

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 15.11.00.

③0 Priorité : 18.11.99 DE 19955508.

④3 Date de mise à la disposition du public de la demande : 08.06.01 Bulletin 01/23.

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) : FLEDERSBACHER PETER, SUMSER SIEGFRIED, WILLAND JURGEN et WIRBELEIT FRIEDRICH.

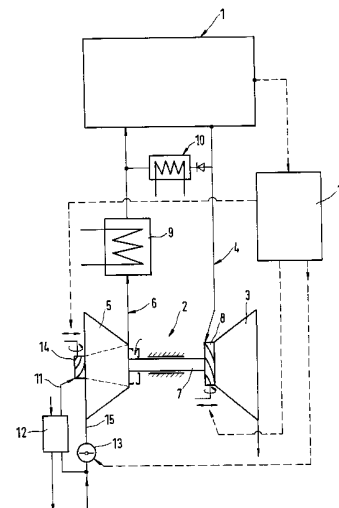
⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : REGIMBEAU.

⑤4 MOTEUR A COMBUSTION INTERNE EQUIPE D'UN TURBOCOMPRESSEUR ENTRAINE PAR LES GAZ D'ÉCHAPPEMENT ET SON PROCÉDE.

⑤7 Un moteur à combustion interne présente un turbocompresseur entraîné par les gaz d'échappement, avec une turbine à gaz d'échappement et un compresseur. En outre est prévue une turbine entraînée par l'air, reliée en rotation au compresseur et à laquelle de l'air de combustion est susceptible d'être amené, par l'intermédiaire d'un organe d'isolement réglable.

Pour avoir un fonctionnement, dans un large spectre d'utilisation, du turbocompresseur entraîné par les gaz d'échappement, un canal additionnel est prévu entre l'admission au compresseur et l'admission de l'air de la turbine à air, l'amenée d'air étant réglable dans le canal additionnel, par l'intermédiaire de l'organe d'isolement. Dans la plage des basses charges, dans le cas où la pression de suralimentation de consigne descend au-dessous d'une valeur de seuil, le canal additionnel est ouvert par l'intermédiaire de l'organe d'isolement et l'amenée d'air à l'admission au compresseur est réduite.



1

Moteur à combustion interne équipé d'un turbocompresseur  
entraîné par les gaz d'échappement et son procédé

L'invention concerne un moteur à combustion interne équipé d'une turbocompresseur entraîné par les gaz d'échappement, comprenant une turbine à gaz d'échappement et un compresseur pour générer de l'air de suralimentation  
5 comprimé, avec une turbine entraînée par l'air supplémentaire, reliée en rotation au compresseur et à laquelle de l'air de combustion est susceptible d'être amené par l'intermédiaire d'un organe d'isolement réglable, l'échappement de la turbine étant relié, par  
10 l'intermédiaire d'un canal de liaison, au tronçon d'aspiration, en aval du compresseur, et avec une unité de régulation et de commande pour générer des signaux de réglage, réglant l'organe d'isolement.

L'invention concerne également un procédé de  
15 fonctionnement d'un moteur à combustion interne avec un turbocompresseur entraîné par les gaz d'échappement, avec une turbine entraînée par les gaz d'échappement et un compresseur pour générer de l'air de suralimentation comprimé, avec une turbine entraînée par l'air  
20 supplémentaire, reliée en rotation au compresseur et à laquelle de l'air de combustion est susceptible d'être amené par l'intermédiaire d'un organe d'isolement réglable, l'échappement de turbine étant relié à un tronçon de canal communiquant avec l'échappement de compresseur.

25 Par le document DE 42 13 047 A1 est connu un turbocompresseur entraîné par les gaz d'échappement pour un moteur à combustion interne, dont la turbine entraînée par des gaz d'échappement est entraînée par la contre-pression des gaz d'échappement et entraînant, par l'intermédiaire  
30 d'un arbre de liaison, un compresseur devant générer une pression de suralimentation de valeur élevée. Pour améliorer le comportement transitoire du turbocompresseur entraîné par des gaz d'échappement, pour soutenir la montée en régime du turbocompresseur, devant passer à des vitesses

périphériques supérieures, de l'air comprimé est injecté dans l'admission au compresseur par un canal additionnel, cet air venant d'un réservoir à pression ; en même temps, un organe d'étranglement, monté en amont de l'admission au compresseur, est passé en position de fermeture, pour empêcher tout échappement à l'atmosphère de l'air comprimé injecté avec une surpression, par la conduite d'aspiration.

Avec ce turbocompresseur entraîné par les gaz d'échappement, il est certes possible d'augmenter la vitesse de rotation du compresseur de suralimentation déjà aux points de fonctionnement de basse charge, points pour lesquels il n'est établi qu'une faible contre-pression des gaz d'échappement, au moyen de l'injection d'air comprimé supplémentaire, faisant que l'on peut réduire les retards à l'établissement de la pression, qui sont à imputer à un retard, imputable à l'inertie, de l'augmentation de la vitesse de rotation du compresseur de suralimentation. Cet avantage doit cependant être acquis pour un prix et une complexité élevés de la construction. Il faut veiller, en particulier, à avoir une surpression suffisamment élevée dans le réservoir à pression, ce pourquoi il faut avoir un compresseur supplémentaire, y compris l'unité d'entraînement nécessaire au compresseur.

Pour améliorer le comportement en réaction des turbocompresseurs entraînés par les gaz d'échappement, jusqu'ici, on a réduit l'inertie des compresseurs de suralimentation par le biais d'une diminution de taille et d'un allègement de la construction, en particulier en diminuant le diamètre de la roue de turbine. La conséquence de la plus faible valeur du moment d'inertie des masses du rotor du compresseur de suralimentation est la diminution du retardement à l'établissement de la pression du turbocompresseur, de manière correspondante on peut établir un couple moteur plus élevé en moins de temps. La réduction du volume de roue du rotor de compresseur de suralimentation peut cependant mener à une dégradation du rendement du turbocompresseur entraîné par les gaz

d'échappement. Un problème supplémentaire, posé par les turbocompresseurs entraînés par les gaz d'échappement de construction relativement petite, réside dans les hautes vitesses de rotation du turbocompresseur et, en particulier, dans le grand intervalle de temps de variation de vitesse de rotation devant être surmonté par le rotor du compresseur de suralimentation, entre la faible charge de moteur et la pleine charge.

