

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

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

3 015 564

21 N° d'enregistrement national : 13 62952

51 Int Cl⁸ : F 02 B 37/18 (2013.01)

12 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 19.12.13.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 26.06.15 Bulletin 15/26.

56 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : PEUGEOT CITROEN AUTOMO-
BILES SA Société anonyme — FR.

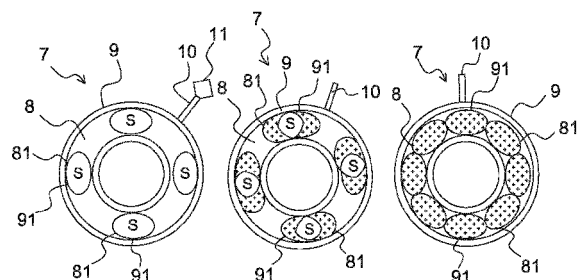
72 Inventeur(s) : DUPUIS ARNAUD, DESSARTHE
STANISLAS, VEIGA PAGLIARI DIEGO RAFAEL et
JAN MARC.

73 Titulaire(s) : PEUGEOT CITROEN AUTOMOBILES
SA Société anonyme.

74 Mandataire(s) : PEUGEOT CITROEN AUTOMO-
BILES SA Société anonyme.

54 PROCÉDE DE CONTROLE DE LA DECHARGE D'UNE TURBINE DE TURBOCOMPRESSEUR.

57 L'invention porte principalement sur un procédé de commande d'un système de décharge (7) d'une turbine de turbocompresseur alimentée par des gaz d'échappement, ledit système de décharge (7) comportant un rotor (8) et un stator (9) munis chacun d'une série d'orifices (81, 91), et un actionneur (11) apte à déplacer en rotation ledit rotor (8) par rapport audit stator (9) de manière à faire varier des sections de passage (S) de gaz d'échappement définies chacune par une zone de superposition entre un orifice dudit rotor (8) et un orifice correspondant dudit stator (9) pour faire passer le système de décharge (7) d'un état fermé à un état ouvert et inversement, caractérisé en ce que, pendant une phase d'échappement d'au moins un cylindre du moteur, ledit procédé comporte l'étape de fermer ledit système de décharge (7) avant ou au moment d'une ouverture d'une soupape d'échappement dudit cylindre de manière à récupérer un maximum d'énergie issue des gaz d'échappement en phase débitante à forte pression, et l'étape d'ouvrir ledit système de décharge (7) en phase débitante à moyenne ou faible pression lorsqu'un piston dudit cylindre est proche de la mi-course entre un point mort bas et un point mort haut, de manière à réduire une pression en amont de la turbine et contrôler une puissance récupérée par la turbine.



FR 3 015 564 - A1



PROCEDE DE CONTRÔLE DE LA DECHARGE D'UNE TURBINE DE TURBOCOMPRESSEUR

[0001] La présente invention porte sur un procédé de contrôle de la décharge d'une turbine de turbocompresseur en dynamique sur un cycle moteur. L'invention trouve une application particulièrement avantageuse dans le domaine des moteurs à combustion interne multicylindres suralimentés.

[0002] De façon connue en soi, un turbocompresseur comporte un étage de compression et une turbine. L'étage de compression comprime l'air d'admission afin d'optimiser le remplissage des chambres de combustion. A cet effet, l'étage de compression est placé sur le conduit d'admission de l'air, c'est-à-dire avant le moteur. L'écoulement des gaz d'échappement entraîne en rotation une roue de la turbine qui entraîne alors en rotation une roue de l'étage de compression par l'intermédiaire d'un arbre d'accouplement reliant les deux roues entre elles.

[0003] Les turbocompresseurs comportent un système de décharge associé à un circuit de décharge (ou "by-pass" en anglais) permettant à une partie des gaz d'échappement de ne pas passer par la roue de la turbine. Un système de décharge classique est constitué d'une soupape reliée à un actionneur par l'intermédiaire d'un ensemble de bras de levier. Cet actionneur est apte à transmettre un effort pour déplacer la soupape de décharge.

