comprenant une turbine d'un
15 turbocompresseur associé à un compresseur pour l'air de suralimentation du moteur à combustion interne. Afin de faire fonctionner les turbocompresseurs, les soupapes d'échappement sont commandées de telle sorte qu'une soupape d'échappement est fermée lors d'un
20 fonctionnement en faible charge ou en charge partielle, de sorte que seule la turbine du turbocompresseur disposée dans la ligne d'échappement dont les soupapes d'échappement associées sont ouvertes fonctionne. Lors de demandes de couple et en particulier dans la plage
25 de pleine charge, les autres soupapes d'échappement reliées à l'autre ligne d'échappement sont également ouvertes, de sorte que le turbocompresseur associé à ladite ligne prend en charge le fonctionnement et achemine l'air de suralimentation pour le moteur à

combustion interne. Au cours d'un fonctionnement à faible charge ou en charge partielle, la conduite s'effectue par conséquent avec un seul des deux turbocompresseurs, tandis que les deux
5 turbocompresseurs sont mis en marche au cours d'un fonctionnement à pleine charge ou lors d'une soudaine demande de couple. La mise en marche du second turbocompresseur s'effectue dans ce cas par l'ouverture des autres soupapes d'échappement associées à la ligne
10 d'échappement respective. On connaît par exemple une telle disposition d'après le document DE 10 2005 055 996 et d'après le document EP 1 645 735 A1.

L'inconvénient de ces modes de réalisation est que
15 l'air de suralimentation, lorsque le second turbocompresseur est inactif (par conséquent que les secondes soupapes d'échappement sont fermées), acheminé du premier turbocompresseur dans le tuyau d'admission peut ramper hors de la zone du tuyau d'admission dans
20 le sens inverse de l'écoulement envisagé dans la zone du compresseur du second turbocompresseur et entraîner des chutes de pression indésirables ainsi qu'une perte de l'air de suralimentation et donc des irrégularités du comportement en service. Afin d'éviter ceci, on
25 connaît des dispositifs dans lesquels un clapet anti-retour s'ouvrant avec une certaine hystérèse après la mise en marche du second compresseur par l'ouverture des secondes soupapes d'échappement et l'alimentation de la seconde turbine associée au second compresseur
30 est disposé en aval du second compresseur. Il s'effectue pour cette raison une irrégularité de

pression indésirable, par exemple un coup de bélier indésirable, lorsque le clapet anti-retour s'ouvre lorsqu'une fluctuation de pression est atteinte dans le cas d'une capacité de transport prédéterminée du second
5 compresseur, ce qui entraîne une modification presque trop rapide du couple lorsque le moteur à combustion interne est en fonctionnement. L'établissement du couple dans le moteur à combustion interne s'effectue d'une manière peu confortable et même désagréable pour
10 le conducteur dans certaines circonstances, la gouvernabilité du véhicule pouvant en pâtir dans des conditions de fonctionnement très défavorables lorsque les moteurs à combustion interne sont très performants.

L'objet de l'invention est de mettre à disposition
15 un moteur à combustion interne évitant les inconvénients cités, et de mettre à disposition son procédé de fonctionnement.

Il est proposé à cet effet un moteur à combustion interne doté d'au moins un cylindre comprenant au moins
20 deux soupapes d'échappement reliées par des lignes d'échappement dans lesquelles sont disposées des turbines de turbocompresseurs comprenant des compresseurs pour l'air de suralimentation du moteur à combustion interne. Il est prévu qu'une jonction pour
25 les courants d'air de suralimentation des compresseurs soit disposée en aval des compresseurs et qu'au moins une soupape pouvant être commandée de façon externe soit disposée en aval d'au moins un des compresseurs et en amont de la jonction. La mise en marche des
30 compresseurs individuels et/ou des turbines des turbocompresseurs entraînant lesdits compresseurs

s'effectue de la façon souhaitée en ce sens que les soupapes d'échappement associées au turbocompresseur respectif (en particulier au second turbocompresseur) et à sa ligne d'échappement sont ouvertes. Le
5 turbocompresseur prend de ce fait en charge le fonctionnement étant donné que sa turbine est alimentée en gaz d'échappement, ce qui permet au compresseur de commencer à acheminer l'air de suralimentation. Les flux d'air de suralimentation des compresseurs sont
10 regroupés dans une jonction disposée en aval des compresseurs. Une soupape pouvant être commandée de façon externe, qui est par conséquent indépendante du flux d'air de suralimentation et de sa pression dynamique appliquée contre la soupape, et permettant la
15 commande de ce ou ces flux d'air de suralimentation en tenant compte du débit volumique et/ou massique d'air de suralimentation, est disposée en aval d'au moins un des compresseurs et en amont de cette jonction. La commande de cette soupape s'effectue dans ce cas de
20 manière externe, en particulier par l'intermédiaire d'une gestion moteur présente, par exemple un appareil de commande de moteur connu d'après l'état de la technique.