Un autre dispositif à turbocompresseur entraîné par les gaz d'échappement ressort du document JP 10-315 616 A1 du type du préambule. On associe au turbocompresseur entraîné par les gaz d'échappement décrit dans ce document une turbine entraînée par l'air, supplémentaire, qui est montée sur le même arbre d'entraînement que celui de la turbine entraînée par les gaz d'échappement et du compresseur, et qui est en mesure de fournir de la puissance d'entraînement au compresseur. La turbine entraînée par l'air est alimentée en air comprimé depuis un réservoir d'air comprimé, l'air détendu que l'on a à l'échappement de la turbine entraînée par l'air est regroupé avec l'air comprimé issu du compresseur et, dans la suite du circuit, est introduit dans l'admission d'air au moteur à combustion interne.

La turbine entraînée par l'air comprimé est mise en circuit dans la plage des basses charges, pendant laquelle une contre-pression des gaz d'échappement, qui soit suffisante pour entraîner la turbine à entraînement par les gaz d'échappement, n'est pas encore disponible ou bien est justement en cours d'établissement, si bien que le rotor du turbocompresseur entraîné par les gaz d'échappement, malgré une faible contre-pression des gaz d'échappement, peut être accéléré à des vitesses de rotation plus élevées. Avec ce dispositif, il est certes possible, sur de larges plages de fonctionnement du moteur à combustion interne, d'établir une vitesse de rotation de rotor du turbocompresseur entraîné par les gaz d'échappement qui soit suffisante pour l'établissement d'une pression de suralimentation, il faut

cependant également, dans le cas du dispositif du JP 10-315 616 A1, prévoir un réservoir d'air comprimé supplémentaire, y compris les groupes d'entraînement afférents.

5 L'invention a comme base le problème d'améliorer, avec des moyens simples, le rendement d'un turbocompresseur entraîné par les gaz d'échappement.

Ce problème est résolu, selon l'invention, par le fait que, concernant le moteur à combustion interne :

- 10 - un canal additionnel est prévu entre l'admission au compresseur, ou un tronçon de conduite débouchant dans l'admission au compresseur, et l'admission d'air à la turbine entraînée par l'air, et en ce que, par l'intermédiaire de l'organe d'isolement, l'amenée d'air
- 15 au canal additionnel et à l'admission au compresseur est susceptible d'être réglée, que, dans la plage des basses charges, dans le cas où la pression de suralimentation de consigne descend au-dessous d'une valeur de seuil, dans l'unité de
- 20 régulation et de commande est susceptible d'être généré un signal de réglage, par l'intermédiaire duquel l'organe d'isolement est réglable en une position ouvrant le canal additionnel et réduisant l'amenée d'air à l'admission au compresseur,

25

Ce problème est également résolu, selon l'invention, par le fait que, concernant le procédé de fonctionnement d'un moteur à combustion interne :

- 30 - dans la plage des basses charges, pour le cas dans lequel la pression de suralimentation de consigne descend au-dessous d'une valeur de seuil, au moins un débit partiel de l'air de combustion amené est guidé par la turbine entraînée par l'air.

35

Le moteur à combustion interne de ce nouveau type comprend un turbocompresseur entraîné par les gaz d'échappement, qui présente un canal additionnel entre

l'admission au compresseur et l'admission d'air à la turbine entraînée par l'air, sachant que, en fonction de l'état de fonctionnement du moteur à combustion interne, l'amenée d'air dans le canal additionnel et, également, dans l'admission au compresseur, peut être réglée par l'intermédiaire d'un organe d'isolement. Ce mode de réalisation offre l'avantage que l'amenée d'air de combustion peut s'effectuer tant au compresseur, qu'également à la turbine entraînée par l'air, par l'intermédiaire d'un canal d'aspiration commun. L'amenée au compresseur et/ou à la turbine entraînée par l'air s'effectue par le biais du réglage de l'organe d'isolement qui, en particulier, est disposé dans la zone de la ramification du canal additionnel, depuis le canal d'aspiration, et permet un réglage, tant de l'écoulement d'air passant par le canal d'aspiration, directement dans l'admission au compresseur, qu'également dans le canal additionnel, et qui rend possible un réglage.

A la différence de l'état de la technique, dans ce mode de réalisation, il n'y a aucun besoin de prévoir de réservoir à pression supplémentaire et de groupes générant de l'air comprimé, faisant que le mode de construction s'en trouve notablement simplifié.

Dans la plage des basses charges, pour le cas dans lequel la pression de suralimentation de consigne, déterminée dans une unité de régulation et de commande, descend au-dessous d'une valeur de seuil, l'organe d'isolement règle en une position ouvrant le canal additionnel et réduisant l'amenée d'air à l'admission au compresseur, en particulier une position qui provoque une fermeture. De ce fait, on obtient que la vitesse de rotation de rotor du turbocompresseur entraîné par les gaz d'échappement soit augmentée, déjà dans la plage des basses charges, à une valeur faisant que le compresseur puisse générer une puissance de compression notable ou bien puisse augmenter la vitesse de rotation en peu de temps, de manière à réaliser l'établissement souhaité d'une pression

de suralimentation. La vitesse de rotation du compresseur de suralimentation est maintenue à un niveau relativement élevé également aux points de fonctionnement auxquels on est en basse charge, faisant que le comportement transitoire du turbocompresseur de suralimentation entraîné par les gaz d'échappement est nettement amélioré ; en outre, la dispersion des vitesses de rotation du compresseur de suralimentation, entre les points de fonctionnement à faible charge et des points de fonctionnement à haute charge, est réduite. Il est de ce fait possible de mettre en oeuvre des turbocompresseurs de suralimentation entraînés par les gaz d'échappement plus gros et ayant, de manière correspondante, un moment d'inertie des masses plus grand, présentant des avantages en termes de construction et thermodynamiques et se distinguant en particulier par une amélioration du rendement, faisant que le comportement en consommation et en émissions du moteur à combustion interne est amélioré.