[0004] On connaît par ailleurs une turbine d'un turbocompresseur décrit notamment dans le document WO2011/137004, appelé système R-FLOW (marque déposée). Cette turbine comporte une entrée destinée à recevoir des gaz d'échappement provenant de la sortie du moteur pour les diriger vers la roue de la turbine via une volute s'étendant autour de la turbine. L'entrée débouche également vers un circuit de décharge de forme globalement annulaire ménagé dans le corps de la turbine. Les gaz d'échappement qui sont passés à travers la turbine sont évacués via la sortie de la turbine.

[0005] Le système de décharge d'une telle turbine comporte un rotor et un stator munis chacun d'une série d'orifices répartis sur leur circonférence. Le rotor peut être déplacé angulairement par rapport au stator par un actionneur coopérant avec un levier de manière à aligner ou désaligner les orifices du rotor par rapport à ceux du stator pour ouvrir ou fermer le système de décharge. L'actionneur permet ainsi de faire varier chaque section de passage du système de décharge définie par une zone de superposition entre un orifice du rotor et un orifice correspondant du stator.

[0006] Dans le procédé actuel de commande du système de décharge, la section de passage des gaz d'échappement est définie en fonction de la puissance du moteur souhaitée et est maintenue constante pendant toute la durée de la phase d'échappement d'un cylindre donné. Une telle commande du système de décharge présente l'inconvénient d'engendrer une pression moyenne pendant la phase d'échappement (PMIBP) relativement élevée, et donc des pertes par pompage nuisant au rendement du moteur.

[0007] L'invention vise à remédier efficacement à cet inconvénient en proposant un procédé de commande d'un système de décharge d'une turbine de turbocompresseur alimentée par des gaz d'échappement, ledit système de décharge comportant un rotor et un stator munis chacun d'une série d'orifices, et un actionneur apte à déplacer en rotation ledit rotor par rapport audit stator de manière à faire varier des sections de passage de gaz d'échappement définies chacune par une zone de superposition entre un orifice dudit rotor et un orifice correspondant dudit stator pour faire passer le système de décharge d'un état fermé à un état ouvert et inversement, caractérisé en ce que, pendant une phase d'échappement d'au moins un cylindre du moteur, ledit procédé comporte l'étape de fermer ledit système de décharge avant ou au moment d'une ouverture d'une soupape d'échappement dudit cylindre de manière à récupérer un maximum d'énergie issue des gaz d'échappement en phase débitante à forte pression, et l'étape d'ouvrir ledit système de décharge en phase débitante à moyenne ou faible pression lorsqu'un piston dudit cylindre est proche de la mi-course entre un point mort bas et un point mort haut de manière à réduire une pression en amont de la turbine, et contrôler une puissance récupérée par la turbine.

[0008] Ainsi, en pilotant de façon dynamique le système de décharge sur un cycle moteur, l'invention permet de tirer profit d'un pic de pression des gaz d'échappement pendant le début de la phase échappement (dès l'ouverture de la soupape échappement) pour récupérer un maximum d'énergie, tout en diminuant la pression moyenne d'un cycle d'échappement (PMIBP) par l'ouverture du système de décharge en phase débitante à moyenne ou faible pression. On réduit ainsi significativement les pertes par pompage du moteur, ce qui améliore le rendement du moteur.

[0009] Selon une mise en œuvre, un angle d'ouverture dudit système de décharge est adapté en fonction d'une pression cible à l'admission du moteur déterminée notamment à partir d'une puissance du moteur souhaitée.

[0010] Selon une mise en œuvre, un angle de fermeture dudit système de décharge est tel que le système de décharge se ferme avant un début d'une nouvelle phase d'échappement d'un autre cylindre. On s'assure ainsi d'une bonne récupération de l'énergie en zone suralimentée pour le cylindre suivant.

[0011] Selon une mise en œuvre, ledit procédé comporte l'étape de modifier une position dudit rotor pour passer d'un état à un autre sur une période de l'ordre d'un temps d'un cycle du moteur divisé par un nombre de cylindres du moteur.