Il est prévu dans un mode de réalisation que la
25 soupape soit conçue comme un volet d'air. Les volets d'air permettent non seulement de bloquer ou libérer le flux d'air de suralimentation, mais également et en particulier de le modifier, de préférence d'une façon continue. Les volets d'air peuvent dans ce cas être
30 conçus d'une façon très favorable à l'écoulement, en particulier de sorte que des tourbillonnements

indésirables de l'air de suralimentation dans le flux d'air de suralimentation dans la zone du volet d'air soient empêchés ou bien réduits.

Il est prévu de préférence que la jonction
5 comprenne un espace de regroupement d'air dans lequel est disposée la soupape. La jonction présente par conséquent l'espace de regroupement de l'air afin de regrouper les flux d'air de suralimentation. La soupape est disposée dans ledit espace.

10 De préférence, la soupape conçue comme un volet d'air est disposée dans l'espace de regroupement d'air.

Dans un mode de réalisation particulièrement préféré, la soupape conçue comme un volet d'air est disposée dans l'espace de regroupement d'air de telle
15 sorte que soit choisis le flux d'air de suralimentation provenant d'un compresseur, le flux d'air de suralimentation provenant de l'autre compresseur peut être bloqué ou étranglé, soit les deux flux d'air de suralimentation peuvent être libérés. La soupape conçue
20 comme un volet d'air peut bloquer, libérer ou étrangler le flux d'air de suralimentation de chaque compresseur. Il est par exemple possible de libérer entièrement le flux d'air de suralimentation du premier compresseur et de libérer en continu le flux d'air de suralimentation
25 du second compresseur depuis un état tout d'abord bloqué, par conséquent d'ouvrir davantage le volet d'air en ce qui concerne ce second flux d'air de suralimentation, jusqu'à ce que les deux flux d'air de suralimentation finissent par être libérés. De cette
30 façon, le coup de bélier présent dans les dispositifs connus dans la ligne d'échappement à l'intérieur du

tuyau d'admission est évité de manière très avantageuse, de sorte qu'un soudain établissement de couple, lequel pourrait suralimenter des véhicules très performants, en particulier lorsque le conducteur est mal exercé, est évité. La pression de suralimentation des flux d'air de suralimentation dans le tuyau d'admission et la quantité d'air de suralimentation augmentent en revanche progressivement, ce qui permet de déclencher également un établissement progressif du couple dans le moteur à combustion interne. Un coup de bélier soudain ou une irrégularité indésirable de la pression est par conséquent absent(e). Le volet d'air peut cependant être conçu de telle sorte qu'il s'ouvre certes progressivement mais entièrement dans un délai très court. De cette façon, la dynamique du moteur à combustion interne n'est pas compromise. Au contraire, étant donné que l'ouverture du volet d'air commence dès le début, à la différence des modes de réalisation comprenant de simples clapets anti-retour, aucun ralentissement dû à l'hystérèse du clapet anti-retour ne peut être observé, l'établissement du couple s'effectue déjà bien au contraire avec la mise en marche du second compresseur.

Dans d'autres modes de réalisation, un refroidisseur d'air de suralimentation est placé en aval d'au moins un des compresseurs.

De préférence, un refroidisseur d'air de suralimentation commun est monté en aval des compresseurs, la soupape étant conçue d'une manière particulièrement préférable comme une unité modulaire avec le refroidisseur d'air de suralimentation. La

soupape est conçue en particulier à l'extérieur ou bien à l'intérieur des parois du refroidisseur d'air de suralimentation, par conséquent intégrée dans le refroidisseur d'air de suralimentation et/ou son

5 boîtier. De cette façon, on obtient une disposition modulaire très avantageuse apportant des avantages opérationnels de montage, de construction et de coûts.

Dans un autre mode de réalisation préféré, au moins une ligne d'échappement comprend une dérivation

10 menant à la turbine et pouvant être régulée de préférence par une soupape de dérivation. Cette dérivation pouvant être régulée de préférence par la soupape de dérivation permet de réguler l'alimentation de la turbine en flux massique de gaz d'échappement de

15 la ligne d'échappement, du fait qu'une partie du flux massique des gaz d'échappement est amenée à passer devant la turbine, pour autant que la soupape de dérivation s'ouvre.