Selon un mode de réalisation préféré, la turbine entraînée par l'air et le compresseur constituent un composant commun, le canal additionnel, qui se ramifie du canal d'aspiration, en amont de l'admission au compresseur, débouche dans l'admission au compresseur, à hauteur de la roue de compresseur. Grâce à ce mode de réalisation, il est possible d'utiliser le compresseur à certains points de fonctionnement du moteur à combustion interne - basse charge ou faible pression de suralimentation de consigne - sans avoir à inverser le sens de rotation du rotor de compresseur de suralimentation faisant office de turbine entraînée par l'air, en ce que, grâce à la différence d'amenée d'air à la roue de turbine dans le compresseur, on crée des conditions de pression différentes qui permettent soit une utilisation en compresseur, soit une utilisation en turbine. Dans les plages de basses charges, il est possible de réaliser une chute de pression par l'intermédiaire du compresseur, par le fait qu'une pression plus élevée apparaît à l'admission au compresseur qu'à la

sortie du compresseur. Du fait de cette chute de pression par l'intermédiaire du compresseur ou de la turbine à air, on obtient un effet d'étranglement qui, dans les plages de basses charges, suffit à générer une dépression d'aspiration nécessaire. Il est de ce fait possible de renoncer, le cas échéant, à avoir un clapet d'étranglement dans le tube d'aspiration du moteur à combustion interne, pour régler la pression dans le tube d'aspiration.

De manière appropriée, dans le compresseur, dans la zone de l'embouchure du canal additionnel, est intégré, dans l'admission au compresseur, un dispositif d'étranglement qui aide à la formation d'une chute de pression entre l'embouchure du canal additionnel, dans l'admission au compresseur et l'échappement du compresseur, si bien qu'on peut avoir un fonctionnement du compresseur en tant que turbine entraînée par l'air. Le dispositif d'étranglement, selon un mode de réalisation préféré, est une grille directrice réglable de façon variable, qui est réalisée avec des caractéristiques réglables dans la zone d'embouchure entre le canal additionnel et l'admission à la turbine ou au compresseur. Ceci correspond à un mode de réalisation d'une turbine ayant une géométrie de turbine variable. Dans la plage de fonctionnement située au-dessous de la valeur de seuil de la pression de suralimentation de consigne, la section transversale d'embouchure peut être réglée par une modification de la position de la grille directrice, afin de régler la pression de suralimentation de consigne souhaitée dans le tronçon d'aspiration du moteur à combustion interne.

A la grille directrice sont associées des aubes directrices avantageusement réglables, sachant que, selon un autre mode de réalisation avantageux, un élément d'isolement réglable est prévu dans la zone d'embouchure, en particulier une matrice déplaçable axialement, munie d'évidements devant recevoir la grille directrice, à l'aide duquel on peut obtenir une fermeture complète de l'aire de la section transversale d'embouchure. Dans le mode de

réalisation en tant qu'élément d'isolement, muni d'évidements devant recevoir la grille directrice, eu égard au réglage de l'aire de la section transversale d'embouchure, on bénéficie d'un degré de liberté  
5 supplémentaire, sachant que, dans un mode de réalisation à possibilité de déplacement axial de l'élément d'isolement, le site d'entrée du canal additionnel dans l'admission au compresseur peut être réglé axialement par rapport à la  
10 roue de compresseur, faisant que, en particulier pour le cas dans lequel le compresseur est en même temps la turbine entraînée par l'air, on peut influencer sur l'écoulement d'amenée de l'air d'aspiration au rotor et, ainsi, sur le comportement en turbine du compresseur.

En variante ou en plus du mode de réalisation selon lequel le compresseur et la turbine entraînée par l'air  
15 constituent un composant commun, il peut également être indiqué de réaliser la turbine entraînée par l'air en tant que composant autonome, indépendant du compresseur. Ceci présente l'avantage que l'on peut recourir à des types de  
20 turbine largement classiques, pour lesquels la seule chose à faire est de prévoir le couplage du sens de rotation à celui de la roue de compresseur.

Selon un autre mode de réalisation avantageux, l'air d'aspiration à amener à la turbine entraînée par l'air est  
25 d'abord préchauffé dans un échangeur de chaleur, faisant que le niveau de pression en amont de la roue de turbine est augmenté et que la chute de pression produite au passage de la roue de la turbine entraînée par l'air est augmentée.

30 D'autres avantages et formes de réalisation appropriées résultent du fait que, concernant le moteur :

- la turbine entraînée par l'air et le compresseur sont réalisés sous la forme de composants d'une seule pièce, avec un carter commun, et que le canal additionnel  
35 débouche dans l'admission au compresseur, à hauteur de la roue de compresseur,

- la direction d'entrée d'écoulement dans la zone de l'ouverture d'embouchure, entre le canal additionnel et l'admission au compresseur ou à la turbine, fait un angle avec la direction d'écoulement principale dans l'admission au compresseur ou à la turbine,
- un dispositif d'étranglement est intégré dans la zone de l'ouverture d'embouchure, entre le canal additionnel et l'admission au compresseur ou à la turbine,
- le dispositif d'étranglement est une grille directrice réglant, de façon variable, l'aire de la section transversale de l'ouverture d'embouchure,
- la grille directrice présente des aubes directrices réglables,
- un élément d'isolement réglable est prévu dans le canal additionnel, en plus de la grille directrice.
- l'élément d'isolement est une matrice déplaçable axialement, présentant des évidements devant recevoir la grille directrice,
- la turbine entraînée par l'air est un composant autonome, indépendant du compresseur,
- la turbine entraînée par l'air est directement limitrophe au compresseur,
- la turbine entraînée par l'air est directement limitrophe à la turbine entraînée par les gaz d'échappement,
- le canal additionnel allant à la turbine entraînée par l'air est guidé à travers un échangeur de chaleur propre, prévu pour préchauffer l'air d'alimentation,
- l'énergie calorifique de l'échangeur de chaleur provient des gaz d'échappement, par un prélèvement effectué en aval de la turbine entraînée par les gaz d'échappement.

- D'autres avantages et formes de réalisation appropriées résultent du fait que, concernant le procédé :
- au-dessous de la valeur de seuil de la pression de suralimentation de consigne, l'amenée d'air à l'admission au compresseur est fermée.

D'autres avantages et modes de réalisation appropriés sont indiqués dans la description des figures et des dessins.

- 5        Dans les dessins :
- la figure 1 est une représentation schématique d'un moteur à combustion interne suralimenté, équipé d'une turbine entraînée par l'air, intégrée dans le compresseur ;
- 10 la figure 2 représente à plus grande échelle une coupe d'un compresseur à turbine entraînée par l'air intégrée,
- la figure 3 est une illustration schématique d'un moteur à combustion interne suralimenté, muni d'une turbine entraînée par l'air de réalisation
- 15 séparée, prévue en face arrière du compresseur,
- la figure 4 est un mode de réalisation correspondant à la figure 3, cependant avec la turbine entraînée par l'air montée en face arrière de la
- 20 turbine entraînée par les gaz d'échappement.