5 [0012] Selon une mise en œuvre, ladite période est de l'ordre de 10 millisecondes pour un moteur à trois cylindres.

[0013] Selon une mise en œuvre, ledit actionneur est à entraînement mécanique, hydraulique, électrique, ou électromagnétique.

10 [0014] L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit et à l'examen des figures qui l'accompagnent. Ces figures ne sont données qu'à titre illustratif mais nullement limitatif de l'invention.

[0015] La figure 1 est une représentation schématique d'une turbine d'un turbocompresseur mettant en œuvre le procédé selon la présente invention;

[0016] La figure 2 est une représentation schématique de différents états que peut prendre du système de décharge de la turbine de la figure 1;

15 [0017] La figure 3 montre l'évolution de la pression dans le collecteur d'échappement lors d'une phase d'échappement sur un cylindre du moteur avec et sans la mise en œuvre du procédé selon l'invention ainsi que l'état du système de décharge lors de la mise en œuvre du procédé selon l'invention;

20 [0018] La figure 4 représente l'évolution de l'état du système de décharge, de la pression dans le collecteur d'échappement, et du débit massique des gaz traversant la turbine sur un cycle à quatre temps d'un moteur à trois cylindres turbocompressés.

[0019] Les éléments identiques, similaires, ou analogues conservent les mêmes références d'une figure à l'autre.

25 [0020] La figure 1 montre une turbine 1 d'un turbocompresseur décrit notamment dans le document WO2011/137004, appelé système R-FLOW (marque déposée) mettant en œuvre le procédé selon la présente invention. Cette turbine 1 comporte une entrée 2 apte à recevoir les gaz d'échappement provenant de la sortie du moteur thermique pour alimenter une roue de la turbine 1 (non visible) via une volute.

30 [0021] L'entrée 2 débouche également vers un circuit de décharge 3 de forme globalement annulaire ménagé dans le corps de la turbine 1. Les gaz d'échappement qui sont passés à travers la roue de la turbine 1 sont évacués suivant un flux F via la sortie 4

de la turbine 1. Un catalyseur 5 appartenant à la ligne d'échappement est monté en aval de la sortie 4.

5 [0022] Le circuit de décharge 3, qui est concentrique par rapport à la sortie 4 permet à une partie des gaz d'échappement de ne pas passer par la roue de la turbine 1 lorsque le système de décharge 7 est dans une position ouverte.

10 [0023] Plus précisément, le système de décharge 7 bien visible sur la figure 2 comporte un rotor 8 et un stator 9 munis chacun d'une série d'orifices 81 et 91 répartis sur leur circonférence. Le rotor 8 peut être déplacé angulairement par rapport au stator 9 par un actionneur 11 coopérant avec un levier 10 de manière à aligner ou désaligner les orifices du rotor 81 par rapport à ceux 91 du stator 9 pour ouvrir ou fermer le système de décharge 7. L'actionneur 11 permet ainsi de faire varier les sections de passage S du système de décharge 7 définie chacune par une zone de superposition entre un orifice 81 du rotor 8 et un orifice 91 correspondant du stator 9. L'actionneur 11 est à entraînement mécanique, hydraulique, électrique, ou électromagnétique.

15 [0024] La figure 2 montre ainsi le système de décharge 7 respectivement dans un état ouvert (les ouvertures 81 et 91 se superposent complètement les unes par rapport aux autres en sorte que les sections S sont maximales), dans un état d'ouverture partielle (les orifices 81 et 91 se superposent partiellement les unes par rapport aux autres en sorte que les sections S sont réduites) et dans un état complètement fermé (les orifices 81 et 91 sont
20 complètement décalés les uns par rapport aux autres en sorte que les sections S sont nulles).