Dans un autre mode de réalisation préféré, la

20 dérivation surmonte une première turbine d'une première ligne d'échappement associée aux premières soupapes d'échappement. La dérivation est par conséquent disposée parallèlement à la première turbine disposée dans la première ligne d'échappement associée aux

25 premières soupapes d'échappement. Il s'agit de la turbine qui est toujours alimentée en gaz d'échappement indépendamment du montage de la seconde turbine (dans la seconde ligne d'échappement et donc associée aux secondes soupapes d'échappement), leur comportement de

30 marche pouvant être influencé par la dérivation. En particulier, il est donc possible d'adapter le

comportement en service de la première turbine à la mise en marche de la seconde turbine associée à la seconde ligne d'échappement dotée des secondes soupapes d'échappement, et donc la capacité de transport du
5 compresseur raccordé.

En outre, un procédé de fonctionnement d'un moteur à combustion interne est proposé, en particulier selon l'un ou plusieurs des modes de réalisation précédemment décrits, le moteur à combustion interne comprenant au
10 moins un cylindre possédant au moins deux soupapes d'échappement reliées aux lignes d'échappement dans lesquelles sont disposées les turbines de turbocompresseurs comprenant des compresseurs pour l'air de suralimentation du moteur à combustion interne.
15 Il est prévu dans ce cas que les flux d'air de suralimentation des compresseurs soient regroupés en aval des compresseurs et que le blocage ou l'étranglement pouvant être commandé de manière externe d'au moins un des flux d'air de suralimentation puisse
20 s'effectuer au moins en aval d'un des compresseurs et en amont de la jonction. Le blocage, l'ouverture ou l'étranglement d'au moins un des flux d'air de suralimentation s'effectue par conséquent en étant commandé de manière externe et non par des taux de
25 compression internes dans la ligne d'échappement.

Dans une conception préférée du procédé, la commande externe de la soupape s'effectue par une fonction logicielle, en particulier un appareil de commande du moteur à combustion interne. La gestion
30 d'exploitation de moteurs à combustion interne modernes et connus d'après l'état de la technique est commandée

en fonction des états de fonctionnement au moyen d'appareils de commande du moteur. D'une manière très avantageuse, il est possible de mettre en place la commande de la soupape au moyen d'une fonction
5 logicielle dans ces appareils de commande de moteur. Un appareil de commande séparé est de ce fait inutile. Il est de ce fait également particulièrement garanti que la commande de la soupape puisse être entièrement intégrée dans la gestion d'exploitation du moteur à
10 combustion interne au moyen de la fonction logicielle.

Dans une autre conception du procédé, la fonction logicielle prend en compte l'ouverture d'une seule ou de plusieurs soupapes d'échappement du moteur à combustion interne. La commande de la soupape au moyen
15 de la fonction logicielle s'effectue par conséquent en fonction au moins également de l'état d'ouverture d'une ou plusieurs soupapes d'échappement du moteur à combustion interne. Si par exemple, en cas d'exigence de performance accrue, chaque seconde soupape
20 d'échappement du cylindre respectif est ouverte, de sorte que le second turbocompresseur est alimenté en gaz d'échappement du moteur à combustion interne et que le compresseur associé à ceux-ci achemine l'air de suralimentation, la soupape est ouverte par la fonction
25 logicielle. De cette façon, la libération du flux d'air de suralimentation s'effectue en direction du tuyau d'admission lorsque la pression de l'air de suralimentation du second compresseur est suffisante.

Dans une autre configuration préférée du procédé,
30 on prend en compte le fait que la fonction logicielle prend en compte la pression de l'air de suralimentation

dans le conduit d'aspiration, en particulier la pression de l'air de suralimentation devant le papillon. De cette façon, on évite de manière très avantageuse que la pression de l'air de suralimentation souhaitée
5 devant le papillon pour faire fonctionner le moteur à combustion interne dans un état de charge déterminé ou dans le cas d'une demande de couple ne soit pas atteinte ou soit dépassée ou bien fluctue d'une manière indésirable. Il est par conséquent possible d'adapter
10 de façon dynamique la pression de l'air de suralimentation dans le conduit d'aspiration, en particulier devant le papillon, aux conditions souhaitées. La fonction logicielle permet dans ce cas de réaliser une telle commande de la soupape, de telle
15 sorte que le second compresseur auquel est associée la soupape mette à disposition une pression de l'air de suralimentation et/ou un flux d'air de suralimentation tels que, conjointement avec le flux d'air de suralimentation du premier compresseur, la pression
20 souhaitée de l'air de suralimentation devant le papillon soit réglée. En particulier, une commande dynamique s'effectuant sans ralentissement notable s'effectue dans ce cas et autorise donc une gestion d'exploitation très dynamique du moteur à combustion
25 interne. En particulier, il est de ce fait possible de déterminer et sélectionner le meilleur instant possible pour ouvrir la soupape/le papillon.