Dans les exemples de réalisation représentés sur les figures 1 à 4, on a muni des composants identiques de caractères de référence identiques.

25

Le moteur à combustion interne 1 représenté sur la figure 1, qui peut être tant un moteur à combustion interne à cycle diesel, qu'également un moteur à allumage commandé, comprend un turbocompresseur entraîné par les gaz d'échappement 2, avec une turbine entraînée par les gaz d'échappement 3, placée dans le collecteur de gaz d'échappement 4 du moteur à combustion interne, et un compresseur 5 placé dans le collecteur d'aspiration 6 du moteur à combustion interne 1. Lorsque le moteur à combustion interne est en fonctionnement, la turbine entraînée par les gaz d'échappement 3 est entraînée par les gaz d'échappement retenus, se trouvant dans le tronçon de

30

35

conduite, situé en amont de la turbine entraînée par les gaz d'échappement 3, du collecteur de gaz d'échappement 4 ; le mouvement de la roue mobile de la turbine entraînée par les gaz d'échappement est transmis, par un arbre 7, à la roue du compresseur 5, suite à quoi, dans le collecteur d'aspiration 6 situé en aval du compresseur 5, est établie une pression de suralimentation correspondant à une surpression, pouvant être amenée au moteur à combustion interne. Pour pouvoir régler précisément la fourniture de puissance venant du turbocompresseur entraîné par les gaz d'échappement, dans le mode de fonctionnement dans lequel on est en combustion, et en plus pouvoir utiliser le turbocompresseur entraîné par les gaz d'échappement également en fonctionnement en frein moteur, la turbine entraînée par les gaz d'échappement 3 est réalisée avec une géométrie de turbine 8 réglable de façon variable qui, en particulier, est réalisée sous la forme d'une grille directrice réglable. En plus, sont prévus un refroidisseur d'air de suralimentation 9 monté dans le collecteur d'admission 6, en aval du compresseur 5, ainsi qu'un dispositif de recyclage de gaz d'échappement 10 prévu entre le tronçon de conduite, placé en amont de la turbine entraînée par les gaz d'échappement 3, du collecteur d'échappement 4 et le tronçon de conduite, placé en aval du compresseur 5, du collecteur d'aspiration 6, le dispositif de recyclage de gaz d'échappement 10 contenant en plus un échangeur de chaleur devant refroidir les gaz d'échappement recyclés.

Pour améliorer le comportement transitoire du turbocompresseur entraîné par les gaz d'échappement 2, ce turbocompresseur entraîné par les gaz d'échappement 2 présente des composants supplémentaires, côté compresseur, ainsi qu'une configuration spéciale concernant le compresseur 5, faisant que, dans une plage de fonctionnement donnée du moteur à combustion interne 1, on peut réaliser un fonctionnement en turbine de la part du compresseur 5. Pour cela est prévu un canal additionnel 11,

se ramifiant depuis le collecteur d'aspiration 6, en amont du compresseur 5, canal qui débouche dans l'admission au compresseur, dans la zone de la roue de compresseur, pour pénétrer dans le compresseur 5. Dans le canal additionnel 11 est disposé en option un échangeur de chaleur 12, réalisé sous la forme d'un échangeur de chaleur à co-courant ou à contre-courant, et qui transmet de manière appropriée de l'énergie calorifique venant des gaz d'échappement, issus du tronçon de conduite situé en aval de la turbine entraînée par les gaz d'échappement 3, à l'air neuf qui est à amener par le canal additionnel 11. En plus est disposé, dans le collecteur d'aspiration 6, en amont du compresseur 5, un organe d'isolement 13 par l'intermédiaire duquel le flux d'air neuf aspiré est réparti en partie sur le canal additionnel 11 et en partie sur le tronçon de conduite 15, situé entre l'organe d'isolement 13 et le compresseur 5. L'organe d'isolement 13 peut également être réglé de manière que le canal additionnel 11 soit complètement fermé et que l'ensemble du flux d'air frais soit passé par le tronçon de conduite 15, ou bien que le tronçon de conduite 15 soit fermé et que l'ensemble du flux d'air frais soit passé par le canal additionnel 11.

Dans la zone d'embouchure du canal additionnel 11 est prévu, dans le compresseur 5, un dispositif d'étranglement réglable 14 qui a comme conséquence un établissement de pression dans le canal additionnel 11, en amont du dispositif d'étranglement, par le fait que l'aire de la section transversale d'embouchure du canal additionnel 11 dans l'admission au compresseur est réduite. La valeur de l'établissement de pression peut être modifiée par un réglage variable du dispositif d'étranglement 14.

En plus est prévue une unité de régulation et de commande 16 qui, en fonction de signaux représentant l'état de fonctionnement du moteur à combustion interne, génère des signaux de réglage pour effectuer le réglage des

différents types de réglage 8, 13, 14 à caractéristiques variables.

Dans le mode de fonctionnement en entraînement avec combustion, le compresseur 5 peut être utilisé, par un  
5 réglage correspondant de l'organe d'isolement 13, ainsi que du dispositif d'étranglement 14, en tant que turbine entraînée par l'air, la turbine entraînée par l'air agissant comme organe d'étranglement dans le tronçon ou collecteur d'aspiration 6, si bien que, le cas échéant, on  
10 peut renoncer à prévoir un clapet d'étranglement séparé dans le collecteur d'aspiration du moteur à combustion interne. La décision de savoir si l'ensemble de construction 5 est utilisé en compresseur ou en turbine entraînée par l'air se fait en fonction de l'état de  
15 fonctionnement réel du moteur à combustion interne 1.