25 [0025] Conformément au procédé de commande du système de décharge 7 selon l'invention, pendant une phase d'échappement Pech d'un cylindre du moteur, le système de décharge 7 est fermé avant ou au moment d'une ouverture d'une soupape d'échappement du cylindre et pendant une phase débitante P1 à forte pression (haute enthalpie). Tout le débit des gaz d'échappement passe alors à travers la roue de la turbine 1 (cf. figure 3), en sorte qu'il est ainsi possible de récupérer un maximum d'énergie issue des gaz d'échappement, en tirant profit du pic de pression dans le collecteur d'échappement autour duquel se situe la phase P1.

30 [0026] Le système de décharge 7 est ensuite ouvert partiellement ou complètement en phase débitante P2 à moyenne ou faible pression, lorsqu'un piston du cylindre est proche de la mi-course entre le point mort bas PMB et le point mort haut PMH, de manière à réduire une pression en amont de la turbine 1. Cela permet d'augmenter la perméabilité globale du système de décharge 7 pour mettre en communication l'amont et l'aval de la
35 turbine 1 afin de réduire la pression en sortie du moteur. Le système de décharge 7 est

également ouvert lorsque la turbine 1 a récupéré l'énergie nécessaire pour maintenir la pression cible de suralimentation correspondant à la puissance demandée par le conducteur. L'ouverture du système de décharge 7 permet ainsi de contrôler la pression moyenne récupérée par la turbine 1.

- 5 [0027] Comme cela est bien visible sur la figure 3, l'invention permet d'obtenir un gain en pression G, dans la mesure où la courbe C1 obtenue avec l'invention se situe en dessous de la courbe C2 obtenue avec la mise en œuvre d'un procédé de commande de la turbine selon l'état de la technique. On diminue donc la pression moyenne d'un cycle d'échappement (PMIBP), ce qui permet de réduire les pertes par pompage du moteur.
- 10 [0028] Plus précisément, le système de décharge 7 est ouvert partiellement ou complètement sur une plage angulaire définie par un angle d'ouverture AO et un angle de fermeture AF. Le système de décharge 7 s'ouvre ainsi sur une durée T0 variable séparant ces deux angles AO et AF. Ces angles AO et AF sont définis par l'angle que forme le vilebrequin par rapport à l'axe du piston, et est compris entre l'angle correspondant au point mort bas (PMB) du piston et l'angle correspondant au point mort haut (PMH) du piston.
- 15 On note que, dans l'exemple de mise en œuvre, la soupape d'échappement s'ouvre avant le point mort bas du piston, à l'angle AS, mais cela n'est pas toujours le cas. En effet, l'ouverture de la soupape d'échappement (avant ou après le point mort bas du piston) dépend du mode de fonctionnement du moteur thermique.
- 20 [0029] L'angle d'ouverture AO du système de décharge 7 est adapté en fonction d'une pression cible à l'admission du moteur déterminée notamment à partir d'une puissance du moteur souhaitée. De façon connue en soi, la puissance souhaitée dépend notamment du régime moteur, du rapport de boîte de vitesses engagé, et de la position de la pédale d'accélération actionnée par le conducteur afin de retranscrire la volonté du conducteur.
- 25 La section S de passage des gaz d'échappement est également adaptée en fonction de la pression cible à l'admission.
- [0030] L'angle de fermeture AF du système de décharge 7 est tel que le système de décharge 7 se ferme avant ou au moment d'un début d'une nouvelle phase d'échappement Pech d'un autre cylindre. On s'assure ainsi d'une bonne récupération de l'énergie en zone suralimentée pour le cylindre suivant. Le début de la nouvelle phase d'échappement Pech du prochain cylindre est détecté à partir de l'angle du vilebrequin et de l'angle de l'arbre à cames échappement.
- 30 [0031] La figure 4 montre ainsi un exemple de pilotage du rotor 8 en dynamique sur un cycle à quatre temps d'un moteur à trois cylindres turbocompressés sur un point de fonctionnement du moteur à forte charge et à régime moteur faible.
- 35