Dans une autre configuration du procédé, la fonction logicielle prend en compte un flux massique
30 des gaz d'échappement au-dessus d'au moins une turbine et/ou la pression de l'air de suralimentation derrière

au moins un des compresseurs. Il est prévu en outre que la fonction logicielle, dans une configuration du procédé, prenne en compte la température de l'huile et/ou la température du réfrigérant, la température de l'air d'admission et/ou la température de l'air de suralimentation. De tels paramètres permettent un réglage précis de l'ouverture de la soupape et/ou du blocage, de la libération ou de l'étranglement du flux d'air de suralimentation au-dessus du compresseur respectivement associé à la soupape, en particulier au second compresseur, en fonction d'une pluralité d'états de fonctionnement du moteur à combustion interne. En particulier, il est possible de réaliser une gestion d'exploitation très différenciée optimisant la gestion de l'exploitation en ce qui concerne les valeurs de performance souhaitées et/ou une efficacité énergétique particulière du moteur à combustion interne. Le flux d'air de suralimentation peut de cette façon être en effet adapté de manière très avantageuse aux conditions respectivement régnantes.

Dans une configuration particulièrement préférée du procédé, la fonction logicielle prend en compte les paramètres, en particulier tels qu'ils ont été précédemment décrits, déjà mis à la disposition de l'appareil de commande du moteur à combustion interne. On entend par cela qu'aucun autre système de détection ne nécessite d'être utilisé pour la fonction logicielle destinée à commander la soupape, mais que des paramètres déjà de toute façon exploités par l'appareil de commande du moteur à combustion interne et provenant par conséquent en particulier des capteurs déjà

présents pour le fonctionnement du moteur à combustion interne soient utilisés, comme cela est déjà prévu dans l'architecture de commande et logicielle principale et le dimensionnement constructif correspondant de
5 l'appareil de commande du moteur à combustion interne.

De manière particulièrement préférée, la fonction logicielle prend en compte des temps morts et/ou hystérèse lors de la commande de la soupape. Des retards de commutation, tels qu'ils se présentent en
10 raison d'influences mécaniques en particulier de la soupape elle-même ou d'un actionneur actionnant la soupape, et/ou un retard de commutation de type également indésirable sont pris en compte par la fonction logicielle, à savoir soit en tant que valeurs
15 par défaut données, par exemple également en tant que valeurs communiquées pour une série déterminée, sont extraits par exemple d'une zone de stockage et utilisés au cours du fonctionnement, ou bien déterminés par la fonction logicielle en fonction de la gestion
20 d'exploitation de la soupape et stockés puis utilisés en vue d'une autre utilisation. Dans ce cas, il est également possible de compenser de manière très avantageuse les retards de démarrage des compresseurs et/ou les retards dans l'établissement du couple du
25 moteur à combustion interne. Il est par exemple possible de maintenir la soupape fermée au-delà d'un point d'ouverture défini puis de l'ouvrir de façon accélérée, ou bien de l'ouvrir de façon continue déjà avant le moment d'ouverture effectivement prévu, afin
30 de réaliser un établissement de pression lent et continu, pour autant que ceci soit nécessaire ou

judicieux dans la gestion d'exploitation du moteur à combustion interne.

Dans une configuration préférée du procédé, la fonction logicielle commande l'ouverture ou la
5 fermeture de la dérivation, en particulier la commande de la soupape de dérivation. La fonction logicielle commandant l'ouverture et la fermeture de la soupape et/ou du volet commande dans ce cas également la dérivation. Une gestion d'exploitation en ce qui
10 concerne la commande de la soupape et de la dérivation, donc en ce qui concerne l'alimentation de la première turbine, est pour cette raison possible afin d'obtenir un comportement en service adapté et un déploiement de puissance très harmonieux.

15 De préférence, la commande de la soupape de dérivation s'effectue selon qu'une soupape d'échappement ou deux soupapes d'échappement sont ouvertes par cylindre. Cela permet d'éviter en particulier des irrégularités dans le comportement en
20 service des deux turbocompresseurs, par exemple une chute de pression indésirable ou une augmentation de pression indésirable lors de la mise en marche de la seconde turbine et/ou du second turbocompresseur par la libération du second compresseur, lorsque les secondes
25 soupapes d'échappement du moteur à combustion interne sont ouvertes. Le flux massique de gaz d'échappement alimentant à présent les deux turbines des deux turbocompresseurs lorsque les deux soupapes d'échappement sont ouvertes, et donc que les deux
30 turbocompresseurs des deux lignes d'échappement sont alimentés en gaz d'échappement, est réglé en ce qui

concerne le pourcentage de la première turbine au-dessus de la dérivation avant l'ouverture ou lors de l'ouverture des secondes soupapes d'échappement, de sorte que le comportement en service de la première turbine est commandé de sorte qu'une irrégularité dans l'établissement de la pression d'air de suralimentation lors de l'ouverture des secondes soupapes d'échappement et de la mise en marche de la seconde turbine et du second compresseur ne s'effectue pas.