Dans la mesure où, dans l'unité de régulation et de commande 16 est fixée une pression de suralimentation de consigne qui est située au-dessous d'une valeur de seuil prédéterminée ou susceptible d'être déterminée, il est  
20 généré dans l'unité de régulation et de commande 16 un signal de réglage qui sollicite l'organe d'isolement 13 monté dans le tronçon de conduite 15, placé en amont du compresseur 5, du collecteur d'aspiration 6, signal de réglage ayant comme conséquence une réduction, le cas  
25 échéant une fermeture, du tronçon de conduite 15 et, simultanément, une ouverture du canal additionnel 11, si bien que l'air de combustion aspiré est amené par le canal additionnel 11, en contournant l'ouverture d'entrée d'écoulement principale du compresseur 5, à ce collecteur  
30 d'aspiration 6. L'air de combustion amené par le canal additionnel 11 est retenu dans la zone d'embouchure du canal additionnel 11, dans l'admission au compresseur, sur le dispositif d'étranglement 14, le réglage du dispositif d'étranglement 14 étant fixé par l'unité de régulation et  
35 de commande 16, en fonction de l'état de fonctionnement réel du moteur à combustion interne. L'unité de construction 5 utilisée en tant que turbine dans ce type de

fonctionnement agit comme organe d'étranglement, sachant qu'une chute de pression est réalisée entre le côté entrée et le côté sortie du compresseur 5, si bien qu'une dépression peut être réglée en particulier dans la plage des basses charges, dans le tronçon de conduite, placé en aval du compresseur 5, du collecteur d'aspiration 6. De plus, la chute de pression est utilisée pour générer de l'énergie cinématique dans le composant 5 utilisé en turbine, si bien que, déjà dans la plage des basses charges, le rotor du compresseur de suralimentation peut être porté à une vitesse de rotation relativement élevée.

Dans la mesure où la pression de suralimentation de consigne, fixée dans l'unité de régulation et de commande 16, est supérieure à la valeur de seuil, l'organe d'isolement 13 est placé dans une position qui ferme le canal additionnel 11 et qui libère le tronçon de conduite 15 en amont du compresseur 5, si bien que l'air de combustion ayant été aspiré est amené, par l'ouverture d'entrée d'écoulement principale, au compresseur 5 et que le compresseur 5 provoque une compression entraînant l'atteinte d'une pression de suralimentation augmentée.

Il peut, le cas échéant, s'avérer approprié d'admettre, dans une plage de pressions se raccordant directement à la valeur de seuil, au-dessus de la valeur de seuil, un état de mélange ou de transition pour lequel un flux d'air partiel est amené tant par le canal additionnel 11, qu'également par le tronçon de conduite 15. Le fonctionnement mixte peut être conservé, dans un tronçon à pression de consigne, à une valeur située entre la valeur de seuil et une valeur limite se trouvant au-dessus.

L'utilisation du compresseur comme turbine dans la plage de charges inférieures est prévue en particulier dans le mode d'entraînement à combustion. De plus, il peut s'avérer également approprié de prévoir une utilisation correspondante dans le fonctionnement en frein moteur.

L'illustration en coupe du compresseur 5 de la figure 2 permet de voir que, dans le tronçon de conduite 15

du collecteur d'aspiration 6, est disposé, directement avant l'entrée au compresseur 18, l'organe d'isolement 13 qui est réalisé sous la forme de clapet d'étranglement, organe qui doit être pivoté autour d'un axe transversal orienté perpendiculairement à l'axe longitudinal 27 du compresseur.

Dans une position d'ouverture de l'organe d'isolement 13, l'air de combustion aspiré s'écoule en suivant la direction de flèche 25 - la direction d'entrée d'écoulement principale - pour pénétrer dans l'admission au compresseur 18 et vient sur la roue de compresseur 19 qui est entraînée par la turbine du turbocompresseur entraîné par les gaz d'échappement, dans le mode de fonctionnement normal du compresseur 5. L'air de combustion pénétrant dans l'admission au compresseur subit, du fait de la rotation de la roue de compresseur 19, une compression et quitte le compresseur 5 en passant par le diffuseur 20 et le canal spiral, et est amené, lors de la continuation de son parcours, après être passé par une étape de refroidissement effectuée dans le refroidisseur d'air de suralimentation, au collecteur d'aspiration du moteur à combustion interne.

Pour permettre également un fonctionnement en turbine, il est prévu radialement à l'extérieur de l'admission au compresseur 18, dans le carter de compresseur, un canal additionnel 11 au moyen duquel, lorsqu'on est en position de fermeture de l'organe d'isolement 13, de l'air neuf est amené au compresseur, en suivant la direction d'écoulement 26. Le canal additionnel 11 débouche, par une ouverture d'embouchure 17, dans la zone de la roue de compresseur 19, dans l'admission au compresseur 18, sachant que, du fait d'une amenée faite avec un parcours marqué par des changements de direction, à la suite de la forme arquée du tronçon d'extrémité du canal additionnel 11, la direction d'écoulement de l'air s'introduisant par l'ouverture d'embouchure 17 dans l'admission au compresseur fait un certain angle avec l'axe longitudinal 27 du compresseur. Du fait de l'entrée sous un certain angle,

ainsi que de la position axiale de l'ouverture d'embouchure 17 dans la zone de la roue de compresseur 19, le compresseur 5, dans le cas d'une amenée d'air neuf faite dans la direction de la flèche 26 en passant par le canal additionnel 11, agit en turbine, le sens de rotation de la roue de turbine 19 restant conservé. L'air qui arrive par le canal additionnel 11 est dérivé, également lorsqu'on est en fonctionnement en turbine, en passant par le diffuseur et le canal spiral, de la même manière que ce qui se passe pour le fonctionnement en compresseur.

Pour assister l'effet de turbine est prévu, dans la zone d'embouchure 17, un dispositif de rotation et d'étranglement 14 qui est réalisé en particulier sous la forme de grille directrice munie d'aubes directrices réglables. Le dispositif d'étranglement 14 peut être sollicité par un élément de réglage non représenté, pour augmenter ou diminuer l'aire de la section transversale de l'ouverture d'embouchure 17, respectivement pour inculquer à l'air entrant, lors du passage de l'ouverture d'embouchure 17, une rotation qui favorise le mode de fonctionnement en turbine. En plus est prévu un élément d'isolement 21 pouvant être déplacé axialement dans la direction de la flèche 24, qui se raccorde axialement à la grille directrice 14 et est muni de logements 23 devant recevoir la grille directrice 14. Une face frontale de l'élément d'isolement 21 constitue une paroi latérale de l'ouverture d'embouchure 17. L'élément d'isolement 21, qui est guidé au moyen d'un palier 22, peut être déplacé axialement d'une valeur faisant que l'ouverture d'embouchure 17 soit complètement fermée. Cette position est réglée en particulier lorsqu'on est en mode de fonctionnement en compresseur, pour éviter qu'apparaissent des flux d'air parasites revenant, de l'entrée au compresseur, dans le canal additionnel 11. En plus, par le biais de la position de l'élément d'isolement 21, on peut influencer sur l'arrivée d'écoulement axial de la roue de compresseur 19.