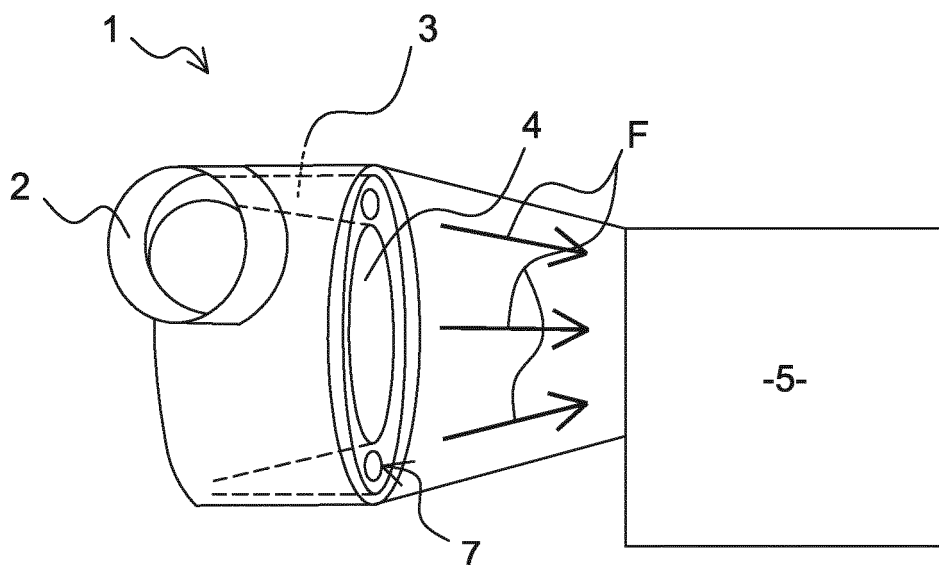
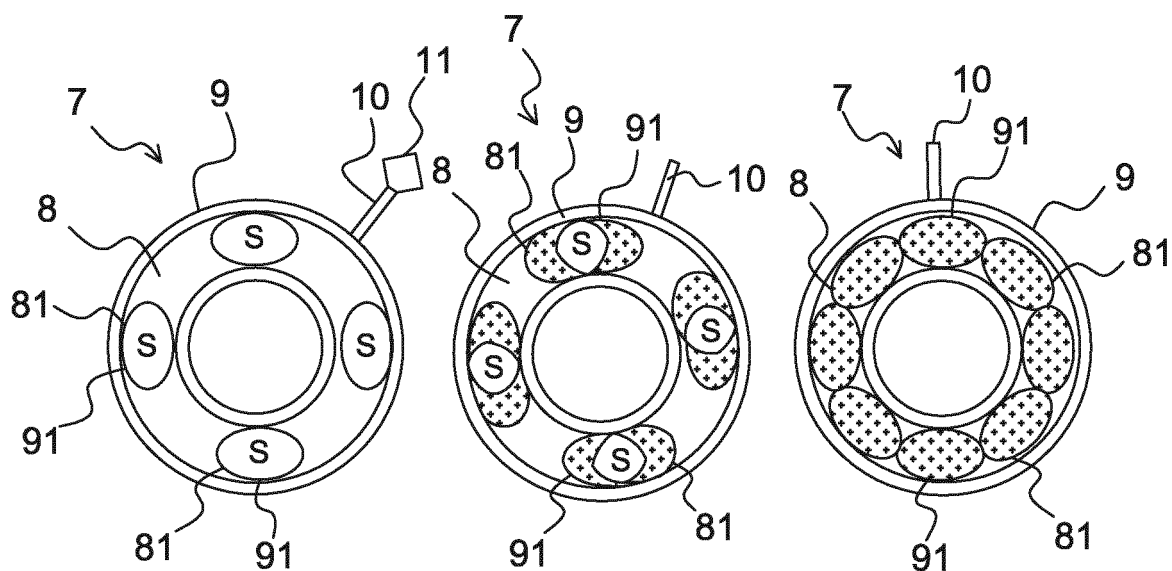
[0032] Le système de décharge 7 passant d'un état ouvert à un état fermé sur les phases d'échappement de chaque cylindre, on observe une alternance de position ouverte AO et fermée AF du système de décharge 7 sur un cycle du moteur. Ainsi, la position du rotor 8 pour passer d'un état à un autre est modifiée sur une période T0 de l'ordre d'un temps d'un cycle du moteur divisé par le nombre de cylindres du moteur. La période T0 est en l'occurrence de l'ordre de 10 ms pour un moteur à trois cylindres.