10 Dans un autre mode de réalisation préféré, la commande de la soupape de dérivation s'effectue en fonction d'une expulsion du flux de gaz d'échappement dans les lignes d'échappement destinées à alimenter les turbines des turbocompresseurs. Cela est lié dans ce cas à une détection de l'expulsion massique des gaz d'échappement, pas ou pas seulement à l'ouverture des secondes soupapes d'échappement. L'invention a également pour objet d'éviter les irrégularités dans l'établissement de la pression de l'air de suralimentation.

20 D'autres modes de réalisation avantageux découlent des sous-revendications et de leurs combinaisons.

L'invention est expliquée plus en détail par la suite en s'appuyant sur un exemple de réalisation, mais en n'étant pas limitée à ce dernier.

On peut y voir que

la figure illustre un moteur à combustion interne comprenant deux turbocompresseurs dans deux lignes d'échappement ainsi qu'une jonction de l'air de suralimentation comprenant une soupape pouvant être commandée de manière externe.

La figure illustre un moteur à combustion interne 1 comprenant quatre cylindres 2, deux soupapes d'échappement 3 étant associées à chaque cylindre 2, à savoir une première soupape d'échappement 4 et une 5 seconde soupape d'échappement 5. Chaque première soupape d'échappement 4 est dans ce cas associée à une première ligne d'échappement 6 et chaque seconde soupape d'échappement est associée à une seconde ligne d'échappement 7. Dans chaque ligne d'échappement 6, 7 10 est disposée une turbine 8 d'un turbocompresseur 9, à savoir une première turbine 10 dans la première ligne d'échappement 6 et une seconde turbine 11 dans la seconde ligne d'échappement 7. Une dérivation 12 comprenant une soupape de dérivation 13 pouvant être 15 régulée et destinée à entourer au moins en partie la première turbine 10 de manière à la réguler étant dans ce cas associée à la première turbine 18 dans la première ligne d'échappement 6. A la première turbine 10 est en outre associé un premier compresseur 14 et à 20 la seconde turbine 11 est associé un second compresseur 15 pour amener à un refroidisseur d'air de suralimentation 20 l'air de suralimentation 16 par l'intermédiaire d'un filtre à air 17 au-dessus de respectivement un premier canal d'air 18 associé au 25 premier compresseur 14 et/ou au second compresseur 15 et/ou second canal d'air de suralimentation 19, les flux d'air de suralimentation 21 conçus dans ce cas étant regroupés dans un espace de regroupement d'air 22 conçu dans le refroidisseur d'air de suralimentation 20 30 et conçu comme un regroupement 23 des flux d'air de suralimentation 21, à partir duquel les flux d'air de

suralimentation sont amenés regroupés à un tuyau d'admission 24 du moteur à combustion interne 1. Dans l'espace de regroupement d'air 22 est disposée une soupape pouvant être commandée de manière externe 25 et
5 conçue comme un volet d'air 26. La commande de celle-ci s'effectue par l'intermédiaire d'une électronique de commande non représentée ici, en particulier d'un appareil de commande du moteur à combustion interne 1, l'actionnement du volet d'air 26 s'effectuant par un
10 actionneur non représenté ici. Le volet d'air 26 peut dans ce cas bloquer, libérer ou en partie libérer chacun des flux d'air de suralimentation 21 et/ou libérer simultanément les deux flux d'air de suralimentation 21.

15 Lorsque le moteur à combustion interne 1 fonctionne, la conduite s'effectue par exemple en fonctionnement à faible charge et à charge partielle avec la seconde soupape d'échappement 5 fermée, de sorte que les gaz d'échappement 27 ne sont acheminés
20 sur la première turbine 10 que par l'intermédiaire de la première soupape d'échappement 4. Le fonctionnement de la première turbine 10 peut dans ce cas être régulé avec précision au moyen de la soupape de dérivation 13. Dans la zone de pleine charge ou en cas de soudaine
25 demande de couple, les secondes soupapes d'échappement 5 sont mises en marche, par exemple par l'intermédiaire d'un réglage d'arbres à came (non représenté ici), de sorte que les gaz d'échappement 27 du moteur à combustion interne 1 sont également amenés par la
30 seconde ligne d'échappement 7 à la seconde turbine 11. Le second compresseur 15 est de ce fait mis en marche