Dans le mode de réalisation de la figure 3, le turbocompresseur entraîné par les gaz d'échappement 2 présente une turbine entraînée par les gaz d'échappement 3 ayant une géométrie de turbine 8 variable, ainsi qu'un  
5 compresseur 5 classique qui est disposé dans le collecteur d'admission 6, sachant que, dans le tronçon de conduite 15, en amont du compresseur 5, est prévu un organe d'isolement 13. En amont de l'organe d'isolement 13, le canal additionnel 11 se ramifie, en partant du collecteur  
10 d'aspiration 6, l'organe d'isolement 13 devant être réglé, pour une pression de suralimentation de consigne inférieure à une valeur de seuil, de manière à diriger l'air de combustion à fournir, pour le faire passer par le canal additionnel 11. Une turbine entraînée par l'air 8 reliée de  
15 façon assujettie en rotation au compresseur 5 est montée sur le côté arrière du compresseur 5, sur l'arbre 7 du turbocompresseur entraîné par les gaz d'échappement 2. Dans ce mode de réalisation, la turbine entraînée par l'air 28 est un composant autonome, réalisé séparément du  
20 compresseur 5. L'admission d'air de la turbine d'air 28 communique avec le canal additionnel 11, l'échappement d'air de la turbine entraînée par l'air 28 est relié, par l'intermédiaire d'une conduite de liaison 29, au collecteur d'aspiration 6, la conduite de liaison 29 débouchant dans  
25 le collecteur d'aspiration 6, en particulier en aval du refroidisseur d'air de suralimentation 9.

Dans le cas d'une pression de suralimentation de consigne inférieure à la valeur de seuil donnée, l'air de combustion est dirigé, au moyen du canal additionnel 11,  
30 dans la turbine entraînée par l'air 28, faisant qu'une chute de pression est constatée dans le tronçon de conduite du collecteur d'admission 6, en aval de la turbine entraînée par l'air 28. La puissance de la turbine entraînée par l'air 28 est ici transmise au compresseur 5,  
35 du fait que la liaison est assujettie en rotation. La chute de pression peut être commandée par le biais du dispositif d'étranglement 14 de la turbine entraînée par l'air 28.

Au-dessus de la valeur de seuil, l'organe d'isolement 13 est réglé de manière que le canal additionnel 11 soit fermé, de sorte que la turbine entraînée par l'air 28 ne puisse fournir aucune puissance.

5 En même temps, le tronçon de conduite 15 allant au compresseur 5 est ouvert, le compresseur étant à présent entraîné par la turbine entraînée par les gaz d'échappement 3 et l'air de combustion ayant été aspiré est comprimé pour atteindre une pression de suralimentation de

10 valeur augmentée.

Le mode de réalisation de la figure 4 est analogue à celui de la figure 3, cependant, à la différence que la turbine entraînée par l'air 28 est disposée sur la face arrière de la turbine entraînée par les gaz d'échappement et est reliée de façon assujettie en rotation à la turbine

15 entraînée par les gaz d'échappement 3. Dans le canal additionnel 11, on peut prévoir, pour préchauffer l'air neuf aspiré, un échangeur de chaleur 12 par l'intermédiaire duquel la chaleur résiduelle issue des gaz d'échappement

20 peut être transmise à l'air neuf à fournir, le prélèvement se faisant en aval de la turbine entraînée par les gaz d'échappement 3.

REVENDICATIONS

1. Moteur à combustion interne équipé d'un turbocompresseur entraîné par les gaz d'échappement, comprenant une turbine à gaz d'échappement (3) et un compresseur (5) pour générer de l'air de suralimentation comprimé, avec une turbine entraînée par l'air (28) supplémentaire, reliée en rotation au compresseur (5) et à laquelle de l'air de combustion est susceptible d'être amené par l'intermédiaire d'un organe d'isolement (13) réglable, l'échappement de la turbine étant relié, par l'intermédiaire d'un canal de liaison, au tronçon d'aspiration (6), en aval du compresseur (5), et avec une unité de régulation et de commande (16) pour générer des signaux de réglage, réglant l'organe d'isolement (13),

caractérisé en ce qu'

un canal additionnel (11) est prévu entre l'admission au compresseur (18), ou un tronçon de conduite (15) débouchant dans l'admission au compresseur (18), et l'admission d'air à la turbine entraînée par l'air, et en ce que, par l'intermédiaire de l'organe d'isolement (13), l'amenée d'air au canal additionnel (11) et à l'admission au compresseur (18) est susceptible d'être réglée,

en ce que, dans la plage des basses charges, dans le cas où la pression de suralimentation de consigne descend au-dessous d'une valeur de seuil, dans l'unité de régulation et de commande (16) est susceptible d'être généré un signal de réglage, par l'intermédiaire duquel l'organe d'isolement est réglable en une position ouvrant le canal additionnel (11) et réduisant l'amenée d'air à l'admission au compresseur (18).

2. Moteur à combustion interne selon la revendication 1, caractérisé en ce que la turbine entraînée par l'air et le compresseur (5) sont réalisés sous la forme de composants d'une seule pièce, avec un carter commun, et en ce que le canal additionnel (11) débouche dans

l'admission au compresseur (18), à hauteur de la roue de compresseur (19).

3. Moteur à combustion interne selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que la direction d'entrée d'écoulement dans la zone de l'ouverture d'embouchure (17), entre le canal additionnel (11) et l'admission au compresseur ou à la turbine (18), fait un angle avec la direction d'écoulement principale dans l'admission au compresseur ou à la turbine (18).

10 4. Moteur à combustion interne selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'un dispositif d'étranglement (14) est intégré dans la zone de l'ouverture d'embouchure (17), entre le canal additionnel (11) et l'admission au compresseur ou à la turbine (18).

15 5. Moteur à combustion interne selon la revendication 4, caractérisé en ce que le dispositif d'étranglement (14) est une grille directrice réglant, de façon variable, l'aire de la section transversale de l'ouverture d'embouchure (17).

6. Moteur à combustion interne selon la revendication 5, caractérisé en ce que la grille directrice présente des aubes directrices réglables.

25 7. Moteur à combustion interne selon la revendication 5 ou 6, caractérisé en ce qu'un élément d'isolement (21) réglable est prévu dans le canal additionnel (11), en plus de la grille directrice.