[0033] Bien entendu, la description qui précède a été donnée à titre d'exemple uniquement et ne limite pas le domaine de l'invention dont on ne sortirait pas en remplaçant les détails d'exécution par tous autres équivalents.

Revendications :

1. Procédé de commande d'un système de décharge (7) d'une turbine (1) de turbocompresseur alimentée par des gaz d'échappement, ledit système de décharge (7) comportant un rotor (8) et un stator (9) munis chacun d'une série d'orifices (81, 91), et un actionneur (11) apte à déplacer en rotation ledit rotor (8) par rapport audit stator (9) de manière à faire varier des sections de passage (S) de gaz d'échappement définies chacune par une zone de superposition entre un orifice dudit rotor (8) et un orifice correspondant dudit stator (9) pour faire passer le système de décharge (7) d'un état fermé à un état ouvert et inversement, caractérisé en ce que, pendant une phase d'échappement (Pech) d'au moins un cylindre du moteur, ledit procédé comporte l'étape de fermer ledit système de décharge (7) avant ou au moment d'une ouverture d'une soupape d'échappement dudit cylindre de manière à récupérer un maximum d'énergie issue des gaz d'échappement en phase débitante (P1) à forte pression, et l'étape d'ouvrir ledit système de décharge (7) en phase débitante à moyenne ou faible pression (P2) lorsqu'un piston dudit cylindre est proche de la mi-course entre un point mort bas (PMB) et un point mort haut (PMH) de manière à réduire une pression en amont de la turbine (1) et contrôler une puissance récupérée par la turbine (1).
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'un angle d'ouverture (AO) dudit système de décharge (7) est adapté en fonction d'une pression cible à l'admission du moteur déterminée notamment à partir d'une puissance du moteur souhaitée.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce qu'un angle de fermeture (AF) dudit système de décharge (7) est tel que le système de décharge (7) se ferme avant un début d'une nouvelle phase d'échappement (Pech) d'un autre cylindre.
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'il comporte l'étape de modifier une position dudit rotor (8) pour passer d'un état à un autre sur une période (T0) de l'ordre d'un temps d'un cycle du moteur divisé par un nombre de cylindres du moteur.
5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que ladite période (T0) est de l'ordre de 10 millisecondes pour un moteur à trois cylindres.
6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que ledit actionneur (11) est à entraînement mécanique, hydraulique, électrique, ou électromagnétique.