et commence également à acheminer l'air de suralimentation 16 en direction du refroidisseur d'air de suralimentation 20, en particulier de la jonction 23. Le volet d'air 26 est dans ce cas encore fermé, de sorte que le second compresseur 15 fonctionne contre le volet d'air 26 fermé. Cela évite donc qu'une pression de l'air de suralimentation rampe hors de la jonction 23 et/ou du tuyau d'admission 24, lequel découle du premier compresseur 14 fonctionnant à pleine charge, dans le sens inverse de la direction d'acheminement envisagée en direction du second compresseur 15 et entraîne une chute de pression indésirable et/ou une perte de performance associée du moteur à combustion interne 1. Ce n'est que lorsque le second compresseur 15 a atteint une capacité de refoulement suffisamment élevée et qu'une pression correspondante de l'air de suralimentation s'est établie dans la seconde conduite d'air de suralimentation 19 que le volet d'air 26 est ouvert progressivement, mais très rapidement, de sorte que la capacité de transport d'air de suralimentation 16 du second compresseur 15 parvient dans la jonction 23 et est amenée par le refroidisseur d'air de suralimentation 20 au tuyau d'admission 24 et pour finir à la combustion dans le moteur à combustion interne 1. De cette façon, il est possible d'obtenir une utilisation propre et douce du second compresseur 15 ne provoquant pas de changement de couple désagréable pour un conducteur d'un véhicule automobile utilisé dans le moteur à combustion interne 1. Au contraire, la pression dynamique dans le tuyau d'admission 24 est établie certes progressivement, mais

très rapidement par les deux compresseurs 14, 15, de sorte que la dynamique du moteur à combustion interne 1 n'est pas compromise. Des effets secondaires indésirables émanant des dispositifs à double turbo déjà connus n'ont dans ce cas pas lieu. La commande de l'ouverture du volet d'air 26 prend dans ce cas en compte les temps morts et/ou hystérèses, afin d'empêcher une ouverture prématurée indésirable et/ou une fermeture à un instant indésirable. La commande prend dans ce cas en particulier en compte un indicateur d'état (non représenté) pouvant être extrait dans l'appareil de commande, qui indique si un ou plusieurs cylindres 2 expulsent déjà également les gaz d'échappement 27 en tant que flux massique des gaz d'échappement à travers chaque seconde soupape d'échappement 5.

De préférence, la pression dans le tuyau d'admission 24 est prise en compte, par exemple la pression de l'air de suralimentation devant le papillon non représenté. En outre, on prend de préférence en compte le flux massique d'air de suralimentation 16 acheminé au-dessus des compresseurs 14, 15, en particulier au-dessus du second compresseur 15, ou la pression après le compresseur 14, 15 respectif, la pression pouvant également être calculée à partir du flux massique précédemment cité. Afin d'obtenir un comportement en service harmonieux du moteur à combustion interne 1, on prend en outre en compte et de préférence d'autres états de fonctionnement, en particulier une température de l'huile ou à titre de remplacement une température du réfrigérant, une

température de l'air d'aspiration et/ou des combinaisons de ces températures. Cela permet non seulement une gestion harmonieuse de l'exploitation du moteur à combustion interne 1, mais en particulier également une gestion de l'exploitation ne sollicitant pas de manière inappropriée le moteur à combustion interne 1 ou ses composants. Le fonctionnement du moteur à combustion interne 1 est de ce fait particulièrement fiable et sa longévité est accrue. Le passage du premier compresseur actif 14 au second compresseur actif 15 actionné en plus du premier compresseur 14 peut dans ce cas être optimisé, en ce qui concerne l'établissement du couple, à travers les flux d'air de suralimentation 21 respectivement acheminés par l'utilisation du volet d'air 26. Une ouverture ciblée du volet d'air 26, comme cela a été précédemment décrit, peut en outre améliorer l'accélération de la seconde turbine 11 et du second compresseur 15 couplé à celle-ci de manière bloquée en rotation.

Liste des numéros de référence :

	1	moteur à combustion interne
	2	cylindre
5	3	soupape d'échappement
	4	première soupape d'échappement
	5	seconde soupape d'échappement
	6	première ligne d'échappement
	7	seconde ligne d'échappement
10	8	turbine
	9	turbocompresseur
	10	première turbine
	11	seconde turbine
	12	dérivation
15	13	soupape de dérivation
	14	premier compresseur
	15	seconde compresseur
	16	air de suralimentation
	17	filtre à air
20	18	premier canal d'air de suralimentation
	19	second canal d'air de suralimentation
	20	refroidisseur d'air de suralimentation
	21	flux d'air de suralimentation
	22	espace de regroupement d'air
25	23	jonction
	24	tuyau d'admission
	25	soupape
	26	volet d'air
	27	gaz d'échappement

REVENDEICATIONS

1. Moteur à combustion interne (1) doté d'au moins un cylindre comprenant au moins deux soupapes d'échappement reliées à des lignes d'échappement dans lesquelles sont disposées des turbines de
5 turbocompresseurs comprenant des compresseurs pour l'air de suralimentation des moteurs à combustion interne, caractérisé en ce qu'une jonction (23) pour les flux d'air de suralimentation (21) des compresseurs (14, 15) est disposée en aval des compresseurs (14, 15)
10 et qu'au moins une soupape (25) pouvant être commandée de façon externe est disposée en aval d'au moins un des compresseurs (14, 15) et en amont de la jonction (23).