30 8. Moteur à combustion interne selon la revendication 7, caractérisé en ce que l'élément d'isolement (21) est une matrice déplaçable axialement, présentant des évidements devant recevoir la grille directrice.

35 9. Moteur à combustion interne selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que la turbine entraînée par l'air est un composant autonome, indépendant du compresseur (5).

10. Moteur à combustion interne selon la revendication 9, caractérisé en ce que la turbine entraînée par l'air est directement limitrophe au compresseur (5).

5 11. Moteur à combustion interne selon la revendication 9 ou 10, caractérisé en ce que la turbine entraînée par l'air est directement limitrophe à la turbine entraînée par les gaz d'échappement (3).

10 12. Moteur à combustion interne selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, caractérisé en ce que le canal additionnel (11) allant à la turbine entraînée par l'air est guidé à travers un échangeur de chaleur (12) propre, prévu pour préchauffer l'air d'alimentation.

15 13. Moteur à combustion interne selon la revendication 12, caractérisé en ce que l'énergie calorifique de l'échangeur de chaleur (12) provient des gaz d'échappement, par un prélèvement effectué en aval de la turbine entraînée par les gaz d'échappement (3).

20 14. Procédé de fonctionnement d'un moteur à combustion interne avec un turbocompresseur entraîné par les gaz d'échappement, avec une turbine entraînée par les gaz d'échappement (3) et un compresseur pour générer de l'air de suralimentation comprimé, avec une turbine entraînée par l'air (28) supplémentaire, reliée en rotation au compresseur (5) et à laquelle de l'air de combustion est susceptible d'être amené par l'intermédiaire d'un organe d'isolement (13) réglable, l'échappement de turbine étant relié à un tronçon de canal communiquant avec l'échappement de compresseur,

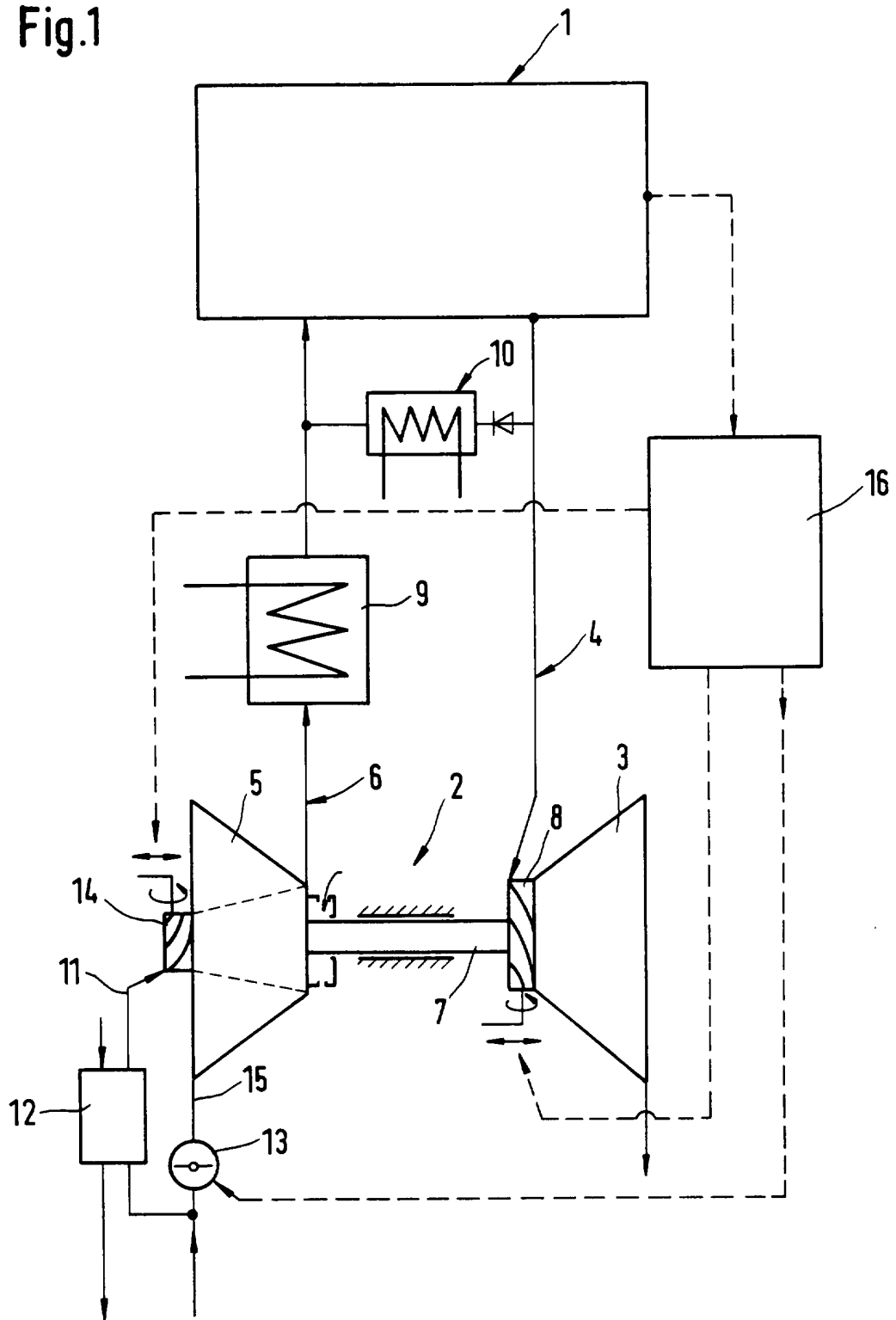
30 caractérisé en ce que, dans la plage des basses charges, pour le cas dans lequel la pression de suralimentation de consigne descend au-dessous d'une valeur de seuil, au moins un débit partiel de l'air de combustion amené est guidé par la turbine entraînée par l'air.

35 15. Procédé selon la revendication 14, caractérisé en ce qu'au-dessous de la valeur de seuil de la pression de

suralimentation de consigne, l'amenée d'air à l'admission au compresseur (18) est fermée.