1/2

**Fig.1****Fig.2**

2/2

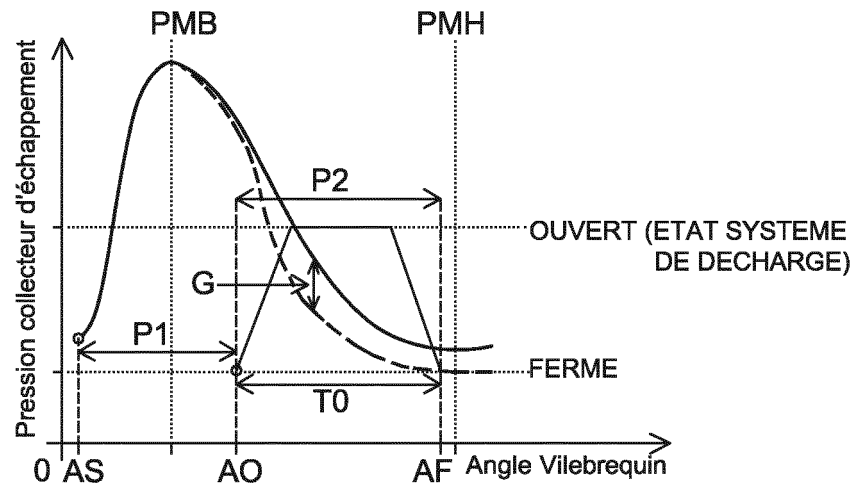


Fig.3

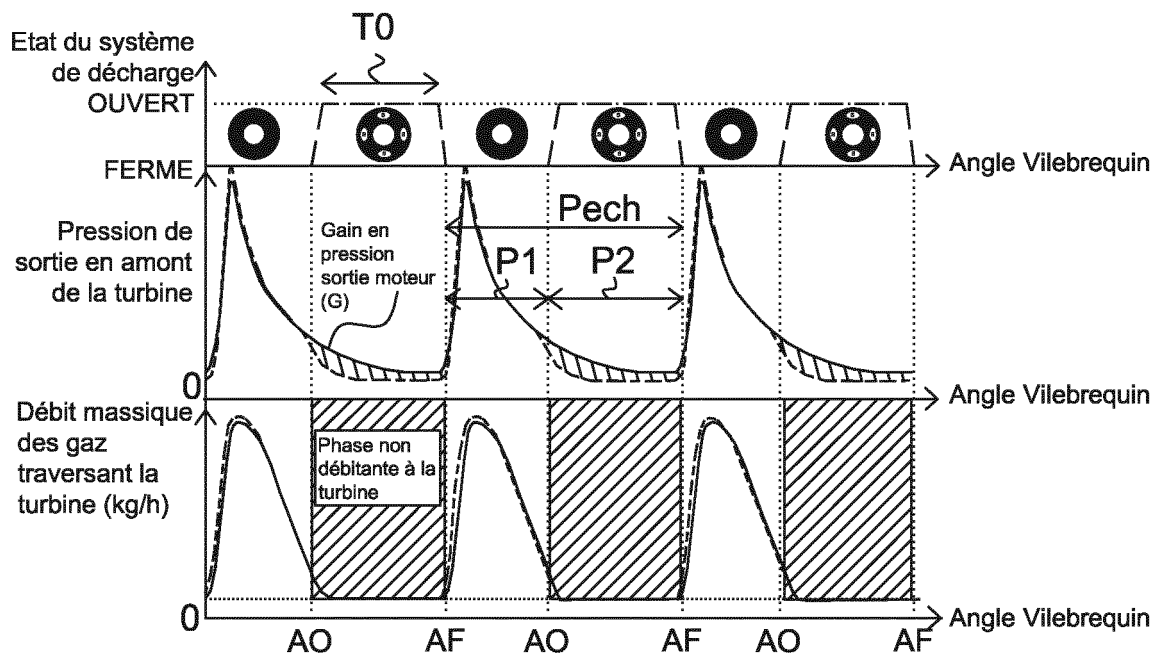


Fig.4



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 790280
FR 1362952

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
Y	US 2013/263589 A1 (YAMADA SHUYA S [US] ET AL) 10 octobre 2013 (2013-10-10) * alinéas [0001] - [0004], [0013], [0025] - [0026], [0029] - [0030]; figures 2a,3 *	1-6	F02B37/18
Y	WO 2011/137004 A2 (HONEYWELL INT INC [US]; LOMBARD ALAN [US]; THIRION MICHEL [US]; SERRES) 3 novembre 2011 (2011-11-03) * alinéas [0004], [0029], [0042]; figures 1,3 *	1-6	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			F02D F02B
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
26 septembre 2014		Martínez Hurtado, L	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie		D : cité dans la demande	
A : arrière-plan technologique		L : cité pour d'autres raisons	
O : divulgation non-écrite		
P : document intercalaire		& : membre de la même famille, document correspondant	

1

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1362952 FA 790280**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **26-09-2014**

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2013263589 A1	10-10-2013	CN 103362638 A	23-10-2013
		DE 102013205874 A1	10-10-2013
		US 2013263589 A1	10-10-2013

WO 2011137004 A2	03-11-2011	CN 102959196 A	06-03-2013
		EP 2564044 A2	06-03-2013
		KR 20130098872 A	05-09-2013
		US 2011268559 A1	03-11-2011
		WO 2011137004 A2	03-11-2011