2. Moteur à combustion interne (1) selon la revendication 1, caractérisé en ce que la soupape (25)
15 est conçue comme un volet d'air (26).

3. Moteur à combustion interne (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la jonction (23) comprend un espace de regroupement d'air (22) dans lequel est disposée la
20 soupape (25).

4. Moteur à combustion interne (1) selon la revendication 3, caractérisé en ce que la soupape (25) conçue comme un volet d'air (26) est disposée dans l'espace de regroupement d'air (22).

25 5. Moteur à combustion interne (1) selon la revendications 3, caractérisé en ce que la soupape (25) conçue comme un volet d'air (26) est disposée dans l'espace de regroupement d'air (22) de telle sorte que soit le flux d'air de suralimentation (21) provenant
30 d'un des compresseurs (14, 15), le flux d'air (21)

provenant de l'autre compresseur (14, 15) est bloqué ou étranglé, soit les deux flux d'air de suralimentation (21) sont libérés.

5 6. Moteur à combustion interne (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'un refroidisseur d'air de suralimentation (20) est placé en aval d'au moins un des compresseurs (14, 15).

10 7. Moteur à combustion interne (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'un refroidisseur d'air de suralimentation (20) commun est monté en aval des compresseurs (14, 15).

15 8. Moteur à combustion interne (1) selon l'une quelconque des revendications 6 ou 7, caractérisé en ce que la soupape (25) est conçue comme une unité modulaire avec le refroidisseur d'air de suralimentation (20).

20 9. Moteur à combustion interne (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'au moins une ligne d'échappement (6, 7) comprend une dérivation (12) menant à la turbine (10, 11) et pouvant être régulée de préférence par une soupape de dérivation (13).

25 10. Moteur à combustion interne (1) selon la revendication 9, caractérisé en ce que la dérivation (12) surmonte une première turbine (10) d'une première ligne d'échappement (6) associée aux premières soupapes d'échappement (4).

30 11. Procédé de fonctionnement d'un moteur à combustion interne (1), en particulier selon l'une ou plusieurs des revendications précédentes, le moteur à

combustion interne (1) comprenant au moins un cylindre (2) possédant au moins deux soupapes d'échappement (4, 5) reliées aux lignes d'échappement (6, 7) dans lesquelles sont disposées les turbines (8) de turbocompresseurs (9) comprenant des compresseurs (14, 15) pour l'air de suralimentation du moteur à combustion interne (1), caractérisé en ce que les flux d'air de suralimentation des compresseurs (14, 15) sont regroupés en aval des compresseurs (14, 15) et que le blocage ou l'étranglement pouvant être commandé de manière externe d'au moins un des flux d'air de suralimentation (21) peut s'effectuer au moins en aval d'un des compresseurs (14, 15) et en amont de la jonction (23).

12. Procédé selon la revendication 11, caractérisé en ce que la commande externe de la soupape (25) s'effectue par une fonction logicielle, en particulier un appareil de commande du moteur à combustion interne (1).

13. Procédé selon la revendication 12, caractérisé en ce que la fonction logicielle prend en compte l'ouverture d'une seule ou de plusieurs soupapes d'échappement (4, 5) du moteur à combustion interne (1).

14. Procédé selon l'une quelconque des revendications 12 ou 13, caractérisé en ce que la fonction logicielle prend en compte la pression de l'air de suralimentation dans le conduit d'aspiration, en particulier la pression de l'air de suralimentation (16) devant le papillon.

15. Procédé selon l'une quelconque des revendications 12 à 14, caractérisé en ce que la

fonction logicielle prend en compte un flux massique de gaz d'échappement au-dessus d'au moins une turbine (8) et/ou la pression de l'air de suralimentation (16) derrière au moins un des compresseurs (14, 15).

5 16. Procédé selon l'une quelconque des revendications 12 à 15, caractérisé en ce que la fonction logicielle prend en compte la température de l'huile et/ou la température du réfrigérant, la température de l'air d'admission et/ou la température
10 de l'air de suralimentation (16).

 17. Procédé selon l'une quelconque des revendications 12 à 16, caractérisé en ce que la fonction logicielle prend en compte les paramètres, en particulier tels qu'ils ont été précédemment décrits,
15 déjà mis à la disposition de l'appareil de commande du moteur du moteur à combustion interne (1).

 18. Procédé selon l'une quelconque des revendications 12 à 17, caractérisé en ce que la fonction logicielle prend en compte des temps morts
20 et/ou hystérèses lors de la commande de la soupape (25).