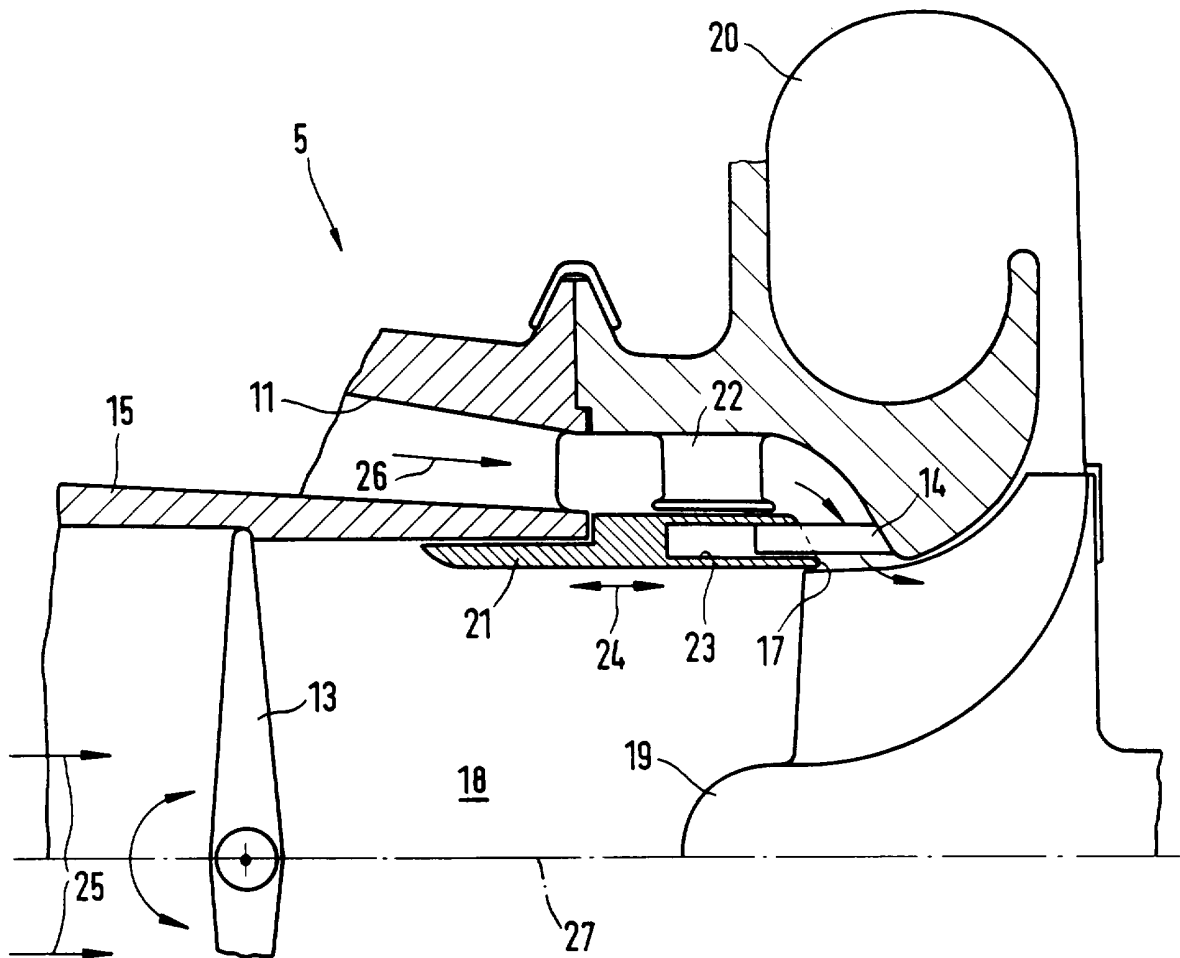
1/4

Fig.1



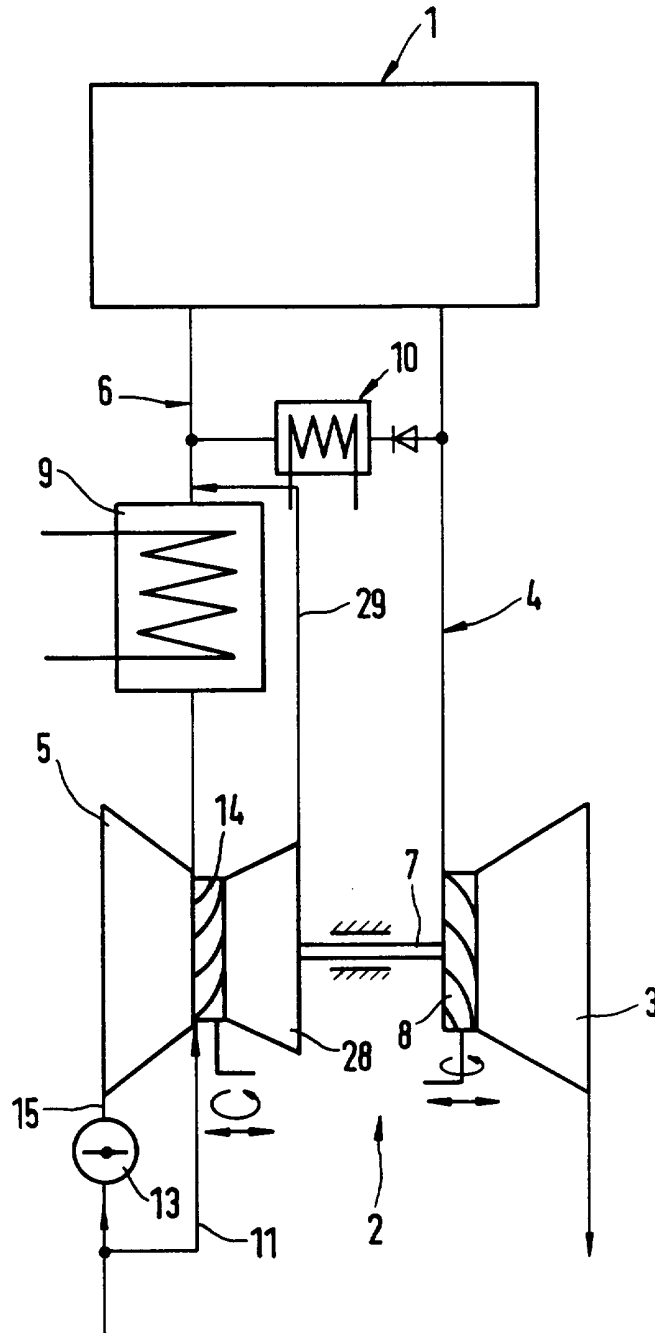
2/4

Fig.2



3/4

Fig.3



4/4

Fig.4