 19. Procédé selon l'une quelconque des revendications 12 à 18, caractérisé en ce que la fonction logicielle commande l'ouverture ou la
25 fermeture de la dérivation (12), en particulier la commande de la soupape de dérivation (13).

 20. Procédé selon la revendication 19, caractérisé en ce que la commande de la soupape de dérivation (13) s'effectue selon qu'une soupape d'échappement (3) ou
30 deux soupapes d'échappement (4, 5) sont ouvertes par cylindre.

21. Procédé selon la revendication 19 ou la revendication 20, caractérisé en ce que la commande de la soupape de dérivation (13) s'effectue en fonction d'une expulsion du flux de gaz d'échappement dans les 5 lignes d'échappement (6, 7) destinées à alimenter les turbines (8) des turbocompresseurs (9).

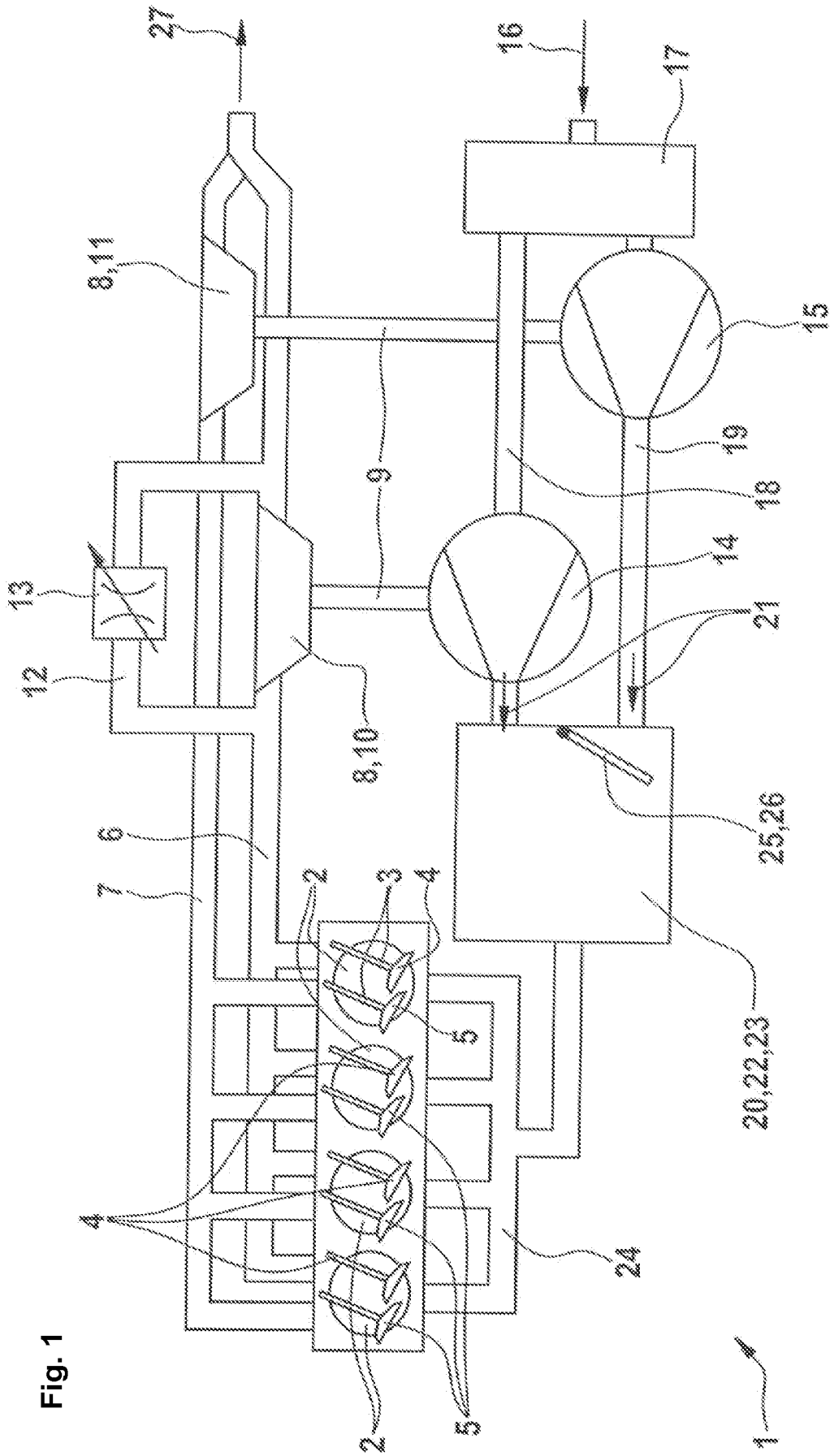


Fig. 1